



# **ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DEL BOSQUE DE MANGLAR DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA Y VÍA PARQUE ISLA DE SALAMANCA**

**Jheyson José Mercado Vides**

**Universidad Magdalena**

Facultad, Ciencias Básicas

Programa Biología

Santa Marta, Colombia

2022



**ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DEL BOSQUE  
DE MANGLAR DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS  
SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA CIÉNAGA  
GRANDE DE SANTA MARTA Y VÍA PARQUE  
ISLA DE SALAMANCA**

**Jheyson José Mercado Vides**

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Biólogo**

Director (a):

Ph.D. Jeiner de Jesús Castellanos Barliza

Codirector (a):

Blga. Rosa Mary Silva Cuadrado

Línea de Investigación:

Ambiente y Sostenibilidad

Universidad del Magdalena

Facultad de Ciencias Básicas

programa de Biología

Santa Marta, Colombia

2022

## **Nota de aceptación:**

**Aprobado por el Consejo de Programa en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad del Magdalena para optar al título de Biología.**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Santa Marta, 29 de Marzo del 2023**

# DEDICATORIA

*A mi única y verdadera madre, Aura Esther Tete de Mercado (Aba). Te amo más allá de las barreras del tiempo y la memoria.*

*A mi único y verdadero padre, José Domingo Mercado López (Mingo) – QEPD. Desde ese 24 de julio mi único consuelo ha sido saber que sigues viviendo en cada una de mis células.*

*A mis gatas Sabrina y Gal, gracias.*

## AGRADECIMIENTOS

A mi mamá Aba, por enseñarme que al final del camino lo más valioso que una persona puede tener es su tranquilidad.

A Sorleni Mercado Tete, Laura Ibarra Mercado y Aldamir Ibarra Rodríguez, por abrirme las puertas de su hogar y tenderme una mano cuando más lo necesité.

A Glenda Margarita Polo Cantillo, por todos estos años de amistad incondicional.

A Angy Loraine Navarro Becerra, Armando José Rodríguez Toscano, Diego Andrés Cadena Durán, Farid Leonardo González Montero, Gissela Patricia Caicedo Montes, Karen Dayana Yancy Torregroza, Laura Nataly Gómez Molina, Laura Alejandra Linero Pertuz y Sebastian De La Hoz Pedraza, por hacer más agradable este largo camino. La U nos juntó y la comida nos hizo amigos.

A Kennedith María Méndez Gutiérrez, por su amistad, cariño, apoyo y confianza.

A Andrea Effer Roldan, por enseñarme a celebrar las pequeñas victorias de aquellos que día a día enfrentamos enormes batallas internas.

A mi director Jeiner Castellano Barliza y codirectora Rosa Silva Cuadrado, por el apoyo y asesoría durante todo este proceso.

A Michelle Soto Avendaño, por todo su apoyo durante la ejecución del proyecto.

Al guardaparques Luis Obeso y a todas las personas que nos acompañaron durante el muestreo en el Santuario, compartiendo su sabiduría y experiencia.

Al Herbario UTMC de la Universidad del Magdalena por el apoyo con la identificación de las muestras.

A la Universidad del Magdalena y Parque Nacionales Naturales de Colombia-Territorial Caribe, por permitirme realizar este trabajo de grado en el marco del convenio interadministrativo-DTCA-CI-004-2021.

De forma especial agradezco a las tres personas con las que empecé a escribir este capítulo de mi vida y que con la entrega de este documento finaliza; Baxi, Pango y Rom. Por más historias juntos, muchachos.

## Resumen

Se evaluó la estructura, composición y diversidad alfa de los bosques de manglar en dos áreas protegidas del sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia: Vía Parque Isla de Salamanca (VIPIS) y Santuario de Flora y Fauna Ciénaga Grande de Santa Marta (SFFCGSM), que integran el Complejo Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta. Se establecieron dos estaciones en VIPIS (Clarín Viejo y Clarín Nuevo) y una en el SFFCGSM (Caño Ariza). En cada estación se levantaron 10 parcelas de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m). Los atributos estructurales Área basal (G) y Diámetro estandarizado a la altura del pecho (DAP) mostraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los bosques de manglar, siendo Clarín Nuevo la estación con mayor desarrollo estructural. Se registraron cuatro especies de mangle y 38 especies de vegetación asociada al ecosistema. La diversidad observada fue baja en los bosques de manglar del área de estudio; sin embargo, la mayor riqueza de especies se encontró en Clarín Viejo. Los bosques de Caño Ariza y Clarín Nuevo mostraron 57% de similitud (Índice de Sørensen-Dice = 0.57) por su composición florística. La presencia de especies típicas de bosque seco tropical en Clarín Viejo se asocia al deterioro de las condiciones del área por intervención del hombre. En general, el bosque de manglar en las estaciones de las áreas protegidas se encuentra en etapa temprana de desarrollo, con zonas aun fuertemente golpeadas por actividades antrópicas y otras que han respondido mejor al proceso de restauración, destacando el potencial en la producción de propágulos observados como una ventaja en la carrera por recuperar este ecosistema.

**Palabras claves:** Manglares, conservación, línea base, restauración, diversidad alfa, Caribe colombiano.

## Abstract

The structure, composition, and alpha diversity of mangrove forests in two protected areas of the Colombian system of Parques Nacionales Naturales evaluated: Vía Parque Isla de Salamanca (VIPIS) and Santuario de Flora y Fauna Ciénaga Grande de Santa Marta (SFFCGSM) that make up the Ciénaga Grande de Santa Marta Lagoon Complex. Two stations are demarcated in VIPIS (Clarín Viejo and Clarín Nuevo) and one in the SFFCGSM (Caño Ariza). The structural attributes Basal area (G) and Standardized diameter at breast height (DBH) showed significant differences ( $P < 0.05$ ) between mangrove forests, with Clarín Nuevo being the station with the highest structural development. Four mangrove species and 38 species of vegetation associated to the ecosystem recorded. The observed diversity was low in the mangrove forests of the study area; however, the highest observed species richness had founded in Clarín Viejo. The forest of Caño Ariza and Clarín Nuevo showed 57% similarity (Sørensen-Dice Index = 0.57) due to their floristic composition. The presence of typical species of tropical dry forest in Clarín Viejo is associated with the deterioration of the environmental conditions in the area due to human impact. In general, the mangrove forest in the stations of protected areas is in an early stage of development, with sites still strongly correlated with human-related disturbance activities and others that have responded better to the restoration process, highlighting the potential in the production of propagules as an advantage to recover of the ecosystem.

**Keywords:** Mangroves, conservation, baseline, restoration, alpha diversity, Colombian Caribbean.

# Contenido

<b>Resumen</b> .....	<b>7</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>8</b>
<b>Contenido</b> .....	<b>9</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>11</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>12</b>
<b>Lista de ecuaciones</b> .....	<b>13</b>
<b>Lista de símbolos</b> .....	<b>14</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>15</b>
1.1.1.    Objetivo general .....	17
1.1.2.    Objetivos específicos .....	18
1.1.3.    Pregunta de Investigación.....	18
1.1.4.    Hipótesis .....	18
<b>2. Metodología</b> .....	<b>19</b>
2.1.1.    Área de estudio .....	19
2.1.2.    Características estructurales .....	23
2.1.3.    Análisis de la información.....	25
<b>3. Resultados</b> .....	<b>32</b>
3.1.1.    Características estructurales de los bosques .....	32
3.1.2.    Composición florística y diversidad alfa .....	38
3.1.3.    Análisis de conglomerados de la composición de especies.....	45
<b>4. Discusión</b> .....	<b>46</b>
<b>5. Conclusiones</b> .....	<b>51</b>
<b>6. Recomendaciones</b> .....	<b>52</b>
<b>7. Bibliografía</b> .....	<b>53</b>

<b>8. Anexos.....</b>	<b>68</b>
8.1.1. Anexo 1. <i>Comparativo de la Diversidad Observada</i> .....	68
8.1.2. Anexo 2. Estimaciones de Diversidad.....	68
8.1.3. Anexo 3. Estimaciones de la Cobertura del Muestreo.....	69
8.1.4. Anexo 4. Registros fotográficos de campo.....	70

## Lista de figuras

Figura 1. <i>Mapa del Área de Estudio con las Estaciones de Muestreo</i> .....	21
Figura 1. <i>Estación Caño Ariza</i> .....	22
Figura 2. <i>Estación Caño Clarín Viejo</i> .....	22
Figura 3. <i>Estación Caño Clarín Nuevo</i> .....	23
Figura 5. <i>Modelación Gráfica para el Establecimiento de las Parcelas</i> .....	23
Figura 6. <i>Norma para la Medición del CAP/DAP en Árboles de Mangle</i> .....	25
Figura 7. <i>Distribución de las Densidades y Clases Diamétricas de Cada Especie</i> .....	35
Figura 8. <i>Distribución de la Densidad, Clase Diamétrica y Área Basal por Estación de Muestreo</i> .....	36
Figura 9. <i>Categorización de la Estructura Vertical</i> .....	37
Figura 4. <i>Riqueza y Diversidad de Especies Estimadas a través del Número de Especies Efectivas o Números de Hill (<math>q=0,1,2</math>)</i> .....	44
Figura 5. <i>Análisis de Agrupamiento de las Estaciones de Muestreo</i> .....	45

## **Lista de tablas**

Tabla 1. . <i>Categorización del Estrato de Acuerdo con las Alturas Totales</i> .....	30
Tabla 2. <i>Categorías del Diámetro Estandarizado a la Altura del Pecho - DAP</i> .....	31
Tabla 3 . <i>Escala de Calificación de los Bosques de Manglar para el Magdalena</i> .....	31
Tabla 4. <i>Atributos Estructurales de los Bosques de Manglar de Tres Estaciones de Muestreo en el Complejo Lagunar CGSM</i> .....	34
Tabla 5. <i>Riqueza de Familias, Géneros, Especies y Abundancia de los Individuos</i> .....	38
Tabla 6. <i>Composición Florística de las Estaciones de Muestreo</i> .....	40

## Lista de ecuaciones

Ecuación 1. Diámetro estandarizado a la altura del pecho (DAP).....	26
Ecuación 2. Área basal individual (g).....	26
Ecuación 3. Área basal por hectárea (G) .....	26
Ecuación 4. Abundancia absoluta (Aa).....	27
Ecuación 5. Abundancia relativa (Ar) .....	27
Ecuación 6. Frecuencia absoluta (Fa).....	27
Ecuación 7. Frecuencia relativa (Fr).....	28
Ecuación 8. Densidad (d).....	28
Ecuación 9. Dominancia absoluta (Da) .....	29
Ecuación 10. Cobertura relativa (Cr).....	29
Ecuación 11. Índice de valor de importancia (IVI).....	29

## Lista de símbolos

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
h	Altura
cm	Centímetro
cm <sup>2</sup>	Centímetro cuadrado
°	Grados
ha	Hectárea
km <sup>2</sup>	Kilómetro cuadrado
®	Marca registrada
+	Adición
≥	Mayor igual que
<	Menor que
-	Sustracción
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
'	Minutos
Π	Número Pi
ppm	Partes por mil
%	Porcentaje
”	Segundos
∑	Sigma (Sumatoria)
s	Segundo
t	Tonelada

## 1. Introducción

Los manglares son ecosistemas que se distribuyen a lo largo de las costas en todas las regiones tropicales y subtropicales del planeta, extendiéndose por aproximadamente 181.007 km<sup>2</sup> entre Asia, América, África, Australasia y Oriente Medio (Villalba, 2006). Se caracterizan por su alta productividad y por ofrecer importantes servicios ecosistémicos (Echeverría-Ávila *et al.*, 2019), entre estos, la protección de la biodiversidad; ya que sirven de cuna, hábitat y lugar de descanso para diferentes tipos de organismos, al tiempo que su estructura brinda protección y los recursos necesarios para la permanencia y subsistencia de los asentamientos humanos costeros locales (Astrálaga, 2006; Villalba, 2006; Tovilla-Hernández *et al.*, 2009; Alfaro-Sibaja *et al.*, 2015, Chacón *et al.*, 2020). Asimismo, actúan como grandes sumideros de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) siendo más eficientes en esta labor comparados con los bosques terrestres (Zheng & Takeuchi, 2022).

Los ecosistemas de manglar van desde pequeños parches conformados por individuos de poca altura hasta grandes extensiones de ejemplares que superan los 40 m de alturas (Calderón *et al.*, 2009). Están compuestos por especies de porte arbóreo, arbustivo y una gran variedad de vegetación asociada, que se sobreponen a los estresores del ambiente marino-costero: fuerte oleaje, variaciones en la salinidad de los sustratos y del agua, temperatura, suelos anegados, bajas concentraciones de oxígeno, sedimentación y para el Caribe colombiano, alta tasa de evapotranspiración versus bajo régimen de precipitaciones, entre otros (Agudelo *et al.*, 2015; Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR, 2020).

En Colombia la cobertura del bosque de manglar es cercana a las 379.954 ha, de las cuales 87.230 ha se extienden a lo largo de la región Caribe desde el departamento de Antioquia hasta la Alta Guajira, y 292.724 en la costa Pacífica (Sánchez-Páez *et al.*, 2000; Casas-Monroy, 2000; Palacio-Cantera, 2017, INVEMAR, 2020). Para el Caribe se presentan cinco especies dominantes: *Rizophora mangle* L. (mangle rojo o Colorado), *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (mangle blanco o amarillo), *Avicennia germinans* (L.) L.

(mangle negro o salado); de las cuales las tres primeras especies son tan comunes que llegan constituir formaciones vegetales monoespecíficas (García & Cortes-Castillo, 2018). Por otra parte, también aparecen otras especies importante como *Conocarpus erectus* L. (mangle Zaragoza) y *Pelliciera rizophorae* Planch. & Triana (mangle Piñuelo). En particular, esta última domina principalmente para el Pacífico colombiano (Álvarez-León, 2003; Palacio & Cantera, 2017).

En la región Caribe se localiza el Complejo Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta (CLCGSM), integrado por las áreas protegidas Santuario de Flora y Fauna Ciénaga Grande de Santa Marta (SFFCGSM) y Vía Parque Isla de Salamanca (VIPIS), que pertenecen al sistema de Parque Nacionales Naturales. Asimismo, este importante Complejo, por los recursos, bienes y servicios ecosistémicos antes mencionados, fue declarado en 1998 como Humedal Ramsar del Complejo Deltaico Estuarino Ciénaga Grande de Santa Marta (Ministerio de medio ambiente, Decreto 224 de 1998), y en el año 2000 como Reserva de la Biosfera por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura – UNESCO; registrando gran diversidad fauna asociada que incluye moluscos, crustáceos, insectos, arácnidos, aves, reptiles, anfibios y mamíferos acuáticos, terrestres y voladores (Balaguera-Reina & González-Maya, 2010), y como una de las 126 áreas importantes para la conservación de las aves según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y la iniciativa de Birdlife Internacional y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza- UICN (Escobar & Villadiego, 2015; INVEMAR, 2017). Aun así, estos bosques se encuentran en peligro por la actividad portuaria que se desarrolla en el área, la contaminación por aguas servidas, la tala de árboles, la ganadería, agricultura y principalmente por la alteración del intercambio y flujo natural del agua a través del Complejo Lagunar por la ejecución de obras civiles (Álvarez-León, 2003; Valdez-Hernández, 2004; Urrego *et al.*, 2014; Mira *et al.*, 2019).

Por la importancia de los manglares a nivel socioeconómico y biológico, en la gestión ambiental de estos ecosistemas, se propende hacer un manejo integral que incluya la

sostenibilidad en el uso de los recursos ofrecidos, como el mantenimiento de las funciones biológicas (Uribe & Urrego, 2009). Para la recuperación de manglares es imprescindible una estrategia de restauración que integre aspectos sociales, económicos, ecológicos y científico-técnicos. Según Teutli *et al.* (2020) “*La Restauración Ecológica (RE) es el proceso de asistir a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido, para que tenga valores considerados como inherentes al ecosistema*”. La RE en manglar considera una evaluación previa y restauración del sitio teniendo en cuenta la autoecología de las especies, generalmente a través de la rehabilitación hidrológica que favorezca la regeneración natural o la reforestación. Por tales motivos, conocer la estructura y diversidad de las especies vegetales que conforman el bosque de manglar permitirá desarrollar estrategias de mejoramiento en los planes de manejo para ejecutar programas de restauración, reforestación, conservación y mitigación del impacto antrópico, aunando esfuerzos entre las comunidades, el conocimiento científico y la gestión administrativa.

Este trabajo de grado en modalidad pasantía de investigación se ejecutó entre noviembre del 2021 y enero del 2022 en el marco del **Proyecto en Reactivación Económica – Restauración de Zonas Degradadas y de Influencia en las Áreas Protegidas Vía Parque Isla de Salamanca y el Santuario de Flora y Fauna Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia**; bajo el Convenio Interadministrativo-DTCA-CI-004-2021, entre Parques Nacionales Naturales de Colombia-Territorial Caribe y la Universidad del Magdalena, a través de la oficina de Vicerrectoría de Extensión y Proyección Social.

### **1.1.1. Objetivo general**

Caracterizar la estructura y diversidad alfa en tres bosques de manglar presentes en las áreas protegidas del Santuario de Flora y Fauna Ciénaga Grande de Santa Marta y Vía Parque Isla de Salamanca.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

1. Determinar las principales características estructurales de los bosques de manglar presentes en las estaciones de muestreo Caño Ariza, Clarín Nuevo y Clarín Viejo.
2. Describir en términos de la composición y riqueza de especies arbóreas, la diversidad alfa entre los bosques estudiados.
3. Identificar disturbios antrópicos que afecten la estructura, composición y riqueza de especies en los sitios de estudio.

### **1.1.3. Pregunta de Investigación**

¿Cuál ha sido el efecto de los disturbios antrópicos sobre las características estructurales, composición y diversidad de los bosques de manglar de las áreas protegidas del Complejo Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta?

### **1.1.4. Hipótesis**

Los bosques de manglar de Clarín Viejo y Clarín Nuevo, al encontrarse en cercanía con la carretera Ciénaga-Barranquilla y centros poblados de desarrollo, podrían estar más afectados por las actividades antrópicas. Lo que podría reflejarse en bosques de menor desarrollo estructural y variaciones en la composición florística y la diversidad. Por el contrario, se espera que la estación de muestreo Caño Ariza, al estar más alejada, presente

una menor intervención humana. Por lo tanto, se observaría una composición florística y diversidad típica de un bosque de manglar, así como mejores condiciones estructurales.

## 2. Metodología

### 2.1.1. Área de estudio

La toma de los datos para este estudio se realizó en dos áreas protegidas: VIPIS, localizada en el extremo noroccidental del CLCGSM, que limita al norte con el Mar Caribe, al sur con el Caño Clarín Nuevo y el Complejo de Pajalar, al este con el SFFCGSM y al oeste con el río Magdalena; y el SFFCGSM que limita al norte con Caño Grande, parte suroccidental del CLCGSM, sur del CLCGSM, parte suroriental del CLCGSM y la desembocadura del Río Sevilla en el municipio de Pueblo Viejo; al sur con parte del municipio de Remolino y parte norte del municipio de Pivijay; al este con parte de los municipios de Pueblo Viejo, Reten y Pivijay y al oeste con el municipio de Sitio Nuevo y Remolino. Se establecieron tres estaciones de muestreo de bosque de manglar en los que se han designado polígonos para proyectos de restauración por parte de PNN territorial Caribe. La primera estación se denomina Caño Ariza ( $10^{\circ}50'24.62''\text{N} - 74^{\circ}29'45.2''\text{W}$ ) en el SFFCGSM, la segunda como Caño Clarín Viejo ( $10^{\circ}59'54.0''\text{N} - 74^{\circ}44'26.0''\text{W}$ ) y la tercera como Caño Clarín Nuevo ( $10^{\circ}58'50.2''\text{N} - 74^{\circ}31'49.8''\text{W}$ ), las dos últimas estaciones se ubicaron en VIPIS (Figura 1).

El SFFCGSM se encuentra rodeada por numerosos cuerpos de agua, pantanos y caños que permiten el ingreso de agua dulce. La zona cuenta con 15 ha de restauración (Caño Ariza, Figura 1). Para llegar a este punto se debe hacer un recorrido desde el pueblo palafito Buenavista en embarcación artesanal impulsada por motor en las zonas más profundas y despejadas, y por vara de mangle (puyón) dentro del bosque en las zonas menos profundas constituidas por canales estrechos con densa vegetación y fondos lodosos. El lugar se caracteriza por un ecosistema de manglar conformado por *R. mangle* hacia los bordes, *A. germinans* y *L. racemosa* en la zona de cuenca hacia los caños que atraviesan el Complejo

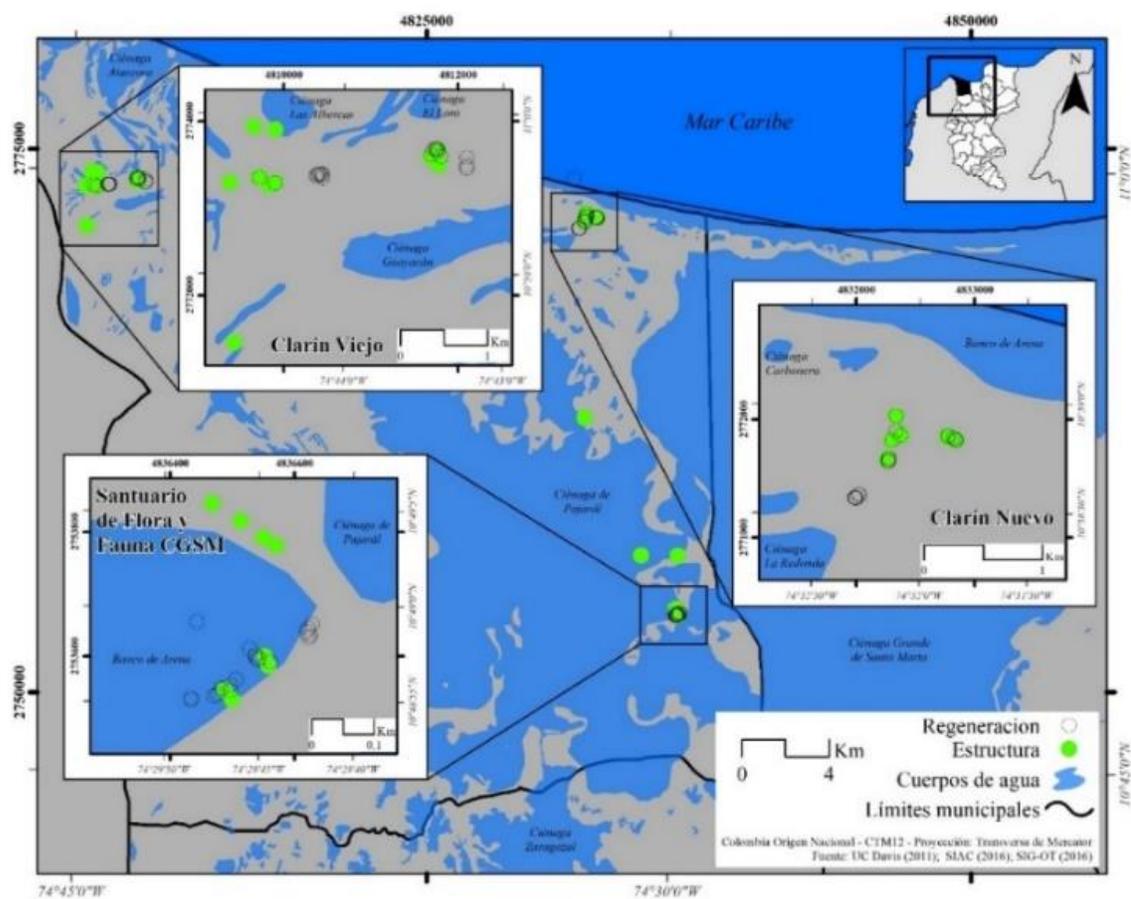
donde el nivel del agua no suele ser muy alto, y *C. erectus* un mangle de tipo arbustivo que generalmente se establece en suelos firmes, sin embargo, es posible observar algunos individuos de esta especie en áreas con menor grado de inundación o en pequeños remanentes de neumatóforos de mangle muerto. También se observan especies vegetales asociadas al mangle que en su mayoría son plantas de hábito arbustivo.

Caño Clarín Viejo conecta con el río Magdalena y cuenta con aproximadamente 82.8 ha de restauración divididas en polígonos que se ubican a ambos lados del caño, cerca de la zona franca de Palermo (Figura 3). Es uno de los principales caños que aportan agua dulce al complejo de ciénagas y se vio afectado por la construcción de la carretera que atraviesa Isla Salamanca en 1960, por lo que entre 1995 y 1996 se iniciaron obras de dragado y limpieza para restablecerlo, ya que la acumulación de sedimentos provenientes del afluente del río Magdalena lo taponó casi en su totalidad junto a otros caños y canales, impactando negativamente al ecosistema de manglar por el aumento de la salinidad de los suelos, lo que ocasionó la muerte de grandes extensiones de bosque (Botero & Salzwedel, 1999; Vilaridy & González, 2011; Aguilera, 2011, Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible - ASOCARS, 2020).

Caño Clarín Nuevo cuenta con 218 ha de restauración y es la segunda estación ubicada en VIPIS (Figura 4), el caño nace en el río Magdalena, pasando por el sector de Los Cocos, desembocando en el espejo de agua del SFFCGSM. Este caño corre al costado sur de la carretera, donde se encuentran varios asentamientos humanos que desarrollan sus actividades económicas entorno a este afluente (Vilaridy & González, 2011).

Figura 1

Mapa del Área de Estudio con las Estaciones de Muestreo



*Nota:* Los puntos verdes señalan la localización de las parcelas de estructura que se establecieron en los polígonos destinados para proyectos de restauración en Caño Clarín Viejo, Caño Clarín Nuevo y Caño Ariza. Fuente: Peluffo, 2021.

## **Figura 1**

### *Estación Caño Ariza*



*Nota:* Se ubica en el espejo principal de agua del Santuario de Flora y Fauna Ciénaga Grande de Santa Marta.

## **Figura 2**

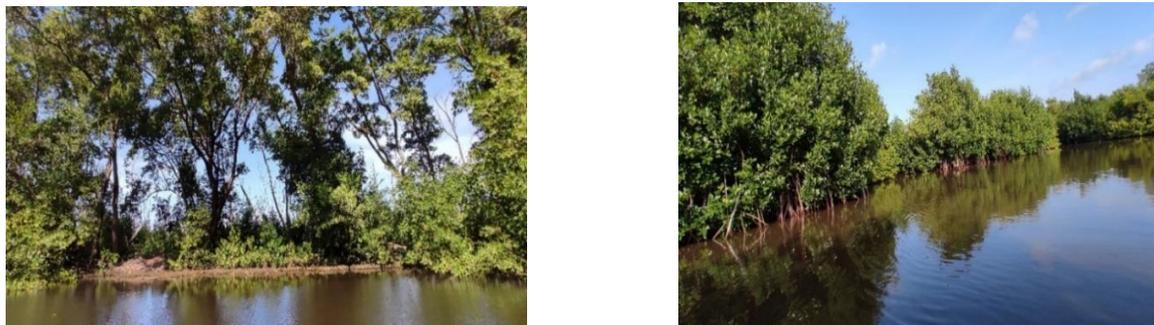
### *Estación Caño Clarín Viejo*



*Nota:* Se ubica en el Vía Parque Isla de Salamanca, cercano a la zona franca de Palermo.

### Figura 3

*Estación Caño Clarín Nuevo*



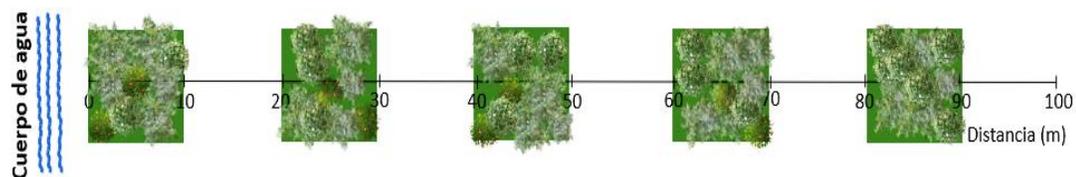
*Nota:* Se ubica en el Vía Parque Isla de Salamanca, hacia el costado sur de la carretera Ciénaga-Barranquilla.

#### 2.1.2. Características estructurales

Para determinar la estructura del bosque de manglar se establecieron 10 transectos lineales de 100 m perpendicular a la línea de costa. La longitud de los transectos estuvo sujeta a la extensión de la franja del manglar presente en cada estación. A lo largo de los transectos se delimitaron 10 parcelas de 10 m x 10 m (0.01 ha) con 10 m de separación entre sí (Figura 5, basado en Sánchez-Páez *et al.*, 1997; Alfaro-Sibaja *et al.*, 2015; Echevarría-Ávila *et al.*, 2019), y se georreferenciaron con un dispositivo Garmin etrex H.

### Figura 5

*Modelación Gráfica para el Establecimiento de las Parcelas*

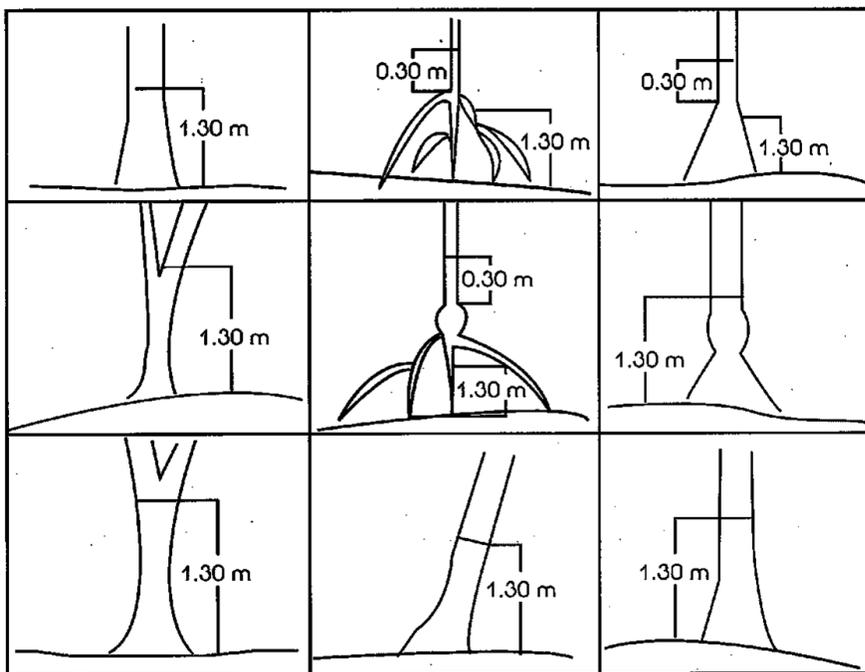


Se registraron todos los individuos de manglar encontradas en las parcelas de las estaciones, adicionalmente se realizaron exploraciones de reconocimiento de la vegetación asociada. Las especies de mangle fueron identificadas en campo, para la vegetación asociada se tomaron muestras que se preservaron con alcohol al 70% y luego se prensaron entre papel periódico para mantener características y estructuras vegetales que posteriormente permitieron la identificación comparándoles con el material de referencia del Herbario de la Universidad del Magdalena. Toda la información taxonómica fue contrastada en las bases de datos: Tropicos (<https://tropicos.org/>), The Plant List (<http://www.theplantlist.org/>), World Flora Online (<http://www.worldfloraonline.org/>), International Name Index (<https://www.ipni.org/>) y con la colección virtual de la Universidad Nacional de Colombia (<http://www.biovirtual.unal.edu.co/>). Así mismo, se revisó el estado de conservación de las especies en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN, por sus siglas en inglés (<https://www.iucnredlist.org/>).

La circunferencia a la altura del pecho (CAP) se midió para cada individuo con cinta métrica flexible. A partir de este dato se obtuvo el diámetro estandarizado a la altura del pecho (DAP). Se tuvieron en cuenta aquellos individuos con  $DAP \geq 2.5$  cm y cuya altura mínima fuese de 1.30 m. Con un telémetro láser TruPulse 200B se midió la altura total de cada árbol hasta la parte viva más alta; para la especie *R. mangle* y aquellos árboles con raíces fúlcreas que salen del tronco por encima de 1.30 m desde el suelo, se les midió el CAP a 0.30 m por encima de la última raíz fúlcrea (Figura 6). Adicionalmente, se consideraron algunos casos especiales para la medición en campo de esta variable como: deformidades en el tronco, árboles con dos o más ramas/troncos, troncos inclinados, etc. (Sánchez-Páez *et al.*, 1997; Cadavid *et al.*, 2011; Alfaro-Sibaja *et al.*, 2015).

**Figura 6**

*Norma para la Medición del CAP/DAP en Árboles de Mangle*



*Nota:* Protocolo sugerido por Espinosa (1992). Tomado de Sánchez-Páez *et al.*, 1997.

### 2.1.3. Análisis de la información

A partir los atributos del bosque de manglar se describieron los patrones de composición y estructura vegetal en función de la estimación de las áreas basales, la abundancia, frecuencia, dominancia y densidad por especie y por familia para cada estación (Torres *et al.* 2017); para determinar la especie con mayor importancia ecológica se calculó el índice de valor de importancia (IVI), así como la estratificación arbórea y las categorías diamétricas de las especies. Los datos obtenidos se analizaron teniendo en cuenta la media aritmética y la desviación estándar ( $x \pm DE$ ) (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1984; Ortiz-Ruiz, 2004; Orjuela-Rojas *et al.*, 2011). Para determinar diferencias significativas entre los atributos estructurales de las estaciones de muestreo se realizó un análisis de varianza

(ANOVA) y prueba de múltiples rangos de Tukey HSD con los datos obtenidos en cada parcela.

Los atributos estructurales se calcularon en Microsoft® Excel® para Microsoft 365 (versión 2209 compilación 16.0.15629.20152) empleando las siguientes ecuaciones (Lema, 1995; Villarreal *et al.*, 2004, 2006; Alvis, 2009; Cadavid *et al.*, 2011):

**Ecuación 1.** Diámetro estandarizado a la altura del pecho (DAP)

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

**Ecuación 2.** Área basal individual (g)

$$g = \pi \frac{DAP^2}{4}$$

**Ecuación 3.** Área basal por hectárea (G)

$$G = \pi \frac{\sum DAP_i^2}{4}$$

Donde,

DAP<sub>i</sub> : Diámetro estandarizado a la altura del pecho de cada individuo.

*i* : i-ésima especie.

**Ecuación 4.** Abundancia absoluta ( $Aa$ )

$$Aa = n_i$$

Donde,

$n_i$  : Número de individuos por especie.

$i$  : i-ésima especie.

**Ecuación 5.** Abundancia relativa ( $Ar$ )

$$Ar = \left( \frac{n_i}{N} \right) 100$$

Donde,

$n_i$  : Número de individuos por especie.

$i$  : i-ésima especie.

$N$  : Total individuos muestreados.

**Ecuación 6.** Frecuencia absoluta ( $Fa$ )

$$Fa = \left( \frac{F_i}{F_t} \right) 100$$

Donde,

$F_i$  : Número de parcelas donde aparece la especie.

$F_t$  : Total de parcelas levantadas.

$i$  :  $i$ -ésima especie.

**Ecuación 7.** Frecuencia relativa (Fr)

$$Fr = \left( \frac{Fa_i}{Fa_t} \right) 100$$

Donde,

$Fa_i$  : Frecuencia absoluta de una especie.

$Fa_t$  : Sumatoria de las frecuencias absolutas de todas las especies en el muestreo.

$i$  :  $i$ -ésima especie.

**Ecuación 8.** Densidad (d)

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n n_i}{A}$$

Donde,

A : Área total muestreada.

$n_i$  : Número de individuos por especie.

$i$  :  $i$ -ésima especie.

**Ecuación 9.** Dominancia absoluta ( $Da$ )

$$Da = \sum_{i=1}^n g_i$$

Donde,

$g_i$  : Área basal en  $m^2$  de todos los individuos de una especie.

$i$  : i-ésima especie.

**Ecuación 10.** Cobertura relativa ( $Cr$ ).

$$Cr = \left( \frac{Da_i}{Da_t} \right) 100$$

Donde,

$Da_i$  : Dominancia absoluta de una especie.

$Da_t$  : Sumatoria de la dominancia absoluta de todas las especies.

$i$  : i-ésima especie.

**Ecuación 11.** Índice de valor de importancia (IVI)

$$IVI = Ar + Fr + Cr$$

Es la suma de los valores relativos de abundancia, frecuencia y cobertura, lo que permite calcular la importancia o peso ecológico de las especies en el ecosistema.

Para establecer la estructura vertical de las tres estaciones se categorizaron cuatro estratos en cuanto a las formas de crecimiento, siguiendo la escala artificial y de conveniencia logística diseñada por Rangel y Lozano (1986), ajustada a lo encontrado en campo (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Categorización del Estrato de Acuerdo con las Alturas Totales*

<b>Categoría</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Estrato</b>
1	$\geq 2$ m < 6 m	Arbustivo
2	$\geq 6$ m < 12 m	Medio
3	$\geq 12$ m < 18 m	Alto
4	$\geq 18$ m	Superior

Nota: Escala artificial y de conveniencia logística. Tomada y ajustada de Rangel & Lozano, 1986.

En cuanto a la estructura horizontal se tomó como referencia el parámetro diámetro estandarizado a la altura del pecho (DAP) para cada estación de muestreo, para lo que se establecieron cinco categorías (Tabla 2).

**Tabla 2***Categorías del Diámetro Estandarizado a la Altura del Pecho – DAP*

Clases Diamétrica	Intervalo
I	$\geq 2.5$ cm <5 cm
II	$\geq 5$ cm <10 cm
III	$\geq 10$ cm <15 cm
IV	$\geq 15$ cm <20 cm
V	$\geq 20$ cm

Nota: Tomado y ajustado de [Serrano et al. \(1995\)](#).

Se empleó la escala de calificación de los bosques de manglar del departamento del Magdalena a cada estación de muestreo a partir de los indicadores Área basal y Densidad (Tabla 3).

**Tabla 3***Escala de Calificación de los Bosques de Manglar para el Magdalena*

Departamento	G (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )			
	Pobre	Regular	Bueno	Muy Bueno
	<17.8	17.9 – 19.6	19.7 – 26.9	>27.0
Magdalena	d (ind ha <sup>-1</sup> )			
	Pobre	Regular	Bueno	Muy Bueno
	<1637	1638 – 2006	2007 – 3620	>3621

Nota: Escala de calificación establecida para los indicadores Área basal (G) y Densidad (d), de acuerdo con el protocolo indicador condición tendencia bosques de manglar - ICT<sub>BM</sub> (Navarrete-Ramírez *et al.*, 2014).

Para los cambios de riqueza de especies y diversidad de cada una de las estaciones se utilizó el método de interpolación y extrapolación propuesto por Chao *et al.* (2014), a partir de los datos de incidencia. La diversidad se estimó en unidades del número efectivo de especies (Hill, 1973; Jost, 2006) calculando los valores de diversidad:  ${}^0D$  (riqueza de especies),  ${}^1D$  (exponencial del índice de Shannon-Weiner) y  ${}^2D$  (inverso del índice de Gini-Simpson); la diversidad calculada fue comparada utilizando los intervalos de confianza de 95% (Chao *et al.*, 2014). Los análisis se realizaron con el paquete iNEXT desarrollado por Chao *et al.* (2014), aplicado en el software libre R (versión 4.2.1) en el entorno de desarrollo integrado RStudio; en este mismo software se realizó un análisis de agrupamiento empleando el método de agrupamiento jerárquico de pares no ponderados con media aritmética – UPGMA, por sus siglas en inglés, y el índice de Sørensen-Dice utilizado como una medida de distancia a partir de los datos de incidencia de la vegetación para determinar la disimilitud entre las tres estaciones.

## 3. Resultados

### 3.1.1. Características estructurales de los bosques

Se observaron diferencias significativas en los atributos G y DAP entre las estaciones de muestreo ( $P = 0.0000 - 0.0003$ ,  $F = 11.26 - 24.89$ , 2 Gl). Particularmente, los valores más altos se registraron en Clarín Nuevo ( $G = 0.25 \text{ m}^2 \text{ 0.1ha}^{-1}$ ,  $DAP = 12.44 \text{ cm}$ ) y los más bajos en Caño Ariza ( $G = 0.03 \text{ m}^2 \text{ 0.1ha}^{-1}$ ,  $DAP = 3.37 \text{ cm}$ ); mientras que los demás atributos estructurales no mostraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Así mismo, Caño Ariza se ajustó a la clase diamétrica I ( $\geq 2.5 \text{ cm} < 5 \text{ cm}$ ), a la vez que Clarín Nuevo y Clarín Viejo compartieron la prevalencia de las clases I (2.5 cm – 5 cm) y II (5 – 10 cm), pero en ambos casos la mayor contribución de G estuvo dada por árboles clase V ( $\geq 20 \text{ cm}$ ) (Figuras 7 y 8).

En términos generales, *A. germinans* fue la especie dominante para todas las estaciones, estando presente en la mayoría de las parcelas (IVI = 126 – 233). Sin embargo, la dominancia de *L. racemosa* (IVI = 154) en Caño Ariza fue relativamente superior a *A. germinans* (IVI = 126). Por otro lado, *Neltuma juliflora* (Sw.) Raf. (IVI = 30), *Quadrella odoratissima* (Jacq.) Hutch. (IVI = 12), *Cordia alba* (Jacq.) Roem. & Schult. (IVI = 7) y *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb. (IVI = 7), como parte de la vegetación asociada al manglar en Clarín Viejo, tuvieron valores representativos de importancia ecológica (Tabla 4).

En Caño Ariza se observó un bosque tipo borde, con amplias zonas expuestas y vegetación muerta, vestigios de lo que en algún momento fue bosque de cuenca. Sin embargo, no se encontraron elementos o residuos que indicaran focalización de actividad antrópica. Por su parte, en Clarín Nuevo se observaron árboles de las especies dominantes agrupados hacia los bordes del caño, extendiéndose insipientemente con otras especies hacia las áreas con menos sombra. En esta estación tampoco se hallaron rastros de intervención humana, aunque durante el recorrido por el caño para llegar a las parcelas se atraviesa por caseríos donde se desarrolla la agricultura, asimismo presenta flujo de embarcaciones menores de pescadores o que transportan a los habitantes del área desde o hacia pequeños embarcaderos localizados en los puntos más cercanos a la carretera. Por último, en Clarín Viejo se observó un bosque de cuenca con zonas ampliamente desecadas y deforestadas u ocupadas *Batis marítima* L., basuras y desechos plásticos de productos de consumo humano, una construcción de material tipo vivienda próxima a una de las parcelas de muestreo y ganado vacuno que pastoreaba movilizándose libremente por toda el área (Figura 2).

**Tabla 4**

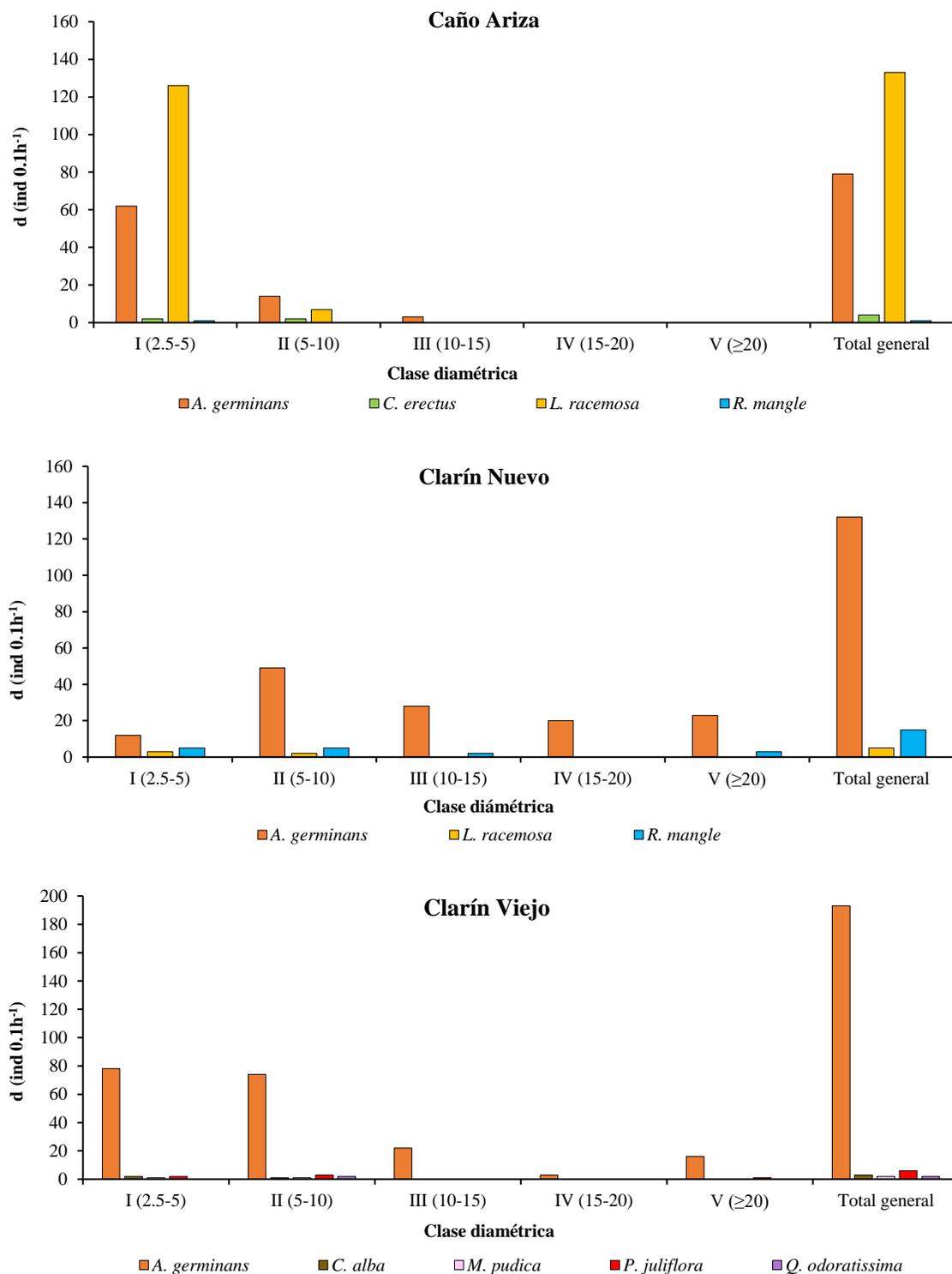
*Características Estructurales de los Bosques de Manglar de Tres Estaciones de Muestreo en el Complejo Lagunar CGSM*

Estación	Especie	d	Aa	Ar	Fr	Cr	IVI	DAP.p	h.p	G
Caño Ariza	<i>Ag</i>	790.00	79.00	36.41	40.00	49.71	126.00	4.04 ± 2.23	5.95 ± 5.10	0.13
	<i>Ce</i>	40.00	4.00	1.84	10.00	2.59	14.00	4.51 ± 1.41	3.42 ± 0.48	0.01
	<i>Lr</i>	1330.00	133.00	61.29	45.00	47.36	154.00	3.37 ± 0.80	3.94 ± 1.05	0.13
	<i>Rm</i>	10.00	1.00	0.46	5.00	0.33	6.00	3.34 ±	4.00 ±	0.00
<b>Total</b>		<b>2170.00</b>	<b>217.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.000</b>	<b>300.00</b>	<b>3.63 ± 1.52</b>	<b>4.66 ± 3.32</b>	<b>0.26</b>
Clarín Nuevo	<i>Ag</i>	1320.00	132.00	86.84	55.56	90.30	232.70	12.69 ± 7.33	7.92 ± 4.28	2.22
	<i>Lr</i>	50.00	5.00	3.29	11.11	0.41	14.80	4.85 ± 1.60	7.12 ± 0.10	0.01
	<i>Rm</i>	150.00	15.00	9.87	33.33	9.29	52.49	10.56 ± 9.40	6.14 ± 2.81	0.23
<b>Total</b>		<b>1520.00</b>	<b>152.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>12.22 ± 7.56</b>	<b>7.72 ± 4.12</b>	<b>2.46</b>
Clarín Viejo	<i>Ag</i>	1930.00	193.00	93.69	55.55	94.68	288.37	8.108 ± 7.03	5.42 ± 2.53	1.74
	<i>Ca</i>	30.00	3.00	1.46	5.56	0.27	1.72	4.520 ± 1.00	3.80 ± 5.96	0.00
	<i>Mp</i>	20.00	2.00	0.97	5.56	0.17	1.14	4.456 ± 0.90	2.85 ± 0.77	0.00
	<i>Nj</i>	60.00	6.00	2.91	22.22	4.57	7.48	10.578 ± 8.95	6.45 ± 3.07	0.08
	<i>Qo</i>	20.00	2.00	0.97	11.11	0.30	1.27	5.968 ± 0.20	2.75 ± 0.49	0.00
<b>Total</b>		<b>2060.00</b>	<b>206.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.000</b>	<b>8.071 ± 6.99</b>	<b>5.37 ± 2.53</b>	<b>1.82</b>

*Nota:* Media ± SE ( $n = 10$  parcelas); d: densidad absoluta (ind 0.1ha<sup>-1</sup>); Aa: abundancia absoluta; Ar: abundancia relativa; Fr: frecuencia relativa; Cr: cobertura relativa; IVI: índice de valor de importancia; DAP.p: diámetro a la altura del pecho promedio; h.p: altura promedio; G: área basal (m<sup>2</sup> 0.1ha<sup>-1</sup>); *Ag*: *Avicennia germinans*; *Ce*: *Conocarpus erectus*; *Lr*: *Laguncularia racemosa*; *Rm*: *Rhizophora mangle*; *Mp*: *Mimosa pudica*; *Nj*: *Neltuma juliflora*; *Qo*: *Quadrella odoratissima*.

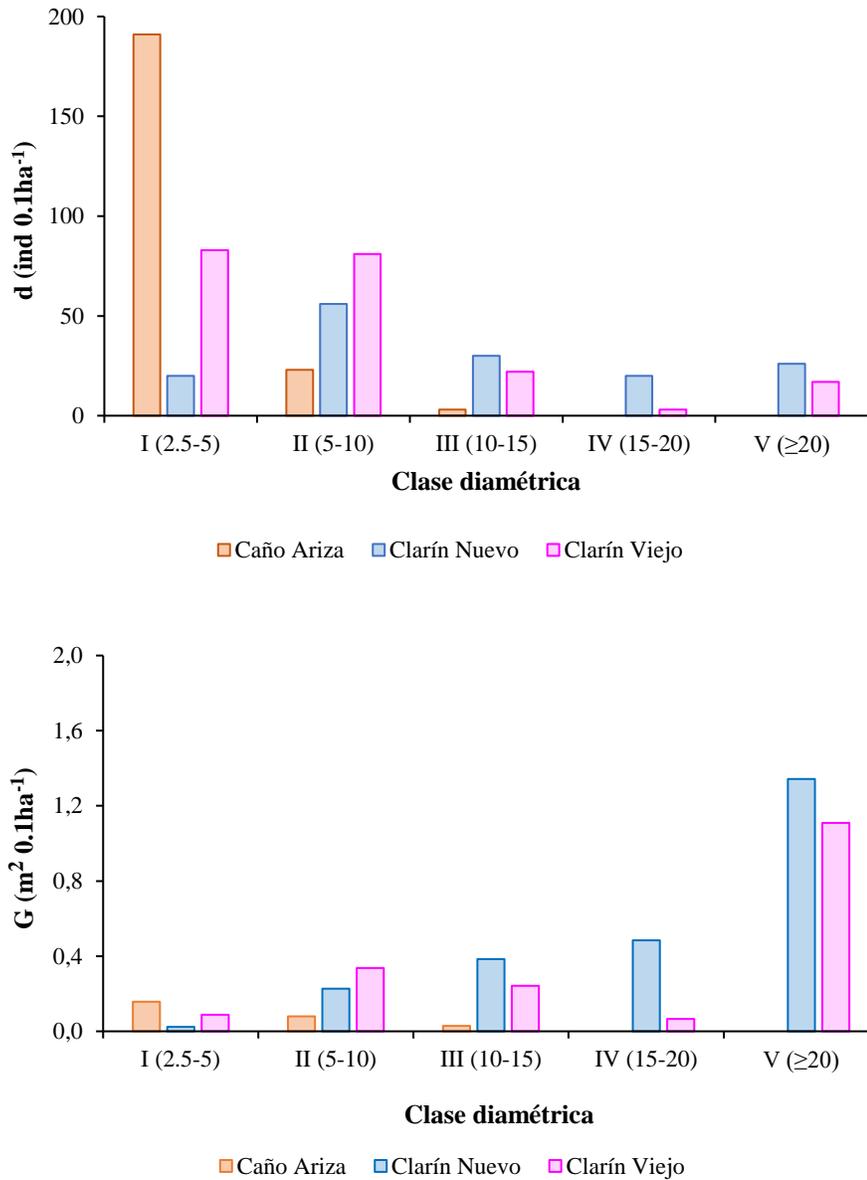
**Figura 7**

*Distribución de las Densidades y Clases Diamétricas por Especie*



**Figura 8**

*Distribución de la Densidad, Clase Diamétrica y Área Basal por Estación de Muestreo*



*Nota:* Densidad de árboles (d) en ind 0.1ha<sup>-1</sup> para cada estación (eje y gráfico superior), el área basal (G) en m<sup>2</sup> 0.1ha<sup>-1</sup> (eje y gráfico inferior) y las clases diamétricas contemplan los siguientes rangos: I: ≥2,5 cm <5 cm; II: ≥5 cm <10 cm; III: ≥10 cm <15 cm; IV: ≥15 cm <20 cm; V: ≥20 cm.0



*Nota:* La categorización se hizo de acuerdo con las alturas totales y la proporción del número de individuos de las especies de mangle del CLCGSM. Las categorías contemplan los siguientes rangos: 1:  $\geq 2$  m < 6 m (Arbustivo); 2:  $\geq 6$  m < 12 m (Medio); 3:  $\geq 12$  m < 18 m (Alto) y 4:  $\geq 18$  m (Superior).

### 3.1.2. Composición florística y diversidad alfa

Se registraron 42 especies en total, agrupadas en 29 familias y 36 géneros. Entre estaciones de muestreo se compartieron 12 especies (Tabla 5 y 6). Del total de individuos registrados (914 individuos), el 93% corresponden a cuatro especies de mangle distribuidas en tres familias (Acanthaceae, Combretaceae y Rhizophoraceae), entre ellas, *A. germinans* representó el 65% (551 individuos), *L. racemosa* el 32% (268 individuos), *R. mangle* el 2.4% (20 individuos) y *C. erectus* el 1% (8 individuos) (Tabla 6). La especie *A. germinans* fue la frecuente y se registró en las tres estaciones de muestreo, *L. racemosa* y *R. mangle* se registraron en Caño Ariza y Clarín Nuevo, mientras que *C. erectus* sólo se registró en Caño Ariza asociada a pequeños islotes de sedimento, parches de neumatóforos muertos de *A. germinans* y materia orgánica acumulada adyacentes a los árboles de *L. racemosa* (Tabla 4).

**Tabla 5**

*Riqueza de Familias, Géneros, Especies y Abundancia de los Individuos*

Estaciones	Especies	Géneros	Familias	No. Individuos
Caño Ariza	11	10	9	454
Clarín Nuevo	14	12	11	178
Clarín Viejo	34	30	25	282

*Nota:* En la tabla se excluyen el número de taxones compartidos entre las estaciones.

Con relación a la vegetación asociada, la familia Fabaceae fue la más diversa para Clarín Viejo con seis especies, seguida por las familias Araceae, Convolvulaceae, Onagraceae y Pontederiaceae con dos especies cada una. Del mismo modo, para Clarín Nuevo las familias Fabaceae y Pontederiaceae fueron la más diversas, representadas por dos especies cada una, mientras que para Caño Ariza fue la familia Combretaceae con dos especies. La familia Typhaceae representada por *Typha domingensis* Pers. y *Typha latifolia* L. y la familia Pontederiaceae con las especies *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. y *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth. estuvieron presentes a lo largo de los recorridos por los canales de acceso hasta las estaciones de muestreo (Tabla 6).

Clarín Viejo fue la estación con mayor vegetación asociada, destacando la presencia de especies características de Bosque Seco Tropical de las familias Fabaceae y Cactaceae con predominio del hábito hierba (28.6%), seguido por los hábitos árbol (24.5%), arbusto (20.4%) y flotante (16.3%). El hábito liana y trepadora recubren la mayoría de los troncos, ramas y copas de las plantas vivas y muertas de gran porte o altura, abracando el 8.2% y 2%, respectivamente.

**Tabla 6***Composición Florística de las Estaciones de Muestreo*

	Nombre común	Caño Ariza	Clarín Nuevo	Clarín Viejo	Estado de conservación
<b>Familia: Acanthaceae (S=1, N=551)</b>					
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	Mangle negro	•	•	•	LC ↓
<b>Familia: Aizoaceae</b>					
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Capin			•	LC --
<b>Familia: Amaranthaceae</b>					
<i>Amaranthus</i> sp. L.	Bledo	•		•	DD
<b>Familia: Apocynaceae</b>					
<i>Funastrum clausum</i> (Jacq.) Schltr.	Bejuco de leche, Revienta chivo			•	NE
<i>Funastrum glaucum</i> (Kunt) Schltr.	Bejuco del diablo		•		NE
<b>Familia: Araceae</b>					
<i>Lemna minor</i> L.	Lenteja de agua	•	•	•	LC --
<i>Pistia stratiotes</i> L.	Lechuga de agua			•	LC --
<b>Familia: Asteraceae</b>					
<i>Mikania</i> sp. Willd.				•	DD
<b>Familia: Bataceae</b>					
<i>Batis maritima</i> L.	Platanito, Vidrio	•		•	NE
<b>Familia: Blechnaceae</b>					
<i>Salpichlaena volubilis</i> (Kaulf.) J.Sm.		•			NE
<b>Familia: Boraginaceae</b>					
<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Uvito blanco			•	NE
<b>Familia: Cactaceae</b>					
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Cactus			•	LC --
<b>Familia: Capparaceae</b>					
<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo			•	LC --

	Nombre común	Caño Ariza	Clarín Nuevo	Clarín Viejo	Estado de conservación
<b>Familia: Combretaceae (S=2, N=276)</b>					
	<i>Conocarpus erectus</i> L.	Mangle zaragoza, Mangle bobo	•		LC ↓
	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaertn.	Mangle blanco	•	•	LC ↓
<b>Familia: Convolvulaceae</b>					
	<i>Ipomoea aquatica</i> Forssk.	Campanilla, Cancon		•	LC ?
	<i>Ipomoea</i> sp. L.	Campanilla		•	DD
<b>Familia: Cyperaceae</b>					
	<i>Cyperus digitatus</i> Roxb.		•		LC --
	<i>Eleocharis mutata</i> (L.) Roem. & Schult.			•	LC --
<b>Familia: Fabaceae (S=6, N=15)</b>					
	<i>Coursetia</i> aff. <i>ferruginea</i> (Kunth) Lavin.			•	LC --
	<i>Mimosa pigra</i> L.	Dormidera, Zarza negra	•		LC --
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormidera, Dormilona		•	LC --
	<i>Neptunia oleracea</i> Lour.	Dormidera de agua	•	•	LC --
	<i>Neltuma juliflora</i> (Sw.) Raf.	Trupillo		•	NE
	<i>Senna bicapsularis</i> (L.) Roxb.	Frijolillo		•	LC --
<b>Familia: Lamiaceae</b>					
	<i>Satureja</i> sp. L.			•	DD
<b>Familia: Malvaceae</b>					
	<i>Corchorus orinocensis</i> Kunth.	Espadilla		•	NE
<b>Familia: Marsileaceae</b>					
	<i>Marsilea polycarpa</i> Hook. & Grev.	Trébol de cuatro hojas	•		NE
<b>Familia: Nymphaeaceae</b>					
	<i>Nymphaea</i> sp. L.	Loto		•	DD
<b>Familia: Onagraceae</b>					
	<i>Ludwigia</i> aff. <i>helminthorrhiza</i> (Mart.) Hara.			•	NE
	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G.Don) Exell.			•	LC --
<b>Familia: Passifloraceae</b>					
	<i>Passiflora</i> sp. L.	Flores de la pasión		•	DD

	Nombre común	Caño Ariza	Clarín Nuevo	Clarín Viejo	Estado de conservación
<b>Familia: Phytolaccaceae</b>					
	<i>Rivina humilis</i> L.	Bajatripa		•	NE
<b>Familia: Pontederiaceae</b>					
	<i>Eichhornia azurea</i> (Sw.) Kunth.	Tarulla	•	•	NE
	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms.	Buchón de agua	•	•	NE
<b>Familia: Pteridaceae</b>					
	<i>Acrostichum</i> cf. <i>aureum</i> L.	Matandrea		•	LC --
<b>Familia: Rhizophoraceae (S=1, N=20)</b>					
	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Mangle rojo	•	•	LC ↓
<b>Familia: Salviniaceae</b>					
	<i>Salvinia molesta</i> D.S Mitch.	Lenteja de agua	•	•	NE
<b>Familia: Solanaceae</b>					
	<i>Lycium americanum</i> Jacq.			•	NE
<b>Familia: Typhaceae</b>					
	<i>Typha domingensis</i> Pers.	Enea	•	•	LC --
	<i>Typha latifolia</i> L.	Enea	•	•	LC --
<b>Familia: Verbenaceae</b>					
	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene			•	LC --

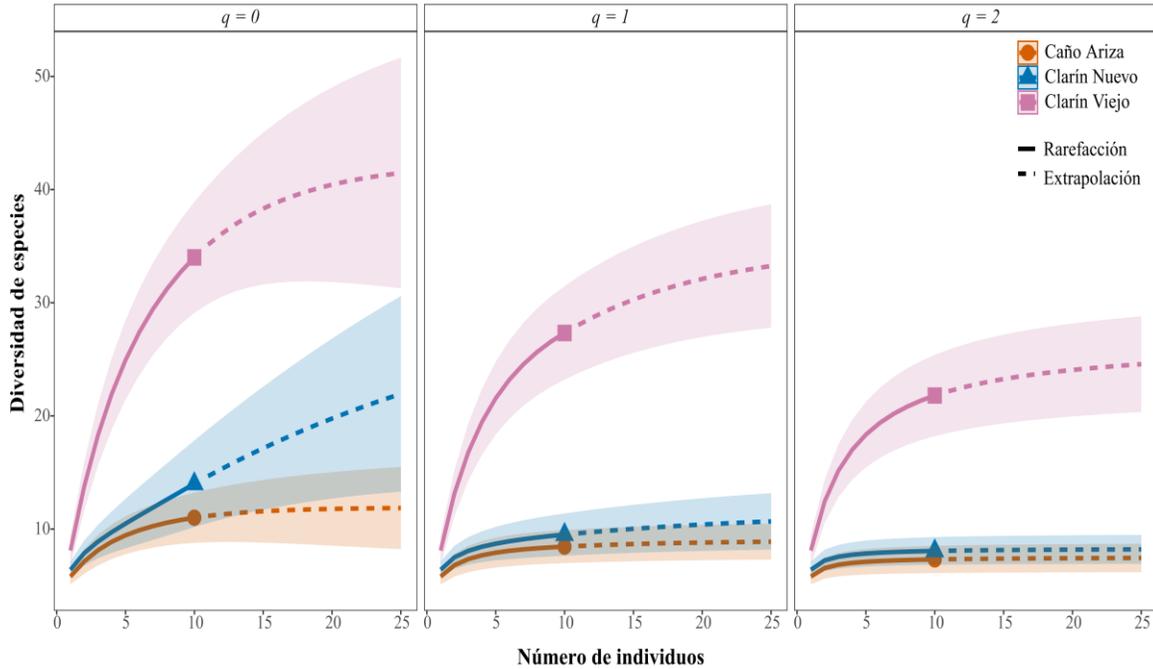
*Nota:* Relación de las familias, nombres científicos, nombres comunes y estaciones de muestreo donde se registró cada especie (•). Los nombres comunes se compilaron entre habitantes, pescadores y lancheros del área de estudio. Se indica el número de especies (S) para las familias con mayor número de individuos (N). La última columna relaciona el estado de conservación de cada especie según la IUCN y la tendencia de las poblaciones a nivel mundial: *LC* ↑: preocupación menor, población en aumento; *LC* ↓: preocupación menor, población decreciente; *LC* --: preocupación menor, población estable; *LC* ?: preocupación menor, estado de la población desconocido; *DD*: datos insuficientes; *NE*: no evaluado.

En cuanto a la diversidad alfa, Clarín Viejo presentó la mayor riqueza observada con 34 especies, sin embargo, sólo una de estas especies fue puntualmente de mangle (*A. germinans*), las demás especies fueron de la vegetación asociada. Clarín Nuevo fue la segunda estación con mayor riqueza observada con 14 especies, tres especies exclusivamente de mangle (*A. germinans*, *L. racemosa*, *R. mangle*) y Caño Ariza presentó la menor riqueza con 11 especies, de las cuales cuatro fueron exclusivamente de mangle (*A. germinans*, *C. erectus*, *L. racemosa*, *R. mangle*), (Tabla 5).

Las curvas de rarefacción mostraron, de acuerdo con el orden de diversidad  $q=0$ , que Caño Ariza tendría una riqueza máxima teórica de 12 especies, siendo suficientes 11 individuos para estabilizar la curva, mientras que en Clarín Nuevo la máxima riqueza teórica se estima en 32 especies, por lo que la curva se mantiene en ascenso. En Clarín Viejo la riqueza teórica máxima estaría alrededor de 42 especies, mientras la curva lograría estabilizarse entre 20 y 25 individuos. Para las especies comunes ( $q=1$ ) y muy comunes ( $q=2$ ), Clarín Viejo acumula mayor número de especies, mientras las otras dos estaciones arrojan resultados similares. El solapamiento de los intervalos de confianza de Caño Ariza y Clarín Nuevo en las tres gráficas (Figura 10) sugiere que no se presentan diferencias entre estas dos estaciones de muestreo, diferenciándose representativamente de Clarín Viejo.

**Figura 4**

*Riqueza y Diversidad de Especies Estimadas a través del Número de Especies Efectivas o Números de Hill ( $q=0, 1, 2$ )*



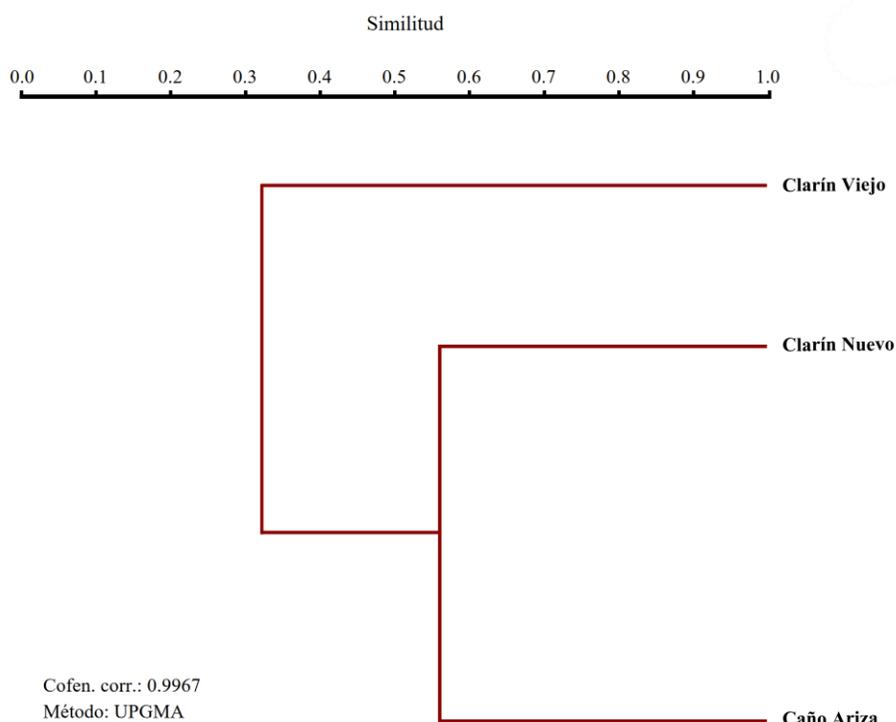
*Nota:* Curvas de rarefacción basadas en el número de individuos de las especies vegetales (mangle y asociadas) que componen los bosques de manglar de las tres estaciones de muestreo. La gráfica compuesta integra cada orden de diversidad  $q$ . *Izquierda:*  $q=0$  ( ${}^0D$ , riqueza de especies); *centro:*  $q=1$  ( ${}^1D$ , exponencial de la entropía de Shannon) y *derecha:*  $q=2$  ( ${}^2D$ , inverso del índice de Simpson). Las áreas sombreadas alrededor de las curvas reflejan el intervalo de confianza a 95%; las líneas solidas son los valores de referencia o interpolados y las líneas punteadas muestran las riquezas extrapoladas. Cada color y símbolo representa una estación de muestreo (naranja: Caño Ariza, azul: Clarín Nuevo, rosado: Clarín Viejo).

### 3.1.3. Análisis de conglomerados de la composición de especies

El análisis señaló las diferencias estructurales en términos de la composición florística del bosque de manglar en las tres estaciones, incorporando a Caño Ariza y Clarín Nuevo en un mismo grupo con aproximadamente el 57% de similitud, atribuible a que estas estaciones comparten la mayoría de las especies registradas, principalmente de mangle; lo que dejó a Clarín Viejo como un grupo aparte, siendo la única estación donde se encontró una sola especie de mangle y el mayor número de especies asociadas, originalmente pertenecientes a otro tipo de bosque (Figura 11).

#### Figura 5

*Análisis de Agrupamiento de las Estaciones de Muestreo*



*Nota:* El agrupamiento se realizó a partir de los datos de incidencia de las especies encontradas en el bosque de manglar, aplicando el método UPGMA y índice (distancia) de Sørensen-Dice.

## 4. Discusión

Entre las principales actividades antrópicas que afectan los ecosistemas naturales se encuentra la agricultura, la urbanización y la ganadería, las cuales generan una fuerte presión afectando la cobertura arbórea y las fuentes de agua (Bujan *et al.*, 2003; Chará & Murgueitio, 2005; Harvey *et al.*, 2008), lo cual conduce a la pérdida de especies y servicios ecosistémicos que los bosques ofrecen (Goulart *et al.*, 2016). En este estudio, las problemáticas antes mencionadas no fueron ajenas. Por tal motivo, la recuperación de estos bosques debe ser una premisa para seguir en el futuro. Asimismo, estas acciones deben ir acompañadas de estrategias de manejo y conservación que impliquen no solo entender los patrones de la biodiversidad y las consecuencias de los cambios generados por factores naturales o antrópicos (Kessler *et al.*, 2011; Calderón *et al.*, 2012); sino que propicien la aplicación de la restauración ecológica, desde la planificación interdisciplinaria como eje fundamental, teniendo en cuenta que el CLCGSM entre 1956 y 1999 perdió cerca de 253 km<sup>2</sup> de bosque de manglar tras la construcción de la vía Ciénaga-Barranquilla que atraviesa Isla Salamanca y otras obras civiles subsecuentes como el carretable Palermo-Sitio Nuevo-Salamina al costado oriental del río Magdalena, que interrumpiendo el flujo hídrico entre el río y el complejo lagunar, alterando las dinámicas naturales del sistema (Botero & Mancera-Pineda, 1996; Botero & Salzwedel, 1999; Rivera-Monroy *et al.*, 2006; Vilarity & González, 2011; Aguilera, 2011).

La marcada dominancia de *A. germinans* en este trabajo se atribuyó a las adaptaciones fisiológicas y estructurales de la especie, como tricomas y glándulas secretoras de sal en la cara abaxial de las hojas, neumatóforos geotrópicamente negativos que le permiten tomar oxígeno del aire y llevarlo hasta el sistema de raíces subterráneas, formación de aerénquima para minimizar el número de células vivas consumidoras de oxígeno, cubrimiento de los meristemas apicales con capas celulares encorchadas que evitan la pérdida de oxígeno del interior de las raíces hacia el sustrato, en terrenos lodosos e inestables puede desarrollar raíces fúlcreas y su alta tasa de renovación le permite ser

especie pionera en playas de arenas no consolidadas; este conjunto de características aumentan las capacidades de *A. germinans* para prosperar en entornos hostiles: con déficit hídrico, hipersalinidad intersticial (hasta 80 ppm) y suelos anóxicos; sobreponiéndose a las alteraciones en los parámetros ambientales del ecosistema que limitan las poblaciones de especies más sensibles como *R. mangle*, *L. racemosa* y *C. erectus* (Pinto-Nolla *et al.*, 1995; Schnetter, 2002; Suárez & Medina 2005; Villalba, 2006; Mejía *et al.* 2014; Herrera *et al.*, 2017). Consecuentemente, en Clarín Nuevo la dominancia de *A. germinans* se ve complementada por los valores de área basal y la estructura vertical del bosque, siendo superior al resto de la vegetación de la estación y en general a la vegetación de las demás estaciones. Estos resultados son consistentes con lo observado por Rodríguez-Rodríguez (2015), ya que el caño se ubica en una zona de referencia de bosque de manglar homogéneo y estructuralmente estable, donde *A. germinans* se mantiene como la especie de mayor importancia ecológica desde 1995. Adicionalmente, la estación forma parte del grupo de caños objeto de intervención por entidades como la Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG, en sus esfuerzos por reestablecer el flujo de agua dulce y recuperar el bosque de manglar de la Ciénaga Grande durante los últimos cinco años (CORPAMAG, 2022). Mientras tanto, en Clarín Viejo la dominancia de una sola especie de mangle (*A. germinans*) que se mezcla con vegetación de bosque seco tropical deja en evidencia la pérdida de diversidad en el área, resultando en un bosque de manglar técnicamente monoespecífico (García & Cortes-Castillo, 2018) con un nivel de desarrollo inferior al bosque de Clarín Nuevo.

Se estima que los caños Clarín Viejo y Clarín Nuevo aportan a la ciénaga  $30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  de agua dulce proveniente del río Magdalena (ASOCARS, 2020), y sólo Clarín Viejo está diseñado para que a través de él fluyan  $20 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  de agua (Aguilera, 2011), lo que teóricamente debería disminuir la hipersalinidad del suelo de la estación de muestreo y contribuir a un mejor desarrollo de la vegetación y del bosque (CORPAMAG, 2022), pero esto no se reflejó en los resultados de este trabajo. Sin embargo, la hipersalinización es consecuencia de las alteraciones del flujo hídrico, una problemática multicausal y de las que más afecta al ecosistema; por ejemplo, la construcción de la carretera Ciénaga-Barranquilla provocó el cierre de varias bocanadas naturales de intercambio de aguas entre el mar y la ciénaga, lo que sigue repercutiendo en el balance de los parámetros fisicoquímicos del área a pesar

de los mantenimientos periódicos que se realizan a los caños, canales, alcantarillas y box culverts (Dilger & Schnetter, 1998; INVEMAR, 2017). Muestra de lo anterior son las grandes extensiones de las psamófilas *B. maritima* y *S. portulacastrum* en Clarín Viejo, indicadoras de sustratos hipersalinos (Gil-Torres *et al.*, 2009). Asimismo, el río Magdalena arrastra cerca del 86% (143.9 millones de t/año) de la carga de sedimentos totales que transportan los ríos del país (Vivas-Aguas *et al.*, 2013), por lo que la conexión directa del caño Clarín Viejo con este importante afluente incide en el aumento del ingreso de sedimento al área (Botero & Salzwedel, 1999) que posteriormente se compacta por la actividad ganadera y agrícola (Sarmiento-Eraza *et al.*, 2019) desarrolladas en las inmediaciones de los polígonos designados para restauración, donde se observó ganado vacuno movilizándose libremente a través de los canales durante las exploraciones para la toma de datos de esta investigación (Figura 2). Adicionalmente, también se observaron rastros de viviendas de material semi destruidas y abandonadas en una zona inundable próxima a una de las parcelas de muestreo.

Por otro lado, la dominancia compartida de *L. racemosa* en Caño Ariza probablemente se deba a la capacidad de esta especie para soportar niveles permanentes de inundación (Reyes, 2001). Cabe destacar que el área presenta un terreno fangoso e inundado compuesto de una densa capa de materia orgánica, producto de la hojarasca y el gran número de troncos muertos de *A. germinans*, segunda especie de mayor importancia ecológica para caño Ariza. Rodríguez-Rodríguez (2015) encontró resultados similares en la ciénaga La Luna y plantea, a partir de reportes históricos entregados por el INVEMAR, que este patrón de representatividad ecológica de *L. racemosa* se viene observando para la zona desde el 2005 y es posible que se mantenga en ascenso hasta el 2070 donde la especie alcanzará la máxima área basal estimada para luego ser sustituida por *A. germinans* y *R. mangle*. Sin embargo, bajo los resultados de este trabajo *R. mangle* es una de las especies con menor densidad poblacional después de *C. erectus*.

Por otro lado, la composición de especies mostró de forma general elementos distintivos que corresponden a la flora característica del ecosistema de manglar (Álvarez-León, 2003; Navarrete & Rodríguez, 2014; Escobar & Villadiego, 2015; INVEMAR 2005, 2019, 2020), en el cual se presenta poca diversidad, con vegetación asociada típica de la ecorregión (Tavera & Gamba, 2001), dominancia *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle*. Asimismo, las familias con mayor representatividad fueron Acanthaceae, Combretaceae, Fabaceae y Rizhophoraceae. Sin embargo, Álvarez-León *et al.* (2004) describieron la vegetación del CLCGSM como menos diversa al compararla con los ecosistemas de manglar de otras zonas del Caribe y Pacífico colombiano. No obstante, en este trabajo como en investigaciones anteriores, se registraron especies asociadas al bosque de manglar en distintas zonas del Complejo Lagunar, cuya presencia y dominancia varió según las condiciones del suelo, la hidrología y el clima regional. Por ejemplo, se observaron las especies *A. aureum* e *Ipomoea* sp. como parte del sotobosque; *F. clausum*, *T. domingensis* y *T. latifolia* en las áreas pantanosos; *E. crassipes*, *E. azurea*, *P. stratiotes*, *L. minnor*, *L. helmintorrhiza* y *N. prostrata* como las macrófitas sumergidas y flotantes más conspicuas que se extienden con las corrientes hacia el centro de la ciénaga y los espejos de agua interconectados (Tavera & Gamba, 2001).

En casos particulares, especies enraizadas como *T. domingensis*, considerada invasora, llega a dominar entre las comunidades vegetales en las zonas con baja salinidad (Reyes, 2001, Álvarez-León *et al.*, 2004), fenómeno que se ha asociado con la reapertura de los caños Clarín en 1996, Aguas Negras y Renegado en 1998 que reestablecieron el aporte de agua dulce en algunos sitios favoreciendo el establecimiento de esta especie (INVEMAR, 2015). Aunque se ha evidenciado que las *Typha* spp. restringen la expansión del mangle debido a que retienen muchos propágulos entre sus ramets y raíces, y también limitan el paso de la luz solar que requieren las plántulas para crecer (Reyes, 2001), según la *Natural Resources Conservation Services* (1991) estas plantas tienen un alto potencial en el tratamiento de aguas residuales y mejoramiento de la calidad del agua (Plasencia-Fraga,

2018). Por lo tanto, sería interesante que en futuras investigaciones se aproveche la presencia de *Typha* spp. en las estaciones de muestreo y se evalúen mecanismos o estrategias útiles para su implementación en los planes de manejo como una alternativa para afrontar la contaminación del agua, otra de las problemáticas de origen antrópico que afectan al Complejo Lagunar (Marín, 2003; Hernández-Jiménez, 2017; INVEMAR, 2022).

La dinámica natural del ecosistema hace que durante la época de sequía o de aguas bajas, los espacios desecados sean ocupados por gramíneas y herbáceas de rápido crecimiento, eventos aprovechados por las fincas aledañas para el pastoreo del ganado. Pero se ha establecido que esta situación también es causada intencionalmente con la desviación o taponan las conexiones de los canales con el río procurando ganarle espacio al Complejo Lagunar para desarrollar dicha actividad económica (Álvarez-Léon *et al.*, 2004). Consecuentemente, el surgimiento de estos terrenos facilita el establecimiento de especies vegetales de ecosistemas circundantes típicos del Cinturón Árido Pericaribeño, como el bosque seco tropical, lo que justifica la asociación observada.

Ahora bien, con respecto a la diversidad se tiene que, de las ocho especies de mangle registradas para Colombia, cinco se encuentran en la región Caribe y cuatro de estas se registran para el CLCGSM (Mejía *et al.*, 2014; Álvarez-León, 2015). La acumulación de especies varió entre las estaciones por las características ambientales que particularizan cada estación de muestreo; ejemplo de ello fue Clarín Viejo donde se obtuvo la mayor riqueza con relación a las otras dos estaciones, pero este resultado contempla especies ajenas al bosque de manglar propiamente dicho. Cultid-Medina & Escobar (2019) plantean que la diversidad debe medirse más allá de lo que abarca la riqueza de especies y su evaluación debe ser integrativa desde la estructura de la comunidad, a través de sus atributos (número de individuos, biomasa y cobertura) en números efectivos de especies. En este orden de ideas, la diferenciación en el número de especies efectivas de Clarín

Viejo frente a Caño Ariza y Clarín Nuevo podría estar sugiriendo un proceso de sucesión temprana en un bosque de manglar fuertemente afectado por múltiples factores antrópicos que propician el establecimiento de especies de otros ecosistemas y que debería ser evaluado en estudios futuros. Tavera & Gamba (2001) luego de aplicar los índices clásicos de diversidad concluyeron que las comunidades arbóreas en VIPIS presentaban baja riqueza y diversidad de especies, lo que coincide con nuestros resultados en Clarín Nuevo y Clarín Viejo.

## **5. Conclusiones**

De acuerdo con lo observado en este estudio, los resultados soportaron parcialmente nuestra hipótesis, ya que a pesar que se evidenciaron bajas condiciones estructurales en Clarín Viejo en comparación con las otras estaciones de muestreo, se registró una alta diversidad, la cual es explicada por la intervención antrópica local que ocurre en esta estación, en donde se observaron actividades ganaderas, agrícolas, desarrollo portuario y obras urbanísticas inconclusas, que han favorecido el establecimiento de especies de otros ecosistemas de la región dentro del área protegida, en lo que sería un posible caso de sucesión temprana que agudizaría la problemática del Complejo Lagunar, impactando negativamente en los procesos de restauración que se vienen ejecutando.

Del mismo modo, la cercanía con la carretera Ciénaga-Barranquilla no explicó las variaciones en la diversidad y características estructurales de los bosques de manglar. En cambio, estos aspectos son principalmente influenciados por las condiciones particulares de cada estación de muestreo, marcadas por factores ecológicos y ambientales diferenciales. Entre los que destacan la topografía, el tipo de suelo, la hidrología y, efecto, el grado de desarrollo e intervención antrópica.

## **6. Recomendaciones**

La particularidad de las condiciones ambientales del CLCGSM con marcadas diferencias entre el SFFCGSM y VIPIS hacen que solo especies vegetales con fuertes adaptaciones estructurales y fisiológicas puedan establecer formaciones boscosas, como es el caso de las especies de mangle. Sin embargo, el manglar ha experimentado un declive poblacional, reflejo de las históricas alteraciones por actividad humana, la sedimentación natural y la interrupción del flujo de agua dulce a través de los caños desde la construcción de la carretera Ciénaga-Barranquilla entre 1956-1960. A nivel nacional y departamental se están desarrollando proyectos en procura de remediar o mitigar la afectación de este ecosistema. No obstante, es necesario seguir fortaleciendo los planes de manejo con estrategias interdisciplinarias que minimicen el impacto de la ganadería y la agricultura, que son las problemáticas más notables, y encontrar mecanismos que permitan a las comunidades cambiar su actividad económica para que estas prácticas queden fuera de las áreas protegidas. Además, se sugiere ampliar y fortalecer los proyectos que contemplan la reforestación activa del bosque de manglar y aprovechar la gran cantidad de propágulos de las cuatro especies de mangle que se observaron durante las actividades de campo en las tres estaciones de muestreo. Esto indica un alto potencial de restauración del bosque y podría contribuir a la reactivación económica que se busca en proyectos como del que surgió este trabajo.

## 7. Bibliografía

Agudelo, C. M., Bolívar, J., Polanía, J., Urrego, L. E., Yepes, A., & Sierra, A. (2015). Estructura y composición florística de los manglares de la bahía de Cispatá, Caribe colombiano. *Revista de biología Tropical*, 63(4), 1137-1147. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44942283021>

Aguilera Díaz, M. (2011). Habitantes del agua: El complejo lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Documentos de trabajo sobre Economía Regional. *Banco de la República* 144.

Alfaro-Sibaja, L., Barquero-Salgado, D., Fonseca, A., Montoya-Solano, R. A., Morales-Cerdas, V., & Ramírez-Arce, D. (2015). Estructura y composición vegetal del manglar Palo Seco, Quepos, Costa Rica. *Research Journal of the Costa Rican Distance Education University*, 7(2), 325-332.

Álvarez-León, R. (2003). Los manglares de Colombia y la recuperación de sus áreas degradadas: revisión bibliográfica y nuevas experiencias. *Maderas y Bosques*, 9(1), 3-25. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61790101>

Álvarez-León, R. (2015). Biodiversidad de la flora y fauna asociada a los manglares de Colombia. *Arquivos de Ciências do Mar*, 48(2), 85-92. <http://www.periodicos.ufc.br/arquivosdecienciadomar/article/view/5852>

Álvarez-León, R., Carbonó-De La Hoz, E., Casas-Monroy, O., Reyes-Forero, S. P., & Troncoso-Olivo, W. A. (2004). *La vegetación terrestre, anfibia y acuática de la Ciénaga*

*Grande de Santa Marta*, 4, 77-96. En GA. Garay-Tinoco, J. Restrepo-Martínez, O. Casas-Monroy, OD. Solano-Plazas, & F. NewmarkUmbreit (Eds.), Los manglares de la eco-región Ciénaga Grande de Santa Marta: pasado, presente y futuro. INVEMAR/MMA, Serie Publicaciones Especiales No.11, 236 p., Santa Marta.

Alvis Gordo, J. F. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 7(1), 115-122. Universidad del Cauca.

Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible - ASOCARS. (21 de septiembre de 2020). *Así fluye el agua dulce en los caños Clarín Viejo y Clarín Nuevo para la recuperación de la Ciénaga Grande de Santa Marta*. <https://www.asocars.org/asi-fluye-el-agua-dulce-en-los-canos-clarin-viejo-y-nuevo-para-la-recuperacion-de-la-cienaga-grande-de-santa-marta/>

Astrálaga, M (2006). *La convención Ramsar y los ecosistemas de Manglar*. 6 p. Secretaría de la Convención Ramsar, Gland, Suiza.

Balaguera-Reina, S. A., González-Maya, J. F., & Acero, A. (2010). Fauna nocturna asociada a los mangles y otros humedales en la Vía Parque Isla de Salamanca, departamento del Magdalena, Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* – INVEMAR, 39(1), 191-199. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2010.39.1.139>

BirdLife International. (2022). *Ficha informativa Áreas Importantes para las Aves: Ciénaga Grande, Isla de Salamanca y Sabana Grande reserva de la biosfera RAMSAR*. Recuperado el 15 de febrero de 2022, de <http://www.birdlife.org>

Botero, L., & Mancera Pinedo, J. E. (1996). Síntesis de los cambios de origen antrópico ocurridos en los últimos 40 años en la Ciénaga Grande de Santa Marta - Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Física y Naturales* 20, (78), 465 - 474. [https://www.researchgate.net/profile/Jose-Mancera-3/publication/284691491\\_Sintesis\\_de\\_los\\_cambios\\_de\\_origen\\_antropico\\_ocurridos\\_en\\_lo\\_s\\_ultimos\\_40\\_anos\\_en\\_la\\_Cienaga\\_Grande\\_de\\_Santa\\_Marta\\_Colombia/links/59c92b97a6fdcc451d544943/Sintesis-de-los-cambios-de-origen-anthropico-ocurridos-en-los-ultimos-40-anos-en-la-Cienaga-Grande-de-Santa-Marta-Colombia.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Mancera-3/publication/284691491_Sintesis_de_los_cambios_de_origen_antropico_ocurridos_en_lo_s_ultimos_40_anos_en_la_Cienaga_Grande_de_Santa_Marta_Colombia/links/59c92b97a6fdcc451d544943/Sintesis-de-los-cambios-de-origen-anthropico-ocurridos-en-los-ultimos-40-anos-en-la-Cienaga-Grande-de-Santa-Marta-Colombia.pdf)

Botero, L., & Salzwedel, H. (1999). Rehabilitation of the Ciénaga Grande de Santa Marta, a mangrove-estuarine system in the Caribbean coast of Colombia. *Ocean & Coastal Management* 42(2-4), 243 – 256. [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(98\)00056-8](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(98)00056-8)

Bujan, A., Santanatoglia, O. J., Chagas, C., Massobrio, M., Castiglioni, M., Yañez, M., Ciallella, H., & Fernandez, J. (2003). Soil erosion evaluation in a small basin through the use of <sup>137</sup>Cs technique. *Soil and Tillage Research*, 69(1-2), 127-137. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00134-4](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00134-4)

Cadavid, B. C., Bautista, P. A., Espinosa, L. F., Hoyos, A. J., Malagón, A. L., Mármol, D., Orjuela, A. M., Parra, J. P., Perdomo, L. V., Rueda, M., Villamil, C. A., & Vilorio, E. (2011). *Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta*. Informe Técnico Final. Santa Marta. <http://hdl.handle.net/1834/8029>

Calderón, C., Aburto, O., & Ezcurra, E. (2009). El valor de los manglares. *CONABIO, Biodiversitas*, 82, 1-6.

Calderón-Patrón, J. M., Moreno, C. E., & Zuria, I. (2012). La diversidad beta: medio siglo de avances. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(3), 879-891. <https://doi.org/10.7550/rmb.25510>

Casas-Monroy, O. (2000). Estado de los manglares de Colombia año 2000. *Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: año 2000*. INVEMAR, 48-68.

Chacón Abarca, S., Serrano, M. C., Bolívar-Anillo, H. J., Villate Daza, D. A., Sánchez Moreno, H., & Anfuso, G. (2020). Bosques de manglar del Caribe Norte Colombiano: Análisis, evolución y herramientas de gestión. *Revista Latinoamericana De Recursos Naturales*, 16(1), 31-54. <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/289>

Chao, A., Gotteli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K., & Ellison, A. M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84(1), 45-67.

Chará, J., & Murgueitio, E. (2005). The role of silvopastoral systems in the rehabilitation of Andean stream hábitats. *Livestock Research for Rural Development*, 17(2). Recuperado de: <http://www.lrrd.org/lrrd17/2/char17020.htm>

Cintrón, G., & Schaeffer-Novelli, Y. (1984). Methods for studying mangrove structure. En SC. Snedaker & JG. Snedaker (Eds.). *The mangrove ecosystem: research methods*. On behalf of the UNESCO / SCOR working group 60 on mangrove ecology. United Nations Educational and Cultural Organization. 91-113. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000063028>

Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG. (2022). El bosque de manglar, fundamental para la lucha contra el cambio climático.

Cultid-Medina, C. A., & Escobar, F. (2019). Pautas para la estimación y comparación estadística de la diversidad biológica (<sup>α</sup>D). En: Moreno, C. E. (Ed). *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, 175-202.

Decreto 224 de 1998 [con fuerza de ley]. Por el cual se designa un humedal para ser incluido en la lista de humedales de importancia internacional, en cumplimiento de lo dispuesto en la ley 357 de 1997. 02 de febrero de 1998.

Dilger, R., & Schnetter, M. (1998). The ProCiénaga Project-an Example for Delta Ecosystem Biodiversity Managing and Monitoring for the Benefit of a Local People's Better Quality of Life. 91-100. En Kraemar; Wilhelm Barthlott (Eds.), *Biodiversity of Colombia. A Call for Colombian-German Cooperation: Proceeding of the Bilateral Symposium Bonn, 14-15 November 1997*. Manfred. Göttingen: Cuviller Verlag.139 p.

Echeverría-Ávila, S. E., Pérez Ceballos, R., Zaldivar-Jiménez, A., Canales-Delgadillo, J., Brito-Pérez, R., Merino-Ibarra, M., & Vovides, A. (2019). Regeneración natural de sitios de manglar degradado en respuesta a la restauración hidrológica. *Madera y Bosques*, 25(1), artículo e2511754. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511754>

Escobar Jiménez, K., & Villadiego Bernal, K. (2015). *Conservación, participación y desarrollo: El caso de la Vía Parque Isla de Salamanca*. 1<sup>st</sup> ed. Universidad del Atlántico.

García-M, Y., & Cortes-Castillo, D. V. (2018). Estado de conservación de los manglares del Caribe colombiano y su potencial en productos forestales no maderables. *Citas*, 4(1), 95-103. <https://doi.org/10.15332/24224529.5308>

Gil-Torres, W., Fonseca, G., Restrepo, J., Figueroa, P., Gutiérrez, L., Gómez, G., Sierra-Correa, M., Hernández-Ortiz, P.C., López, M., A., & Segura-Quintero, C. (2009). Ordenamiento ambiental de los manglares de la Alta, Media y Baja Guajira. 283 p + 2 anexos.

Goulart, F. F., Carvalho-Ribeiro, S., & Soares-Filho, B. (2016). Farming-Biodiversity Segregation or Integration? Revisiting Land Sparing versus Land Sharing Debate. *Journal of Environmental Protection*, 7(7), 1016-1032. <http://dx.doi.org/10.4236/jep.2016.77090>

Harvey, C. A., Komar, O., Chazdon, R., Ferguson, B. G., Finegan, B., Griffith, D. M., Matrínez-Ramos, M., Morales, H., Nigh, R., Soto-Pinto, L., Van Breugel, M., & Wishnie, M. (2008). Integrating Agricultural Landscapes with Biodiversity Conservation in the Mesoamerican Hotspot. *Conservation Biology*, 22(1), 8-15. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00863.x>

Hassler, Michael (2004 - 2022): World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 12.11; last update March 7th, 2022. - [www.worldplants.de](http://www.worldplants.de). Recuperado el 08 de abril de 2022.

Herbario virtual de la Universidad Nacional de Colombia. (2022). Recuperado el 06 de abril de 2022, de <http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants/>

Hernández-Jiménez, C. A. (2017). Efectos de la entrada de agua del río Magdalena en la producción primaria del fitoplancton en la Ciénaga Pajalar, Caribe colombiano. *Intropica* 12(2), 117-130. <http://dx.doi.org/10.21676/23897864.2315>

Herrera, Y., Pérez-M., L. V., Londoño-L., V. (2017). Flora. pp 33 – 129. En: Jardín Botánico Guillermo Piñeres. *Guía de especies de flora y fauna de la Ciénaga de la Virgen, sector UCG6*.

Hill, M. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54(2), 427–432. <https://doi.org/10.2307/1934352>

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “Jose Benito Vives de Andreis” – INVEMAR. (2005). *Actualización y ajuste del diagnóstico y zonificación de los manglares de la zona costera del departamento del Atlántico, Caribe colombiano*. Informe final. A. López & PC. Sierra-Correa (Eds.). INVEMAR-CRA. Santa Marta. 191 p + 5 anexos.

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “Jose Benito Vives de Andreis” – INVEMAR. (2017). *Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta*. Informe Técnico Final 2016, Volumen 15. Santa Marta 139 p + anexos.

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “Jose Benito Vives de Andreis” – INVEMAR. (2019). *Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta*. Informe Técnico Final 2019, Versión 18. Santa Marta 214 p + anexos.

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “Jose Benito Vives de Andreis” – INVEMAR. (2020). *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2019*. Series de publicaciones periódicas No. 3.

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “Jose Benito Vives de Andreis” – INVEMAR. (2022). *Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta*. Informe Técnico Final 2022, Volumen 21. Santa Marta 168 p.

International Plant Names Index – IPNI. (2022). Published on the Internet; <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Botanic Gardens. Recuperado el 06 de abril de 2022.

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363–375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>

Kessler, M., Grytnes, J. A., Halloy, S. R. P., Kluge, J., Krömer, T., León, B., Macía, M. J., & Young, K. R. (2011). Gradients of plant diversity: Local patterns and processes. En: Herzog, S. K., Martinez, R., Jorgensen, P. M., Tiessen, H. *Climate change effects on the biodiversity of the Tropical Andes*. pp. 204-219. São José dos Campos, Brazil: Inter-American-Institute of Global Change Research. <https://doi.org/10.5167/uzh-56159>

Lema Tapias, A. (1995). *Dasometría: algunas aproximaciones estadísticas a la medición forestal*. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. <http://hdl.handle.net/11348/3983>

Marín Zambrano, B. G. (2003). Las aguas de mi Ciénaga Grande: descripción de las condiciones ambientales de la Ciénaga Grande de Santa Marta. *INVEMAR*, serie de documentos generales No. 9.

Mejía Quiñones, L. M., Molina Jiménez, M. P., Sanjuan Muñoz, A., Grijalba Bendeck, M., Niño Martínez, L. M. (2014). Bosque de manglar, un ecosistema que debemos cuidar. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. Cartagena.

Mira, J. D., Urrego, L. E., & Monsalve, K. (2019). Determinantes naturales y antrópicos de la distribución y composición florística de los manglares de la Reserva Natural Sanguaré, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 67(4), 810-824.

Navarrete-Ramírez, S. M., & Rodríguez-Rincón A. M. (2014). Protocolo Indicador Condición Tendencia Bosques de Manglar (ICT<sub>BM</sub>). En *Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP)*. INVEMAR, GEF y PNUD. Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 67.

Orjuela-Rojas, A. M., Villamil, C. A., & Sanjuan-Muñoz, A. (2011). Cobertura y estructura de los bosques de mangle en la Baja Guajira, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR*, 40(2), 381-399.

Ortiz-Ruíz, J. J. (2004). *Evaluación de la regeneración artificial de manglar en cinco diferentes zonas de la Ciénaga Grande de Santa Marta*. (Publicación No. T675) [Trabajo de pregrado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. Repositorio del campus de la UTADAO. <http://hdl.handle.net/20.500.12010/1354>

Palacios, M. L., & Cantera, J. R. (2017). Mangrove timber use as an ecosystem service in the Colombian Pacific. *Hydrobiologia*, 803, 345-358. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3309-x>

Pinto Nolla, F., Naranjo González, G., & Hernández Camacho, J. (1995). Influencia del hábitat en la morfometría y morfología del “mangle salado” *Avicennia germinans* (L.) L. en el litoral Caribe Colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 19(74), 481-498.

Plasencia Fraga, J. M. (2018). *Biología y ecología de las poblaciones de Typha domingensis: en el embalse San Juan de la Sierra del Rosario, Cuba*. Editorial Académica Española.

Rangel-Ch., O., & Lozano-C., G. (1986). Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el volcán del Puracé. *Caldasia*, 14(68/70), 503-547. <http://www.jstor.org/stable/23641447>

Reyes Forero, P. (2001). *Factores que regulan la distribución y crecimiento de Typha domingensis en humedales costeros perturbados: el caso de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano*. [Trabajo de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio del campus de la Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/55667/TYPHA.pdf?sequence=1>

Rivera Monroy, V. H., Twilley, R. R., Mancera, E., Alcantara Eguren, A., Castañeda Moya, E., Casas Monroy, O., Reyes, P., Restrepo, J., Perdomo, L., Campos, E., Cotes, G., & Viloria, E. (2006). Aventuras y desventuras en Macondo: Rehabilitación de la Ciénaga

Grande de Santa Marta, Colombia. *Ecotrópicos*, 19(2), 2-93.  
<http://ecotropicos.saber.ula.ve>

Rodríguez-Rodríguez, J. (2015). *Trayectorias de rehabilitación del bosque de manglar de la Ciénaga Grande de Santa Marta, luego de su reconexión con el río Magdalena*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Colombia]. Repositorio institucional UN.  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75852>

Sánchez-Páez, H., Álvarez-León, R., Pinto-Nolla, F., Sánchez-Alfárez, A. S., Pino-Rengifo, J. C., Hansen García, I., & Acosta-Peñaloza, M. T. (1997). *Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia*. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá. <http://hdl.handle.net/11348/4969>

Sánchez-Páez, H., Ulloa-Delgado, G., Álvarez-León, R., Gil-Torres, W., Sánchez-Alfárez, A., Guevara-Mancera, O., & Páez-Parra, F. (2000). Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. En H. Sánchez-Páez, G.A. Ulloa-Delgado & R. Álvarez-León (Eds.), *Proy. PD 171/91 Rev. 2 (F) Fase II (Etapa II). Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares de Colombia*. MINAMBIENTE/OIMT. Santa Fe de Bogotá D.C., Colombia. 294 p.

Sarmiento Erazo, J. P., Collart Dutilleul, F., Pironon, V., Turbeaux, S., & Riem, F. (2019). Estudios jurídicos sobre aprovechamiento sustentable de los recursos naturales: aproximación a alternativas jurídicas para la sostenibilidad y seguridad alimentaria. Editorial Universidad del Norte.

Schnetter, M. L. (2002). El sistema radical del mangle blanco (*Avicennia germinans*), un ejemplo de adaptaciones morfológicas y anatómicas en espermatofitos a condiciones

ecológicas adversas. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 26(98), 111+. <https://link.gale.com/apps/doc/A498583679/IFME?u=anon~486c10a9&sid=googleScholar&xid=2077bd57>

Serrano Díaz, L. A., Botero, L., Cardona, P., & Mancera-Pineda, J. E. (1995). Estructura del manglar en el delta exterior del río Magdalena-Ciénaga Grande de Santa Marta, una zona tensionada por alteraciones del equilibrio hídrico. *An. Instituto de Investigaciones Marinas Punta Betón* 24, 135-164.

Suárez, N., & Medina, E. (2005). Salinity effect on plant growth and leaf demography of the mangrove, *Avicennia germinans* L.. *Trees*, 19, 722-728. <https://doi.org/10.1007/s00468-005-0001-y>

Tavera Escobar, H. A., & Gamba Cubides, N. J. (2001). Caracterización de la vegetación de la Vía Parque Isla de Salamanca, Magdalena – Colombia. *Colombia Forestal*, 7(14), 102-115.

Teutli-Hernández C., Herrera-Silveira J. A., Cisneros-de la Cruz, D. J., & Roman-Cuesta, R. (2020). *Guía para la restauración ecológica de manglares: Lecciones aprendidas*. Proyecto Mainstreaming Wetlands into the Climate Agenda: A multi-level approach (SWAMP). CIFOR/CINVESTAV-IPN/UNAM-Sisal/PMC.

The Plant List. (2013). Versión 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> (accessed 1st January). Recuperado el 09 abril de 2022.

The Tropicos database. (2022). Published on the Internet; <http://www.Tropicos.org>, Missouri Botanical Garden. Recuperado el 09 de abril de 2022.

The World Flora – WFO. (2022). Versión 4.0 Published on the Internet; <http://www.worldfloraonline.org>. Recuperado el 09 abril de 2022.

Torres, V. J. R., Infante-Mata, D., Sánchez, A. J., Espinoza-Tenorio, A., & Barba, E. (2017). Atributos estructurales, productividad (hojarasca) y fenología del manglar en la Laguna Mecoacán, Golfo de México. *Revista Biología Tropical*, 65, 4, 1592-1608. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v65i4.26653>

Tovilla-Hernández, C., Orihuela-Belmonte, D. E., & Salas-Robledo, R. L. (2009). Estructura, composición, regeneración y extracción de madera de los bosques de manglar. En J. Espinoza Ávalos, GA Islebe & HA Hernández Arana (Eds.), *Sistema ecológico de la bahía de Chetima / Corozal: costa occidental del Mar Caribe*. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). 45-60.

Uribe Pérez, J., & Urrego Giraldo, L. E. (2009). Gestión ambiental de los ecosistemas de manglar: Aproximación al caso colombiano. *Gestión y Ambiente*, 12(2), 57-71.

Urrego, L. E., Molina, E. C., & Suárez, J. A. (2014). Environmental and anthropogenic influences on the distribution, structure, and floristic composition of mangrove forests of the Gulf of Urabá (Colombian Caribbean). *Aquatic Botany*, 114, 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2013.12.006>

Valdez Hernández, J. I. (2004). Manejo forestal de un manglar al sur de Marismas Nacionales, Nayarit. *Madera y Bosques*, 10 (2), 93-104. <https://doi.org/10.21829/myb.2004.1031269>

Vilardy Quiroga, S. P., & González Novoa, J. A. (Eds.). (2011). Repensando la Ciénaga: Nuevas miradas y estrategias para la sostenibilidad en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Universidad del Magdalena y Universidad Autónoma de Madrid. 228 p. <https://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2016/06/repensando-la-cienaga.pdf>

Villalba Malaver, J. C. (2006). Los manglares en el mundo y en Colombia: Estudio descriptivo básico. Sociedad Geográfica de Colombia. Academia de Ciencias Geográficas. <https://www.sogeocol.edu.co/documentos/Manglares.pdf>

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31419/63.pdf>

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad (2ª ed.)*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <https://sib.gob.ar/archivos/IAVH-00288.pdf>

Vivas Aguas, L. J., Espinosa, L. F., & Parra Henríquez, L. G. (2013). Identificación de fuentes terrestres de contaminación y cálculo de las cargas de contaminantes en el área de influencia de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR*, 42(1), 7-30. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-97612013000100001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-97612013000100001)

Zheng, Y., & Takeuchi, W. (2022). Estimating mangrove forest gross primary production by quantifying environmental stressors in the coastal area. *Scientific Reports* 12, 2238. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06231-6>

## 8. Anexos

### 8.1.1. Anexo 1

#### *Comparativo de la Diversidad Observada*

Assamblage	T	U	S.obs	SC
Caño Ariza	10	58	11	0.97
Clarín Nuevo	10	64	14	0.89
Clarín Viejo	10	81	34	0.86

*Nota:* Assamblage: ensamblaje o estación de muestreo; T: tamaño de la muestra de referencia, en este caso es el número de parcelas por estación de muestreo; U: número total de incidencias; S.obs: riqueza de especies observada; SC: estimación de la cobertura del muestreo.

### 8.1.2. Anexo 2

#### *Estimaciones de la Diversidad*

Assemblage	Diversity	Observed	Estimator	s.e.	LCL	UCL
	Species richness	11.000000	11.900000	2.6708001	11.000000	17.134672
Caño Ariza	Shannon diversity	8.444152	8.978893	0.7151255	7.577273	10.380514
	Simpson diversity	7.313043	7.531343	0.5632487	6.427396	8.635290
	Species richness	14.000000	32.900000	10.3363585	14.000000	53.158890
Clarín Nuevo	Shannon diversity	9.509703	11.500309	1.5556944	8.451204	14.549414
	Simpson diversity	8.062992	8.302703	0.6236061	7.080457	9.524948
	Species richness	34.000000	42.450000	9.8538425	34.000000	61.763176
Clarín Viejo	Shannon diversity	27.328706	35.127162	3.5044576	28.258551	41.995772
	Simpson diversity	21.797342	26.840450	2.5002875	21.939976	31.740923

*Nota:* Assamblage: ensamblaje o estación de muestreo; Diversity: índice de diversidad; Observed: valor de la diversidad observada; Estimator: valor del número de especies efectivas calculado a partir del estimador Chao; s.e.: error estándar; LCL: límite de confianza inferior, UCL: límite de confianza superior.

### 8.1.3. Anexo 3

#### *Estimaciones de la Cobertura del Muestreo*

Assamblage	t	Method	Order.q	SC	qD	qD.LCL	qD.UCL
Caño Ariza	5.235854	Rarefaction	0	0.93	9.550766	7.438214	11.663318
			1	0.93	7.949908	6.787696	9.112120
			2	0.93	7.122931	6.226788	8.019073
Clarín Nuevo	20.00000	Extrapolation	0	0.93	19.762306	4.185469	35.339144
			1	0.93	10.395754	6.743850	14.047658
			2	0.93	8.181092	6.635071	9.727112
Clarín Viejo	14.475280	Extrapolation	0	0.93	37.996234	23.755374	52.237094
			1	0.93	30.023487	24.183096	35.863877
			2	0.93	23.141642	19.388645	26.894640

*Nota:* Assamblage: ensamblaje o estación de muestreo; Method: método de estimación; Order.q: Orden de diversidad  $q$  o serie Hill ( $q = 0, 1, 2$ ); SC: cobertura del muestreo según el método de estimación; qD: valor de la estimación del orden de diversidad dado en número de especies efectiva; qD.LCL: límite de confianza inferior del valor de la estimación del orden de diversidad; qD.UCL: límite de confianza superior del valor de la estimación del orden de diversidad.

#### 8.1.4. Anexo 4. Registros fotográficos de campo

*Registros fotográficos de campo*

#### Caño Ariza





## Clarín Nuevo





## Clarín Viejo



