

## COMPONENTES DE ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD EN LOS ECOSISTEMAS DE LA ZONA ALTA DE LA CUENCA LA MARIA, SAN JOSE DEL GUAVIARE, GUAVIARE, COLOMBIA

Andrés González Zapata<sup>1</sup>  
Angie Beltrán Contreras<sup>2</sup>  
Katherine Vargas Alfonso<sup>2</sup>  
Sonia Marcela Bermúdez<sup>2</sup>  
Claudia Ariza Coral<sup>2</sup>  
Leidy Díaz Romero<sup>2</sup>  
John Castañeda Salcedo<sup>2</sup>  
Harold Rengifo Montaña<sup>2</sup>

| Recibido: 23 de Junio de 2015 | Revisado: 01 de Julio de 2015 | Aceptado: 08 de Julio de 2015 |

### Resumen

El presente estudio se realizó en la zona alta de la Cuenca Hidrográfica La María, en el departamento del Guaviare, con el fin de identificar los componentes de estructura y diversidad en 7 ecosistemas identificados bajo procedimientos de zonificación ambiental realizados por el Proyecto REDD La María. Los resultados obtenidos para el diagnóstico de riqueza, abundancia y estabilidad de los ecosistemas sugieren la situación de los ecosistemas en: alta diversidad, condiciones preocupantes de presencia de especies pioneras y una estabilidad ecológica influenciada por procesos de cambio de uso del suelo para ganadería extensiva predominantemente.

**Palabras clave:** Estructura, Diversidad, Estabilidad Ecológica.

### Abstract

This research was carried on high land from La María Basis, Guaviare, Colombia. The objective has the determination of structure and diversity conditions in 7 ecosystems determined in ordenation process in the REDD La Maria Project. The results in richness and abundance variables and ecological stability suggest the ecosystems situation in: high diversity, deficient conditions of presence of pioneer species, and ecological stability influenced for changes of land use process for introduced grassland predominantly

**Keywords:** Structure, Diversity, Ecological stability.

<sup>1</sup> Instructor CDATTG SENA Guaviare.

<sup>2</sup> Aprendices de Tecnólogo en Gestión de Recursos Naturales CDATTG SENA Guaviare.

## Introducción

El presente informe expone el desarrollo de un estudio para la determinación de los parámetros de biodiversidad vegetal a nivel de 7 diferentes ecosistemas de la Cuenca La María, Serranía de La Lindosa, en el departamento del Guaviare, Colombia; inscrito dentro del Proyecto Macro “Estimación del componente de servicio ambiental de almacenamiento de Carbono y de Biodiversidad en los ecosistemas de la Microcuenca La María, Serranía de La Lindosa, San José del Guaviare” como conformación de un programa a largo plazo de definición de elementos ecológicos para el establecimiento de una propuesta REDD modelo de las zonas protegidas en la Amazonía Colombiana.

La Cuenca de La María representa la mayor prioridad de las cuencas hidrográficas del departamento del Guaviare para conservación, pues en primer lugar a pesar de contar con un área significativa de solo 4.297 hectáreas, es la responsable por la disponibilidad de agua potable para 35.000 habitantes del casco urbano de San José del Guaviare, representando aproximadamente el 30% de la población total del departamento. Adicionalmente esta región se encuentra enmarcada dentro de Zona de Preservación Serranía de La Lindosa, unidad de manejo ambiental perteneciente al Área de Manejo Especial La Macarena (Decreto 1989 de 1989); y en la Reserva Forestal Protectora de Los Caños La María, La Esperanza, Aguabonita, Caño Negro y La Lindosa como fuentes hídricas para abastecimiento de agua de la población de San José del Guaviare (Acuerdo 034 de 1982, INDERENA).

En cuanto al valor ecosistémico la Cuenca La María se encuentra delimitada dentro de la región natural de la Formación Araracuara, unidad natural caracterizada por presentar una de las unidades de suelos de mayor meteorización del país (Andrade, 1983), en la cual confluyen adaptaciones y endemismos especiales tanto para flora y fauna que deben ser reconocidos, estudiados y aprovechados sosteniblemente. A pesar de presentar unidades de suelos con muy baja fertilidad natural y gran presencia de paisajes rocosos y arenosos, se perciben índices de diversidad con valores sobresalientes para todas las interacciones de flora y fauna (López *et al* 2008).

Esta zona protegida en la actualidad a pesar de su importancia se encuentra bajo serios riesgos de degradación debido a conflictos de usos del suelo, dentro de los que se encuentran en orden de importancia La ganadería extensiva, La minería para extracción de material de cascajo, las quemadas para potrerización de sabanas, entre otros, los cuales definen enormes peligros

para el cumplimiento de las funciones ecosistémicas, dentro de las que se encuentran la regulación hídrica de un caudal necesario para suplir las necesidades básicas de la población del casco urbano del municipio de San José del Guaviare (Plan de Manejo Micro Cuenca La María 2012).

La definición de elementos de biodiversidad en los diferentes ecosistemas de la Cuenca La María, es un aspecto fundamental que permite describir las dinámicas de desarrollo de ecosistemas frágiles, su comportamiento frente a los condicionantes y circunstancias de conflictos de usos del suelo, así como permiten definir las bases para la conformación de programas y proyectos de conservación y recuperación de las unidades ecológicas.

## Metodología

La zona de estudio corresponde a la zona alta de la Cuenca Hidrográfica La María ubicada en el municipio de San José del Guaviare, correspondientes a 1.789 has, determinadas desde el límite superior del embalse del acueducto municipal de la ciudad de San José del Guaviare, hasta la línea divisoria de aguas en los nacimientos (Figura 1.)

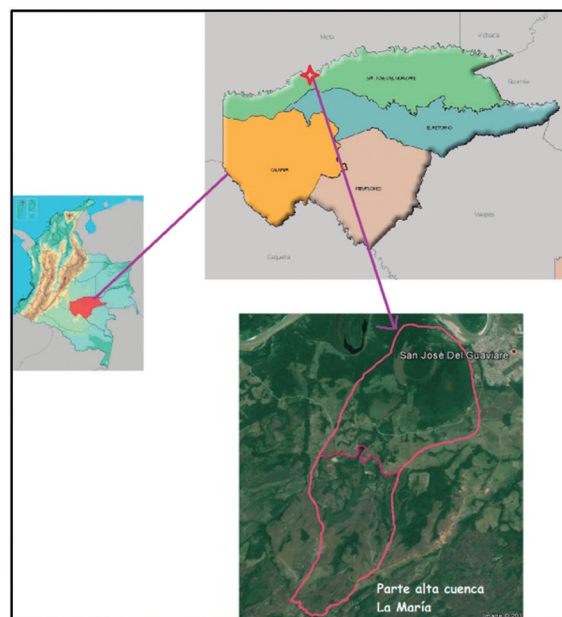


Figura 1. Ubicación de la zona alta de la Cuenca La María

Esta región se caracteriza por pertenecer a la formación de suelos Araracuara (IGAC 1999), caracterizada por el desarrollo de paisajes de afloramientos rocosos, combinados con texturas fuertemente arenosas, y baja

fertilidad natural debido a la presencia de un régimen climático húmedo constante en el tiempo (López 2007, López et al. 2008). Con respecto al clima, se presentan condiciones de Temperatura promedio anual de 28 ° C, Precipitación anual de 3.000 mm/año en régimen monomodal con verano desde diciembre hasta marzo, altura sobre el nivel del mar entre 200 y 400 m; que permiten caracterizar esta región dentro del Bosque húmedo tropical, según el sistema de Zonas de Vida de Holdridge (Corporación CDA, 2006).

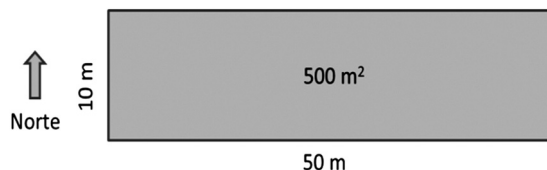
En cuanto a las relaciones de flora y fauna, se determina la aparición de un alto índice de endemismos y relaciones inter específicas, definidos por la aparición de especies únicas de flora en condiciones singulares de afloramientos rocosos y suelos altamente arenosos como son por ejemplo la Flor del Guaviare *Paepalanthus formosus* (MOLDENKE) (Corporación CDA 2006). Adicionalmente estas extensas áreas son uno de los pocos ecosistemas disponibles en Colombia para el desarrollo de especies predatoras grandes, como son el Tigre Mariposo *Pantera onca* (L).

El objeto específico de esta investigación fue diferenciar los componentes de diversidad vegetal en 7 ecosistemas determinados en un componente de zonificación ambiental en el marco del estudio “Estimación del componente de servicio ambiental de almacenamiento de Carbono y de Biodiversidad en los ecosistemas de la Microcuenca La María, Serranía de La Lindosa, San José del Guaviare” (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Ecosistemas identificados en la zona alta de la Cuenca La María

CODIGO	ECOSISTEMA	CARACTERISTICAS	N	W	AREA (Ha)	% AR EA
P1	Afloramiento rocoso	Vegetación asociada predominante de arbustos de menos de 3m	2.466421	72.708000	50.94	3%
P2	Afloramiento rocoso	Vegetación de afloramiento rocoso con predominio de <i>Vellozia tubiflora</i>	2.469209	72.708568	342.78	19%
P3	Herbazal denso inundable arbolado	Vegetación de pastos naturales con <i>Moriche</i>	2.468108	72.704714	58.62	3%
P4	Pastos limpios	Vegetación de pastos limpios dominante	2.466486	72.704434	145.24	8%
P5	Bosques de galería	Bosques asociados a cauces hídricos	2.477608	72.704160	579.68	32%
P6	Herbazal denso de tierra firme arbolado	Predominio de pastos con vegetación de Chaparro	2.486594	72.688544	422.62	24%
P7	Arbustal denso	Predominio de especies de familia Clusiaceae y Euphorbiaceae	2.500260	72.675938	166.22	9%
P8	Tierra desnudas y degradadas	Sin presencia de vegetación	2.518429	72.688478	12.78	1%
P9	Zonas quemadas	Sin presencia de vegetación	2.481830	72.696517	10.24	1%
<b>Total</b>					<b>1789.12</b>	<b>100%</b>

Para cada uno de estos ecosistemas se determinó un proceso de delimitación y levantamiento de parcelas rectangulares bajo el uso del método de brújula y cinta, definiendo una superficie de 10 m por 50 m para un área total de 500 m<sup>2</sup> por cada parcela. Las parcelas fueron delimitadas utilizando como puntos cardinales el Norte y el Oriente en las variables de Ancho y Largo (Figura 2).



**Figura 2.** Delimitación y dimensiones de las parcelas forestales

Como parámetros de recolección de información se tomaron los siguientes:

- Coordenadas Norte y Occidente bajo formato de coordenadas geográficas
- DAP: Diámetro a la altura del pecho
- Altura total: altura desde el suelo hasta la última rama superior
- Altura comercial: altura desde el suelo hasta la primera rama del tallo
- Diámetro de copa: medición de la proyección de la sombra de la copa en 2 direcciones ortogonales (Lema 1995)
- Tallos: Descripción de textura, presencia de exudados
- Raíz: Descripción de tipo (tubular, adventicia, bambas)
- Ramificación: Tipo (alterna, opuesta, verticilada)
- Hojas: Composición (simples, compuestas), Disposición (alternas, opuestas, verticiladas), presencia de exudados, otros caracteres especiales
- Flores: descripción, color, olor

Para el caso de los diámetros y alturas menores de 2m se utilizó medición directa de longitud bajo la utilización de cintas métricas con precisión de + - 0,1 cm. En el caso de alturas totales superiores a los 2 m se utilizó el hipsómetro laser Nikon Forester, bajo la metodología de medición indirecta a partir de funciones trigonométricas.

Con esta información se determinó un procedimiento de sistematización para definir características dendrométricas y dendrológicas dentro de las parcelas. En el presente caso de evaluación de biodiversidad vegetal se definieron los siguientes índices para evaluación de riqueza (Magurran 2007):

$$\text{Cociente de Mezcla} = \left( \frac{\text{Individuos totales}}{\text{Especies totales}} \right)$$

Índice de Margalef

$$= \left( \frac{\text{Especies} - 1}{\text{Ln (individuos totales)}} \right)$$

Para el caso de la abundancia se utilizó el Índice de Shanon, determinado a partir de la metodología de establecimiento de valores de probabilidad para la aparición de cada especie y cálculo posterior del logaritmo natural de cada probabilidad de aparición en las especies, para la obtención del índice a partir de las sumatoria del producto del valor absoluto de la probabilidad de cada especie por el logaritmo natural de cada probabilidad (Moreno 2001).

Adicionalmente se realizó un análisis del gráfico de especies contra abundancia, donde se utilizó el orden descendente de especies con respecto a la cantidad de individuos de cada especie, por lo cual se evaluó el grado de estabilización de los ecosistemas con respecto a la presencia de especies pioneras.

## Resultados y Discusión

### Riqueza

Se reporta un total de muestreo de 1.501 Individuos, con un total de representación de 98 especies en los 7 ecosistemas muestreados (Cuadro 2). Las 98 especies reportadas se agruparon en 55 familias botánicas y 75 géneros, con lo que se infiere una gran diversidad de vegetación para un área de tan solo 1.789 has. En toda la región de desarrollo de La Serranía de La Lindosa (12.000 has), donde se encuentra inmersa la Cuenca de La María, López 2005 y López et al 2008, reportaron un total de 152 y 311 especies respectivamente. Esto sugiere que la zona alta de la Cuenca La María presenta en sólo el 14% del área de la Zona de Preservación de La Serranía de La Lindosa, más del 30% de la biodiversidad vegetal reportada para esta zona.

Estudios adicionales en bosques de galería de la Cuenca La María en la Zona Alta, presentan un reporte de 47 especies, representadas en 25 familias botánicas y 38 géneros (García y Galíndez, 2012). Comparando estos registros con los determinados en el presente estudio, en una sola parcela levantada en la zona alta de la Cuenca La María se presentaron un total de 32 especies, aproximadamente el 68% de las especies reportadas por el estudio citado.

**Cuadro 2.** Resumen de muestreo en los 7 ecosistemas estudiados.

PARCELA	ECOSISTEMA	ESPECIES TOTALES	INDIVIDUOS TOTALES
P1	Afloramiento rocoso	22	128
P2	Afloramiento rocoso predominio de <i>Vellozia</i>	16	228
P3	Herbazal denso inundable arbolado	14	51
P4	Pastos limpios	12	61
P5	Bosques de galería	32	930
P6	Herbazal denso de tierra firme arbolado	9	34
P7	Arbustal denso sobre afloramiento rocoso	17	69
TOTALES ACUMULADOS		98	1501

Dentro de los resultados se puede deducir acerca de la mayor cantidad de individuos y especies reportados en los ecosistemas de Bosques de Galería, donde la gran disponibilidad de agua durante todo el año hace de estos ecosistemas un hábitat apropiado para el desarrollo de gran variedad de especies, logrando un número de 32 especies y 930 individuos en solo 530m<sup>2</sup>.

En caso paralelo sería de esperar que el menor número de individuos y menor número de especies se encontrara en los sistemas de afloramiento rocoso, por la obvia ausencia de sustrato de suelos para la formación de coberturas vegetales. En sí los datos arrojados sugieren un tipo de diversidad interesante en los afloramientos rocosos; pues el ecosistema de menor diversidad del sistema de afloramiento rocoso, el afloramiento rocoso con predominio de la especie *Vellozia tubiflora* (A.Rich.) Kunth, presentó un mayor número de especies y de individuos que cualquier ecosistema de pasturas. Así, los ecosistemas de afloramiento rocoso presentaron entre 69 y 228 individuos en cada parcela, y un total de especies entre 16 y 22 para la misma superficie.

Para el caso de los pastizales, se presentan los ecosistemas de Pastos Limpios, Herbazal denso inundable arbolado, y Herbazal de Tierra Firme Arbolado, con los menores reportes de especies e individuos. Cabe resaltar que gracias a las dinámicas de quemas para potrerización en algunas fincas del sector, se tiene que los ecosistemas de pastos con mayor presencia de especies son los que presentan mayor disponibilidad de agua: el Herbazal Denso Inundable Arbolado, con un total de 14 especies, frente a los de Pastos Limpios y Herbazal Denso de Tierra Firme Arbolado con 12 y 9 especies respectivamente. En estos ecosistemas no existe un afloramiento rocoso definido, y se percibe un incipiente pero desarrollado sustrato de suelos arenosos.

Así se percibe que las relaciones de diversidad vegetal en la Cuenca La María, presentan relación muy estrecha con la disponibilidad de agua.

Con respecto a los índices de riqueza evaluados, se presenta una determinante significancia con respecto a los ecosistemas de Bosque de Galería y Afloramiento Rocoso. Para el caso del Cociente de Mezcla el mayor valor (29,06) se registró en el ecosistema de Bosque de Galería, ya que presentó la mayor cantidad de especies y el mayor número de individuos. Esta parcela sola aportó el 61% de los individuos muestreados y el 32% de las especies registradas. En el ecosistema de Afloramiento Rocoso con Predominio de *Vellozia tubiflora*, se reportó el segundo Cociente de Mezcla más alto (14,25), situación poco esperada, pues este ecosistema natural presenta una alta dominancia de una sola especie. El menor reporte en el Cociente de Mezcla se presenta para los ecosistemas de Pastizales, siendo el Herbazal Denso Inundable el ecosistema con menor valor (3,64) de todo el estudio (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Cocientes de Mezcla e Índices de Margalef para los ecosistemas estudiados

PARCELA	ECOSISTEMA	COCIENTE MEZCLA	INDICE MARGALEF
P1	Afloramiento rocoso	5.81818182	4.32808512
P2	Afloramiento rocoso predominio de <i>Vellozia</i>	14.25	2.76276388
P3	Herbazal denso inundable arbolado	3.64285714	3.30635212
P4	Pastos limpios	5.08333333	2.67583009
P5	Bosques de galería	29.0625	4.53535667
P6	Herbazal denso de tierra firme arbolado	3.77777778	2.26862794
P7	Arbustal denso sobre afloramiento rocoso	4.05882353	3.7788374

Para el Índice de Margalef los resultados son algo semejantes a los reportados para el Cociente de Mezcla con algunas diferencias notorias. El mejor registro fue para el ecosistema de Bosques de Galería con 4,53; seguido por el Afloramiento Rocoso (4,32) y el Arbustal Denso sobre Afloramiento Rocoso (3,77). Los menores registros se obtuvieron para el Herbazal Denso de Tierra Firme Arbolado y Pastos Limpios con 2,26 y 2,67 respectivamente. En sí el Índice de Margalef presenta la ventaja de comparación por ser una variable poco sensible a aspectos de tamaño de parcela y número de individuos totales (Magurran 2007).

## Abundancia

Para el caso de la abundancia se evaluaron el Índice de Shannon y El Gráfico de Especies contra Abundancia, para determinar el grado de estabilización de los ecosistemas de la zona alta de la Cuenca La María. En

los cuadros 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 se presentan los resultados de distribución de especies por abundancia para cada uno de los ecosistemas.

**Cuadro 4.** Resultados Índice de Shannon para Afloramiento Rocoso

parcela 1				
ESPECIE	INDIVIDUOS	PI	Ln PI	PI x Ln PI
1	27	0.2109375	1.556193	-0.32826
2	20	0.15625	1.856298	-0.290047
3	13	0.1015625	2.287081	-0.232282
4	12	0.09375	2.367124	-0.221918
5	11	0.0859375	2.454135	-0.210902
6	7	0.0546875	-2.90612	-0.158928
7	6	0.046875	3.060271	-0.14345
8	5	0.0390625	3.242592	-0.126664
9	4	0.03125	3.465736	-0.108304
10	3	0.0234375	3.753418	-0.087971
11	2	0.015625	4.158883	-0.064983
12	2	0.015625	4.158883	-0.064983
13	2	0.015625	4.158883	-0.064983
14	2	0.015625	4.158883	-0.064983
15	2	0.015625	4.158883	-0.064983
16	2	0.015625	4.158883	-0.064983
17	2	0.015625	4.158883	-0.064983
18	2	0.015625	4.158883	-0.064983
19	1	0.0078125	-4.85203	-0.037906
20	1	0.0078125	-4.85203	-0.037906
21	1	0.0078125	-4.85203	-0.037906
22	1	0.0078125	-4.85203	-0.037906
<b>ESPECIES</b>	<b>22</b>			
<b>INDIVIDUOS</b>	<b>128</b>	<b>INDICE SHANON</b>	<b>2.5802115</b>	

**Cuadro 5.** Resultados Índice de Shannon para Afloramiento Rocoso con Predominio de *Vellozia*

parcela 2				
ESPECIE	INDIVIDUOS	PI	Ln PI	PI x Ln PI
1	171	0.75	0.287682	-0.215762
2	22	0.0964912	2.338303	-0.225626
3	8	0.0350877	3.349904	-0.11754
4	2	0.0087719	4.736198	-0.041546

5	8	0.0350877	3.349904	-	-0.11754
6	2	0.0087719	4.736198	-	-0.041546
7	1	0.004386	5.429346	-	-0.023813
8	1	0.004386	5.429346	-	-0.023813
9	1	0.004386	5.429346	-	-0.023813
10	3	0.0131579	4.330733	-	-0.056983
11	3	0.0131579	4.330733	-	-0.056983
12	2	0.0087719	4.736198	-	-0.041546
13	1	0.004386	5.429346	-	-0.023813
14	1	0.004386	5.429346	-	-0.023813
15	1	0.004386	5.429346	-	-0.023813
16	1	0.004386	5.429346	-	-0.023813
ESPECIES	16				
INDIVIDUOS	228	INDICE SHANON			1.0817622

Cuadro 6. Resultados Índice de Shanon para Herbazal Denso Arbolado

parcela 3				
ESPECIE	INDIVIDUOS	PI	Ln PI	PI x Ln PI
1	11	0.2156863	-1.53393	-0.330848
2	7	0.1372549	1.985915	-0.272577
3	5	0.0980392	2.322388	-0.227685
4	4	0.0784314	2.545531	-0.19965
5	4	0.0784314	2.545531	-0.19965
6	4	0.0784314	2.545531	-0.19965
7	4	0.0784314	2.545531	-0.19965
8	3	0.0588235	2.833213	-0.16666
9	2	0.0392157	3.238678	-0.127007
10	2	0.0392157	3.238678	-0.127007
11	2	0.0392157	3.238678	-0.127007
12	1	0.0196078	3.931826	-0.077095
13	1	0.0196078	3.931826	-0.077095
14	1	0.0196078	3.931826	-0.077095
ESPECIES	14			
INDIVIDUOS	51	INDICE SHANON		2.4086719

Cuadro 7. Resultados Índice de Shanon para Pastos Limpios

parcela 4				
ESPECIE	INDIVIDUOS	PI	Ln PI	PI x Ln PI
1	50	0.8196721	0.198851	-0.162993
2	1	0.0163934	4.110874	-0.067391
3	1	0.0163934	4.110874	-0.067391
4	1	0.0163934	4.110874	-0.067391
5	1	0.0163934	4.110874	-0.067391
6	1	0.0163934	4.110874	-0.067391
7	1	0.0163934	4.110874	-0.067391
8	1	0.0163934	4.110874	-0.067391
9	1	0.0163934	4.110874	-0.067391
10	1	0.0163934	4.110874	-0.067391
11	1	0.0163934	4.110874	-0.067391
12	1	0.0163934	4.110874	-0.067391
ESPECIES	12			
INDIVIDUOS	61	INDICE SHANON		0.9042976

Cuadro 8. Resultados Índice de Shanon para Bosque de Galería

parcela 5				
ESPECIE	INDIVIDUOS	PI	Ln PI	PI x Ln PI
1	99	0.1064516	2.240065	-0.238459
2	64	0.0688172	2.676302	-0.184176
3	43	0.0462366	3.073984	-0.14213
4	37	0.0397849	3.224267	-0.128277
5	37	0.0397849	3.224267	-0.128277
6	36	0.0387097	3.251666	-0.125871
7	36	0.0387097	3.251666	-0.125871
8	35	0.0376344	3.279837	-0.123435
9	34	0.0365591	3.308824	-0.120968
10	32	0.0344086	3.369449	-0.115938
11	32	0.0344086	3.369449	-0.115938
12	32	0.0344086	3.369449	-0.115938
13	31	0.0333333	3.401197	-0.113373
14	29	0.0311828	3.467889	-0.108138
15	28	0.0301075	-3.50298	-0.105466

16	26	0.027957	3.577088	-	-0.100005
17	25	0.0268817	3.616309	-	-0.097213
18	24	0.0258065	3.657131	-	-0.094378
19	24	0.0258065	3.657131	-	-0.094378
20	23	0.0247312	-3.69969	-	-0.091498
21	23	0.0247312	-3.69969	-	-0.091498
22	23	0.0247312	-3.69969	-	-0.091498
23	22	0.0236559	3.744142	-	-0.088571
24	21	0.0225806	3.790662	-	-0.085596
25	19	0.0204301	3.890746	-	-0.079488

**Cuadro 9.** Resultados Índice de Shanon para Herbazal Denso de Tierra Firme Arbolado

parcela 6					
ESPECIE	INDIVIDUOS	PI	Ln PI	PI x Ln PI	
1	8	0.2352941	1.446919	-	-0.340452
2	6	0.1764706	1.734601	-	-0.306106
3	4	0.1176471	2.140066	-	-0.251772
4	4	0.1176471	2.140066	-	-0.251772
5	3	0.0882353	2.427748	-	-0.214213
6	3	0.0882353	2.427748	-	-0.214213
7	2	0.0588235	2.833213	-	-0.16666
8	2	0.0588235	2.833213	-	-0.16666
9	2	0.0588235	2.833213	-	-0.16666
ESPECIES	9				
INDIVIDUOS	34	INDICE SHANON			2.0785076

**Cuadro 10.** Resultados Índice de Shanon para Arbustal Denso en Afloramiento Rocoso

parcela 7					
ESPECIE	INDIVIDUOS	PI	Ln PI	PI x Ln PI	
1	10	0.1449275	1.931521	-	-0.279931
2	8	0.115942	2.154665	-	-0.249816
3	7	0.1014493	2.288196	-	-0.232136
4	7	0.1014493	2.288196	-	-0.232136
5	5	0.0724638	2.624669	-	-0.190193
6	4	0.057971	2.847812	-	-0.165091
7	4	0.057971	2.847812	-	-0.165091
8	4	0.057971	2.847812	-	-0.165091

9	3	0.0434783	3.135494	-	-0.136326
10	3	0.0434783	3.135494	-	-0.136326
11	3	0.0434783	3.135494	-	-0.136326
12	3	0.0434783	3.135494	-	-0.136326
13	2	0.0289855	3.540959	-	-0.102637
14	2	0.0289855	3.540959	-	-0.102637
15	2	0.0289855	3.540959	-	-0.102637
16	1	0.0144928	4.234107	-	-0.061364
17	1	0.0144928	4.234107	-	-0.061364
ESPECIES	17				
INDIVIDUOS	69	INDICE SHANON			2.6554242

El comportamiento del Índice de Shanon en promedio para todas las parcelas (1.94 + - 0.70) muestra valores de diversidad menores a los registrados en estudios realizados por el Instituto Sinchi en bosques naturales de tierra firme en la región de los municipios de San José del Guaviare y El Retorno; con valores medios de 4.48 + - 0.42 (Giraldo 2004 (Cuadro 11)). Esto se puede explicar en parte por la diferencia del tamaño de muestra, ya que las parcelas utilizadas por el Instituto presentaron el doble de tamaño de las del presente estudio; aunque el índice de Shanon presenta baja sensibilidad al área de muestreo y permite valores de comparación aceptables (Gentry 1992, Colwell y Coddinton 1994).

**Cuadro 11.** Consolidado de valores de Índice de Shanon en los ecosistemas evaluados

PARCELA	ECOSISTEMA	INDICE DE SHANON
P1	Afloramiento rocoso	2.580212
P2	Afloramiento rocoso predominio de Vellozia	1.08176219
P3	Herbazal denso inundable arbolado	2.40867194
P4	Pastos limpios	0.90429763
P5	Bosques de galería	1.90325134
P6	Herbazal denso de tierra firme arbolado	2.07850756
P7	Arbustal denso sobre afloramiento rocoso	2.65542422
	PROMEDIO	1.944589
	DESVIACION ESTANDAR	0.7036802

El mayor valor en Índice de Shanon se registró para el ecosistema de Arbustal Denso sobre Afloramiento Rocoso (Parcela 7), con un valor de 2.65, seguido por el Herbazal Denso Inundable Arbolado, lo que sugiere poca presencia de especies dominantes y una estabilidad del ecosistema en el tiempo. Esto se

puede explicar, ya que al ser ecosistemas ubicados en afloramientos rocosos o en zonas de alta inundación, han sido de poco interés su transformación en sistemas productivos de ganadería y agricultura. Por el contrario el ecosistema de menor valor en el Índice de Shanon fue Pastos Limpios con un Valor significativamente menor (1.04 de separación de la Media), lo que demuestra el grado alarmante de alteración de este ecosistema que se puede explicar por los prolongados y continuos regímenes de quemas que se desarrollan en periodos casi anuales, para favorecimiento de la ganadería extensiva (Corporación CDA 2004).

Para el caso de los gráficos de abundancia de especies la mayoría de los ecosistemas presentaron el modelo de “Jota Invertida” el cual sugiere una alta presencia de especies pioneras y grados de alteración de los ecosistemas (Figuras 3,4,5,6,7 y8). El Ecosistema de Arbustal Denso Sobre Afloramiento Rocosos presenta una mayor estabilidad con respecto a la presencia de especies pioneras al presentar un modelo de gráfica de “leño partido” donde se tienen menos del 20% de especies pioneras con respecto a las otras, situación que sugiere unas condiciones poco alteradas, situación que es concordante con los resultados del índice de Shanon.

En el ecosistema de Bosques de Galería la situación resulta preocupante, pues a pesar de presentar la mayor riqueza de especies y el mayor número de individuos, su gráfico de abundancia presenta un fuerte desarrollo de especies pioneras lo que evidencia el alto grado de transformación que ha recibido probablemente por la generación de pasturas a sus alrededores, lo que posiblemente ha generalizado el efecto borde por fragmentación.

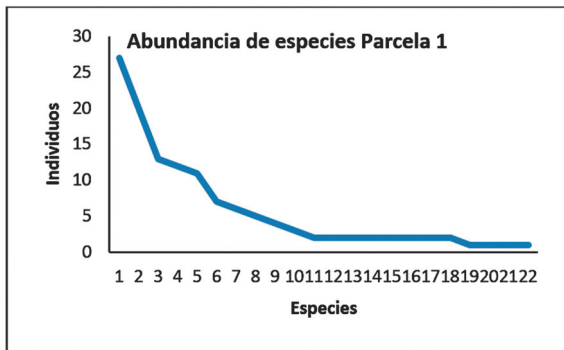


Figura 3. Gráfico de abundancia para Afloramiento Rocosos

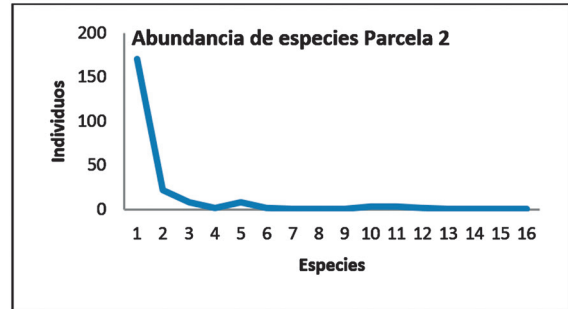


Figura 4. Gráfico de abundancia para Afloramiento Rocosos con Predominio de Vellozia

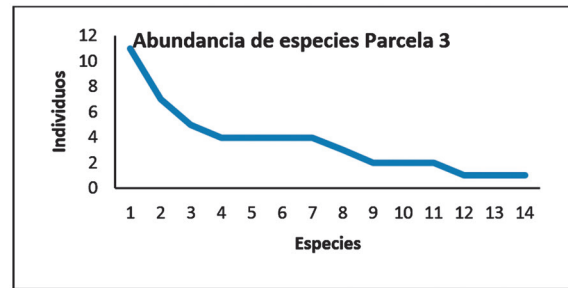


Figura 5. Gráfico de abundancia para Herbazal Denso Arbolado



Figura 6. Gráfico de abundancia para Pastos Limpios

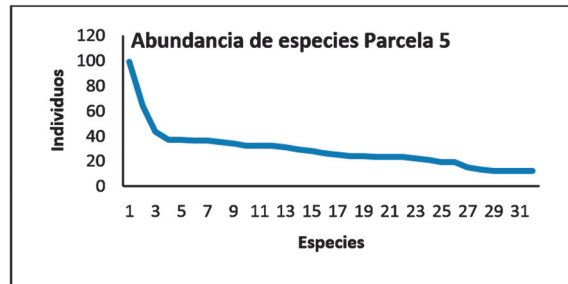


Figura 7. Gráfico de abundancia para Bosque de Galería



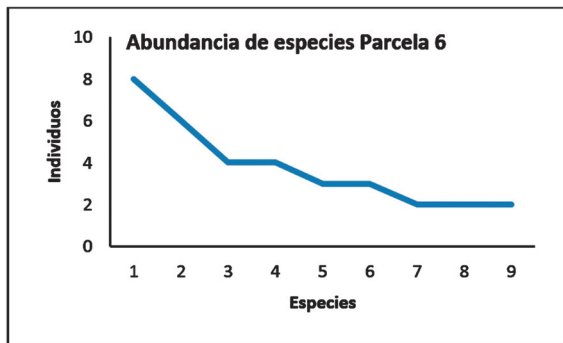


Figura 8. Gráfico de abundancia para Herbazal Denso de Tierra Firme Arbolado

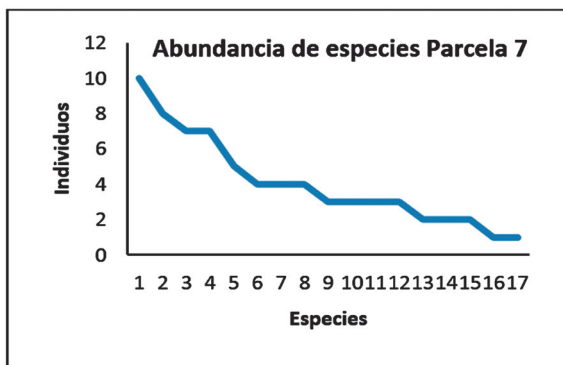


Figura 9. Gráfico de abundancia para Arbustal Denso en Afloramiento Rocoso

## Conclusiones

Los ecosistemas de la zona alta de la Cuenca La María presentan relaciones interesantes de Biodiversidad Vegetal, que pueden presentar situaciones interesantes en las dinámicas de cambios de usos del suelo históricas. En primer lugar los ecosistemas de Bosques de Galería presentan mayor biodiversidad pero un alto grado de transformación. Los ecosistemas ubicados sobre afloramiento rocoso presentan altos valores de riqueza y abundancia de especies y generalmente presentan la mayor estabilidad. Los ecosistemas de pasturas presentan índices de diversidad bajos y baja estabilidad, con presencia alta de especies pioneras, siendo los más alterados de la Cuenca.

Es importante determinar acciones para estudiar las dinámicas de cambio de los ecosistemas y su estructura interna, con el fin de determinar acciones de recuperación y conservación eficientes y realizables, pues esta es la cuenca hidrográfica de mayor prioridad para el consumo de agua potable del departamento del Guaviare.

Se deben encaminar acciones de diagnóstico en la dinámica de algunas especies endémicas de la región como son *Vellozia tubiflora* y *Paepalanthus formosus*, las cuales debido a su presencia específica en una baja superficie de la cuenca presentan un inminente peligro de extinción.

Estos ejercicios de investigación deben ser prolongados con periodicidad para identificar las dinámicas de cambio climático y la respuesta de los ecosistemas locales frente a este fenómeno de actualidad global.

Este estudio presenta como línea base el reconocimiento de los ecosistemas y su estructura ecológica básica, por lo que se recomienda utilizar este avance para el desarrollo de investigación sobre la ecología, aprovechamiento y manejo de estas especies hacia la generación de sistemas productivos sostenibles.

## Agradecimientos

En primer lugar queremos agradecer a Dios por darnos la oportunidad de realizar un buen trabajo. Adicionalmente el grupo de investigación desea agradecer a sus familias por su constante apoyo y comprensión en el desarrollo del estudio.

Un agradecimiento especial para el Ingeniero Edgar Braga Silva Subdirector del CDATTG, Gustavo Acosta Coordinador de Formación del CDATTG, Maria Camila Sánchez y Edgar Blandón, compañeros del Grupo de Investigación BIOGYGAS que apoyaron el desarrollo del proyecto.

El grupo de trabajo también quiere extender un generoso reconocimiento a la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico CDA por su cooperación y asesoría para el desarrollo normativo de la investigación

Por último deseamos agradecer al señor Carlos Beltrán, habitante de la zona alta de la Cuenca La María por su colaboración para el desarrollo del estudio.

## Literatura citada

- Andrade, A. (1983). *Estudio arqueológico de los Antrosoles de Araracuara: (Amazonas)*. na.
- Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation.

*Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 345(1311), 101-118.

**Corporación para el Desarrollo Sostenible del Nororiente Amazónico - CDA. (2006).** Plan de manejo zona de preservación Serranía de La Lindosa y su área de influencia.

**Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico - CINDAP. (2008).** Proyecto piloto demostrativo de atención integral para la recuperación de las microcuena de los caños El Retiro, Negro, Lajas y La María, fuentes abastecedoras del acueducto de San José del Guaviare.

**García, J. C., & Galindez, L. F. (2012).** CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LA MICROCUENCA ABASTECEDORA DE AGUA DEL ACUEDUCTO MUNICIPAL DE SAN JOSÉ DEL GUAVIARE. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, (10), 31-43.

**Gentry, A. H. (1992).** Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. *Oikos*, 19-28.

**Giraldo Benavides, B. (2004).** Conservación, manejo y aprovechamiento sostenible del bosque en el área de colonización del Guaviare. *Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. San José del Guaviare, Colombia.*

**Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (1999).** Paisajes Fisiográficos de Orinoquía Amazonía (ORAM) Colombia. *Análisis Geográficos*. 27- 28:186-134.

**Lema A. 1995.** Dasometría. Algunas Aproximaciones a la Medición Forestal. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropacuarias. Medellín.

**López, D. C. (2007).** *Flora del escudo guayanes en Inirida (Guainia, Colombia).* Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas” SINCHI”.

**López, D. C., Arboleda, N. C., Vega, M. Z., & Echeverry, M. J. (2008).** *Flora de las formaciones rocosas de la serranía de La Lindosa.* Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas” SINCHI”.

**López, R. (2005).** *Análisis florístico y estructural de la vegetación del sector nororiental de la Serranía La*

*Lindosa, Guaviare, Colombia* (Doctoral dissertation, Tesis de Pregrado Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá).

**Magurran, A. E. (2007).** Species abundance distributions over time. *Ecology Letters*, 10(5), 347-354.

**Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico CDA & Asociación de Profesionales Nueva Opción. (2012).** *Plan de manejo de la micro cuenca hidrográfica La María. Municipio de San José del Guaviare, Departamento del Guaviare.*

**Moreno, C. (2001).** Métodos para medir la Biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Cooperación Iberoamericana CYTED.