

El enclave seco del Cañón del Chicamocha

BIODIVERSIDAD Y TERRITORIO

Marco E. Pardo y Rafael A. Moreno-Arias

Editores

**Fundación Natura Colombia
2018**



El enclave seco del Cañón del Chicamocha: **BIODIVERSIDAD Y TERRITORIO**

Marco E. Pardo y Rafael A. Moreno-Arias

Editores

**Fundacion Natura Colombia
2018**





Fundación Natura Colombia
Cr 21 # 39-43, Bogotá
www.natura.org.co

Elsa Matilde Escobar A.
Directora Ejecutiva

Clara Solano
Subdirectora de Conservación e Investigación

Editores
Marco E. Pardo y Rafael Moreno-Arias

Autores
Nini Johanna Beltrán Martín
Francisco Fajardo-Gutiérrez
Manuel Hoyos
Omar Jaramillo Rodríguez
Sofía López-Cubillos
Catalina Montealegre Pinzón
Rafael. A Moreno-Arias
Marco. E Pardo
Alejandro Rico-Guevara

Revisión de pares
Andrés Avella
Carlos E. Beltrán Escobar
Vladimir Bernal
Catalina Cárdenas González
Guido F. Medina Rangel

ISBN: 978-958-8753-37-9

© Fundación Natura
Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización de los titulares de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción de este documento para fines comerciales.

Cítese el libro completo como:
Pardo, M. E. y R. Moreno-Arias (Eds). 2018. El enclave seco del cañón del Chicamocha: biodiversidad y territorio. Fundación Natura. 192 p.

Cítense los capítulos como el siguiente ejemplo:
Jaramillo, O. 2018. Caracterización del clima en el enclave seco de los ríos Chicamocha y Suárez (Santander, Colombia). Pp. 16–22. En: Pardo, M. E. y R. Moreno-Arias (Eds). El enclave seco del cañón de Chicamocha: biodiversidad y territorio. Fundación Natura. 192 p.

Corrección de estilo
Luisa Fernanda Casas Caro

Impresión, diseño y diagramación
La Imprenta Editores S.A.

Impreso en Bogotá, Colombia. 2018

AGRADECIMIENTOS

A ECOPETROL por la co-financiación del proyecto *“Análisis de la Integridad Ecológica de coberturas vegetales de Bosque Seco y fauna asociada, en dos áreas de conservación regionales potenciales de declaración en el Cañón del Chicamocha (Santander)”*

A la Fundación Natura Colombia por todo el respaldo técnico, financiero y administrativo. A su directora Elsa Matilde escobar y Clara L. Solano, Subdirectora de conservación e Investigación por su confianza y apoyo constante.

A la Ingeniera Ana María Moncaleano de Ecopetrol S.A. que mantuvo un constante interés en facilitar la ejecución de este proyecto.

A Delfo Uribe y su familia por la hospitalidad y disposición para compartir su conocimiento y experiencia de vida.

A los habitantes del pueblo de Guane por darnos a conocer su vida.

A Edgardo Gutierrez, biólogo de alma santandereana, por sus importantes aportes al desarrollo de este proyecto.

A los espíritus guardianes del pueblo Guane por permitirnos entrar a su territorio.

ÍNDICE

GENERALIDADES DEL CAÑÓN DEL CHICAMOCHA	11
CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA EN EL ENCLAVE SECO DE LOS RÍOS CHICAMOCHA Y SUÁREZ (SANTANDER, COLOMBIA)	17
DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN DEL CAÑÓN DEL CHICAMOCHA, ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN NUEVA Y PREEXISTENTE SOBRE SUS COMUNIDADES VEGETALES	33
COBERTURAS DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN POTENCIAL COMO INSUMO PARA EL ORDENAMIENTO AMBIENTAL DEL CAÑÓN DE LOS RÍOS CHICAMOCHA Y SUÁREZ (SANTANDER, COLOMBIA)	59
DIVERSIDAD DE AVES EN BOSQUES SECOS DEL CAÑÓN DE LOS RÍOS CHICAMOCHA Y SUÁREZ (SANTANDER, COLOMBIA)	79
DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS EN TRES SITIOS DE BOSQUE SECO EN EL CAÑÓN DE LOS RÍOS CHICAMOCHA Y SUÁREZ (SANTANDER, COLOMBIA)	101
DIVERSIDAD DE REPTILES Y ANFIBIOS EN BOSQUES SECOS DEL CAÑÓN DE LOS RÍOS CHICAMOCHA Y SUÁREZ (SANTANDER, COLOMBIA)	129
DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS Y HORMIGAS EN BOSQUES SECOS DEL CAÑÓN DE LOS RÍOS CHICAMOCHA Y SUÁREZ (SANTANDER, COLOMBIA)	145
PAUTAS DE MANEJO DE LOS BOSQUES SECOS TROPICALES DEL CAÑÓN DE LOS RÍOS CHICAMOCHA Y SUÁREZ	169
ANEXOS	181

TABLAS

Tabla 1.	Valores del Índice estandarizado de precipitación.....	19
Tabla 2.	Relación de imágenes de satélite para la delimitación de coberturas.....	61
Tabla 3.	Vegetación dominante por grado de inclinación de la pendiente.....	63
Tabla 4.	Morfogénesis, morfodinámica y vegetación dominante por tipos de relieve.....	64
Tabla 5.	Vegetación dominante por categoría de profundidad efectiva.....	65
Tabla 6.	Relación entre las unidades de Coberturas interpretadas y los tipos de vegetación actual.....	70
Tabla 7.	Puntos de conteo en las localidades estudiadas y orden de visita en las dos temporadas climáticas en las cuales se efectuaron los muestreos.....	82
Tabla 8.	Índices de diversidad por sitio y temporada, desviación estándar (DE) en paréntesis.....	91
Tabla 9.	Esfuerzo de captura por localidad, temporada climática y hábitat.....	104
Tabla 10.	Número de individuos por especie, subfamilia y familia de murciélagos registrada en las localidades de estudio.....	108
Tabla 11.	Índices de diversidad por localidad y temporada, desviación estándar (DE) en paréntesis.....	115
Tabla 12.	Otras especies de mamíferos encontradas en el estudio.....	115
	Especie introducida; Localidades 1 = Enciso, 2 = Guane.....	115
Tabla 13.	Número de individuos de anfibios y reptiles por especie, en cada sitio y temporada climática.....	131
Tabla 14.	Número de individuos por especie, género y familia de escarabajos y hormigas en cada zona y temporada climática.....	149
Tabla 15.	Diversidad de Shannon y Simpson para las familias Formicidae y Scarabaeidae en cada zona y temporada climática.....	156
Tabla 16.	Calificación de la integridad ecológica de los tipos de vegetación en el cañón del Chicamocha.....	172

FIGURAS

Figura 1. Esquema del efecto de sombra de lluvia (Modificado de IDEAM, 2010).	20
Figura 2. Balance hídrico estación Cepitá.	21
Figura 3. Balance hídrico estación Capitanejo.	21
Figura 4. Balance hídrico estación La Mesa.	22
Figura 5. Balance hídrico estación Covarachía.	22
Figura 6. Balance hídrico estación Barichara.	23
Figura 7. Mapas del índice de aridez mensual en el enclave seco del cañón de los ríos Chicamocha y Suárez.	24
Figura 8. Índice de precipitación estación Cepita.	25
Figura 9. Índice de precipitación estación Capitanejo.	26
Figura 10. Índice de precipitación estación Covarachía.	26
Figura 11. Índice de precipitación estación La Mesa.	27
Figura 12. Índice de precipitación estación Zapatoca.	27
Figura 13. Riqueza observada versus riqueza estimada (Chao 2), en los 75 levantamientos de vegetación analizados.	39
Figura 14. Proceso de clasificación TWINSpan de siete tipos de vegetación (recuadros verdes), en los cinco niveles de división de los levantamientos.	40
Figura 15. Análisis de correspondencia DCA mostrando la cercanía entre los tipos de vegetación, que puede ser interpretado como un gradiente sucesional entre los pastizales y matorrales xerofíticos (izquierda) y los bosques con mayor desarrollo estructural (derecha).	43
Figura 16. Vista general en el paisaje de algunos de los tipos de vegetación descritos.	45
Figura 17. Modelo propuesto de las vías sucesionales y procesos de degradación ambiental que están presentes en el cañón del Chicamocha.	46
Figura 18. Mapa de Coberturas de la tierra del enclave seco del cañón de Chicamocha y el río Suárez.	69

Figura 19. Mapa de vegetación actual del enclave seco del cañón de Chicamocha y el río Suárez.	73
Figura 20. Mapa de vegetación potencial del enclave seco del cañón de Chicamocha y el río Suárez.	74
Figura 21. Condición de la vegetación potencial del enclave seco del cañón de Chicamocha y el río Suárez.	75
Figura 22. Curvas de acumulación de especies por localidades.	84
Figura 23. Abundancia por familias Enciso.	85
Figura 24. Abundancia por familias Guane-Butaregua.	85
Figura 25. Curva de rango-abundancia Enciso.	87
Figura 26. Curva de rango-abundancia Guane-Butaregua.	88
Figura 27. Curva de rango-abundancia Enciso (negro) vs. Guane-Butaregua (gris).	90
Figura 28. Riqueza de taxa de aves por sitio y temporada.	91
Figura 29. Imágenes de algunas de las especies de aves registradas.....	92
Figura 30. Métodos para el levantamiento de la información de mamíferos.	106
Figura 31. Curva de acumulación de especies de murciélagos para las localidades estudiadas.	109
Figura 32. Riqueza de especies por subfamilia de murciélagos para cada localidad y temporada climática.	110
Figura 33. Número de individuos por subfamilia de murciélagos para cada localidad y temporada climática.....	111
Figura 34. Curvas de rango-abundancia de la comunidad de murciélagos detectada en cada localidad y temporada climática.	112
Figura 35. Imágenes de algunas de las especies de murciélagos registrados.	114
Fotografías Manuel Hoyos y Rafael Moreno.....	114
Figura 36. Curva de rarefacción total, por sitios y temporadas climáticas.....	132
Figura 37. Riqueza por familias, géneros y especies para cada temporada climática y sitio.	133

Figura 38. Número de individuos por familias para cada sitio y temporada climática.	134
Figura 39. Abundancia relativa de las especies de anfibios y reptiles para cada temporada climática y sitio.	136
Figura 40. Imágenes de algunas de las especies de anfibios y reptiles registradas.	137
Figura 41. Coberturas vegetales (Izquierda: bosque de ribera, centro: trupillal, derecha: bosque ladera rocosa).	147
Figura 42. Trampa de caída con cebo.....	148
Figura 43. Curvas de rarefaccion de para las especies de hormigas (Formicidae) y escarabajos (Scarabaeidae) para las dos zonas de muestreo.....	152
Figura 44. Número de taxa de hormigas y escarabajos por zona y temporada climática.	153
Figura 45. Imágenes de algunas de las especies de hormigas y escarabajos registradas.	155
Figura 46. Mapa de evaluación de la integridad ecológica a nivel de paisaje.	174





GENERALIDADES DEL CAÑÓN DEL CHICAMOCHA

Marco Pardo

mpardo@natura.org.co

El cañón del Chicamocha se encuentra ubicado ente los departamentos de Boyacá y Santander y está conformado por las cuencas media y baja del río Chicamocha y parte de los valles de sus ríos tributarios como el Suárez (Franco & Bravo, 2005). En esta zona se encuentra el bioma de Bosque Seco Tropical (BST) que se ha calificado de esta manera debido a que presenta un amplio rango de condiciones climáticas. Allí se pueden encontrar formaciones vegetales que varían en su composición y estructura incluyendo, en un extremo, matorrales espinosos con cardonales, y en otro extremo, bosques secos que pierden sus hojas en la época seca o bosques siempre-verdes en sitios más húmedos que generalmente se encuentran asociados a corrientes de agua estacionales o permanentes (Dirzo *et al.*, 2011; Pizano & García, 2014).

El bosque seco se encontraba ampliamente distribuido en el país cubriendo gran parte de los valles de los ríos Cauca, Magdalena, la costa Caribe y los Llanos Orientales, sin embargo hoy está a punto de desaparecer. La mayoría de bosques secos que aún existen en la zona del Chicamocha se han conservado porque el terreno presenta pendientes muy inclinadas que dificultan el acceso y el establecimiento de viviendas o sistemas agropecuarios (Pizano & García, 2014). La razón por la que estos bosques se encuentran tan amenazados es porque cuentan con condiciones climáticas favorables para el desa-

rrollo de diversas actividades económicas, en su mayoría agropecuarias, y a lo largo de la historia la intervención humana ha alterado estos ecosistemas estratégicos, hasta el punto en que hoy solo sobreviven como fragmentos aislados inmersos en matrices culturales y predios privados (Melo *et al.*, 2012).

La evidencia arqueológica muestra que alrededor del año 2000 a.C. el territorio tuvo un importante incremento poblacional que a la vez trajo un aumento del uso del suelo para cultivos (Etter *et al.*, 2008) y se sugiere que los altos niveles de uso del suelo en tiempos prehispánicos pudieron haber generado erosión en algunos sectores de las laderas de los Andes, ya que estas áreas que incluyen al actual departamento de Santander, mantenían poblaciones numerosas que dependían de la caza, pesca y formas intensivas y extensivas de agricultura permanente y migratoria (Gonzalez, 2011).

Los Guanes, ubicados en la parte central del departamento de Santander, fueron el pueblo más numeroso de la región antes de la conquista. Se dedicaban al cultivo de maíz, tubérculos, tabaco, fique y algodón; además se cree que implementaron una agricultura sofisticada con regadíos mediante largas acequias, por donde canalizaban el agua de los ríos y quebradas hasta sus sembraderas (González, 2011). Etter *et al.* (2008) mencionan que en las regiones con estacionalidad marcada como el Chicamocha, el fuego era una herramienta importante del manejo del paisaje y de los cultivos.

Para inicios del siglo XV ya se puede observar como la ocupación humana viene ligada a la transformación de los ecosistemas, pero aunque se dice que la agricultura ya estaba bien extendida para esa época (González, 2011), también se ha registrado que los Guanes contaban con mecanismos que disminuían los impactos del uso de la tierra; como técnicas de rotación de cultivos, que tenían variaciones en los tiempos de duración dependiendo de las condiciones de fertilidad del suelo (Etter *et al.*, 2008). Estas culturas, contaban con una organización que implicaba el cuidado y el respeto por el territorio y que parece haberse olvidado luego de la llegada de los españoles.

Más adelante, en el año 1500, durante el periodo de la conquista se presentarían cambios determinantes con efectos adversos para el bosque seco del Chicamocha. Con la llegada de los colonizadores vino primero una disminución sustancial de la población indígena y al mismo tiempo *“los españoles buscaron el control de los territorios indígenas con un mecanismo que tendría un impacto trascendental en los patrones de uso de la tierra y el estado de los ecosistemas: la introducción del ganado, vacuno, equino, bovino y caprino.”* (González, 2011).

Para el periodo de la colonia (1600-1800) la minería y el comercio se encontraban entre las principales actividades económicas, y se siguieron expandiendo las fronteras agrícola y ganadera con la formación de “Haciendas” que se dedicaban a la producción de ganado, caña de azúcar y cacao; y “Granjas” que junto con las tierras de resguardos se utilizaban para la producción de

cultivos anuales (Etter *et al.*, 2008). Entre los principales cultivos comerciales estaba el tabaco que tuvo un gran impacto en la transformación, no solo del paisaje sino del pensamiento de los habitantes de la zona; esto generó un olvido del tabaco como una planta sagrada y medicinal para convertirla en un producto comercial, y también influyó el comportamiento alimenticio de la población. Como menciona Márquez (2001) *“El cultivo de Tabaco implica no solo la apertura de tierras para cultivo, sino de extensiones aun mas grandes de cría de ganado para obtener cueros de empaque para el tabaco; este fenómeno tiene el curioso efecto de incrementar el consumo de carne entre los trabajadores de las tabacaleras”*.

Para el cultivo de tabaco se destacaron áreas cercanas a los ríos Suárez y Lebrija; y en general, el poblamiento y colonización del territorio Santandereano se concentró en un pequeño corredor central alrededor de los ríos Suárez y Chicamocha (González, 2011). La introducción de la ganadería fue un suceso que influyó marcadamente la economía del país y con ello la transformación de los ecosistemas. En los periodos subsecuentes de nuestra historia hasta hoy se observa cómo esta práctica ha ido pasando de unas manos a otras, pero siempre con el objetivo de seguir creciendo.

Para la época de la independencia (año 1800-1850) las tierras fueron pasando a manos de campesinos que buscaban ampliar la frontera agropecuaria, en una época que se caracterizó por conflictos políticos e independistas; la tenencia de tierras para desarrollar actividades agropecuarias se convirtió en una forma de control del territorio y de poder político. Ya después de 1850 se empezó a dar un crecimiento poblacional exponencial, y con ello la reocupación de tierras que se siguieron transformando por la introducción de pastos productivos para el ganado. Al mismo tiempo, la internacionalización de la economía generó un estímulo para el cultivo de tabaco, café, cacao, algodón, azúcar, banano y la quina que llegó a ser uno de los principales productos de exportación del país, superando incluso al Oro (Etter *et al.*, 2008; González, 2011). En este tiempo también se empezaron a dar procesos de inversión en infraestructura vial y urbanística, siendo otro factor de desplazamiento de la vegetación. Más adelante (para 1900) se introdujeron nuevas tecnologías en el sector agrícola como la mecanización, el incremento en el uso de fertilizantes y plaguicidas y la introducción de muchas especies exóticas para cultivos extensivos que terminaron por generar el agotamiento de la tierra, disminuyendo la productividad del suelo en muchos sectores. La producción a gran escala afectó directa e indirectamente los bosques secos de la región (González, 2011).

Esta larga historia de uso de la tierra y transformación del paisaje con la producción a gran escala, ha afectado directa e indirectamente los bosques secos de la región reduciendo cada vez más estos ecosistemas naturales: De la cobertura original de BST en el país, se estima que queda tan solo el 8% (Pizano & García, 2014); al mismo tiempo, esto ha venido disminuyendo la disponibilidad

de los bienes y servicios ambientales que proporciona el bosque (González, 2011). Hay millones de personas que dependen de manera directa o indirecta de los bosques secos, ya que proveen alimento, madera y son de gran importancia para la estabilización de los suelos, el ciclaje de nutrientes y la regulación climática e hídrica, pero “*el suministro de estos servicios depende del equilibrio entre el uso y abuso de estos ecosistemas*” (Pizano & García, 2014).

Además de los servicios ecosistémicos que presta, el BST también presenta una alta diversidad biológica que incluye facetas de gran importancia, como su concentración excepcional de endemismos y su incomparable diversidad beta que representa la alta disimilitud de especies entre localidades ecológicamente relacionadas. La inusual diversidad beta combinada con la gran concentración de endemismos son aspectos que tienen importantes implicaciones para la conservación (Dirzo *et al.*, 2011).

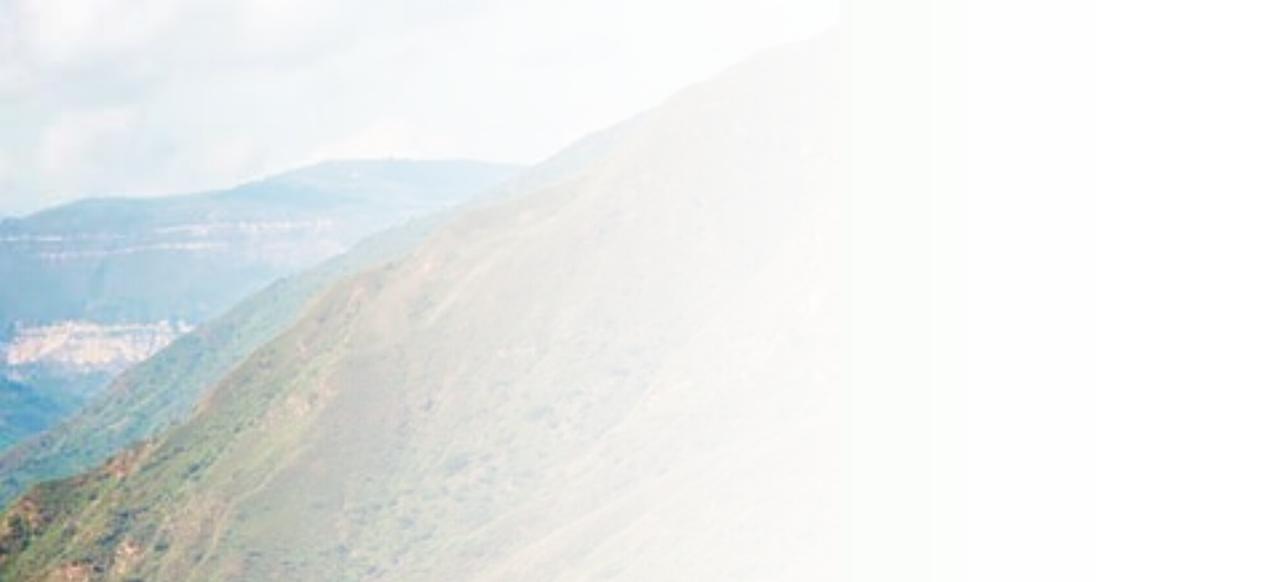
Para el caso del área de estudio en los BST del cañón del Chicamocha, se encontraron varias especies objeto de conservación por su carácter endémico o su alto grado de amenaza. Entre estas están plantas como *Cavanillesia chicamochae*, *Melocactus guanensis*, *Melocactus pescaderensis*, *Salvia aratocensis* y *Zamia encephalartoides* y algunas aves como *Amazilia castaneiventris*, *Thryotorus nicefori*, *Amazilia cyanifrons*, *Myarchus apicalis* y *Ortalis columbiana*. Recalcando la importancia de propender por el cuidado y conservación de los BST, este libro ha nacido como uno de los productos del proyecto “*Análisis de la Integridad Ecológica de coberturas vegetales de Bosque Seco y fauna asociada, en dos áreas de conservación regionales potenciales de declaración en el Cañón del Chicamocha (Santander)*” que busca proponer estrategias y herramientas de conservación del BST en la cuenca media y baja del Cañón del río Chicamocha, a partir del conocimiento de su diversidad funcional e integridad ecológica.

Esperamos que la información recopilada en este texto sea aprovechada por las comunidades de la zona de estudio, la comunidad científica, las instituciones educativas y las entidades gubernamentales y no gubernamentales para la concientización del cuidado y la implementación de estrategias de conservación del BST.

LITERATURA CITADA

- DIRZO, R., YOUNG, H.S., MOONEY, H.A & G, CEBALLOS. 2011. Seasonally Dry Tropical Forests ecology and conservation. Island press. Washington D.C. Estados Unidos. 392 pp.
- ETTER, A., MCALPINE, C & H, POSSINGHAM. 2008. Historical patterns and drivers of landscape change in Colombia since 1500: A regionalized spatial approach. *Annals of the association of American geographers* 98 (1): 2-29.
- FRANCO, A & G, BRAVO. 2005. Áreas importantes para la conservación de aves en Colombia. BirdLife International y Conservación Internacional. Quito, Ecuador: BirdLife International. Serie de conservación de BirdLife 14: 212-213.
- GONZÁLEZ, J. 2011. Patrones de poblamiento y su relación con los usos de la tierra y el cambio ambiental: Análisis general del departamento de Santander. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- MÁRQUEZ, G. 2001. De la abundancia a la escasez: la transformación de ecosistemas en Colombia. Págs: 321-452. En: Palacio, G., González, J. M., Yepes, F., Carrizosa, J., Palacio, L. C., Montoya, C & G, Márquez (Eds.). *Naturaleza en disputa: Ensayos de historia ambiental en Colombia*. Bogotá. Colombia.
- MELO, A., CIRI, F., RAMÍREZ, A., DELGADILLO, A., DÍAZ, C., SAENZ, F., BUITRAGO, C., MEDINA, C., HERRERA, C., GARCÍA, C., PARRA, M., ALEGRÍA, F & C, SOLANO. 2012. Estudio para la declaración de un área protegida de carácter público – regional en el sector de bosque seco del cañón del Chicamocha en jurisdicción de los municipios de Enciso, Capitanejo y San José de Miranda, departamento de Santander. Fundación Natura – Programa Conserva Colombia – FPAA – TNC. Bogotá, D.C. Colombia. 131 pp.
- PIZANO, C & H, GARCÍA. 2014. *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. 350 pp.





CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA EN EL ENCLAVE SECO DE LOS RÍOS CHICAMOCHA Y SUÁREZ (SANTANDER, COLOMBIA)

Omar Jaramillo Rodríguez
omar.jaramillo.rodriguez@gmail.com

INTRODUCCION

Una de las zonas secas más emblemáticas del país está conformada por el cañón del río Chicamocha, en los departamentos de Boyacá y Santander, lugar donde los limitantes climáticos de humedad se encuentran asociados a las altas pendientes, la baja retención de humedad de los suelos y al abrigo (o sombra) de los vientos húmedos que ingresan al cañón por el oriente. En condiciones promedio la precipitación es inferior a la evapotranspiración durante gran parte de año, situación que se hace más crítica en el fondo del cañón. Los limitantes de humedad favorecen que la vegetación sea exigua, permitiendo el escurrimiento superficial difuso y concentrado en los suelos, por lo que predominan los procesos de degradación y con frecuencia suelos desnudos o con vegetación rala.

La zona de estudio comprende el cañón del Chicamocha y el valle del río Suárez en el departamento de Santander; el área analizada se definió como aquella representativa de los ecosistemas de zonas áridas y semiáridas cercanas a los 1400 msnm. Este límite altitudinal fue variable por ser una franja transicio-

nal hacia bosques húmedos subandinos, esto como consecuencia de la orientación de los valles adyacentes que drenan al cañón del Chicamocha y la influencia, directa o indirecta, de las masas de humedad que entran por el oriente y suministran, en menor a mayor medida, humedad a los valles laterales.

La distribución espacial y temporal del clima es un insumo básico para la caracterización de la vegetación, la comprensión de la fenología y la distribución de la fauna. Como insumo para el estudio de estos aspectos, en este capítulo se hace una caracterización general del clima del enclave seco del Cañón del río Chicamocha y río Suarez, a partir de la caracterización de la precipitación, balances hídricos climáticos y el índice de aridez. Además, se realiza un análisis general de la variabilidad climática por medio del índice estandarizado de precipitación.

MÉTODOS

La caracterización del clima es un insumo básico para los diferentes análisis ecológicos, así como para establecer las pautas de manejo más adecuadas para el territorio. Para caracterizar el clima en la zona de estudio se analizaron los siguientes aspectos:

- Recopilación de información climática de referencia disponible en la zona de estudio, con base en los registros del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM- para el período de 1970 a 2014
- Descripción del clima predominante (precipitación mensual)
- Caracterización temporal del comportamiento del clima a nivel mensual, por medio de balances hídricos representativos de las estaciones climáticas del IDEAM y de mapas del índice de aridez.
- Análisis de la variabilidad general del clima partiendo del índice estandarizado de precipitación.

PRECIPITACIÓN. La caracterización de la precipitación media mensual, se basó en la información disponible de la red de estaciones meteorológicas del IDEAM, las cuales tenían registros del período 1970 a 2014.

ÍNDICE DE ARIDEZ. A nivel medio anual y mensual, se estimó el índice de aridez como una característica cualitativa del clima, que muestra en mayor o menor medida la insuficiencia de los volúmenes de precipitación para mantener la vegetación. El índice de aridez (I_a) se obtuvo, de acuerdo a la siguiente expresión (IDEAM, 2010): $I_a = (ETP - ETR) / ETP$, donde ETP es la evapotranspiración potencial (mm) y ETR es la evapotranspiración real (mm). La ETP se calculó por el método de Thornthwaite, mientras que la ETR se estimó por el método de Budyko (1974).

Para la primera de estas variables se analizaron los datos de temperatura y precipitación, para el período comprendido entre 1980-2010; información generada por la red ambiental del IDEAM para las cuencas de los ríos Suárez y Chicamocha. El índice de aridez se utilizó como un importante insumo de comparación espacial para caracterizar los déficits de humedad que representan la vegetación de zonas áridas y semiáridas en los ríos Chicamocha y Suárez (Santander).

BALANCE HÍDRICO CLIMÁTICO. Para analizar la disponibilidad de agua como caracterizador de los tipos de vegetación presentes la zona de estudio, se elaboraron balances hídricos climáticos. Esta información se generó a partir de los datos mensuales registrados y estimados de la precipitación (mm) y evapotranspiración (mm); con estos datos se puede inferir los déficits de humedad en el suelo, su capacidad de almacenamiento y los excedentes; tal como lo señala la metodología del IGAC (2011).

La información de los balances hídricos se utilizó para caracterizar el clima de la zona de estudio y como indicador de sus variaciones en condiciones medias. Sin embargo, los análisis derivados de los balances se realizaron de forma conjunta con el índice de aridez, el cual muestra de forma espacial la dinámica de los volúmenes de precipitación para mantener la vegetación.

ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN (SPI). Es un índice de normalización de la precipitación histórica, que permite identificar condiciones de déficit y exceso de precipitación a corto y largo plazo. Tomando en cuenta las condiciones deficitarias de humedad en la zona de estudio, se hizo énfasis en el análisis de las sequías; identificando su intensidad, duración, frecuencia y distribución geográfica.

Para el cálculo del índice se analizaron las estaciones con registros de precipitación de más de 30 años, ajustando las series a una distribución normal; de manera que el valor medio del SPI sea igual a 0 (Mata, 2000), que los valores positivos indiquen una precipitación superior a la media y los valores negativos una precipitación inferior. A continuación se muestran los rangos que se tuvieron en cuenta para caracterizar el índice (**Tabla 1**).

Tabla 1. Valores del Índice estandarizado de precipitación.

RANGO DEL ÍNDICE	CATEGORIA
2,0 y más	Extremadamente lluvioso
1,5 a 1,99	Muy húmedo
1,0 a 1,499	Moderadamente lluvioso
0,5 a 0,99	Ligeramente lluvioso
-0,499 a 0,499	Normal
-0,5 a -0,99	Ligeramente seco
-1,0 a -1,49	Moderadamente seco
-1,5 a -1,99	Severamente seco
-2 y menos	Extremadamente seco

RESULTADOS

El clima en el enclave seco del cañón del Chicamocha y el río Suárez está condicionado por: el paso de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) en el transcurso del año, las masas cargadas de humedad que vienen del Este y la localización directa e indirecta de los valles adyacentes a estas masas de aire.

Por encima de los 1400 msnm en los valles orientados en posiciones noreste y sureste, las condiciones de humedad son menos áridas al encontrarse una mayor incidencia de los frentes de humedad que vienen desde el Oriente. En el fondo del cañón hay un descenso considerable de las lluvias y un incremento de la evapotranspiración, situación que facilita los déficits de agua en los suelos y favorece los procesos erosivos, los cuales van desde la erosión laminar hasta la formación de cárcavas.

En la **Figura 1**, se muestra de forma general el efecto orográfico que condiciona la influencia de humedad en las vertientes externas y el descenso de las precipitaciones en las vertientes interiores de los valles interandinos.



Figura 1. Esquema del efecto de sombra de lluvia (Modificado de IDEAM, 2010).

La distribución de la lluvia es heterogénea y varía en la zona de estudio entre 770 y 1100 mm al año. No obstante, se observa que las laderas del cañón y valles adyacentes que presentan una orientación noreste y sureste reciben un mayor volumen de agua, debido a que las masas de humedad que provienen de estas mismas direcciones penetran con mayor facilidad y permiten la distribución de las precipitaciones; mientras que las direcciones trasversales a los vientos no dejan penetrar las lluvias, quedando estas en las laderas opuestas al cañón.

A diferencia de la precipitación la evapotranspiración potencial (ETP) tiene un patrón de distribución más homogéneo y previsible, ya que esta variable tiene una relación inversamente proporcional a la altura sobre el nivel del mar, es decir, a menor altura mayor ETP. Esto explica que las zonas más bajas del cañón sean las que posean un mayor estrés hídrico; tal es el caso de la estación de Cepitá, localizada a 500 msnm, la cual tiene una precipitación promedio de 770 mm al año, una ETP de 1370 mm y, en los suelos, un déficit hídrico de 10 meses (**Figura 2**).

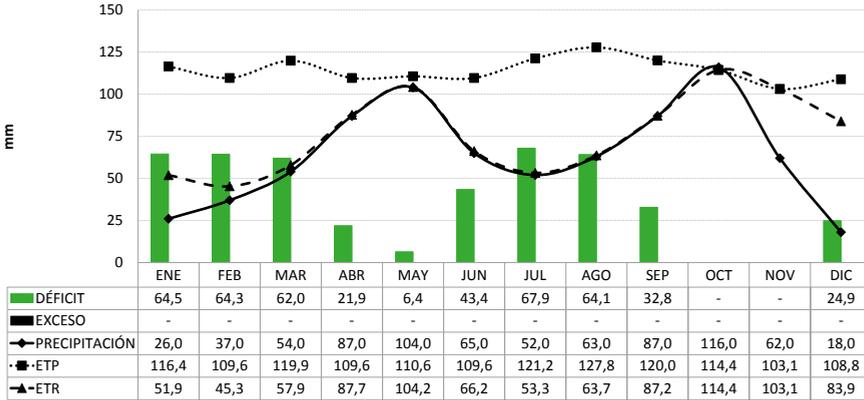


Figura 2. Balance hídrico estación Cepitá.

Por otra parte, la estación Capitanejo localizada en las riberas del río Chicamocha a 1080 msnm presenta una precipitación anual de 770 mm y una ETP de 1150 mm al año; además, en este punto de monitoreo el déficit de agua en los suelos es de nueve meses como se muestra en la **Figura 3**.

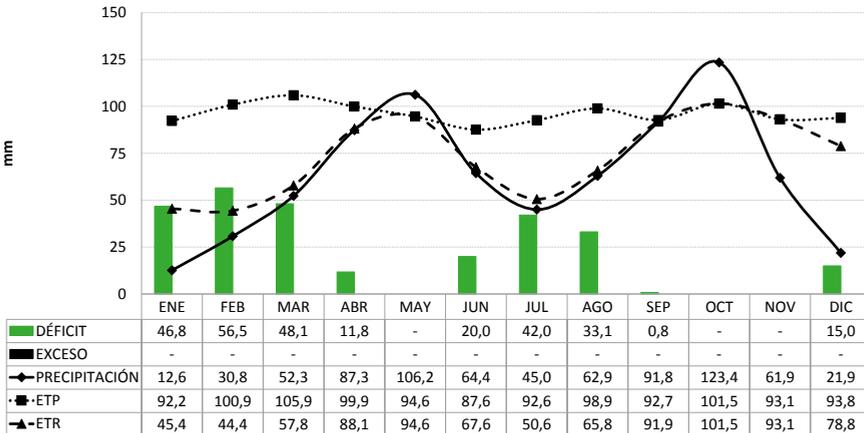


Figura 3. Balance hídrico estación Capitanejo.

La información de las estaciones localizadas por encima de los 1500 msnm, cercanas a la zona de estudio (**Figura 4 y 5**), muestra que los déficits en los suelos son menos significativos, esto debido a que la precipitación aumenta y disminuye la ETP. Hacia la cuenca del río Suarez las condiciones climáticas son más húmedas, con precipitaciones cercanas a 1160 mm al año, a una altura de 1000 msnm en la estación Barichara. Esta cuenca cuenta con un déficit en los suelos menos notorio y solo se presenta un balance negativo en 4 meses al año, tal como se muestra en la **Figura 6**.

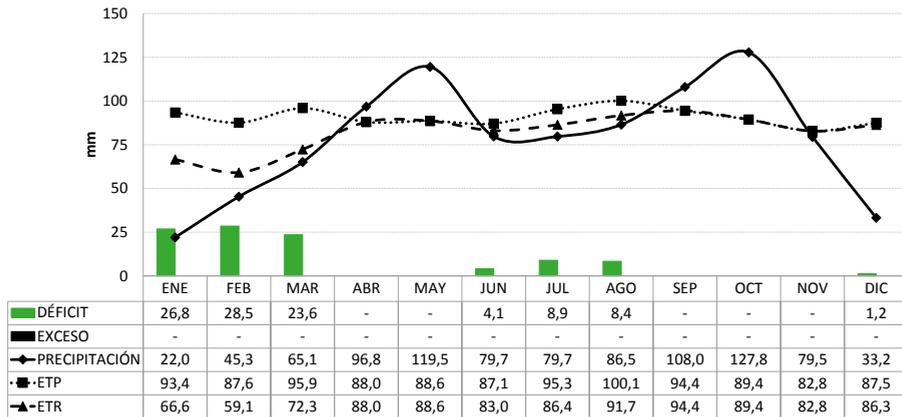


Figura 4. Balance hídrico estación La Mesa.

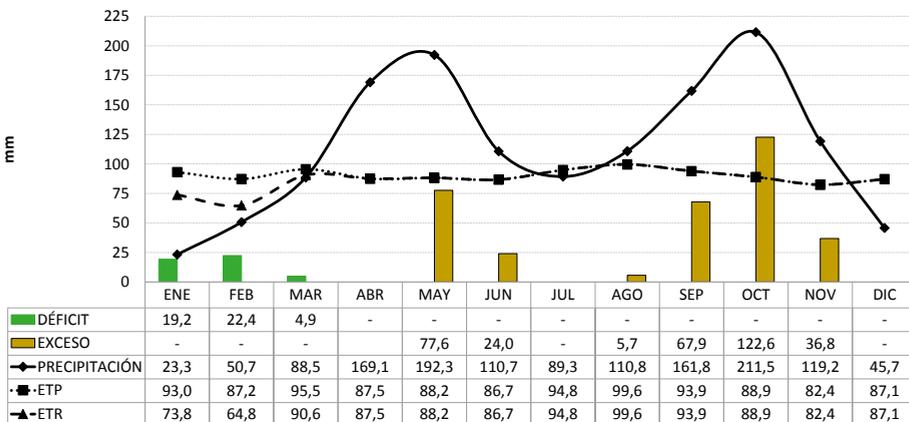


Figura 5. Balance hídrico estación Covarachía.

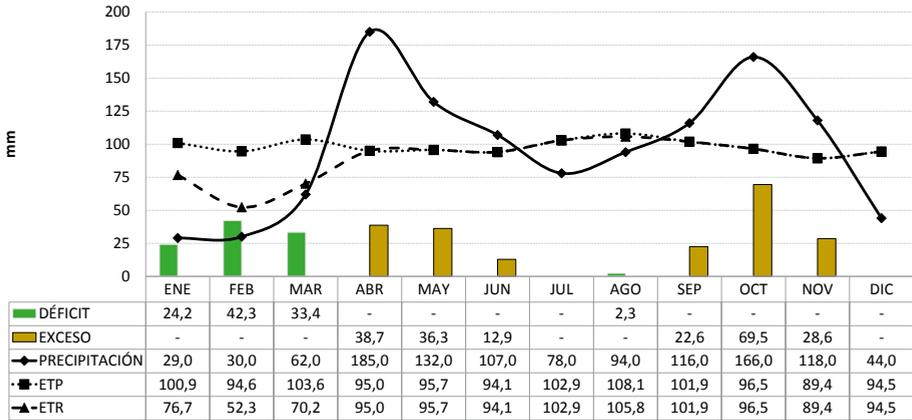


Figura 6. Balance hídrico estación Barichara.

El comportamiento de las lluvias es bimodal con dos periodos más lluviosos comprendidos entre los meses de abril a mayo y Octubre a Noviembre (**Figura 2 a Figura 6**). Son precisamente estos picos lluviosos los que favorecen la recarga hídrica en los suelos, por lo cual, cualquier disminución de las lluvias en estos periodos, desencadenará un estrés hídrico mayor que el habitual en los meses menos lluviosos.

Los balances hídricos muestran que en la zona de estudio los valores de precipitación son más altos en los meses de mayo y octubre, mientras que diciembre, enero y febrero son los más secos. Para tener una mayor resolución espacial del comportamiento mensual de los déficits de humedad, en la zona de estudio, se muestra en la **Figura 7** el índice de aridez mensual. En los mapas se observa que los meses comprendidos entre diciembre a marzo toda la zona de estudio es altamente deficitaria de agua, mientras que en los demás meses, excepto octubre solo se presenta las categorías de déficits moderados a deficitarios en el fondo del cañón del Chicamocha y río Suárez.

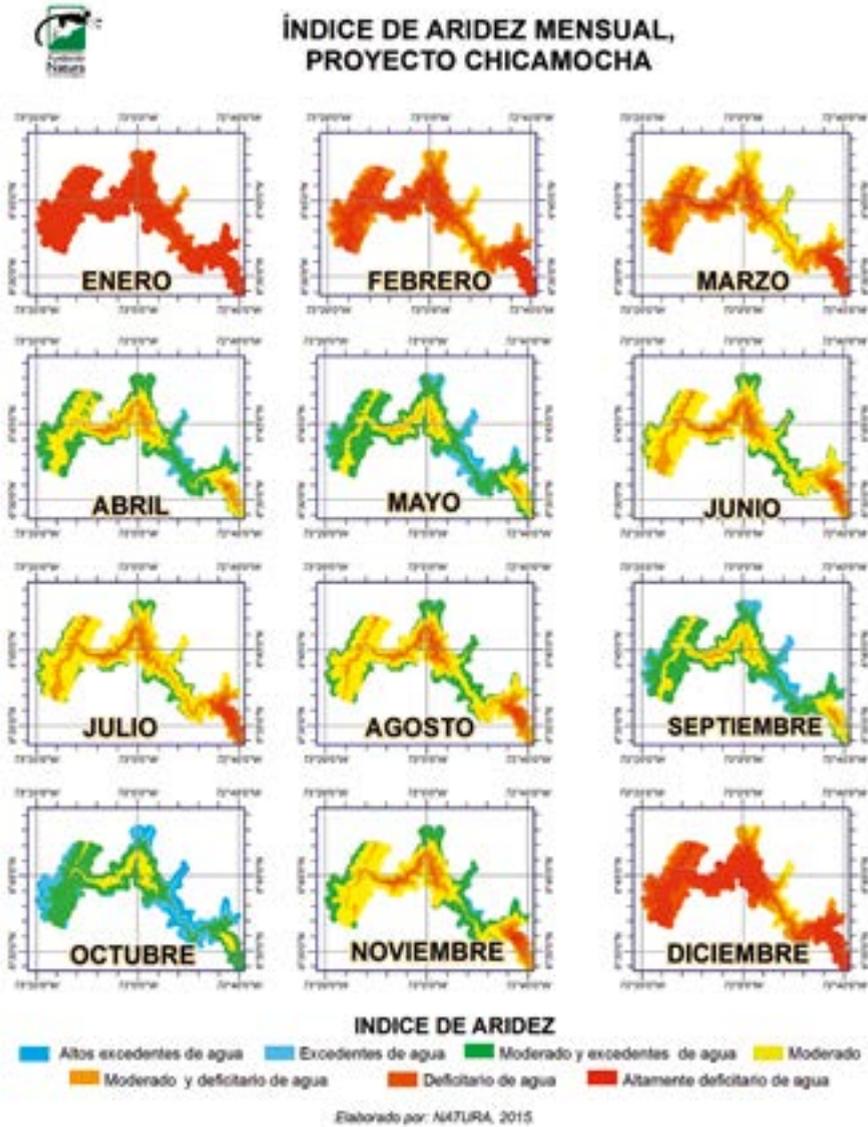


Figura 7. Mapas del índice de aridez mensual en el enclave seco del cañón de los ríos Chicamocha y Suárez.

En Colombia se ha detectado una variabilidad en las precipitaciones relacionadas con dos factores: i) la oscilación cuasi bienal (cambios en la dirección de los vientos de la estratósfera de este a oeste en un ciclo de dos años) y ii) el ciclo El Niño- La Niña- Oscilación del Sur (4-7 años) (González *et al.*, 2001).

Históricamente un alto porcentaje de las sequías en el cañón del Chicamocha y la cuenca baja del río Suárez, pueden asociarse al fenómeno cálido del pacífico (El Niño), las cuales han impactado de diversas formas la producción agrícola, pecuaria y el abastecimiento humano. Obviamente, cada evento tiene sus particularidades, por lo que los efectos e impactos de un evento específico pueden presentar alguna característica un tanto diferente con respecto a los otros.

Como una forma de observar el comportamiento de la oscilación del sur en la segunda mitad del siglo pasado, se muestra la clasificación dada por Díaz y Kiladis (1992). El Niño se presentó en: 1976-1977, 1982-83, 1986-87, 1991-1992. Años de Niña: 1954, 1964, 1970-71, 1973, 1975, 1988. Durante la presente década el fenómeno del Niño ha sido recurrente. Pero poco intenso, los periodos en los cuales se presentó corresponden a: Mayo/2002 - Mar/2003, Jun/2004 - Feb/2005, Ago/2006 - ene/2007, 2009 y 2015. De los mencionados fenómenos del Niño el más recordado por sus efectos económicos es el de 1991 – 1992.

Los índices de precipitación de las estaciones de Cepitá, Capitanejo, Covarachía y La Mesa (**Figura 8** a la **Figura 12**, respectivamente) muestran que a nivel anual (línea negra), no se presentan sequias pronunciadas. En las figuras se resalta que en los años en los que se dan fenómenos del Niño, el índice de precipitación generalmente alcanza la categoría de ligeramente seco; mientras que en los años en los que ocurre fenómeno de la Niña, las tendencias son más húmedas, pero la variación no es muy significativa. Solamente el evento presentado en 2010, en las estaciones de Covarachía y Capitanejo alcanzó la categoría de moderadamente lluvioso y, en la estación de Cepitá en 1996 se presentó un dato llamativo categorizado como extremadamente lluvioso.

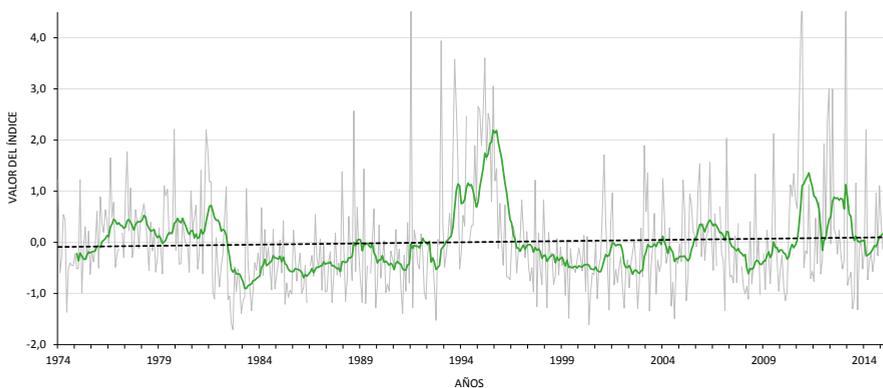


Figura 8. Índice de precipitación estación Cepita.

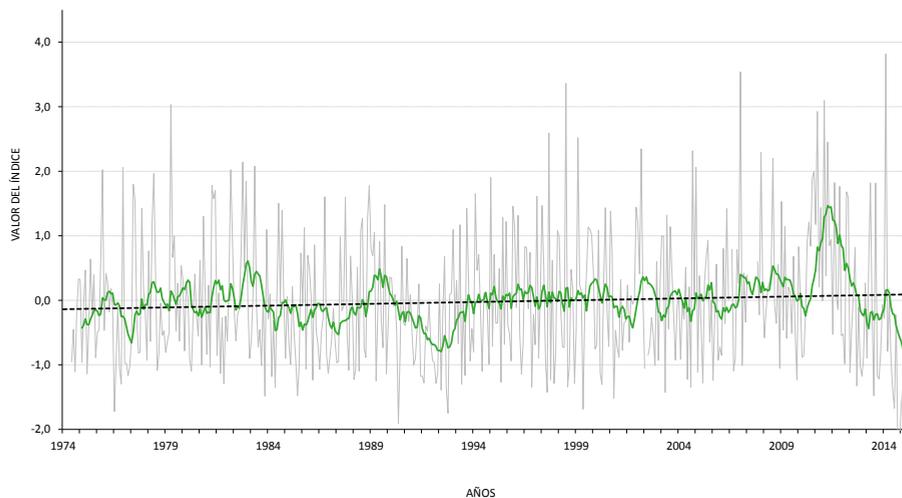


Figura 9. Índice de precipitación estación Capitanejo.

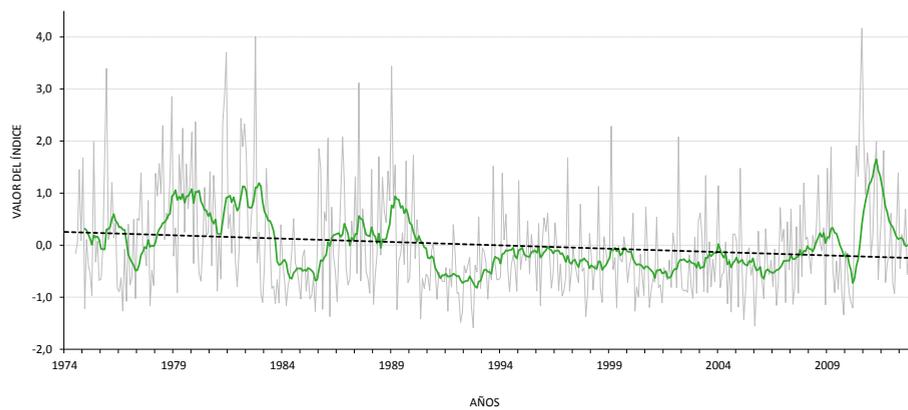


Figura 10. Índice de precipitación estación Covarachía.

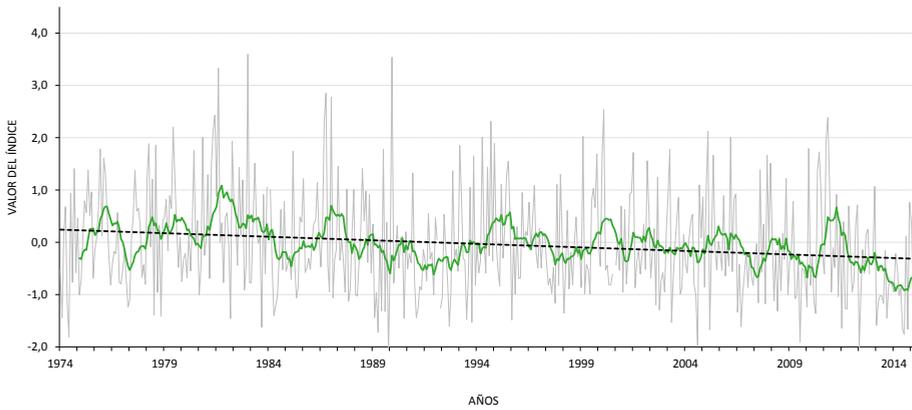


Figura 11. Índice de precipitación estación La Mesa.

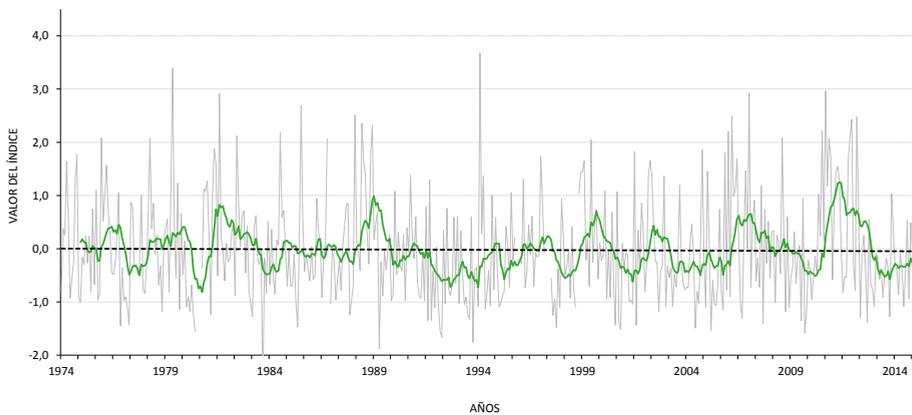


Figura 12. Índice de precipitación estación Zapatoaca.

Las incidencias del fenómeno del Niño, de acuerdo al índice de precipitación mensual, afectan las temporadas lluviosas en especial la de Octubre-Noviembre; situación que genera que en la temporada de bajas lluvias de Diciembre a Marzo se incremente el estrés hídrico asociado a las sequías.

De acuerdo con los cálculos del índice de precipitación, se evidencia que en la zona de estudio, no se presentan sequías severas a nivel anual; esto se debe a que el régimen de las lluvias es bimodal y los eventos del Niño, generalmente, afectan tan solo una de las temporadas de lluvia. Sin embargo, las frágiles condiciones ambientales que caracterizan la zona de estudio, con un estrés

hídrico extendido durante gran parte del año, hacen que el descenso de los registros de lluvia afecte seriamente los ecosistemas y sistemas productivos.

A nivel mensual el índice de precipitación representado con el color gris, muestra una gran variación de los valores extremos (**Figura 8** a **Figura 12**). Esto se debe a que, en el periodo analizado de 40 años, los fenómenos que han afectado el ciclo de las lluvias son de corta duración, por lo que no repercuten de forma general en los ciclos de lluvia semestrales o anuales. Es posible que el fenómeno del Niño que se presentó durante el año 2015-2016, haya roto esta tendencia generando un ciclo de déficit de más de un año.

DISCUSIÓN

El enclave seco del cañón del Chicamocha y la cuenca baja del Suárez se encuentra en un estado avanzado de degradación, con tendencia evidente a la desertificación derivada de sus condiciones naturales y acentuada por la intervención antrópica, es especial durante los dos últimos siglos. La fragilidad ambiental de la zona de estudio se debe a las limitantes de humedad, originadas por la posición de abrigo (o sombra) de los vientos húmedos que generan precipitaciones anuales deficitarias con valores inferiores a la evapotranspiración, tal como se evidencia en las figuras de los balances hídricos de las estaciones climáticas (**Figura 2** a **Figura 6**).

Además, los suelos presentan baja regulación hídrica como consecuencia de las altas pendientes, el dominio de formaciones superficiales muy angostas que contienen suelos con poca capacidad efectiva (inferiores a 1m), y la presencia de formaciones pedregosas (dominan las arenas, gravillas y bloques). Estas condiciones ambientales favorecen la vulnerabilidad a las sequías y a los procesos erosivos en las laderas del cañón y de los valles adyacentes; por lo tanto predomina la vegetación de porte bajo asociada al bosque seco y matorral xérico.

El clima desempeña un papel fundamental en la dinámica ambiental del enclave seco del cañón del Chicamocha y del río Suárez; esta incidencia se observa en la fenología de las plantas, los ciclos reproductivos y hábitats de los animales, así como en las actividades agrícolas desarrolladas por los pobladores de la región. Los ciclos de vida y comportamientos son regulados por la dinámica anual de las lluvias y por la variabilidad del clima interanual, aspectos que inciden en la disponibilidad de humedad.

Los mapas mensuales del índice de aridez (**Figura 7**) y los balances hídricos climáticos (**Figura 2** a **Figura 6**) evidencian que, si bien, hay gradientes de humedad en el cañón se presentan dos periodos de lluvias bien definidos: marzo a mayo y septiembre a noviembre; en los intervalos las lluvias disminuyen y generan un fuerte estrés hídrico en los suelos.

A partir del análisis de los índices de precipitación, se encontró que en condiciones de El Niño, las precipitaciones son inferiores a la media, mientras que La Niña está asociada con el efecto inverso, es decir, con un incremento de las lluvias. La precipitación se incrementa por encima del promedio en los meses menos lluviosos al inicio del fenómeno del Niño; sin embargo, en la temporada de lluvias estas disminuyen, generando un mayor estrés hídrico en la siguiente temporada seca.

Las frágiles condiciones ambientales en la zona de estudio se agudizan con las constantes sequías que se evidencian con la muy dinámica variabilidad climática interanual. Estas circunstancias hacen muy vulnerable la vida en esta región, tanto para los sistemas productivos como para los sistemas naturales.

De acuerdo con Domínguez (2005), de continuar con las actuales tendencias de calentamiento global, se intensificarán las condiciones de evapotranspiración repercutiendo en un ciclo hidrológico más intenso y cambiante; por tal razón, se espera que las sequías sean más extremas y prolongadas. Los comentarios de los pobladores del cañón del Chicamocha evidencian que las sequías se han vuelto más fuertes, situación que tendrá un efecto en el comportamiento hidrológico de las microcuencas; lo cual podría condicionar diferentes usos y actividades desarrolladas por la sociedad.

En este sentido el manejo adecuado del agua es fundamental en la planificación y ordenamiento ambiental de la zona de estudio. Para poder sobrellevar las sequías es necesario pensar en la cultura de ahorro del agua y en la conservación de los ecosistemas naturales asociados a su producción y regulación, tales como los bosques de galería y los bosques localizados en nacimientos cerca a zonas de escarpes.

LITERATURA CITADA

- BUDYCO, M. J. 1974. Climate and life. Academic Press. N.Y., 508 pp.
- DIAZ, H. F., & G. N, KILADIS. 1992. Atmospheric teleconnections associated with the extreme phases of the Southern Oscillation. El Niño: historical and paleoclimatic aspects of the southern oscillation, 7-28
- DOMÍNGUEZ, E, 2005. Un modelo estocástico para la evaluación hidrológica en alta montaña, bajo las condiciones de cambio climático (caso de estudio – páramo de Las Hermosas). En: Primera Conferencia Internacional de Cambio Climático: Impacto en los Sistemas de Alta Montaña”. Bogotá, 21- 23 Noviembre 2005. IDEAM, 17-30
- GONZÁLEZ, H., SÁNCHEZ, R., VARGAS, G. & D, PABÓN. 2001. Los fenómenos cálido del Pacífico (El Niño) y frío del Pacífico (La Niña) y su incidencia en la estabilidad de laderas en Colombia. In III Simposio Panamericano de Deslizamientos
- IDEAM. 2010. Estudio Nacional del Agua. Strategy Ltda. Bogotá, D. C., 420 pp.
- IGAC. 2011. La metodología de Zonificación Ambiental de Cuencas Hidrográficas. IGAC. Bogotá. 616 pp.
- MATA, A. 2000. Sequías: indicadores de alerta, intensidad y seguimiento. Análisis espacio temporal. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.







DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN DEL CAÑÓN DEL CHICAMOCHA, ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN NUEVA Y PREEXISTENTE SOBRE SUS COMUNIDADES VEGETALES

Francisco Fajardo-Gutiérrez
ffajardog@jbb.gov.co

Catalina Montealegre Pinzón
catamontealegre@hotmail.com

Marco E. Pardo
mpardo@natura.org.co

INTRODUCCIÓN

El Bosque Seco Tropical (BST) se encontraba originalmente distribuido en gran parte del territorio colombiano, cubriendo los valles de los ríos Cauca y Magdalena, la costa caribe y los llanos Orientales. Según algunos autores el BST se establece bajo unas características particulares de clima, precipitación y altitud; normalmente se encuentra en tierras bajas por debajo de 1000 msnm (IAVH, 1998), con temperaturas superiores a 17°C, precipitaciones anuales en-

tre 250 y 2000 mm y evapotranspiración mayor a la precipitación, dándole esa característica de bosque seco. En cuanto a la vegetación el dosel puede ser abierto o cerrado, la mayoría de los árboles pierden las hojas en la época seca debido a la marcada estacionalidad, pues se presentan períodos marcados de lluvia y luego sequías prolongadas entre 3 y 6 meses. (Pizano y García, 2014).

Como estas condiciones climáticas y geográficas son tan amplias, se ha llegado a considerar al BST como un bioma en donde se encuentra una variedad de ecosistemas que comparten semejanzas en su fisionomía y vegetación (Pizano y García, 2014). Así que, el BST no está definido por unas características determinantes con las que se puedan establecer límites estrictos; sino que su amplio rango de condiciones climáticas, de pluviosidad y estacionalidad, han hecho de este un bioma que incluye en un extremo bosques secos siempreverdes con condiciones más húmedas; y en el otro, vegetación xerofítica con matorrales espinosos y cardonales (Dirzo *et al*, 2011).

Adicionalmente, las condiciones de topografía y nutrientes del suelo también pueden hacer que el bosque cambie en su estructura y composición; presentando árboles de gran porte, como aún se encuentran en pocos lugares de Colombia, tal como ocurre en la porción central y occidental del PNN Tayrona; o una vegetación más baja y espaciada, como en algunos lugares del cañón del río Chicamocha (Pizano y García, 2014).

Entre las grandes características que definen la importancia del BST se encuentran su alta diversidad biológica, con una concentración excepcional de endemismos, y una incomparable diversidad beta, que enfatiza la alta disimilitud de especies entre localidades y con distribuciones relativamente restringidas a un sitio determinado; estos son aspectos con implicaciones significativas para conservar los parches de bosque que aún se encuentran (Dirzo *et al*, 2011).

Además, de la alta biodiversidad del BST también son de gran importancia los servicios que presta este bioma como: estabilización de suelos, ciclaje de nutrientes, regulación hídrica, regulación climática y provisión de alimento y madera (Pizano y García, 2014). Por los beneficios que los BST proveen, estos han sido un entorno propicio para el establecimiento de comunidades humanas a lo largo de toda su historia; al punto en el que hoy en día, las amenazas más persistentes son las actividades antrópicas como el pastoreo de cabras y las diferentes labores agropecuarias. La permanencia de los servicios que el BST presta, está determinada por el tipo de uso que le da la sociedad misma a su entorno.

Los diferentes tipos de vegetación seca actual de Mesoamérica y Sudamérica, probablemente se originaron y evolucionaron independientemente hace 1.8 millones de años aproximadamente, a partir de cuatro grandes comunidades florísticas. La primera está ubicada en México y a lo largo de Centroamérica, la segunda en el centro de Brasil, la tercera en la región del chaco entre

Bolivia y Paraguay y la cuarta en el centro y sur de Chile (Dirzo *et al.*, 2011; IAvH, 1998).

En los BST de los valles interandinos colombianos se encuentran componentes florísticos provenientes de la vegetación seca de la Llanura del Caribe, esto permite pensar que estas regiones probablemente estuvieron conectadas, con una vegetación seca más homogénea y con condiciones climáticas parecidas. Es probable que en el pasado estos valles interandinos hayan funcionado como un corredor que permitió el paso de especies, incluso hacia las zonas secas costeras de Ecuador y Perú (IAvH, 1998). Por ejemplo, se ha dado el nombre de Trupillal a aquellos fragmentos de vegetación dominados por *Prosopis juliflora* llamado Trupillo o Cují y *Stenocereus griseus*, cuya dispersión y establecimiento están asociados a la cría de cabras; formación vegetal que también ha sido registrada en la Guajira y en la Llanura Caribe colombiana (Valencia-Duarte *et al.*, 2012).

Para el caso de Santander y Norte de Santander se han reportado fragmentos de BST en áreas del Cañón de río Suratá, el Cañón del río Lebrija, río Cáchira, Piedecuesta, Cepitá, Cúcuta, Ocaña y, en general, la cuenca media del Cañón del río Chicamocha (Pizano y García, 2014). Altitudinalmente el BST se encuentra restringido a las zonas bajas, aproximadamente hasta los 1000 msnm (IAvH, 1998). Sin embargo, en el Cañón del Chicamocha se encuentran parches de este bioma ubicados en sitios más altos, como un posible resultado de la topografía del cañón. El efecto de sombra de lluvias producido por los picos de la Cordillera Oriental, en especial el nevado del Cocuy, se ve intensificado por el relieve del cañón, permitiendo un ascenso de las condiciones propias del BST hasta aproximadamente 1300 msnm (Serrano *et al.*, 2009).

Para el valle del río Chicamocha se han mencionado algunos tipos fisionómicos de vegetación; Cuatrecasas (1958), se refirió a los elementos florísticos más conspicuos y típicos de la hoya del río Chicamocha y mencionó algunos tipos fisionómicos de la vegetación como el bosque seco, el pajonal y el cardonal. En tanto, Espinal y Montenegro (1963) expusieron una visión panorámica general de las distintas zonas de vida de la región.

Por su parte Hernández *et al.* (1992; 1995) se refirieron a los tipos de vegetación de la zona central del cañón del río Chicamocha, mencionando el matorral micrófilo-crasicaule, el matorral nanófilo y los pastizales áridos; además de algunas relaciones florísticas con las regiones áridas del cañón del río Dagua.

Posteriormente, Serrano *et al.* (2009) mantienen que el área está integrada en su mayoría por vegetación subxerofítica (matorrales espinosos y relictos de bosques secos) y, en menor proporción, por bosques riparios; señalando también la presencia de pastizales xerofíticos cuya distribución se ha visto favorecida por la adecuación de terrenos para pastoreo.

Asimismo, Melo *et al.* (2012) reportan la presencia del bosque ripario, además de los matorrales xerofíticos bajo y alto en la región de Capitanejo y Enciso. Mientras que Díaz-Pérez (2012), describe matorrales y bosques degradados en la cuenca del río Suárez desde un punto de vista florístico y biogeográfico.

De acuerdo con (Rodríguez *et al.*, 2006), el BST de la cuenca del río Chicamocha tiene un área aproximada de 84.000 ha y corresponde a cerca del 4% del total de la Cuenca. En estos bosques se encuentran dos biomas: el *Zonobioma Alternohigrico y/o subxerofítico tropical cañón del río Chicamocha*, con 50956 ha, y el *Orobioma Azonal del cañón del Río Chicamocha*, con 33879 ha. El *zonobioma alternohigrico y/o subxerofítico tropical Cañón del río Chicamocha* se restringe a la cuenca baja de los ríos Chicamocha, Suárez y Sogamoso, en el departamento de Santander, entre 500 y 1100 msnm.

Albesiano y Rangel (2006) y Albesiano *et al.* (2003), caracterizaron el aspecto florístico-estructural de la vegetación, con un enfoque fitosociológico y diferenciaron dos alianzas, dos subalianzas y nueve asociaciones florísticas. La vegetación característica es matorral con algunos arbolitos y arbustos, que raras veces sobrepasan 4 m de altura, y árboles dispersos alcanzan hasta 11 m. El bosque se encuentra asociado a los cursos de agua donde las condiciones edáficas son más favorables. Esta información es esencial y se constituye como el principal estado del arte y el punto de partida en lo que se refiere al estudio de las comunidades vegetales de la región del Chicamocha.

El objetivo de este trabajo fue proponer un modelo con las vías sucesionales y procesos de degradación ambiental, que hacen parte de la dinámica de la vegetación actual del Cañón del Chicamocha; a partir de datos de composición florística provenientes de los estudios fitosociológicos preexistentes (Albesiano y Rangel, 2006; Albesiano *et al.*, 2003) y de información primaria propia de las áreas boscosas bien conservadas, que complementan muy bien lo encontrado por dichos autores. De esta manera, el presente estudio aporta un marco conceptual y una descripción profunda de las coberturas vegetales presentes en el cañón del Chicamocha, las cuales se proponen como prioridades de conservación para la región y el País.

MÉTODOS

Trabajo de campo. Las zonas de muestreo se seleccionaron con base en imágenes de satélite, salidas de reconocimiento y en estudios realizados para la zona (Albesiano *et al.*, 2003; Albesiano & Rangel-Ch, 2006; Melo *et al.*, 2012); se ubicaron en los municipios de San José Miranda y Enciso (cuenca del río Chicamocha) y en los sectores de Guane y Butaregua (cuenca del río Suárez). Para determinar la composición florística y estructura de la vegetación, se hi-

cieron salidas de campo entre julio de 2014 y junio de 2015, con un total de 18 parcelas; de las cuales se realizaron 13 parcelas de 50 m² en las zonas homogéneas de arbustales y cinco parcelas de 100 m² en las áreas homogéneas de bosque donde la vegetación superaba los 15 m de altura. Los métodos de toma de información en los levantamientos estuvieron de acuerdo a las recomendaciones de Rangel-Ch & Velázquez (1997).

Para describir los diferentes estratos en la vegetación se siguió la propuesta de Albesiano & Rangel-Ch (2006) para la región del Chicamocha, la cual fue modificada según Rangel-Ch y Lozano (1986) para obtener estratos de la siguiente manera: rasante (0-0,25 m), herbáceo (>0,25-1,5 m), arbustivo (>1,5-5 m), subarbóreo (arbolito) (>5-12 m) y arbóreo inferior (>12-25 m). En todos los estratos se tomaron medidas de la cobertura de todos los individuos (o *ramets* en el caso de las especies clonales). La cobertura se definió como “la proyección vertical de la copa o de cualquier parte de la biomasa del individuo medido, sobre el transecto establecido”. Además, para los individuos del estrato arbóreo inferior se registró la altura de la planta y el DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) para complementar la descripción de la vegetación en cada sitio.

Cada uno de los morfotipos encontrados fue colectado, para verificar su identidad taxonómica, con los códigos consecutivos de colecta de FFG 1727-1894 (Francisco Fajardo-Gutiérrez) o DMCA 2785-2854 (Diego M. Cabrerá-Amaya). En la libreta de campo se registraron los siguientes datos: fecha, colectores, localidad, coordenadas geográficas, altitud, familia, género o especie, número de campo, número de duplicados, nombre de los archivos de las fotografías asociadas y descripción de la especie incluyendo el hábito, la altura y las características que se pierden después del secado.

La identificación de las especies se realizó en el Herbario Nacional Colombiano, con apoyo en material bibliográfico especializado y en recursos virtuales, tales como: Albesiano & Fernández-Alonso 2006, Díaz-Pérez 2012, Gentry 1996, colecciones en línea de los Herbario Nacional Colombiano (<http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>), TROPICOS (www.tropicos.org), Jstor Global Plants (<http://plants.jstor.org/>) y Neotropical Herbarium Specimens (www.fieldmuseum.org), ente otros.

Información Secundaria. Los datos obtenidos en campo se complementaron con la información consultada en el trabajo de Albesiano *et al.* (2003) que aporta información de 57 levantamientos de vegetación que corresponden a arbustales, matorrales y pastizales concentrados en el sector de Pescadero y Cepitá, en la cuenca del río Chicamocha. La información consultada fue analizada de nuevo en conjunto con los 18 levantamientos de campo para establecer las relaciones de los tipos de vegetación descritos por Albesiano *et al.* (2003), con los aportes del presente estudio.

Con este propósito se actualizó la nomenclatura de las especies mencionadas en dicho estudio y se utilizó la cobertura relativa de los diferentes taxones en cada sitio de muestreo, para poder ser usada como variable de unificación y de comparación de datos. La cobertura relativa se calculó como la suma de todos los valores de cobertura de los individuos de una especie, sobre la suma de todas las coberturas de cada transecto, y se expresó como un porcentaje.

Análisis de datos. Con la presencia de especies en cada sitio se construyó una curva de acumulación de especies, para estimar la representatividad de la muestra de los 75 levantamientos -57 de Albesiano *et al.* (2003) y 18 del presente estudio-; esta curva de acumulación tuvo en cuenta la diversidad observada versus la estimada, y fue realizada utilizando el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2013), con 100 aleatorizaciones del orden de los levantamientos. Para esto se calculó el estimador Chao 2 (Chao, 1984; Colwell & Coddington, 1994), que se basa en la rareza de algunas especies en el muestreo, la cual está dada por su baja frecuencia en las muestras, como los *uniques* (especies con frecuencia 1) y *duplicates* (especies que aparecen exactamente en dos muestras) que se utilizan en el cálculo del estimador Chao 2.

Se realizó un nuevo análisis de clasificación de los tipos de vegetación utilizando los datos de cobertura relativa para cada especie presente en los 75 levantamientos, incluyendo las coberturas relativas de Albesiano *et al.*, (2003). Para esto se utilizó el programa JUICE 7.0.102 (Tichý, 2002), mediante la función TWINSpan (Siglas para *Two-Way Indicator Species Analysis*) (Hill, 1979), tomando en este caso hasta un quinto nivel de división dicotómica. Este método brinda una aproximación a la descripción de las comunidades vegetales muestreadas en el área de estudio, que posteriormente son utilizadas como categorías válidas desde el punto de vista ecológico en el análisis de la dinámica vegetal.

A partir de las comunidades descritas se utilizó el Análisis de Correspondencia Rectificado (DCA, por sus siglas en inglés) que permite un estudio de las relaciones dinámicas entre los tipos de vegetación encontrados (Hill & Gauch, 1980), al mostrar gráfica y numéricamente tendencias y patrones de similitud entre los levantamientos, utilizando siempre la cobertura relativa de cada una de las especies encontradas como variable de análisis. Esta ordenación se realizó utilizando el programa de cómputo PAST versión 3.01 (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS

Los resultados considerados a partir de los datos primarios de 18 levantamientos de vegetación, sumado a la información consultada en Albesiano *et al.* (2003), reportan 204 especies de plantas vasculares, distribuidas en 154

géneros y 58 familias (cinco familias de helechos y afines, tres de angiospermas basales, nueve de monocotiledóneas y 41 de dicotiledóneas (**Anexo 1**), que corresponden al 80,3% del total de especies estimadas según el índice Chao 2 (Colwell, 2013). A continuación se presenta la curva de acumulación de especies donde se observa una estabilización de la riqueza a partir de los 60 levantamientos de vegetación aproximadamente (**Figura 13**).

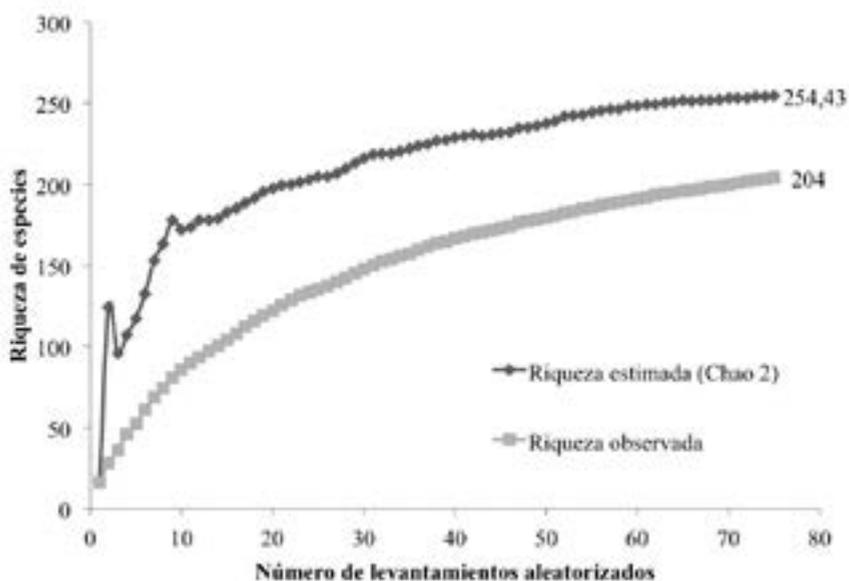


Figura 13. Riqueza observada versus riqueza estimada (Chao 2), en los 75 levantamientos de vegetación analizados.

Las especies más frecuentes en la información analizada fueron: *Cordia curassavica*, *Lippia organoides*, *Stenocereus griseus*, *Prosopis juliflora*, *Senna pallida*, *Opuntia pubescens*, *Cestrum alternifolium*, *Jatropha gossypifolia*, *Tillandsia recurvata* y *Boerhavia scandens*. Las cinco especies con mayores valores de coberturas fueron en orden de importancia: *Prosopis juliflora*, *Anacardium excelsum*, *Pithecellobium oblongum*, *Zanthoxylum fagara* y *Machaerium capote*. Las familias más frecuentes del muestreo fueron Leguminosae (136 registros), Cactaceae (129), Boraginaceae (72), Verbenaceae (67), Bromeliaceae (62), Solanaceae (58), Euphorbiaceae (52) y Asteraceae (51).

Tipos de Vegetación. Se describen los siete tipos de vegetación obtenidos a partir del análisis de clasificación TWISPAN (**Figura 14**), con el fin de utilizarlos como categorías ecológicas válidas en la formulación del modelo de la dinámica vegetal del Chicamocha. Por su fisonomía los muestreos realizados

pueden ser categorizados en pastizales, matorrales dominados por arbustos pequeños de menos de 2 m de altura, arbustales con elementos leñosos de menos de 5 m de altura, bosques bajos de hasta 12 m y bosques altos con dosel de hasta 30 m de altura.

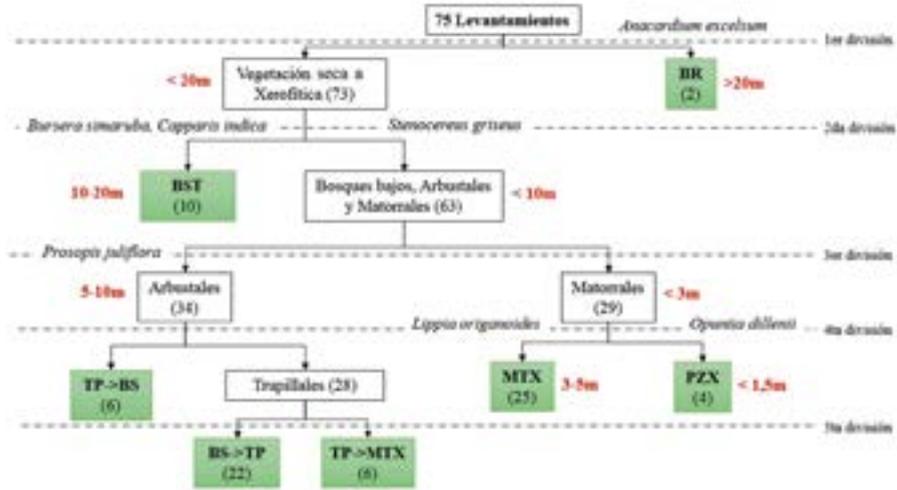


Figura 14. Proceso de clasificación TWINSpan de siete tipos de vegetación (recuadros verdes), en los cinco niveles de división de los levantamientos.

Las siglas se corresponden de la siguiente forma: BR (bosque subhúmedo de ribera), BST (bosque seco tropical), TP=>BS (trupillal en regeneración a bosque Seco), MTX (matorral xerofítico), PTX (pastizal xerofítico), BS=>TP (bosque seco degradado a trupillal) y TP=>MTX (trupillal degradado a matorral xerofítico). Entre paréntesis el número de levantamientos en cada división. En rojo se indican las alturas de la vegetación, además se mencionan algunas especies comunes de cada ramificación.

La mayor cantidad de levantamientos de vegetación corresponden a matorrales xerofíticos (MTX) y bosques secos altamente intervenidos (BS=>TP). En el bosque seco tropical con baja intervención (BST) se registró el mayor número de especies (123); mientras que los tipos de vegetación más pobres en especies son los pastizales xerofíticos (PZX) y el trupillal abierto muy intervenido (TP=>MTX) con 23 y con 29 especies, respectivamente (**Anexo 1**). Sin embargo, se debe resaltar que estos valores de riqueza dependen del esfuerzo de muestreo en cada tipo de vegetación; esfuerzo asociado al número de parcelas realizadas en cada tipo de vegetación, el cual se expresa en los paréntesis de la **Figura 13**.

- Pastizal xerofítico de *Aristida adscensionis* y *Andropogon fastigatus*- **PZX**

Vegetación de un solo estrato herbáceo (>0,25-1,5 m) dominado por gramíneas como *Aristida adscensionis* y *Andropogon fastigatus*, con pocos elementos leñosos: subarbustos como *Lantana canescens* o *Cnidoscolus tubulosus*. Por la presencia de especies muy resistentes y con potencial de convertirse en plantas invasoras, incluyendo las poáceas mencionadas y algunas cactáceas como *Opuntia pubescens* y *O. dillenii*, es considerada una tipo de vegetación con un grado de naturalidad muy bajo producto de una marcada influencia de factores tensionantes y disturbio antrópico.

- Matorral xerofítico de *Lippia organoides* y *Cordia curassavica*- **MTX**

Vegetación asociada al pastoreo de cabras, con uno a dos estratos, herbáceo de subarbustos leñosos nanófilos (>0,25-1,5 m) y arbustivo bajo discontinuo principalmente de cactáceas y leguminosas (>1,5-2 m). Las especies dominantes son *Lippia organoides* y *Cordia curassavica*, acompañadas de *Senna pallida*, *Jatropha gossypifolia* y *Stenocereus griseus*. La ausencia de estratos subarbóreo y arbóreo inferior es producto de la historia de uso que ha llevado a una pérdida del suelo y a una regeneración lenta determinada por la presencia de cabras, incendios, y duras condiciones climáticas.

- Bosque abierto de *Prosopis juliflora* (Trupillal) muy intervenido- **TP=>MTX**

Los Trupillales son bosques bajos con un promedio de 5 m de altura aunque se encuentran algunos árboles emergentes como *Astronium graveolens* que pueden alcanzar los 12 m. El TP->MTX es un arbustal abierto con dos a tres estratos de vegetación: herbáceo, arbustivo y subarbóreo discontinuo (5-7 m), dominado por *Prosopis juliflora* (trupillo), *Solanum gardneri* y *Rauwolfia tetraphylla*. En el estrato subarbóreo sobresale *Cascabela thevetia*. Debido al uso intensivo para el pastoreo de cabras y extracción de leña, junto con los factores limitantes climáticos y edáficos, este arbustal abierto tiende a perder su estructura convirtiéndose con el tiempo en un matorral xerofítico de *Lippia organoides* y *Cordia curassavica* (MTX) similar al descrito anteriormente.

- Bosque seco intervenido degradado a Trupillal- **BS=>TP**

Bosque con dos a tres estratos de vegetación: herbáceo, arbustivo discontinuo y subarbóreo (>5-12 m) dominado este último por *Prosopis juliflora*. Algunas especies características son *Cestrum alternifolium*, *Stenocereus griseus*, *Lippia organoides*, *Gyrocarpus americanus* y *Capraria biflora*. Algunos árboles remanentes del BST original como *Cedrela odorata* y *Casearia tremula* indican

que ha sufrido una degradación de la cobertura vegetal, producto de las actividades humanas en el ecosistema, asemejándose a los trupillales con especies seleccionadas por el pastoreo de cabras.

- Trupillales en regeneración a bosque seco –**TP=>BS**

Es un bosque bajo donde se pueden diferenciar claramente dos estratos en los Trupillales: el estrato herbáceo donde encontramos subarbustos como *Croton monanthagyne*, *Cordia curassavica*, *Wedelia fruticosa*, *Boerhavia scandens* y *Solanum gardneri*; y el estrato subarbóreo (5-7 m) dominado por *Prosopis Juliflora* y *Stenocereus griseus* y acompañado también por *Pithecellobium oblongum*, *Zanthoxylum fagara* y *Tillandsia recurvata*. En algunos sectores de San José de Miranda se observó dominancia de un arbusto similar en arquitectura al Trupillo (*Prosopis juliflora*) que fue *Parkinsonia praecox* (espino negro), en estos sitios las actividades humanas se han visto disminuidas en los últimos años y con ellas la presión sobre los ecosistemas, dando paso a una lenta regeneración de especies del BST.

- Bosque seco tropical con *Amyris pinnata*, *Cedrela odorata* y *Pradosia colombiana*- **BST**

Esta vegetación se encuentra principalmente en los sectores de Guane y Enciso. En general, es una vegetación boscosa que va de los 8 a los 14 m. En estos Bosques se pueden ver claramente tres estratos: el herbáceo donde se encuentran especies como *Anthurium fendleri* y *Wedelia fruticosa*; el arbustivo con especies como *Hiraea reclinata*, *Justicia bracteosa*, *Malphigia gabra*; y el arbóreo con especies como *Bursera simaruba*, *Albizia niopoides*, *Pseudobombax septenatum*, *Machaerium capote*, *Cedrela odorata*, *Brosimum alicastrum*, *Capparis indica*, *Amyris pinnata* y *Pradosia colombiana*. En estos bosques también es común encontrar bromelias como *Tillandsia balbisiana* y *Tillandsia recurvata* en cualquiera de los tres estratos.

- Bosques de ribera con *Anacardium excelsum*- **BR**

La Vegetación ribereña se encontró principalmente en el municipio de Barichara en la microcuenca de la quebrada Butaregua que desemboca en el río Suárez. En esta formación vegetal se encuentra la mayor diversidad vegetal y el bosque con mayor porte. Aquí se pueden diferenciar cuatro estratos: herbáceo compuesto por plántulas y juveniles de árboles y enredaderas de los género *Inga* y *Paullinia* entre otros, donde las condiciones microclimáticas son húmedas a subhúmedas; arbustivo compuesto por *Garcia nutans*, *Carludovica palmata* y *Piper holtonii*; arbóreo inferior con una altura aproximada

de 10 m y arbóreo superior con alturas que van de los 20 a 30 m compuesto por *Anacardium excelsum*, *Ficus insipida*, *Cedrela odorata*, *Maclura tinctoria*, *Brosimum alicastrum* y *Albizia niopoides* entre otros. Según las interpretaciones de las imágenes de satélite es posible que este tipo de bosque también se encuentre en la quebrada Manchega del municipio de Jordán y en otros sectores del cañón de manera muy fragmentada.

Ordenación de los tipos de vegetación. Al aproximarnos al estudio de la vegetación como un continuo, especialmente tratándose de un área con una historia de uso, de disturbio y de regeneración tan larga y compleja, es interesante ver las similitudes entre los diferentes tipos de vegetación (**Figura 15**). A grandes rasgos, se observa una mayor dispersión de los puntos de muestreo en las zonas más degradadas (en el extremo izquierdo del gráfico) y una concentración hacia los tipos de vegetación mejor conservados como los bosques secos (BST) y bosques de ribera (BR), representados por los cuadrados rojos de la **Figura 15**.

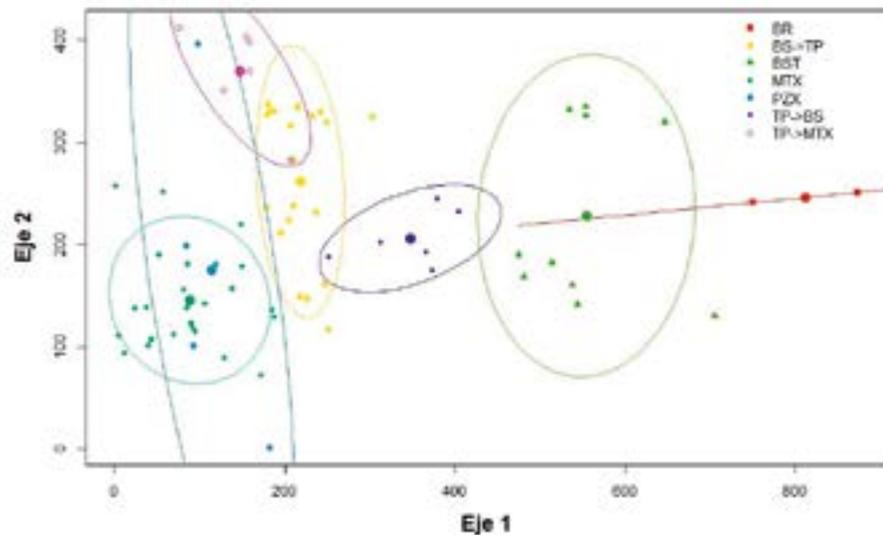


Figura 15. Análisis de correspondencia DCA mostrando la cercanía entre los tipos de vegetación, que puede ser interpretado como un gradiente sucesional entre los pastizales y matorrales xerofíticos (izquierda) y los bosques con mayor desarrollo estructural (derecha).

Las elipses representan el espacio de una probabilidad del 75% de pertenencia a cada tipo de vegetación: pastizal xerofítico (PZX), matorral xerofítico (MTX), trupillal abierto muy intervenido (TP=>MTX), bosque seco intervenido degradado a trupillal (BS=>TP), trupillales en regeneración a bosque seco (TP=>BS), bosque seco tropical (BST), bosques subhúmedos de ribera (BR).

Como era de esperarse las mayores diferencias en los valores de los ejes sintéticos del DCA se dan entre los bosques de ribera (BR) que se ubican al extremo derecho del primer eje de la ordenación, y los pastizales y matorrales xerófitos de un solo estrato (PZX y MTX) al extremo izquierdo de ese primer eje. El segundo eje de ordenación separa dos tipos de bosques secos que corresponden a aquellos muestreados en la cuenca del río Suárez (abajo) versus los del cuenca del río Chicamocha (arriba), y también en el caso de los matorrales y trupillales, este segundo eje muestra un gradiente condiciones más secas en la parte superior del gráfico, a condiciones de menor déficit hídrico en los menores valores del eje sintético.

Los trupillales muestran dos tendencias principales, algunos aproximándose a los bosques secos mejor conservados, que son considerados como trupillales en regeneración a bosque seco (TP=>BS), y otros que son arbustales abiertos que están sufriendo un proceso de degradación a matorrales xerófitos (TP=>MTX). Además, existe un núcleo de levantamientos (X de color azul rey en la **Figura 15**) que tienen características de bosque seco intervenido degradado a trupillal (BS=>TP).

Dinámica de la vegetación. A partir de los tipos de vegetación descritos y con base en la composición de especies y sus coberturas relativas (**Figura 15**), se presenta un modelo hipotético de las vías de sucesión y degradación de la vegetación presente en el cañón del Chicamocha, el cual incluye el sector del río Suárez (**Figura 17**); Se proponen solamente bosques como estados avanzados de la sucesión (Bosque de ribera, Bosque seco enano, y Bosque Seco Tropical) aunque en las partes de mayores pendientes puede que la vegetación nunca alcance a establecerse y se mantenga el suelo desnudo como es característico de un cañón (**Figura 16**).



Figura 16. Vista general en el paisaje de algunos de los tipos de vegetación descritos.

A. El suelo desnudo, los pastizales xerofíticos PZX y los matorrales MTX forman un mosaico en las zonas más escarpadas y erosionadas donde solo llegan las cabras. **B.** En zonas de pendien-

tes medias y bajas con un alto grado de disturbio se encuentran MTX y trupillales degradados TP=>MTX. **C.** Los MTX y los TP=>MTX son el hábitat de muchas especies suculentas, cactáceas y arbustos espinosos. **D.** Bosques secos intervenidos degradados a trupillal BS=>TP. **E.** Trupillales con baja presión de pastoreo de cabras TP=>BS. **F.** BST en zonas de alta pendiente, sector la Manchega. **G.** BST con baja intervención, sector de Enciso. **H.** Bosques subhúmedos asociados a los bordes de quebradas BR, sector Butaregua. Fotografías: Francisco Fajardo, Catalina Montealegre, Marco Pardo.

En muchos casos la pérdida total del suelo, exponiendo la roca parental sedimentaria, es la principal barrera para la regeneración natural. La fragmentación a nivel de paisaje también juega un papel importante en la disponibilidad de materia orgánica para volver a formar suelo; así como, la disponibilidad de propágulos provenientes de parches menos alterados y la pérdida de las condiciones microclimáticas en los posibles micrositios de implantación. Sin embargo, el papel del ser humano con la extracción de leña y madera, la ganadería caprina extensiva y los cultivos como el tabaco, ha sido y sigue siendo tan determinante (Gonzalez, 2011; Etter *et al.*, 2008) en la generación del mosaico de ensamblajes de especies en la región, lo cual se busca resumir el modelo (**Figura 17**). En dicho modelo se representan las dos fuerzas principales que moldean los paisajes, y que generan heterogeneidad a diferentes escalas en la vegetación: los disturbios y la sucesión (Valencia-Duarte *et al.*, 2012).

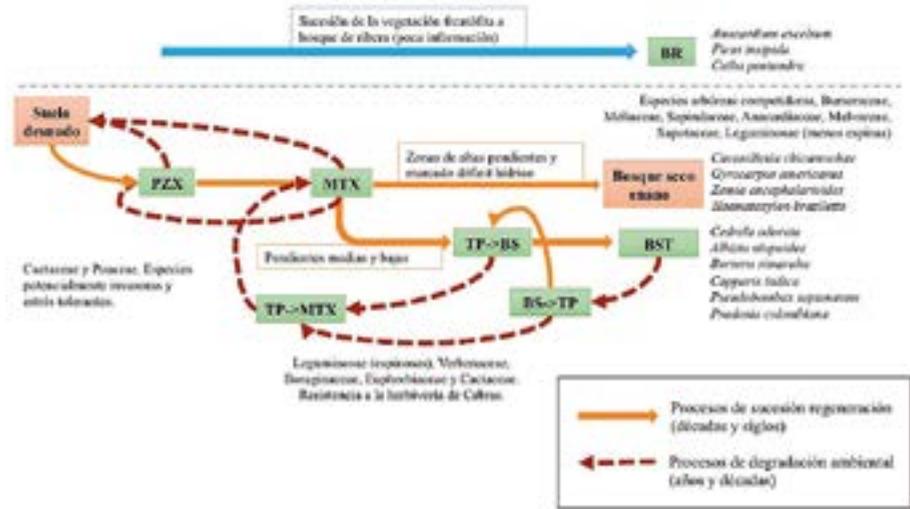


Figura 17. Modelo propuesto de las vías sucesionales y procesos de degradación ambiental que están presentes en el cañón del Chicamocha.

Se indica la posición relativa de cada tipo de vegetación descrito en este estudio, dentro de la dinámica vegetal. A la derecha se mencionan especies características de cada uno de los estados sucesionales avanzados.

DISCUSIÓN

El BST ocupó gran parte de América, desde México hasta Argentina, y alcanzó su mayor extensión en los períodos de contracción de los bosques en el Pleistoceno, durante este periodo en Colombia hubo corredores secos de Norte a Sur (Hernandez *et al*, 1992). La ubicación de los parches de bosque seco interandino en el país está fuertemente asociada a las depresiones formadas desde el Mioceno medio al Plioceno o fase eu-andina de la orogenia. En las depresiones interandinas los parches de bosque seco están restringidos longitudinalmente entre fallas tectónicas y plegamientos de terreno, en donde hay escarpes pronunciados que propiciaron condiciones de “sombra de lluvia” y por lo tanto el establecimiento del bosque seco (Pizano y García, 2014).

De esta manera, el BST que existe en la actualidad está representado por núcleos florísticos que son el resultado de la fragmentación y la vicarianza de la gran formación de Bosque que existió durante el Pleistoceno. La geología y topografía determinan características del suelo como la textura y nutrientes que definen los tipos de vegetación que se puede establecer en un sitio dado; estas condiciones permiten encontrar similitudes y diferencias entre los diferentes parches de BST. Al remontarnos a la historia geológica se pueden identificar parches de BST-actualmente aislados- que se asemejan en su composición, debido a que en una época estos fragmentos estuvieron unidos y comparten suelos y condiciones climáticas similares (Pizano y García, 2014).

El BST se ha caracterizado por presentar una alta biodiversidad alfa y beta con una distribución geográfica restringida, de manera que su composición florística varía significativamente a través de gradientes ambientales a una escala relativamente pequeña presentando altos niveles de endemismo (Dirzo *et al.*, 2001; Pizano & García, 2014). Con este estudio se pudo corroborar la gran variación en la vegetación del bioma de BST; ya que al analizar los distintos tipos de vegetación se observa cómo las diferencias en: la topografía, el tipo de suelo, la geología, la cercanía a las fuentes hídricas, la disponibilidad de agua, y las intervenciones antropogénicas como la agricultura y el pastoreo; tiene un efecto importante en los ensamblajes de especies encontrados, haciéndolos muy diversos y heterogéneos entre sí.

Con base en lo anterior, el análisis de los resultados del presente estudio se enfoca en tres aspectos de su ecología: i) las similitudes con otras áreas de BST en Colombia, ii) las semejanzas y equivalencias con otras propuestas de clasificación de la vegetación del área, y iii) el análisis del modelo propuesto de la dinámica sucesional y de disturbio relacionando los tipos de vegetación descritos.

Semejanzas con otros bosques secos tropicales. Hernández *et al.* (1992), habían observado que los matorrales xerofíticos del Cañón del río Chicamo-

cha son equiparables a los ubicados en la península de la Guajira en la costa norte del Caribe colombiano, las planicies secas del Caribe y la cuenca media del río Patía, debido a que muestran similitudes fisonómicas y florísticas. Con estos ambientes se comparten especies de flora como *Haematoxylon brasiletto*, *Cordia curassavica*, *Cnidoscolus tubulosus*, *Stenocereus griseus*, *Prosopis juliflora*, *Jatropha gossypifolia*, entre otras (Albesiano *et al.*, 2003; Albesiano & Rangel-Ch, 2006; Díaz-Pérez, 2012), aspecto que sugiere que en el pasado probablemente estas regiones estuvieron conectadas y presentaban condiciones climáticas similares (Sarmiento, 1975; Hernández *et al.*, 1992; Serrano *et al.*, 2009).

En el estudio realizado por Pizano y García (2014) se encontró que el BST del Caribe y los valles interandinos compartieron el 55% de especies vegetales, soportando la hipótesis de que las plantas del bosque seco se habían diversificado y cubrían ya estas dos regiones desde el Mioceno. Además, estas dos zonas presentan condiciones ambientales y suelos similares (Castro, 2003).

Díaz-Pérez (2012), compara la flora de la cuenca del río Suárez y reporta que “la región biogeográfica que comparte el mayor número de especies con la cuenca baja del río Suárez, corresponde a los valles interandinos, con 260 especies que corresponden al 95.2%; principalmente el valle del Magdalena (250 especies/91.6%)”. Al comparar la cuenca baja del río Suárez con la llanura del Caribe, el mismo autor encontró que se comparte el 84.6% de las especies (Díaz-Pérez, 2012). Esta tendencia se sigue cumpliendo para este estudio; no obstante, en la zona oriental que corresponde a la cuenca del río Chicamocha el número de endemismos aumenta y las condiciones ambientales se hacen más secas, con un mayor porcentaje de suelo desnudo, de pastizales y matorrales xerofíticos (PZX y MTX).

Un mayor aislamiento geográfico por la distancia y las pendientes mucho más marcadas del Chicamocha con respecto al Suárez, combinadas con la historia de uso asociada a las planicies de San Gil y de la mesa de los Santos, hacen que la vegetación del río Suárez, al occidente del área de estudio, sea mucho más afín a la del valle del Magdalena y la llanura del Caribe. La especie *Pradosia colombiana* (Sapotaceae), registrada por primera vez para la zona en este trabajo, confirma esta conexión con las llanuras secas del caribe colombiano: los reportes más al sur de su distribución se encontraban en los departamentos del Cesar y Bolívar (Bernal *et al.*, 2015). Berdugo-Lattke y Rangel-Ch (2015) describen la composición de bosques secos donde se encuentran poblaciones de *Pradosia colombiana* en el departamento de Cesar, en donde las especies dominantes son *Sapindus saponaria* y *Brosimum alicastrum*.

Por otro lado, en la cuenca del río Chicamocha se presenta una flora particular con mayor cantidad de endemismos, por ejemplo *Melocactus pesca-derensis*, *Zamia encephalartoides*, *Salvia aratocencis* y *Cavanillesia chicamo-*

chae; aunque los elementos más comunes e importantes por su cobertura son todos de amplia distribución y asociados siempre a los departamentos de la Guajira, Cesar y Magdalena, y en algunos casos al Valle del Cauca (*i.e. Prosopis juliflora*, *Cordia curassavica*, *Gyrocarpus americanus*, *Lippia origanoides*, *Cedrela odorata* y *Bursera simaruba*). El estudio detallado de la especiación de *Cavanillesia chicamochae* a partir de su pariente geográficamente más cercano *C. platanifolia* propio del Caribe colombiano, puede esclarecer las fechas de conexión y aislamiento de los bosques secos de los ríos Chicamocha, Sogamoso y Suárez con las formaciones secas de las llanuras del Caribe y el valle del Magdalena (Díaz *et al.*, 2011).

Semejanzas y equivalencias de los tipos de vegetación descritos. Desde el punto de vista fitosociológico Albesiano *et al.* (2003) describieron dos alianzas, cada una con cuatro asociaciones, y aparte una asociación que no está en las dos alianzas descritas, así:

- Alianza GYROCARPO AMERICANI-PROSOPION JULIFLORAE Albesiano, Rangel-Ch. y Cadena

Asociaciones:

Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae Albesiano, Rangel-Ch. y Cadena

Ayenio magnae-Casarietum tremulae Albesiano, Rangel-Ch. y Cadena

Gyrocarpo americanus-Cedreletum odoratae Albesiano, Rangel-Ch. y Cadena

Caprario biflorae-Prosopietum juliflorae Albesiano, Rangel-Ch. y Cadena

- Alianza HAEMATOXYLO BRASILETTO-CORDION CURASSAVICAE Albesiano, Rangel-Ch. y Cadena

Asociaciones:

Blecho brownei-Heliotropietum fruticosi Albesiano, Rangel-Ch. y Cadena

Melochia mollis- Randietum aculeatae Albesiano, Rangel-Ch. y Cadena

Mammillario columbiana-Pilosoceretum santanderensis Albesiano, Rangel-Ch. y Cadena

Melocacto pescaderensis-Jatrophetum gossipifoliae Albesiano, Rangel-Ch. y Cadena

Asociación:

Cypero-Gynerietum sagittati Albesiano, Rangel-Ch. y Cadena

La primera alianza GYROCARPO AMERICANI-PROSOPION JULIFLORAE y sus asociaciones corresponden a bosques intervenidos dominados por trupillo (BS=>TP y TP=>BS), incluyendo aquellos trupillales abiertos que han perdido ese estrato subarbóreo continuo y dan paso a un matorral xerofítico (TP=>M-TX). La segunda alianza HAEMATOXYLO BRASILETTO-CORDION CURASSAVICAE y las asociaciones de especies descritas (Albesiano *et al.*, 2003) corresponden a los pastizales y matorrales xerofíticos (PZX y MTX), donde por diferentes tensionantes y disturbios antrópicos y naturales no hay un desarrollo exitoso de especies subarbóreas o arbóreas, ni siquiera del resistente *Prosopis juliflora*.

De esta manera se puede afirmar que los resultados de este estudio complementan la clasificación fitosociológica de Albesiano *et al.* (2003), proporcionando información valiosa sobre los bosques mejor conservados y de mayor desarrollo estructural de la zona (BST y BR). Aunque los autores mencionados afirman que bajo las condiciones climáticas y los tipos de suelos predominantes en el Chicamocha, la vegetación que alcanza el mayor desarrollo es un matorral espinoso, los datos que aquí se presentan de los BST y BR muestran relictos de un pasado en el que la cobertura vegetal pudo alcanzar mayores portes y diámetros, cuyas especies dominantes no invierten tanto en defenderse de la herbivoría de cabras, sino en usar eficientemente los recursos y competir por el agua y la luz. Los bosques secos de laderas rocosas son aquellos que se han ubicado en zonas geológicamente inestables donde hay deslizamientos frecuentes y depósitos rocosos. En la mayor parte del área de estudio probablemente dominó un bosque seco abierto con especies arbóreas casmófitas y especies herbáceas y arbustivas rupícolas (BST) (Valencia-Duarte *et al.*, 2012).

Las condiciones climáticas del enclave árido del cañón del Chicamocha están directamente relacionadas con la topografía local, debido a que en esta zona la cordillera oriental se bifurca en dos complejos montañosos que rodean al río y actúan como barrera para las lluvias y las corrientes húmedas que provienen de la Orinoquia y el valle del río Magdalena (Serrano *et al.*, 2009). Dicho efecto de sombra de lluvias se reporta hasta una altura aproximada de 1200 msnm para la zona de Enciso, donde se encontraron parches de bosque con especies características como *Bursera simaruba*, *Albizia niopoides*, *Cedrela odorata*, *Machaerium capote*, *Cnidocolus tubulosus* y *Cascabela thevetia*. En otras localidades del cañón del río Chicamocha es probable que la sombra de lluvias permita el ascenso de la vegetación de BST 200 a 300 m por encima de la cota de 1000 m de altitud propuesta por el IAvH (1998).

En relación con el Pastizal xerofítico de *Aristida adscensionis* y *Andropogon fastigatus* (PZX), cabe mencionar su equivalencia con los **Pastizales Xerófilos**

presentes en el cañón del Chicamocha y mencionados por varios autores (Cuatrecasas, 1989; Albesiano *et al.*, 2003; Serrano *et al.*, 2009), quienes describen que en las zonas más pendientes y con escaso contenido de materia orgánica en el suelo se presentan amplias áreas de pastizales favorecidos por la adecuación de terrenos para pastoreo. Se nombran algunas especies que coinciden y se complementan con la descripción de los PZX que se presenta en los resultados: *Cordia curassavica* y *Andropogon fastigiatus*, *Andropogon bicornis*, *Aristida adscensionis*, *Aristida pittieri*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Setaria parviflora* entre otras (Cuatrecasas, 1989; Albesiano *et al.*, 2003; Serrano *et al.*, 2009).

Melo *et al.* (2012), describen dos tipos de matorral xerofítico, uno bajo y otro alto. En el **matorral xerofítico bajo** reportan un estrato arbustivo representado por *Lantana canescens*, *Pilosocereus* sp., *Stenocereus griseus*, *Solanum gardneri*, *Cnidocolus tubulosus*, *Agave cocui*, entre otras especies, con individuos muy separados entre sí; lo cual se corresponde con los MTX descritos en este estudio, y su transición a PZX dada por la erosión y el efecto del ganado caprino.

El otro, el **matorral xerofítico alto** es dominado por arbustos como *Acacia farnesiana*, *Lippia origanoides*, *Lantana canescens*, *Ocimum campechianum*, *Cordia curassavica*, *S. griseus*, *Pilosocereus* sp., *Celtis iguanea*, *Ruprechtia ramiflora*, *Leucaena leucocephala* y *Cereus hexagonus* (Melo *et al.*, 2012). En este ensamble de especies llama la atención la ausencia de *Prosopis juliflora*, puesto que las demás especies nombradas lo hacen equivalente a los trupillales sucesionales (TP->BS) que se reportan para el sector de San José Miranda. Debido al carácter continuo de cambio en la vegetación, dado por disturbios y tensionantes, o por procesos sucesionales, se hace poco útil establecer límites demasiado finos entre tipos de vegetación y se vuelve más relevante entender la dinámica vegetal asociada a estos diferentes estados sucesionales y de disturbio.

Serrano *et al.* (2009) también describen **matorrales espinosos** del cañón del Chicamocha en laderas de suelos rocosos con pendientes de 30-50°. Los elementos típicos de esta unidad son Cactáceas (*O. dillenii*, *O. pennelli*, *S. griseus*), otros arbustos espinosos como *Randia aculeata* y *P. juliflora*, y *Tabernaemontana grandiflora*. Por la presencia de un estrato discontinuo de árboles de bosque seco este tipo de vegetación se asemeja al bosque seco degradado a trupillal (BS->TP) descrito en el presente documento.

A partir del descubrimiento y la descripción relativamente reciente de *Cavanillesia chicamochae* (Fernández-Alonso, 2003) se caracterizó su hábitat en el cañón del Chicamocha y el río Sogamoso, como un tipo diferente de vegetación a los ya mencionados (Serrano *et al.*, 2009; Díaz-Pérez *et al.*, 2011). Este bosque de bajo porte se encuentra representado por parches de reducida ex-

tensión en laderas con pendientes de los 20 a 45°. Sus elementos dominantes son *Ficus* sp., *Tabernaemontana grandiflora*, *Cedrela odorata* y *Cavanillesia chicamochae*. Un estrato rasante y herbáceo con *Commelina erecta*, *Aristida pittieri* y *Callisia repens*. Se encontró un alto desarrollo de epifitismo de *T. usneoides*, *T. recurvata*, *T. flexuosa*, *T. balbisiana* y las orquídeas *Encyclia cordigera* y *Brassavola nodosa*.

Este tipo de bosque no está representado en los tipos de vegetación resultantes de este trabajo, en el que no se registró *C. chicamochae* como parte de ningún levantamiento. Sin embargo, se tiene en cuenta a partir de la descripción detallada del hábitat realizada por Díaz-Pérez *et al.* (2011), y como tal hace parte del modelo propuesto para la dinámica vegetal del cañón del Chicamocha (**Figura 17**). La introducción de las cabras desde la época colonial, afecta las poblaciones de *C. chicamochae* ya que consumen la corteza blanda de los troncos y las plántulas jóvenes que son muy carnosas, cuando apenas están germinando (Fernández-Alonso, 2003).

Serrano *et al.* (2009) y Melo *et al.* (2009), llaman la atención sobre la presencia de bosques de ribera (BR) con dominancia de grandes árboles de más de 20 m de *Anacardium excelsum*, *Ceiba pentandra*, *Cedrela odorata*, *Ficus insipida*, *Maclura tinctoria*, *Albizia guachapele*, que son los mismos que se describen aquí como BR.

Sucesión y disturbios. En lo relacionado con los disturbios, los BST del cañón del Chicamocha se ven muy afectados por las cabras quienes consumen gran parte de las especies nativas, lo cual ha contribuido a la homogenización de la cobertura vegetal primero hacia trupillales y luego a MTX donde predominan especies con adaptaciones que les permiten defenderse de este tipo específico de herbivoría. El pastoreo excesivo y extensivo de cabras, incluso en sitios muy inclinados, es determinante en la distribución y fisionomía de la vegetación, al favorecer el desarrollo de algunas cactáceas y de especies poco palatables, como *Cnidoscolus tubulosus*, *Cordia curassavica*, *Lantana canescens*, incluso exóticas como *Calotropis procera*, que presentan taninos o exudados tóxicos y estructuras defensivas como espinas y aguijones que les protege de la acción de las cabras (Albesiano *et al.*, 2003; Rojas, 2014); así se explica que una gran variación en estas coberturas sea producto del uso antropogénico.

En el caso de los trupillales (TP) que han sido considerados como una de las expresiones del bosque seco, se observa una gran intervención de cabras que han degradado este tipo de bosque: se empieza a abrir el dosel creando una discontinuidad en el estrato arbustivo donde los pocos arbustos emergentes de *Prosopis juliflora*, *Parkinsonia praecox* y algunos cardonales de *Stenocereus griseus* se encuentran inmersos en una matriz de especies como *Lippia origanoides*, *Cordia curassavica*, *Croton monanthagyne* indicando que va en dirección a convertirse en un matorral xerofítico (TP=>MTX). Lo mismo sucede

con los MTX que presentan una intervención continua que tiende a convertirse en un pastizal xerofítico o perder su cobertura hasta que el suelo queda desnudo. Estos casos evidencian cómo en las zonas áridas o de bosque seco que han sido degradadas “*las transiciones catastróficas de la vegetación ocurren por la pérdida de alguno de sus estratos*” (Valencia-Duarte *et al.*, 2012). Estos cambios son ilustrados con la línea gruesa punteada color rojo oscuro en la **Figura 17**.

Es necesario tener en cuenta que hay algunos sectores del cañón del Chicamocha en donde la vegetación climática puede estar representada por MTX,, ya que las pendientes inclinadas, los suelos incipientes o degradados por erosión y disturbios naturales como deslizamientos de tierra y la baja retención de humedad del suelo, no cuenta con las condiciones necesarias para que se establezca una vegetación con mayor porte o incluso se pueden encontrar zonas con suelo desnudo. Esto se puede ver claramente en localidades como Pescadero o Umpalá.

Un hecho de gran importancia es que las variables como los diferentes tipos de uso y el tiempo, frecuencia y tamaño del disturbio, influyen fuertemente el ensamblaje de comunidades vegetales y su funcionalidad (Hulshof *et al.*, 2013), de manera que la vegetación puede mantener la tendencia a la degradación o hacia la sucesión-regeneración. Para que la vegetación inicie el proceso de regeneración es necesario reducir las presiones y disturbios que se están ejerciendo sobre los ecosistemas, para superar las barreras de llegada, establecimiento y persistencia de las especies vegetales (Pisanty, 2003) hasta llegar a su estado más avanzado. Después de que se detiene el disturbio se puede desencadenar la sucesión vegetal, donde la vegetación pasa por diferentes estados hasta alcanzar una máxima integración de especies cuya composición se autoperpetúa (Vieira y Scariot, 2006). Estos procesos de regeneración se toman un tiempo mayor que los de degradación, pues dependen en gran medida de las tasas de crecimiento de plantas, los principales patrones sucesionales se representan con líneas anaranjadas en la **Figura 17**.

En la sucesión-regeneración en sitios de suelo desnudo pueden empezar a aparecer algunas plantas invasoras y tolerantes al estrés hídrico, como *Aristida adscensionis* o *Panicum maximum*, que forman pastizales xerofíticos PZX o algunas cactáceas y leguminosas espinosas, que son resistentes a las condiciones drásticas del suelo, formando matorrales xerofíticos MTX y ayudando a mejorar las condiciones micro-ambientales (Valencia-Duarte *et al.*, 2012); de esta manera se genera un ambiente menos hostil para las plantas que van llegando donde la vegetación pionera empieza a amortiguar las condiciones drásticas beneficiando el establecimiento y desarrollo de plántulas (Maestre *et al.*, 2003).

La acumulación de materia orgánica ayuda a la formación de sistemas de raíces al aumentar la cantidad de nutrientes en el suelo y mejorar su estructura (Valencia-Duarte *et al.*, 2012). Esto ya permite el establecimiento de vegetación con mayor porte, pasando de Matorrales a Trupillales (TP=>BST) y a Bosques Secos (BST y BS enano). En el caso del bosque encontrado en el sector de San José de Miranda, se observa una regeneración de trupillal a bosque seco más diverso (TP=>BST) en donde no hay ese dominio absoluto de *Prosopis juliflora*, sino que los individuos están acompañados de otras especies propias de bosque seco, como *Astronium graveolens* y *Ruprechtia ramiflora*.

Los habitantes de la zona mencionan que la escasez de agua ocasionó una disminución del uso de las tierras y de la población de cabras; este descanso que se le ha dado al terreno ha permitido que la vegetación empiece el lento proceso de recuperación. Lo mismo ha venido sucediendo en la zona aledaña a Guane y en Enciso, donde las personas dejaron de sembrar frutales y tabaco hace 20 años, y en lo que antes fueron cultivos ahora hay coberturas de Trupillo que tiende a Bosque seco y coberturas de BST, en donde se encuentran leguminosas como *Albizia niopoides*, *Albizia guachapele*, *Samanea saman*, *Pithecellobium oblongum* y otras plantas representativas del bosque seco como *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Capparis indica*, *Pradosia colombiana* y *Pseudobombax septenatum*.

Consideraciones finales. Los resultados de este estudio complementan la clasificación fitosociológica de Albesiano *et al.* (2003), proporcionando información valiosa sobre los bosques mejor conservados y de mayor desarrollo estructural de la zona (BST y BR). Además, a partir del análisis de la información obtenida y procesada se propone un modelo de la sucesión vegetal y de los disturbios que explica los patrones encontrados en la vegetación actual del cañón del Chicamocha.

En el futuro se podría calibrar este modelo a partir del conocimiento completo de los tiempos de regeneración de la vegetación, mediante experimentos de exclusión de la herbivoría por cabras, sumado al reporte histórico completo de los tensionantes y disturbios de algunos sitios claves. En este sentido el principal aporte de este estudio está en la caracterización de las áreas boscosas relictuales y sucesionales, que confirman con datos de composición y estructura lo que pudo ser la vegetación del cañón del Chicamocha y completan el panorama diverso de los tipos de vegetación de la zona.

El análisis de estos bosques secos relictuales y de sucesión avanzada (BST) permite discutir, teniendo en cuenta los ensambles de especies, hacia dónde puede regenerarse la vegetación si se establecen áreas protegidas en la zona y se implementan estrategias de supresión de los factores antrópicos de estrés y disturbio.

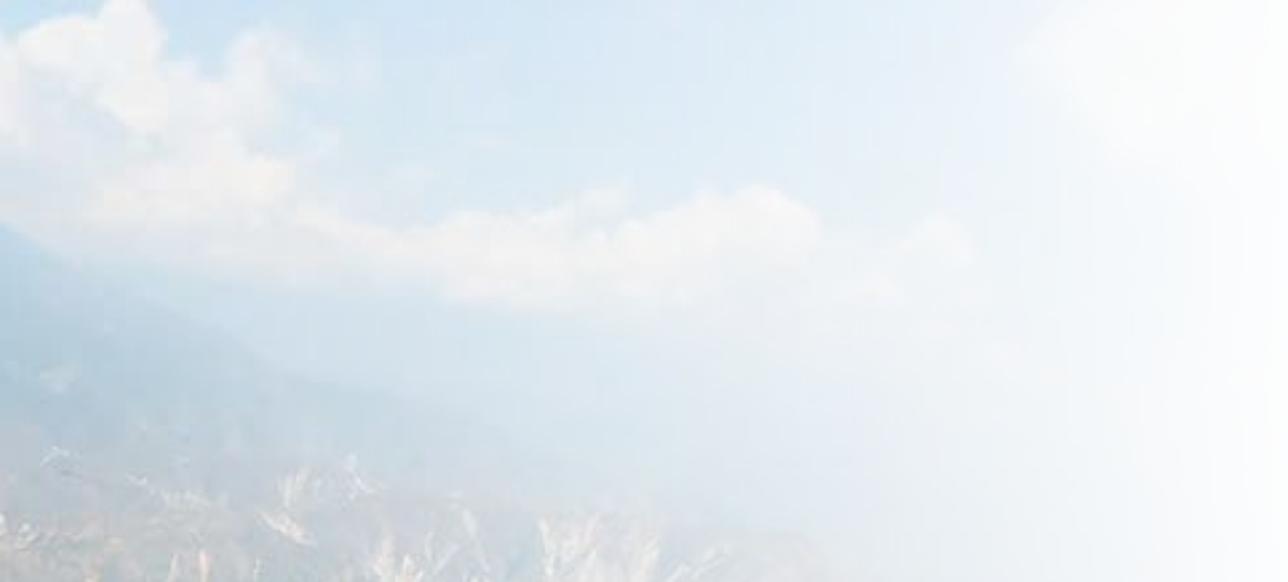
LITERATURA CITADA

- ALBESIANO, S., & J. FERNÁNDEZ-ALONSO. 2006. Catálogo comentado de la Flora Vasculare de la franja tropical (500-1200 m) del Cañón del Río Chicamocha (Boyacá- Santander, Colombia). Primera Parte. *Caldasia* 28(1): 23-44.
- ALBESIANO, S., & J. O. RANGEL-CH. 2006. Estructura de la vegetación del Cañón del Río Chicamocha, 500-1200 m; Santander-Colombia: una herramienta para la conservación. *Caldasia* 28(2): 307-325.
- ALBESIANO, S., RANGEL-CH, J. O & A. CADENA. 2003. La Vegetación del Cañón del Río Chicamocha (Santander-Colombia). *Caldasia* 25(1): 73-99.
- BERDUGO-LATTKE, M. L., & J. O. RANGEL-CH. 2015. Composición florística del bosque tropical seco del santuario “Los Besotes” y fenología de especies arbóreas dominantes (Valledupar, Cesar, Colombia). *Colombia Forestal* 18(1): 87-103.
- BERNAL, R., S.R. GRADSTEIN & M. CELIS. 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. catalogoplantascolombia.unal.edu.co
- CASTRO, D. M. 2003. Ensayo sobre tipología de suelos Colombianos. Énfasis en génesis y aspectos ambientales. *Revista de la academia Colombiana de ciencias exactas* 27: 319-341.
- CHAO, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*. 11: 265-270.
- CLEMENTS, F. E. 1916. *Plant succession: An analysis of the development of vegetation*. Carnegie Institution of Washington. United States. 242 pp.
- COLWELL, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0 User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- COLWELL, R. K., & CODDINGTON, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)*, 345: 101-118.
- CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 10: 221-264.
- CUATRECASAS, J. 1989. Aspectos de la vegetación natural en Colombia. *Perez-Arbelaezia* 2(8): 155-284.
- DÍAZ-PÉREZ, C. N. 2012. Análisis florístico y fitogeográfico de la cuenca baja del cañón del río suárez (Santander, Colombia). Tesis de Maestría en Ciencias Biología, Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- DIAZ, C.N., PUERTO, M.A & J. L., FERNANDEZ. 2011. Evaluación del habitat, las poblaciones y el estatus de conservación del Barrigón (*Cavanillesia chicamochae*, Malvaceae-Bombacoide). *Caldasia* 33(1): 105-119.
- DIRZO, R., YOUNG, H. S., MOONEY, H. A & G. CEBALLOS. 2011. *Seasonally Dry Tropical Forests ecology and conservation*. Island press. Washington D. C.

- Estados Unidos. 408 pp.
- ESPINAL, L.S & E, MONTENEGRO. 1963. Formaciones vegetales de Colombia; memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento agrológico. Bogotá, Colombia. 201 pp.
- ETTER, A., MCALPINE, C & H, POSSINGHAM. 2008. Historical patterns and drivers of landscape change in Colombia since 1500; A regionalized spatial approach. *Annals of the association of American geographers* 98 (1): 2-29.
- FERNÁNDEZ-ALONSO, J.L. 2003. Bombacaceae neotropicae novae vel minus cognitae VI. Novedades en los géneros *Cavanillesia*, *Eriotheca*, *Matisia* y *Pachira*. *Revista Academia Colombiana de Ciencias* 27(102): 25-37.
- GENTRY, A. 1996. A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America: With Supplementary Notes on Herbaceous Taxa. University of Chicago Press. 920 pp.
- GONZÁLEZ, J. 2011. Patrones de poblamiento y su relación con los usos de la tierra y el cambio ambiental: Análisis general del departamento de Santander. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- HAMMER, Ø., HARPER, D., & P. D, RYAN. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica* 4(1): 9.
- HERNANDEZ, J., HURTADO, A., ORTIZ, R & T, WALSCBURGUER. 1992. Centros de endemismo en Colombia. Págs: 175-190. En: Halffter, G (Ed.). La diversidad biológica iberoamericana I. *Acta Zoológica Mexicana*, México.
- HERNANDEZ, J., HURTADO, A., ORTIZ, R & T, WALSCBURGUER. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. Págs: 105-152. En: Halffter, G (Ed.). La diversidad biológica iberoamericana I. *Acta Zoológica Mexicana*, México.
- HERNANDEZ, J., SAMPER, J., SANCHEZ, H., RUEDA, V., VASQUEZ, S & H, CORREA. 1995. Desiertos: zonas aridas y semiaridas de Colombia. Diego Samper ediciones. Bogotá D.C. 207 pp.
- HILL, M. O., & GAUCH, H. G, 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetation*, 42, 47-58.
- HILL, M.O. 1979. TWISPAN: a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. *Ecology and Systematics*, Cornell University. Ithaca, New York. United States. 90 pp.
- HULSHOF, C., MARTINEZ, A., BÚRQUEZ, A., BOYLE, B & B, ENQUIST. 2013. Plant functional trait variation in Tropical Dry Forests: a review and synthesis. Págs: 129-140. En: Quesada, M (Ed.). *Tropical Dry Forests in the Americas Ecology, Conservation, and Management*. CRC Press.
- INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT. 1998. El Bosque Seco Tropical (BsT) en Colombia. Bogotá. D. C, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Programa de inventario de la biodiversidad. Grupo de exploraciones y monitoreo ambiental (GEMA). 24 pp.
- MAESTRE, F., CORTINA, J., BAUTISTA, S., BELLOT, J & R, VALLEJO. 2003. Small-scale environmental heterogeneity and spatiotemporal dynamics of seedling

- establishment in semiarid degraded ecosystems. *TREE* 14: 273-277.
- MELO, A., CIRI, F., RAMÍREZ, A., DELGADILLO, A., DÍAZ, C., SAENZ, F., BUITRAGO, C., MEDINA, C., HERRERA, C., GARCÍA, C., PARRA, M., ALEGRÍA, F & C, SOLANO. 2012. Estudio para la declaración de un área protegida de carácter público – regional en el sector de bosque seco del cañón del Chicamocha en jurisdicción de los municipios de Enciso, Capitanejo y San José de Miranda, departamento de Santander. Fundación Natura – Programa Conserva Colombia – FPAA – TNC. Bogotá, D.C. Colombia. 131 pp.
- PISANTY, I. 2003. Integración de conceptos de ecología, manejo de recursos naturales y desarrollo sustentable en programas de conservación de ecosistemas. Instituto nacional de ecología. México, D.F. México.
- PIZANO, C & H, GARCÍA. 2014. El Bosque Seco Tropical en Colombia (pp. 9-87). Bogotá. D.C, Colombia: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. 350 pp.
- RANGEL-CH., J. O. & G, LOZANO. 1986. Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el volcán del Puracé. *Caldasia* 14 (68- 70): 503-547.
- RANGEL-CH, J. O & A, VELÁZQUEZ. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Págs: 59-87. En: Rangel-Ch, J.O., Lowy, P & M, Aguilar (Eds.). Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Bogotá. D.C, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales-IDEAM, Universidad Nacional de Colombia.
- RODRÍGUEZ, N., ARMENTERAS, D., MORALES, M & M, ROMERO. 2004. Ecosistemas de los Andes Colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. 154 pp.
- ROJAS, A. 2014. La región Norandina. Cap II Biodiversidad asociada al bosque seco. En: Pizano, C & H, García (Eds.). El Bosque Seco Tropical en Colombia. Págs: 9-87. Bogotá. D.C, Colombia: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt.
- SARMIENTO, G. 1975. The dry plant formations of South America and their floristic connections. *Journal of Biogeography* 2:233-251.
- SERRANO, M., PACHECO, B., GUALDRON, J., NIETO, O., SÁNCHEZ, I., ACOSTA, A., BELTRÁN, C & F, GÓMEZ. 2009. Estudio básico para la declaratoria de un área natural protegida en el cañón del Chicamocha, Jurisdicción CDMB, Bucaramanga, Colombia. Fundación para la conservación del patrimonio natural Biocolombia, Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga CDMB. 283 pp.
- TICHÝ, L. 2002. JUICE, Software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 13: 451-453.
- VALENCIA-DUARTE, J., TRUJILLO, L. N & O, VARGAS. 2012. Dinámica de la vegetación en un enclave semiárido del río Chicamocha, Colombia. *Biota Colombiana* 13(2): 40- 65.
- VIEIRA, D. L. & A, SCARIOT. 2006. Principles of natural regeneration of tropical dry forest for restoration. *Restoration Ecology* 14 (1): 11-20.





COBERTURAS DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN POTENCIAL COMO INSUMO PARA EL ORDENAMIENTO AMBIENTAL DEL CAÑÓN DE LOS RÍOS CHICAMOCHA Y SUÁREZ (SANTANDER, COLOMBIA)

Omar Jaramillo Rodríguez
omar.jaramillo.rodriguez@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El territorio Colombiano presenta una gran diversidad de paisajes, debido entre otros a los procesos de formación de las cordilleras, la variabilidad de climas y en los últimos siglos por las diferentes formas de ocupación del territorio. Dentro de los espacios más transformados por el hombre se distinguen los asociados a zonas áridas, tal es el caso de los bosques secos y matorrales xerofíticos, zonas en las cuales existe un frágil equilibrio entre las condiciones ambientales y sociales. De acuerdo con Latorre *et al.*, (2014), la distribución de los biomas de zonas bajas y áridas en el país cubre gran parte de la región Caribe, las Islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, el cañón del valle medio del río Cauca, los valles altos de los ríos Magdalena y Cauca y en enclaves de menor extensión en sectores de Gamarra y la Gloria, las inmediaciones

de Cúcuta, el valle del río Chicamocha y el Cañón del río Patía. En general los biomas asociados a estas zonas presentan más de 70% de intervención, situación que ha favorecido los procesos de degradación de los suelos y la desertificación.

Las condiciones ambientales en el cañón favorecen la disección asociada a erosión fluvial, por ende predomina el desarrollo de formaciones superficiales muy delgadas de carácter pedregoso (dominan las arenas, gravillas y bloques (IDEAM, 2010b). Sobre este tipo de terreno la regulación y almacenamiento hídrico de los suelos es incipiente, lo cual genera una vegetación baja, domina por bosques secos, matorral seco y bosques de galería en el fondo del cañón y los valles secundarios.

La transformación histórica de las coberturas naturales en la zona de estudio, es el resultado de una compleja interacción entre las formas de ocupación del terreno y las frágiles condiciones ambientales de la zona. La modificación de la vegetación natural ha generado la degradación de suelos, disminución de la diversidad de especies y cambios en el microclima edáfico. Como consecuencia se ha incrementado la vulnerabilidad a las sequías en las cuencas hidrológicas y de asentamientos humanos.

Como insumo en el ordenamiento ambiental del enclave seco del cañón del Chicamocha y cuenca baja del río Suarez se hace una caracterización actual de las coberturas, la vegetación actual y la reconstrucción de la vegetación potencial.

MÉTODOS

A continuación se describen brevemente las actividades que se realizaron para caracterizar: las coberturas de la tierra, la vegetación actual y la vegetación potencial del cañón del Chicamocha y el río Suarez.

COBERTURAS DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN ACTUAL. Como base para caracterizar la vegetación potencial se interpretaron las coberturas de la tierra a partir de la metodología CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover, adaptada a Colombia por el los institutos del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y el IGAC (IDEAM, 2010a). Esta metodología corresponde a un procedimiento para el levantamiento e inventario homogéneo de la ocupación del suelo, con características técnicas específicas; tiene como objetivo fundamental la captura de datos de tipo numérico y geográfico a través del tiempo, mediante la interpretación de imágenes satelitales y el apoyo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). La caracterización de las coberturas de la tierra se generó, en la zona de estudio, a una escala de 1:50.000, tomando como referencia el nivel 3 de la leyenda propuesta en esta metodología. Se

utilizaron imágenes de satélite utilizadas en la delimitación de las coberturas actuales (Tabla 2).

Tabla 2. Relación de imágenes de satélite para la delimitación de coberturas.

Nombre	Fecha	Tipo
spot_648_337_050314	Marzo 14 de 2005	Spot
spot_647_337_070124	Enero 25 de 2007	Spot
spot_648_336_050314	Marzo 14 de 2005	Spot
2011-12-28T162949_RE2_1BAC_8896075_132454_orto	2014	Rapideye

La información de coberturas de Corine permitió caracterizar la condición actual y estado de transformación de la vegetación actual y potencial, para ello se realizó una recategorización de las unidades, tomando como referencia la propuesta de Latorre *et al.*, (2014) y las definiciones consignadas en la leyenda nacional (IDEAM, 2010a), en cada uno de los siguientes tipos de condición:

- **Condición Natural:** Comprende las coberturas que no presentan una intervención aparente a la escala de trabajo.
- **Condición Seminatural:** está conformada por las coberturas que presentan una intervención humana incipiente o que están en un estado de recuperación natural intermedio.
- **Condición de Transformación:** corresponden a las coberturas de origen antrópico, zonas alteradas por las actividades humanas.

VEGETACIÓN ACTUAL. Para este trabajo, la información de coberturas de la tierra fue utilizada como insumo para caracterizar el estado de la vegetación actual en el cañón de Chicamocha. Sin embargo, para determinar la vegetación actual fue necesario reclasificar la leyenda de Corine en unidades de análisis asociadas a los tipos de vegetación característicos de los enclaves secos del cañón del Chicamocha y el río Suárez. Esta labor se realizó tomando como referencia: el tamaño reducido del área de estudio, los levantamientos realizados en campo y las observaciones del equipo de biólogos expertos en vegetación que hicieron parte del proyecto. Una vez reclasificada la leyenda de Corine se definieron cuatro categorías generales de vegetación, que se desagregaron de acuerdo a la composición de la vegetación (Fajardo *et al.*, este libro). Las categorías generales corresponden con:

- **Arbustal abierto:** compuesto por Matorral Xerofítico asociado al pastoreo de cabras (MTX), Pastizal Xerofítico (PZX) y Trupillal abierto muy intervenido (TP->MTX).
- **Bosque de Ribera:** compuesto por Bosque de Ribera fragmentado (BRf) y Bosque de Ribera (BR)
- **Bosque seco:** compuesto por Bosque seco tropical con baja intervención (BST) y Bosque seco intervenido degradado a trupillal (BS=>TP)
- **Bosque seco (Prosopis juliflora):** compuesto por: Trupillales en regeneración a bosque seco (TP=>BS)

Además, se identificaron otras categorías de coberturas que no se clasificaron como tipos de vegetación actual, tal es el caso de: afloramientos rocosos, ríos, tierras desnudas y degradadas, zonas transformadas y zonas arenosas naturales.

Vegetación potencial. Como insumo para reconstruir la vegetación potencial de la zona de estudio (vegetación bajo condiciones prístinas, sin intervención del hombre), se analizaron las variables fisiográficas del clima, pendientes suelos y geofomas. Albesiano y Rangel (2006), identificaron que en el cañón Chicamocha estas variables desempeña un papel fundamental en la distribución de los diferentes tipos de vegetación que allí se encuentran, por lo cual deben ser la base para la reconstrucción de la vegetación pasada. Las unidades síntesis que se generaron en el mapa de vegetación actual a partir de las variables fisiográficas se validaron con la vegetación natural actual derivada del mapa de coberturas.

Pendientes. Las pendientes permiten definir un nivel general de la interpretación regional de los rasgos del relieve y de la vegetación que se puede desarrollar. El cañón del Chicamocha y el valle del río Suárez presentan una considerable variabilidad altitudinal que, en recorridos muy cortos se manifiesta en diferencias abruptas de las pendientes, con rangos que van de leves a muy fuertes, predominando los rangos más altos. Bajo tales condiciones los suelos presentan baja capacidad de almacenamiento y una rápida escorrentía, situación que genera que las condiciones de humedad sean deficitarias.

Se propuso una clasificación de rangos de pendientes y vegetación asociada en la zona de estudio (Tabla 3). Para zonificar la pendiente se procesó el Modelo Digital de Terreno (MDT), de la Misión Topográfica de Radar del Transbordador Espacial (SRTM), con resolución de 90 m, puesto a disposición por EL USGS a partir del año 2002.

Tabla 3. Vegetación dominante por grado de inclinación de la pendiente.

Rango	Nombre	Vegetación potencial	Geoformas comunes
0- 3 %	Nulo	Bosques de Ribera	Vegas de Divagación y fondo de valles
3- 15 %	Leve	Bosques secos y de ribera	Vegas, Vallecitos y Glacís (coluvial, acumulación, erosión y mixto)
15- 30 %	Moderada	Bosques secos	Lomas y colinas
30-60 %	Fuerte	Matorral	Espinazos, Filas y vigas
60- 99 %	Muy fuerte	Arbustal	Escarpes y Crestas

Geomorfología (Tipos de relieve). Los tipos de relieve y modelados pueden ayudar a explicar la oferta ambiental que necesitan las plantas para su desarrollo. En este sentido la comprensión de los procesos que originaron estas geoformas (morfogénesis) y los procesos actuales que los retocan (morfo-dinámica), permite inferir los tipos de vegetación que podrían presentarse en un espacio específico.

Para inferir la vegetación potencial que podría presentarse en la zona de estudio de acuerdo a las geoformas, se utilizó la información cartográfica de los tipos de relieve del mapa de suelos departamental a escala 1:100,000 del IGAC (2003). En la **Tabla 4** se muestran los tipos de vegetación potencial que se infirieron de acuerdo a las características de los tipos de relieve.

Tabla 4. Morfogénesis, morfodinámica y vegetación dominante por tipos de relieve.

Tipo de Relieve	Génesis	Procesos actuales	Vegetación potencial
Crestas	Laderas asimétricas con pendientes muy fuertes compuestas por rocas sedimentarias competentes / no competentes plegadas	Derrumbes y escurrimiento superficial difuso	Arbustal
Escarpes	Escarpes de morfología abrupta en proceso de retroceso. Compuesto por rocas competentes.	Derrumbes generalizados	Arbustal
Espinazos	Laderas asimétricas con morfologías convexas y cóncavas , por la intercalación de las rocas sedimentarias competentes y no competentes, como areniscas y arcillolitas	Derrumbes generalizados y escurrimiento superficial difuso	Arbustal y matorral
Filas y vigas	Laderas asimétricas con disección variable	Derrumbes y escurrimiento superficial difuso	Bosques secos y matorral
Glacís coluvial			
Glacís de acumulación	Deposición gradual de los materiales arrastrados a lo largo de las laderas por acción de la escorrentía o erosión	Erosión laminar	Bosques secos y de ribera
Glacís de erosión			
Glacís mixto			
Lomas y colinas	Laderas estabilizadas levemente disectadas	Erosión laminar, formación de depósitos inestables	Bosques secos
Vallecitos	Acumulaciones aluvio-torrencales, formadas por flujos de sedimentos heterométricos	Inundación y sedimentación	Bosques de Ribera

Suelos. Los suelos son fundamentales para el desarrollo de la vegetación, condicionando en gran medida el tipo de vegetación característico de cada zona. Para analizar la información de suelos se tomó como referencia el es-

tudio departamental a escala 1:100.000 elaborado por el IGAC. Dentro de los elementos de la información de suelos más importante para caracterizar las zonas áridas, se encuentran los atributos de regímenes de humedad y profundidad efectiva. Estas variables influyen en la capacidad de almacenamiento de agua en los suelos. Sin embargo, la primera de ellas una vez revisada la cartografía de suelos, se encontró que estaba muy generalizada para la zona de estudio, situación que motivo el no incluirla en la generación del mapa de vegetación actual.

La profundidad efectiva del suelo, es el espacio en el que las raíces de las plantas comunes pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrimentos indispensables (IGAC, 2003). En un suelo profundo las plantas resisten mejor la sequía, ya que a más profundidad mayor capacidad de retención de humedad. Con base en la información disponible de la capa de suelos departamental se desarrolló una propuesta de clasificación de los tipos de vegetación potencial por categoría de profundidad efectiva (Tabla 5).

Tabla 5. Vegetación dominante por categoría de profundidad efectiva.

Profundidad efectiva	Vegetación potencial
Superficial	Arbustal
Superficial y profundo	Bosque seco y Matorral
Moderadamente profundo	Bosques seco
Moderadamente profundo y profundo	Bosques secos y de ribera
Profundo	Bosques de Ribera

RESULTADOS

Coberturas de la tierra. A continuación se describen las unidades interpretadas por la metodología Corine, tomando como referencia las definiciones y nomenclatura propuesta por el IDEAM (2010a):

Tejido urbano continuo (1.1.1): son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno. Las zonas urbanas identificadas en la zona de estudio cubren el 0,2% de la zona de estudio y corresponden con pequeños centros poblados, entre los cuales se destacan: Barichara, Galán, La Fuente, Guane, Cepitá, el Jordán y Capitanejo.

Pastos limpios (231): esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor al 70%; la realización de prácticas de manejo impide la presencia o el desarrollo de otras coberturas. En general corresponden a espacios utilizados para el pastoreo, los cuales se presentan con mayor frecuencia en la cuenca del río Suarez.

Pastos arbolados (232): incluye las tierras cubiertas con pastos en los cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a 5 m, distribuidos en forma dispersa. Los árboles se presentan como relictos de coberturas naturales que han sido alteradas y que, en la actualidad, tienen cada vez un uso más intenso. El cubrimiento de esta categoría en la zona de estudio es de tan solo 490 ha que representan el 0,6% del área analizada

Pastos enmalezados (233): corresponde con 4474 ha de la zona de estudio, es decir el 5,7% del territorio analizado; espacio en el cual se encuentran zonas con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente al descanso de zonas agrícolas.

Mosaico de cultivos (241): incluye las tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes, en los que el tamaño de las parcelas es muy pequeño. En la zona de estudio se identificaron 366 ha que corresponden al 0,5%.

Mosaico de pastos y cultivos (242): comprende las tierras ocupadas por una mezcla de pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente. Se identificaron 8947 ha de esta unidad y representan el 11,4% de la zona de estudio. Suelen encontrarse localizados en las zonas con mayor oferta edáfica, como en las formaciones aluviales y la cuenca del río Suarez.

Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (243): comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas mixtas de cultivos y pastos, en combinación con espacios naturales. Estos últimos están conformados por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería, o vegetación secundaria o en transición. En la zona de estudio esta categoría representa por el 9,8 % con una extensión de 7654 ha.

Mosaico de pastos con espacios naturales (244): abarca zonas ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales, los cuales están conformados por relictos de bosque natural, arbustales y bosque de galería. Esta categoría se encuentra localizado en las zonas transicionales con el bosque subandino y los bosques de galería, constituye el 7,8% del área analizada, es decir 6112 ha.

Mosaico de cultivos y espacios naturales (245): hace referencia a superficies ocupadas principalmente por cultivos en combinación con espacios naturales, representados estos últimos por pequeños parches o relictos que se

distribuyen en forma irregular y heterogénea. En la zona de estudio se encontraron 595 ha de esta categoría, que representan el 0,8% del área de estudio.

Bosque Fragmentado (313): abarca espacios cubiertos por bosques naturales con pequeñas inclusiones de tipos de coberturas intervenidas como pasto, cultivos o vegetación en transición. En el área de estudio esta categoría tiene una extensión de 804 ha, que corresponden al 1 % del total del área analizada. De forma general, el bosque fragmentado se encuentra asociado a bosques ribereños o enclaves de vegetación más húmedos, cerca de escarpes rocosos.

Bosque de galería y ripario (314): Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. En la zona de estudio, estas coberturas se encuentran asociadas a las vegas de divagación de los ríos Suarez y Chicamocha, y a los valles laterales de los afluentes que descienden a estos ríos. La extensión que cubre esta unidad es de 3453 ha, que representan el 4,4% de la zona de estudio

Bosque fragmentado con pastos y cultivos (3131): hace referencia a espacios cubiertos por bosques naturales donde se evidencia una tenue intervención humana, no obstante, el bosque mantiene su estructura original. Se encuentran localizado cerca a los valles y zonas transicionales entre bosque seco y bosque subandino. Esta categoría abarca una extensión de 474 ha, que corresponde con el 0,6% del área de estudio.

Arbustal abierto (3222): está constituido por comunidades vegetales dominadas por elementos arbustivos que se encuentran distribuidos de forma heterogénea con un cubrimiento que varía entre 30% y 70% del área total de la unidad y cuya altura no supera los 5 metros. Cuenta con una extensión de 15757 has, que cubre el 20,1% del área de estudio, en general se localiza en los flancos más áridos de las laderas del Cañón. Sin embargo, los suelos donde se desarrollan alcanzan a generar una leve oferta edáfica que sustenta el desarrollo de este tipo de vegetación.

Herbazal denso de tierra firme (32111): abarca superficies dominadas por vegetación natural herbácea, con una cobertura mayor a 70% del área total de la unidad, donde no existe presencia de elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos, o en caso de existir no superan el 2%. Se localiza en zonas con pendientes muy fuertes donde el nivel de aridez es más alto, la extensión de esta cobertura es de 10383 ha, que representan el 13,2 % de la zona de estudio.

Herbazal Abierto Rocoso (32122): está constituido por áreas con comunidades de vegetación natural herbácea, que se encuentran distribuidas de forma heterogénea con un cubrimiento que varía entre el 30% y 70% del área total de la unidad. Se desarrollan sobre zonas de sustratos predominantemente

rocosos y pedregosos que no retienen humedad. En el área de estudio cubren una extensión de 7803 ha, que corresponden con el 9,9%.

Zonas arenosas naturales (3.3.1): se encuentran constituidas principalmente por suelos arenosos y pedregosos, ligados a depósitos aluviales. En la zona de estudio se identificaron 36 ha que representan el 0,05%.

Afloramientos rocosos (332) : son áreas en las cuales la superficie del terreno está constituida por capas de rocas expuestas, sin desarrollo de vegetación, generalmente dispuestas en laderas abruptas, formando escarpes y acantilados; así como, zonas de rocas desnudas relacionadas a procesos denudativos.

Tierras desnudas y degradadas (333): comprenden las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos erosivos, ya sea por causas naturales o antrópicas. Esta categoría se observa en zonas con condiciones climáticas deficitarias de humedad, en las cuales los procesos de degradación del suelos alcanzan los máximos niveles, representados con cárcavas profundas.

Vegetación secundaria o en transición (323): corresponde a la cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural luego de una intervención, o por la destrucción de la vegetación primaria que pueda encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se identificó con mayor frecuencia en la cuenca baja del río Suarez, donde según los pobladores, las difíciles condiciones económicas del sector agrícola en las décadas pasadas, desestimuló el uso agropecuario, provocando un proceso de recuperación de la vegetación natural. Esta categoría presenta una extensión de 4700 ha que representan el 6% de la zona de estudio.

Río (511): comprende las corrientes de agua de los ríos Suarez y Chicamocha, que por su tamaño se lograron representar a la escala de trabajo. Los ríos presentan una extensión de 1212 ha que corresponden con el 1,55% de la zona de estudio.

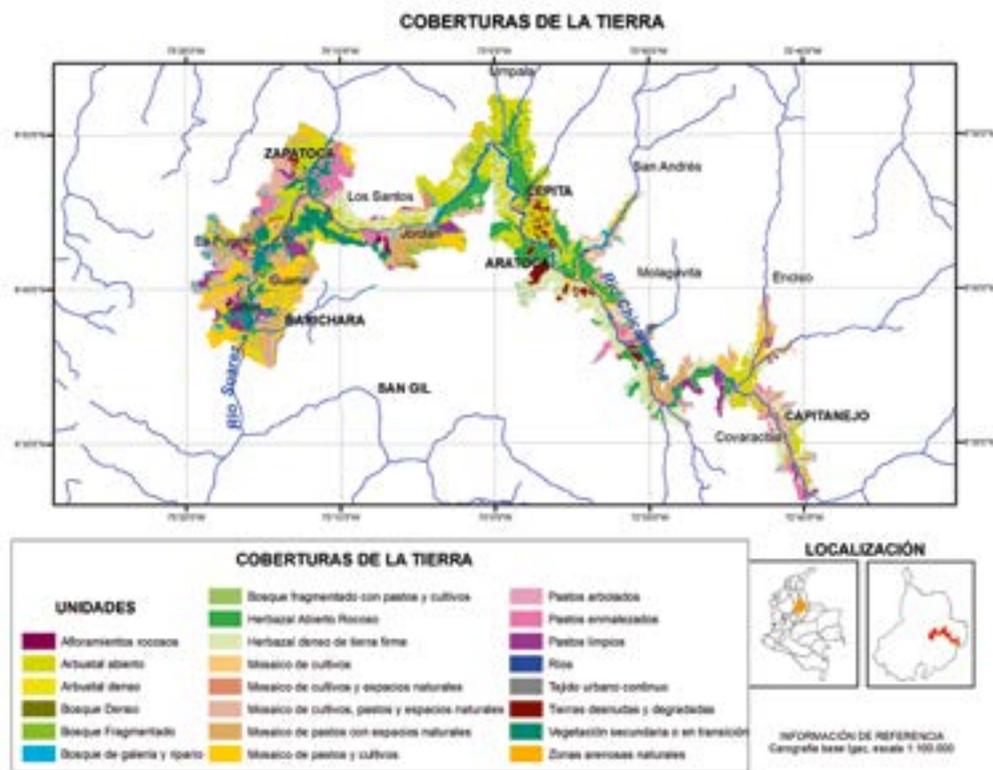


Figura 18. Mapa de Coberturas de la tierra del enclave seco del cañón de Chicamocha y el río Suárez.

En la **Figura 18** se muestra el mapa de coberturas de la tierra, resultado de la delimitación de las unidades por medio de la metodología Corine. A partir de la interpretación se definió la condición de las coberturas en la zona de estudio, donde se encontró que las condiciones naturales corresponden a 5116 ha que representan el 6,52%; las coberturas asociadas estas son: Bosque de galería y ripario, Afloramientos rocosos, Tierras desnudas y degradadas, Arbustal denso, Arbustal abierto, Herbazal denso de tierra firme, Herbazal Abierto Rocosos y Ríos.

Las condiciones seminaturales cubren 41457 ha y corresponden al 52,86%, que presentan las categorías de coberturas de: Bosque fragmentado con pastos y cultivos, y Vegetación secundaria o en transición. Por último, las zonas transformadas presentan una extensión de 31850 ha (40,61%); con coberturas que hacen parte de estas condiciones modificadas por el hombre, tales como: Tejido urbano continuo, Pastos limpios, Pastos arbolados, Pastos enmalezados, Mosaico de cultivos, Mosaico de pastos y cultivos, Mosaico de cultivos, pastos

y espacios naturales, Mosaico de pastos con espacios naturales y Mosaico de cultivos y espacios naturales.

Tabla 6. Relación entre las unidades de Coberturas interpretadas y los tipos de vegetación actual.

TIPO DE VEGETACIÓN ACTUAL	VEGETACIÓN (AJUSTADA POR COMPOSICIÓN)	CATEGORIA CORINE	AREA (Has)	% ZONA DE ESTUDIO
Afloramientos rocosos		Afloramientos rocosos	217	0,3
Arbustal abierto	Matorral Xerofítico asociado al pastoreo de cabras (MTX)	Herbazal denso de tierra firme	10.383	13,2
	Pastizal Xerofítico (PZX)	Herbazal Abierto Rocoso	7.803	9,9
	Trupillal abierto muy intervenido (TP->MTX)	Arbustal abierto	15.757	20,1
Total Arbustal abierto			33.943	43,3
Bosque de Ribera	Bosque de Ribera (BR)	Bosque de galería y ripario	3.453	4,4
	Bosque de Ribera fragmentado (BRf)	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	474	0,6
Total Bosque de Ribera			3.927	5,0
Bosque seco	Bosque seco intervenido degradado a Trupillal (BS=>TP)	Bosque Fragmentado	804	1,0
	Bosque seco tropical con baja intervención (BST)	Bosque Denso	94	0,1
Total Bosque seco			898	1,1
Bosque seco (Prosopis juliflora)	Trupillales en regeneración a bosque seco (TP=>BS)	Vegetación secundaria o en transición	4.700	6,0

TIPO DE VEGETACIÓN ACTUAL	VEGETACIÓN (AJUSTADA POR COMPOSICIÓN)	CATEGORIA CORINE	AREA (Has)	% ZONA DE ESTUDIO	
	Río	Ríos	1.212	1,5	
Transformado	Tierras desnudas y degradadas	Tierras desnudas y degradadas	1.640	2,1	
		Mosaico de cultivos	366	0,5	
		Mosaico de cultivos y espacios naturales	595	0,8	
		Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	7.654	9,8	
		Mosaico de pastos con espacios naturales	6.112	7,8	
		Mosaico de pastos y cultivos	8.947	11,4	
		Pastos arbolados	490	0,6	
		Pastos enmalezados	4.474	5,7	
		Pastos limpios	3.075	3,9	
		Tejido urbano continuo	138	0,2	
		Total Transformado		31.850	40,6
		Zonas arenosas naturales	Zonas arenosas naturales	36	0,0
		Total zona de estudio			78.423

Vegetación actual. Con base en los tipos de coberturas de la tierra y de la propuesta de Fajardo *et al*, (este libro) se definieron los tipos de vegetación actual, que se muestran en la **Tabla 6** y la **Figura 19**; donde las categorías de tierras desnudas y degradadas, ríos y afloramientos rocosos, presentan una relación directa con el mapa de coberturas de la tierra. Se destaca que en la categoría transformado se asocian todas las áreas intervenidas, connotadas

en el análisis de condición y las categorías generales de vegetación analizadas; las cuales corresponden a: Arbustal abierto, Bosque de Ribera, Bosque seco y Bosque seco (*Prosopis juliflora*); descritas a continuación.

Arbustal abierto: agrupa las coberturas de la tierra que presentan una altura en condiciones naturales o seminaturales inferior a 5 m, que se encuentran localizadas en las laderas de mayor pendiente del cañón del Chicamocha, los suelos presentan poco desarrollo y la profundidad efectiva es baja. En estos espacios el sustrato rocoso y los suelos compactados por las condiciones climáticas, limitan el almacenamiento y disponibilidad de agua para las plantas; situación que lleva al achaparramiento y dispersión de la vegetación. Dentro de las coberturas asociadas se encuentran: Herbazal denso de tierra firme, Herbazal Abierto Rocosos y Arbustal abierto; con un área total de 33943 ha (43,3%).

Bosque de Ribera: están localizados alrededor de los drenajes, por lo general, en zonas bajas mal drenadas con fondos planos o cóncavos, donde se depositan materiales finos. La vegetación en estos bosques es de mayor porte que en los alrededores, gracias a las condiciones edáficas con regímenes de humedad-con poco o nada de estrés hídrico (acuicos y údicos)- pueden formar fajas de vegetación a lo largo de ríos y cursos de aguas permanentes o temporales que, en el caso de los asociados a los ríos Suárez y Chicamocha, se inundan transitoriamente cada año.

Gracias a mejores condiciones edáficas que los alrededores y a su ubicación, que implica disponibilidad de agua y acceso por medio de los ríos, los bosques de ribera han sufrido una fuerte presión. Las coberturas que conforman los bosques de ribera son: Bosque fragmentado con pastos y cultivos, y Bosque de galería y ripario; las cuales, pese a la histórica presión que han presentado, aún se conservan 3927 ha que representan el 5,0% de la zona de estudio.

Bosque seco: se caracteriza por la presencia de comunidades arbóreas que pierden sus hojas en los meses deficitarios de humedad. Este tipo de vegetación ha sufrido una fuerte presión, ya que, fuera de los bosques de ribera, los sitios donde se localiza el bosque seco presentan las mejores condiciones edáficas de la zona. Dentro de los tipos de cobertura que se identificaron como bosque seco se encuentran: Bosque Denso, Bosque Fragmentado y Bosque fragmentado con pastos y cultivos. En la zona de estudio se diferenciaron 898 ha que equivalen al 1,1%.

Bosque seco (*Prosopis juliflora*): representa un estado de sucesión de vegetación en recuperación, localizado de en la cuenca baja del río Suárez. Aunque en la actualidad estos espacios no tienen un uso muy intensivo, la presencia de la actividad caprina realiza una selección de especies, favoreciendo el dominio de los trupillales (*Prosopis juliflora*). La cobertura vegetal que se asoció

a esta categoría es la de vegetación secundaria o en transición. Esta unidad tienen un cubrimiento de 4700 ha que representan el 6%.

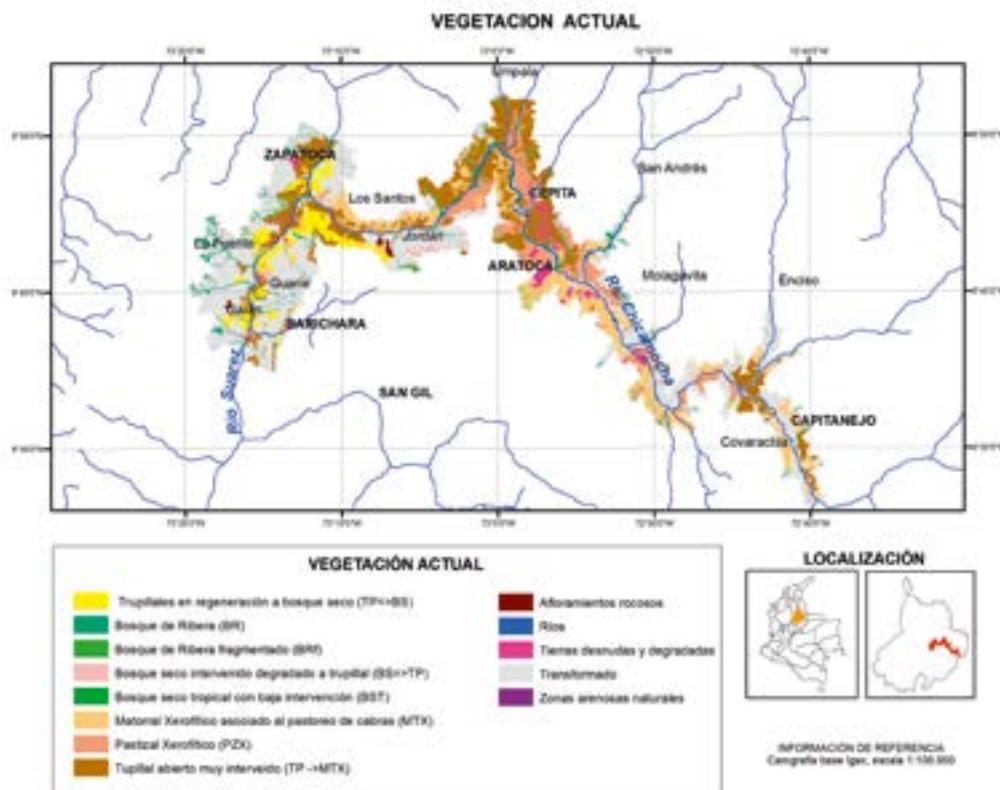


Figura 19. Mapa de vegetación actual del enclave seco del cañón de Chicamocha y el río Suárez.

Vegetación potencial. Es la vegetación que, en la zona de estudio, se presentó bajo condiciones prístinas o sin intervención del hombre; para la caracterización de la vegetación potencial se definieron las siguientes categorías: afloramientos rocosos, tierras desnudas y degradadas, arbustal, bosque de ribera, bosque seco, matorral, río, y zonas arenosas naturales.

A diferencia de la vegetación actual, en esta se incluyó la categoría de matorral y se eliminó la de transformado; en el caso de la primera se hace una desagregación de la unidad de Arbustal, planteada en el mapa de vegetación actual. Para realizar la diferenciación entre las coberturas se agrupó la vegetación más rala o baja en la categoría de Arbustal (inferior a 1 m) y la vegetación de mayor porte, entre 1 a 5 m, en la categoría de matorral; con relación a la ca-

tegoría transformado, esta fue excluida ya que solo se plantean condiciones prístinas o naturales. En la **Figura 20** se muestra el mapa de vegetación potencial.

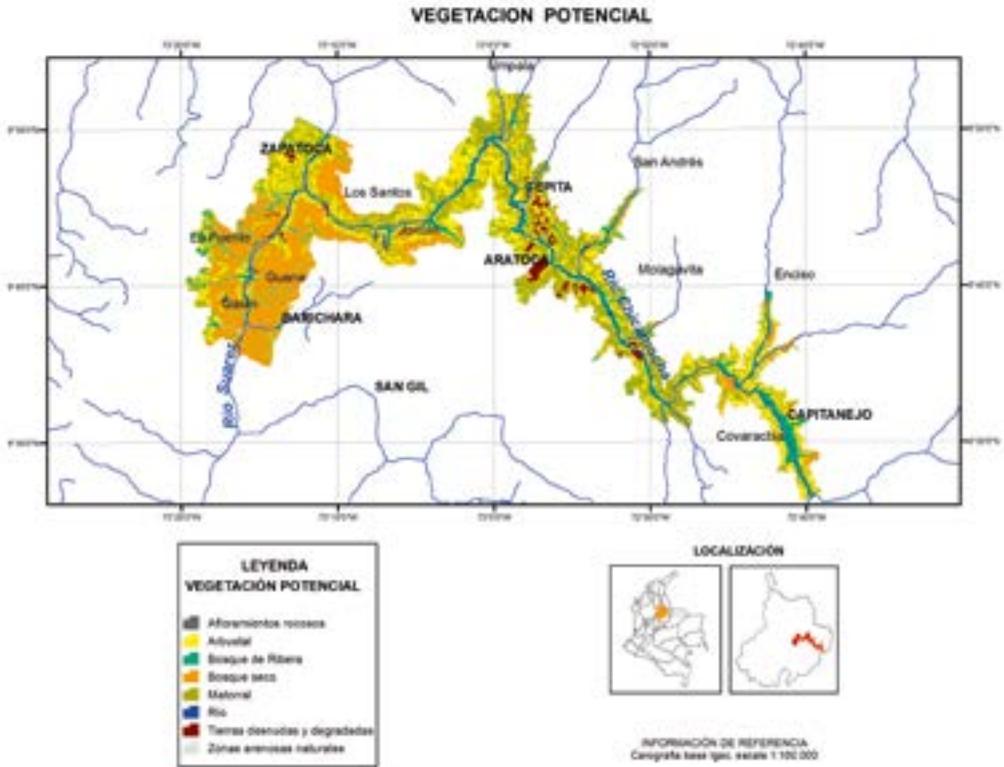


Figura 20. Mapa de vegetación potencial del enclave seco del cañón de Chicamocha y el río Suárez.

Se realizó un análisis de la de transformación de la vegetación potencial en la zona de estudio; en el que se estableció que 5116 ha presentan condiciones naturales (6,52%), 41457 ha seminaturales (52,86%) y 3180 ha transformadas (40,61%). Con relación a la condición de las categorías de vegetación potencial, la **Figura 21** muestra cual es la situación de cada una de ellas.

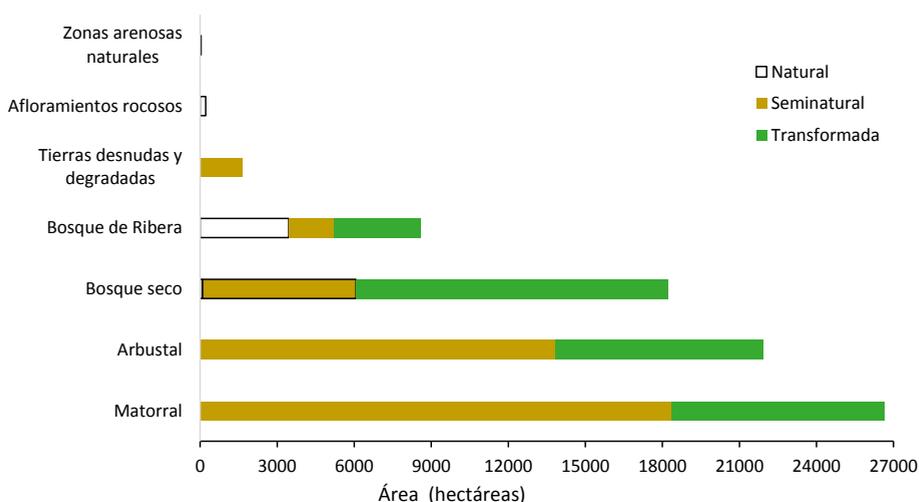


Figura 21. Condición de la vegetación potencial del enclave seco del cañón de Chicamocha y el río Suarez.

A continuación se describen las categorías asociadas a cubiertas vegetales, de acuerdo al tamaño de su extensión, iniciando con la de mayor tamaño:

-El matorral cuenta con la mayor extensión con 26618 ha, de las cuales el 68,9% está en estado natural y el resto transformadas; este tipo de vegetación se presenta en las laderas escarpadas, con suficiente oferta edáfica para permitir el desarrollo incipiente de vegetación de bajo porte (inferior a 5 m).

-Le sigue arbustal natural con 21910 ha, que equivale al 27,94% del total de la zona de estudio; de los cuales el 63,1% son seminaturales y el 31,9% transformadas. Este tipo de vegetación se desarrolla en zonas con baja oferta edáfica, representada con una profundidad efectiva superficial, localizada en las laderas más escarpadas.

-El bosque seco presenta una extensión de 18200 ha, es decir, el 23,21% de la zona de estudio; de esta extensión tan solo el 1% es natural, mientras que el 32,31% está en estado de regeneración y el 66,64% ha sido totalmente transformado. Este tipo de bosque se localiza en la zona de transición con el bosque andino y en la cuenca baja del río Suárez, donde se encuentran las zonas con mejor oferta edáfica, climática y pendientes menos empinadas, por lo cual, fue ampliamente utilizada por el hombre para realizar actividades agropecuarias.

-El bosque de ribera presentaban una extensión de 8590 ha, que corresponde al 10,95% del área analizada. De esta extensión el 40,27% se encuentra

en condiciones seminaturales, el 20,56% está levemente intervenida y en estado seminatural, mientras que el 36,91% ha sido totalmente transformada. Los bosques de ribera son fundamentales en la regulación hídrica de la zona de estudio, proveen sombra a las corrientes de agua de menor orden, lo que evita su rápida evaporación. Al desaparecer estos bosques las corrientes hídricas son más vulnerables a las sequías, disminuyendo la oferta hídrica disponible para las diferentes actividades antrópicas.

DISCUSIÓN

Las laderas del cañón del Chicamocha y la cuenca baja del río Suarez presentan un frágil equilibrio ambiental, debido a factores como: condiciones climáticas con lluvias deficitarias, altas pendientes y poca profundidad efectiva de los suelos. Además, han sufrido un proceso de transformación histórica, afectando la regulación hídrica de los suelos como efecto del cambio de la vegetación natural por coberturas antrópicas; situación que generó la disminución del sombreado, la reducción de la biomasa que protege al suelo de la radiación solar y produjo la compactación de los suelos por las actividades pecuarias.

La transformación de las coberturas naturales en cultivos limpios y el desarrollo de la capricultura han acelerado la sequía edáfica y facilitado la acción erosiva, lo que se evidencia con los procesos de escurrimiento superficial y concentrado, que dominan en gran parte de la zona de estudio. Del total del área analizada sólo el 6,52 % presenta condiciones naturales, el 52,86% tiene algún grado de intervención y el restante 40,61% está transformado en la actualidad. No obstante, el alto porcentaje de transformación los espacios naturales son vitales en la regulación hídrica, estos se encuentran localizados en las formaciones aluviales del fondo del cañón, en los ejes de las corrientes de agua provenientes de los valles adyacentes y en los nacimientos de agua cerca a zonas de escarpes.

La falta de planeación y de políticas públicas claras, definidas y constantes para ordenar el uso de suelo, han dado lugar a un incremento en las áreas degradadas y han empobrecido el paisaje natural de esta región. A pesar de esto, durante las últimas dos décadas se ha visto un proceso de recuperación de la vegetación natural, en especial en la cuenca del río Suárez; esta situación se debe a las difíciles condiciones económicas que atraviesa el agro colombiano. Sin embargo, se observa que la regeneración de la vegetación se encuentra influenciada por la selección de especies que hacen las cabras.

El desarrollo de políticas de manejo de los bosques de ribera y los remanentes de bosque seco, son fundamentales para asegurar la integridad ecológica del cañón del río Chicamocha y la cuenca baja del río Suarez. Estos bosques constituyen un elemento clave para garantizar los servicios ecosistémicos aso-

ciados a la oferta hídrica, en especial ante los escenarios de incremento de temperatura y de estrés hídrico que se pueden esperar frente a las tendencias de calentamiento global y de cambio climático.

LITERATURA CITADA

- ALBESIANO, S & J. O, RANGEL-CH. 2006. Estructura de la vegetación del Cañón del Río Chicamocha, 500-1200 m; Santander-Colombia: una herramienta para la conservación. *Caldasia* 28(2): 307-325.
- IDEAM. 2010a. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C., 72 pp.
- IDEAM. 2010b. Sistemas morfogénicos del territorio colombiano. Imprenta Nacional, Bogotá. 252 pp.
- IGAC. 2003. Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Santander. IGAC. 173 pp.
- LATORRE, J.P., JARAMILLO, O., CORREDOR *ET AL*, 2014. Condición de las unidades ecobiogeográficas continentales y sistema nacional de áreas protegidas en Colombia (base de datos geográfica a escala 1:100.000). PNN. Bogotá, D. C., 230 pp.



DIVERSIDAD DE AVES EN BOSQUES SECOS DEL CAÑÓN DE LOS RÍOS CHICAMOCHA Y SUÁREZ (SANTANDER, COLOMBIA)

Alejandro Rico-Guevara
aricog@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El ecosistema de bosque seco tropical (BST) es el más amenazado a nivel global (Pennington 2012). En Colombia, el BST es un ecosistema fragmentado (Ariza *et al.* 2014), por lo cual los esfuerzos para su conservación deben enfocarse, primero, en lograr una buena caracterización de su funcionamiento ecológico; para luego poder planear estrategias de protección y manejo de enclaves únicos y amenazados. El presente estudio fue diseñado y ejecutado con los siguientes objetivos: 1) Cuantificar el número de especies de aves, especificando su identidad, y abundancias relativas para establecer su influencia con relación a los otros grupos estudiados. 2) Contrastar las distintas localidades de estudio, muestreando en los hábitats más representativos con el fin de establecer patrones de funcionamiento ecológico 3) Comparar las

temporadas seca y lluviosa para las que se efectuaron esfuerzos equivalentes de muestreo, para empezar a entender el funcionamiento de los ecosistemas a lo largo del año.

MÉTODOS

Para alcanzar los objetivos del estudio en el corto tiempo disponible para cada época de muestreo, y al mismo tiempo estandarizar los muestreos en las dos localidades, se optó por no usar redes de niebla (método estándar en inventarios de aves), y el estudio se enfocó en hacer la mayor cantidad posible de puntos de conteo. Las desventajas de no usar redes son que algunas especies de aves son difíciles de detectar visualmente, y que no se pueden registrar datos de masas corporales de los individuos particulares de la zona. Sin embargo, y para contrarrestar estas desventajas, se usó una grabadora profesional y un micrófono direccional; los cuales permitieron identificar las especies que no son visualmente conspicuas. Debido a la topografía de la zona se emplearon transectos, y los puntos de conteo permitieron muestrear sitios muy cercanos a los que ya se habían trabajado para otros grupos, lo que facilita comparaciones más precisas.

UBICACIÓN PUNTOS DE CONTEO. La localidad 1 comprendió 10 puntos de conteo en diferentes hábitats en la vereda el Juncalito, municipio de Enciso, Santander. La localidad 2 comprendió otros 10 puntos de conteo en inmediaciones del municipio de Barichara, específicamente en alrededores de Guane y Butaregua. Las localidades son zonas xerofíticas con bosques caducos y matrices cultivadas de maíz y tabaco; además, en ambas localidades hay una influencia marcada de caprinos domésticos que forrajean libremente.

En estos puntos de conteo, la ubicación de los puntos siguió las coberturas de vegetación y hábitats más importantes en las zonas de estudio (Trupillal, Bosque de Ladera, Espinoso y de Ribera o ambientes asociados a cuerpos de agua); adicionalmente, se incluyó un ecotono importante en las zonas de estudio, en el cual se concentraban altas actividades de forrajeo. Dado que la hora de muestreo afecta la actividad tanto de canto como de movimiento, en la medida de lo posible, los puntos fueron visitados en orden aleatorio (dadas las restricciones logísticas como el desplazamiento a Butaregua).

ESFUERZO DE MUESTREO. La primera fase de caracterización se llevó a cabo en la temporada lluviosa del 15 al 27 de noviembre de 2014, la primera mitad en Enciso y la segunda en Guane y Butaregua. La segunda fase correspondió a la temporada seca de febrero 5 al 12 (Enciso) y de febrero 22 al 29 (Guane y Butaregua). Durante 10 días de muestreo (5 por localidad) se efectuaron registros visuales y auditivos, intentando identificar la mayor cantidad de especies presentes en cada una de las localidades. Los recorridos se hicieron

aproximadamente entre las 5:30 am y las 6:00 pm (con una pausa al medio día de 2 horas), más una salida nocturna en cada localidad, y en cada temporada, en búsqueda de especies nocturnas (*e.g.* Búhos).

En total se completaron 40 puntos de conteo (10 por localidad en cada temporada) con una duración de 20 minutos en cada uno. Antes de iniciar cada conteo, se esperó por 10 minutos con el fin de evitar efectos del disturbio de la llegada del investigador al lugar. En los puntos de conteo se hicieron observaciones con binoculares (Vortex Viper HD 10x42), grabaciones con grabadora digital (Zoom H1) y micrófono direccional (Opteka VM-200) con parábola, direcciones de observación con brújula y estimaciones de distancia a las aves con telémetro láser (Simmons LRF 600). Fuera de los puntos de conteo se efectuaron grabaciones para la colección de referencia, lo cual ayuda a identificar las especies por sus cantos y llamadas; dicha colección de referencia consistió en grabar aves emitiendo sonidos y que, al mismo tiempo, pudieran ser identificadas visualmente.

En cada punto se tomaron las coordenadas geográficas con GPS y fotos panorámicas (270°), con el fin de identificar los estratos de vegetación presentes en el punto (**Tabla 8**). Para los datos auditivos se registraron series continuas de canto de individuos como observaciones discretas; por ejemplo, si luego de más de 3 minutos de silencio se volvía a escuchar un canto de la misma especie en una dirección diferente al registro previo, este se contaba como un nuevo individuo.

Tabla 7. Puntos de conteo en las localidades estudiadas y orden de visita en las dos temporadas climáticas en las cuales se efectuaron los muestreos.

Localidad	Punto por temporada: Lluviosa (LI) y Seca (S)	Coordenadas	Hábitat
Enciso	8 (LI) – 6 (S)	6°36'34.40"N, 72°42'17.67"O	Trupillal
	9 (LI) – 7 (S)	6°36'27.48"N, 72°42'22.39"O	Trupillal
	4 (LI) – 5 (S)	6°36'33.88"N, 72°42'13.34"O	Bosque de ladera rocosa
	7 (LI) – 10 (S)	6°36'28.44"N, 72°42'16.63"O	Bosque de ladera rocosa
	3 (LI) – 8 (S)	6°36'26.07"N, 72°42'29.29"O	Bosque de ribera
	5 (LI) – 9 (S)	6°37'0.23"N, 72°42'36.20"O	Bosque de ribera
	6 (LI) – 3 (S)	6°36'25.62"N, 72°42'14.04"O	Bosque espinoso
	10 (LI) – 4 (S)	6°36'36.69"N, 72°42'14.37"O	Bosque espinoso
	1 (LI) – 1 (S)	6°36'36.78"N, 72°42'27.43"O	Ecotono trupillal-espinoso
	2 (LI) – 2 (S)	6°36'42.03"N, 72°42'17.77"O	Ecotono trupillal-espinoso

Localidad	Punto por temporada: Lluviosa (LI) y Seca (S)	Coordenadas	Hábitat
Guane- Butaregua	5 (LI) – 8 (S)	6°41'11.22"N, 73°14'36.73"O	Trupillal
	8 (LI) – 10 (S)	6°39'55.83"N, 73°14'13.16"O	Trupillal
	2 (LI) – 1 (S)	6°41'54.79"N, 73°14'44.95"O	Bosque de ladera rocosa
	9[B1] (LI) – 9 (S)	6°43'26.90"N, 73°11'51.24"O	Bosque de ladera rocosa
	4 (LI) – 4 (S)	6°41'11.15"N, 73°14'43.54"O	Bosque de ribera
	10[B2] (LI) – 7 (S)	6°42'51.92"N, 73°12'1.73"O	Bosque de ribera
	3 (LI) – 2 (S)	6°42'26.43"N, 73°14'55.74"O	Bosque espinoso
	6 (LI) – 5 (S)	6°40'59.03"N, 73°14'37.15"O	Bosque espinoso
	1 (LI) – 3 (S)	6°41'7.31"N, 73°14'21.12"O	Ecotono trupillal-espinoso
	7 (LI) – 6 (S)	6°39'57.81"N, 73°14'18.01"O	Ecotono trupillal-espinoso

ANÁLISIS DE DATOS. Se hizo la revisión de las grabaciones (13 horas 20 minutos), comparándolas con la colección de referencia (35 especies para un total de 1 hora 25 minutos) y bases de datos como Xeno-Canto (<http://www.xeno-canto.org>). Luego se hicieron curvas de rarefacción usando un sub-estimador (Chao) y un sobre-estimador (Bootstrap), comparando el muestreo de los dos sitios estudiados. Por último, se obtuvieron índices de diversidad por sitio y temporada (Simpson y Shannon-Wiener) en EstimateS (versión 9) con 999 aleatorizaciones.

RESULTADOS

Se registraron 105 especies de aves pertenecientes a 34 familias (**Anexo 2**), durante las dos etapas de muestreo (temporada seca y lluviosa); 77 especies para la localidad Enciso y 82 especies para la localidad Guane-Butaregua. Las curvas de acumulación de especies, con sus correspondientes estimadores de riqueza, mostraron un comportamiento que se aproximó a una asíntota entre 4 y 8 especies por encima de las registradas, para ambas localidades (**Figura**

22). Dado el número de muestras en las zonas de estudio (aquí tomado por días de muestreo), se indicó que la localidad Guane-Butaregua presentó un mayor número de especies, y fue también la localidad en la que los estimativos de riqueza tendieron a números asintóticos más altos; pero la diferencia entre localidades fue baja (alrededor de 5 especies en todas las curvas). La baja diferencia entre localidades se evidenció también por el traslape de los intervalos de confianza de la riqueza estimada: 78 – 94 especies para Enciso y 83 – 100 para Guane.

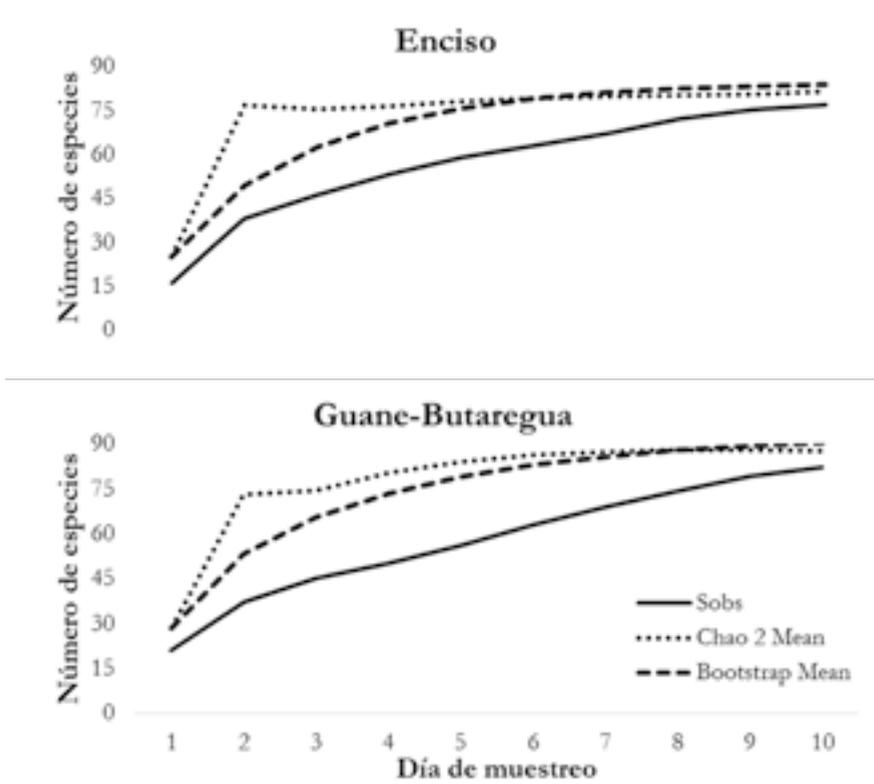


Figura 22. Curvas de acumulación de especies por localidades.

Abreviaciones: Especies acumuladas por día de muestreo (Sobs), estimador que subestima la riqueza de especies (Chao 2), estimador que sobreestima la riqueza de especies (Bootstrap).

PUNTOS DE CENSO EN LAS ÁREAS DE ESTUDIO. Las detecciones en los puntos de conteo fueron auditivas en su gran mayoría (Tabla 7). Las gráficas a continuación representan la abundancia por familias obtenida por registros visuales y auditivos en los puntos de conteo.

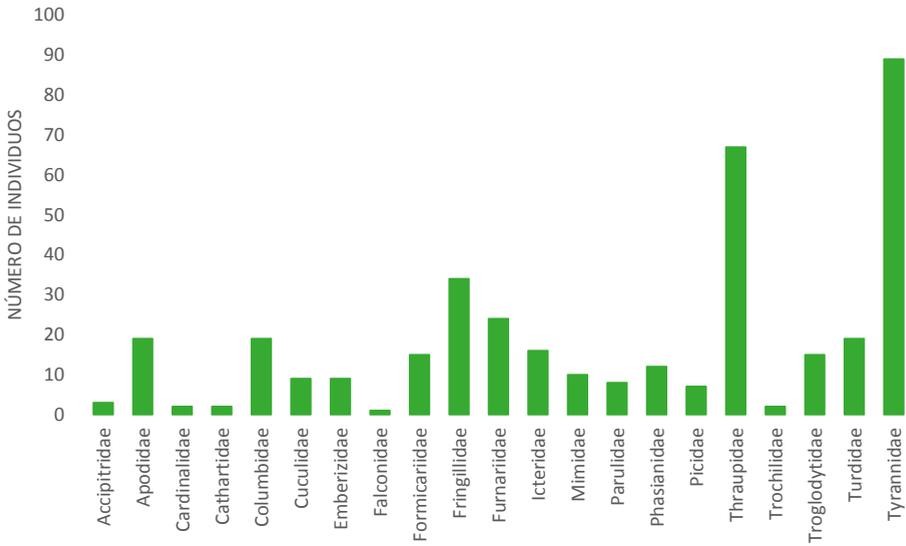


Figura 23. Abundancia por familias Enciso.

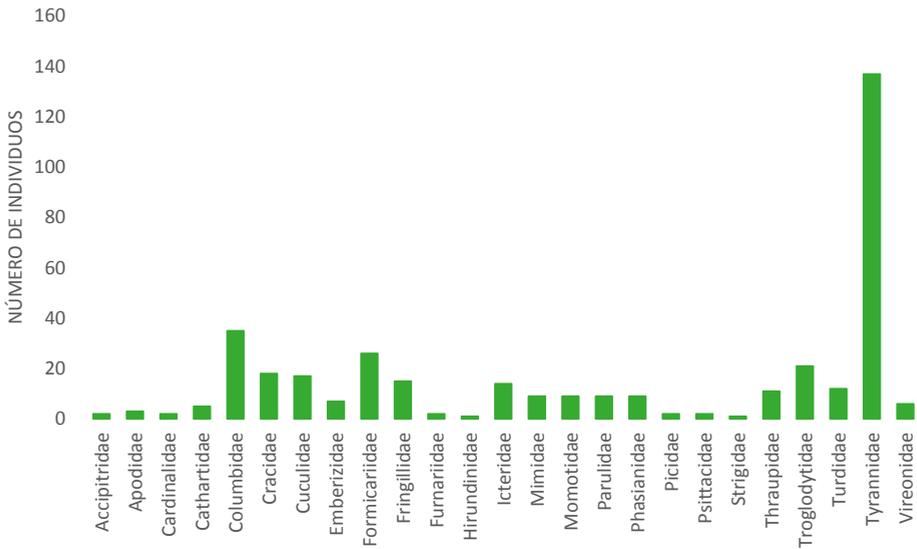


Figura 24. Abundancia por familias Guane-Butaregua.

La familia más abundante en ambas localidades (**Figura 23** y **Figura 24**) fue la de los atrapamoscas (Tyrannidae). Otras familias importantes, pero con mucha menos abundancia (4- 9%), en ambas localidades fueron: palomas (Columbidae), hormigueros (Formicariidae o Thamnophilidae), canarios-pinzones (Fringillidae), toches (Icteridae), y cucaracheros (Troglodytidae). Una familia abundante en Enciso (**Figura 23**) pero no en Guane-Butaregua fue la de las tángaras (Thraupidae); a su vez, una familia abundante en Guane-Butaregua (**Figura 24**) pero ausente en Enciso fue la de las pavas (Cracidae). Las tres familias más abundantes (con números de individuos entre paréntesis) para cada una de las localidades fueron: Enciso i) Tyrannidae (89), ii) Thraupidae (67) y iii) Fringillidae (34); Guane-Butaregua i) Tyrannidae (137), ii) Columbidae (35) y iii) Formicariidae (26).

Se encontraron 41 y 49 especies de aves compartidas entre épocas lluviosa y seca, para las localidades de Enciso y Guane-Butaregua respectivamente; esto correspondió a un 53% de especies de aves compartidas entre temporadas climáticas para Enciso y un 60% de especies compartidas entre temporadas para Guane-Butaregua.

Se evidenció un mayor recambio taxonómico entre épocas para la localidad de Enciso. En ambas localidades la familia Tyrannidae presentó la mayor cantidad de especies compartidas, correspondiendo con su alta diversidad y abundancia en ambos sitios. Se halló que 27 especies de aves (26% del total registrado) estuvieron presentes en ambas localidades y en ambas temporadas; dentro de éstas resaltan especies ubicuas en las zonas muestreadas como: la paloma rabiblanca (*Leptotila verreauxi*), el batará crestibarrado (*Thamnophilus multistriatus*), saltador rayado (*Saltator striatipectus*), el chamicero pálido (*Synallaxis albescens*), el toche (*Icterus chrysater*), la tángara rastrojera (*Tangara vitriolina*), el azulejo (*Thraupis episcopus*), el cucarachero chupahuevos (*Campylorhynchus griseus*), la elaenia menor (*Elaenia chiriquensis*), el atrapamoscas apical (*Myiarchus apicalis*), el titirijí perlado (*Hemitriccus margaritaceiventer*), el bichofué (*Pitangus sulphuratus*) y el sirirí (*Tyrannus melancholicus*).

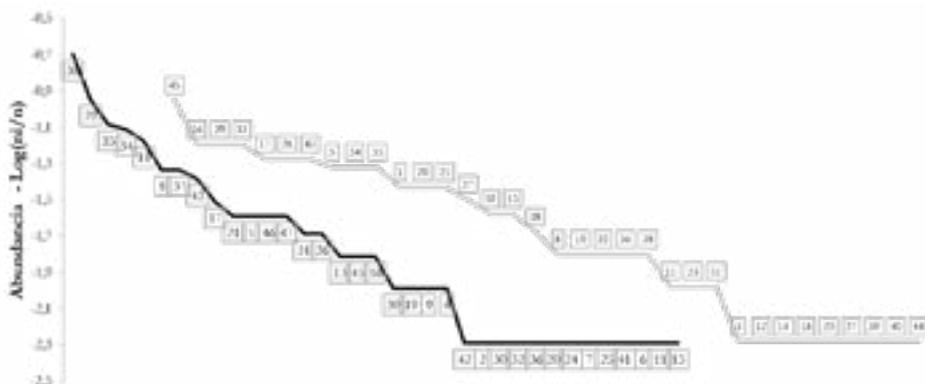


Figura 25. Curva de rango-abundancia Enciso.

Negro: lluvias. Gris: Seca. *Aeronautes montivagus*: 1, *Amazilia castaneiventris*: 2, *Arremon schlegeli*: 3, *Buteo magnirostris*: 4, *Campylorhynchus griseus*: 5, *Chlorostilbon mellisugus*: 6, *Colaptes rivolii*: 7, *Colinus cristatus*: 8, *Coragyps atratus*: 9, *Crotophaga ani*: 10, *Elaenia chiriquensis*: 11, *Elaenia flavogaster*: 12, *Euscarthmus meloryphus*: 13, *Falco sparverius*: 14, *Gampsonyx swainsonii*: 15, *Hemitriccus margaritaceiventer*: 16, *Icterus chrysater*: 17, *Leptotila verreauxi*: 18, *Melanerpes rubricapillus*: 19, *Mimus gilvus*: 20, *Myiarchus apicalis*: 21, *Myiarchus tyrannulus*: 22, *Myiozetetes similis*: 23, *Picumnus olivaceus*: 24, *Piranga flava*: 25, *Pitangus sulphuratus*: 26, *Pogonotriccus poecilotis*: 27, *Pyrocephalus rubinus*: 28, *Saltator albicollis*: 29, *Setophaga petechia*: 30, *Setophaga pitiayumi*: 31, *Setophaga striata*: 32, *Streptoprocne zonaris*: 33, *Synallaxis albescens*: 34, *Tangara vitriolina*: 35, *Tapera naevia*: 36, *Thamnophilus multistriatus*: 37, *Thraupis episcopus*: 38, *Tiaris bicolor*: 39, *Tolmomyias sulphurescens*: 40, *Troglodytes aedon*: 41, *Turdus ignobilis*: 42, *Turdus leucomelas*: 43, *Tyrannidae*: 44, *Tyrannus melancholicus*: 45, *Volatinia jacarina*: 46, *Zenaida auriculata*: 47.

En Enciso, las cinco especies más abundantes durante la temporada lluviosa (**Figura 25**) fueron: el azulejo, el saltador rayado, la támara rastrojera, el chamicero pálido y la paloma rabiblanca (sumando el 53,3% del total); mientras que durante la temporada seca (**Figura 25**) fueron: el sirirí, el titirijí perlado, el saltador rayado, el vencejo de collar (*Streptoprocne zonaris*) y el toche (36,2%). En Guane-Butaregua, las cinco especies más abundantes durante la temporada lluviosa (**Figura 26**) fueron: la paloma rabiblanca, el sirirí, el bichofué, el batará crestibarrado y el cucarachero chupahuevos (40%); y durante la temporada seca (**Figura 26**): la paloma rabiblanca, el titirijí perlado, el atrapamoscas apical, el batará crestibarrado, y el cucarachero chupahuevos (34, 26%).

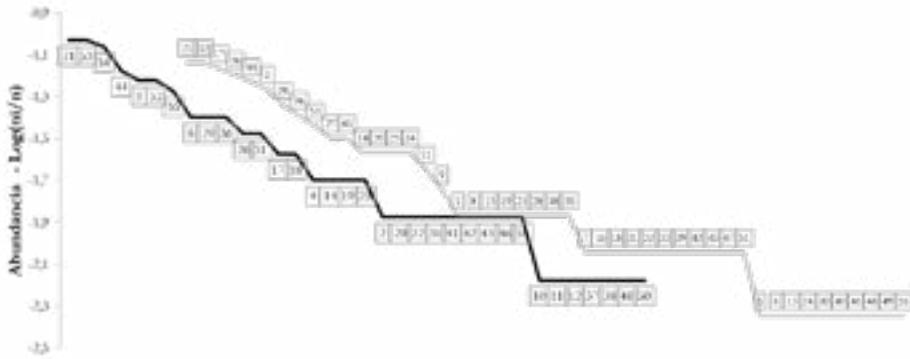


Figura 26. Curva de rango-abundancia Guane-Butaregua.

Negro: llluvias. Gris: Seca. *Aeronautes montivagus*: 1, *Buteo magnirostris*: 2, *Campylorhynchus griseus*: 3, *Cathartes aura*: 4, *Cathartes burrovianus*: 5, *Catharus minimus*: 6, *Colaptes punctigula*: 7, *Colinus cristatus*: 8, *Columbina talpacoti*:9, *Coragyps atratus*: 10, *Crotophaga ani*: 11, *Elaenia flavogaster*: 12, *Emberizidae*: 13, *Euscarthmus meloryphus*: 14, *Formicivora grisea*: 15, *Forpus conspicillatus*: 16, *Hemitriccus margaritaceiventer*: 17, *Hylophilus flavipes*: 18, *Icterus chrysater*: 19, *Icterus nigrogularis*: 20, *Leptotila verreauxi*: 21, *Machetornis rixosus*: 22, *Mimus gilvus*: 23, *Mionectes oleaginea*: 24, *Momotus momota*: 25, *Myiarchus apicalis*: 26, *Myiarchus apicalis*: 26, *Myiarchus tyrannulus*: 27, *Myiodynastes maculatus*: 28, *Ortalis columbiana*: 29, *Otus choliba*: 30, *Parulidae*: 31, *Piaya cayana*: 32, *Piranga flava*: 33, *Pitangus sulphuratus*: 34, *Pyrocephalus rubinus*:35, *Saltator albicollis*: 36, *Setophaga fusca*: 37, *Setophaga pitiayumi*: 38, *Setophaga pitiayumi*: 38, *Sicalis flaveola*: 39, *Stelgidopterix ruficollis*: 40, *Synallaxis albescens*: 41, *Tangara vitriolina*: 42, *Tapera naevia*: 43, *Thamnophilus multistriatus*: 44, *Thraupidae desconocido*:45, *Thraupis episcopus*: 46, *Thraupis palmarum*: 47, *Tiaris bicolor*: 48, *Todirostrum cinereum*: 49, *Turdidae*: 50, *Turdus leucomelas*: 51, *Tyrannidae*: 52, *Tyrannus melancholicus*: 53, *Volatinia jacarina*: 54, *Zenaida auriculata*: 55.

Así es que tomando en cuenta las cinco especies más abundantes, las comunidades de aves fueron más equitativas en la temporada seca (e.g. menor porcentaje del total de individuos registrados) comparadas con la temporada lluviosa en ambas localidades. Cabe anotar que, las especies de aves más abundantes en Enciso presentaron un mayor número de individuos en cada temporada, comparadas con las especies más abundantes en Guane-Butaregua (e.g. especie más abundante en temporada lluviosa: Enciso – azulejo 39 individuos vs. Guane-Butaregua – paloma rabiblanca 14 individuos).

Las especies menos abundantes durante la temporada lluviosa en Enciso (**Figura 25**) fueron: el carpinterito oliváceo (*Picumnus olivaceus*), el colibrí esmeralda (*Chlorostilbon mellisugus*) y el elanio enano (*Gampsonyx swainsonii*); mientras que para la temporada seca fueron (**Figura 25**): el cernícalo (*Falco sparverius*), el atrapamoscas variegado (*Phylloscartes poecilotis*) y el picoplano azufrado (*Tolmomyias sulphureus*).

Las especies menos abundantes durante la temporada lluviosa en Guane-Butaregua (**Figura 26**) fueron: la elaenia copetona (*Elaenia flavogaster*), la reinita gorjinaranja (*Setophaga fusca*) y el tres pies (*Tapera naevia*); en tanto, en la temporada seca (**Figura 26**) fueron: el zorzal migratorio (*Catharus minimus*), la golondrina gorgirrufa (*Stelgidopteryx ruficollis*) y la torcaza (*Zenaida auriculata*).

En la temporada lluviosa en Enciso se encontró una mayor cantidad de especies raras (con sólo un individuo detectado en los puntos de conteo), en comparación con la temporada seca (**Figura 25**). Para Guane-Butaregua se encontró más cantidad de especies raras (con uno y dos individuos detectados) en la temporada seca, proporcionalmente a la mayor cantidad de especies registradas (**Figura 26**).

Las especies predominantes fueron diferentes entre temporadas en Enciso, con tan sólo una especie (saltador rayado), compartida entre las 6 más abundantes para ambos muestreos (**Figura 25**). En Guane-Butaregua, las especies predominantes fueron compartidas en un mayor grado entre temporadas, con 3 especies registradas entre las 6 más abundantes, tanto en época lluviosa como seca (**Figura 26**). Estos resultados concuerdan con lo encontrado para el total de especies de aves en la comunidad, donde existe un mayor recambio taxonómico entre temporadas climáticas para la localidad de Enciso.

Se compararon estadísticamente las distribuciones de riqueza por rangos de abundancia utilizando una prueba de Chi-cuadrado; sin embargo, la potencia de la prueba se vio disminuida, debido a que la variable de las filas en la tabla de contingencia construida con los rangos de abundancia es ordinal. Se encontró que la estructura de riqueza por rangos de abundancia para ambas localidades no fue significativamente diferente (Enciso $p=0.1$, Guane-Butaregua $p=0.7$) entre temporadas climáticas.

Contrastando localidades se vio una mayor cantidad de especies raras (un individuo) en Enciso, aunque el aspecto de las curvas fue bastante similar. Así mismo, se encontró que la estructura de riqueza por rangos de abundancia entre localidades no fue significativamente diferente ($p=0.3$). Las únicas diferencias son la composición de especies, con sólo una especie compartida (mirra ventriblanca, *Turdus leucomelas*) entre las 5 más abundantes en las dos localidades (**Figura 27**); además, en Enciso hay una diferencia de abundancia mayor entre las 3 especies más abundantes, lo que provoca una pendiente más fuerte (**Figura 27**), hecho que también se vio reflejado en las curvas discriminadas por temporada (**Figura 25 y Figura 26**).

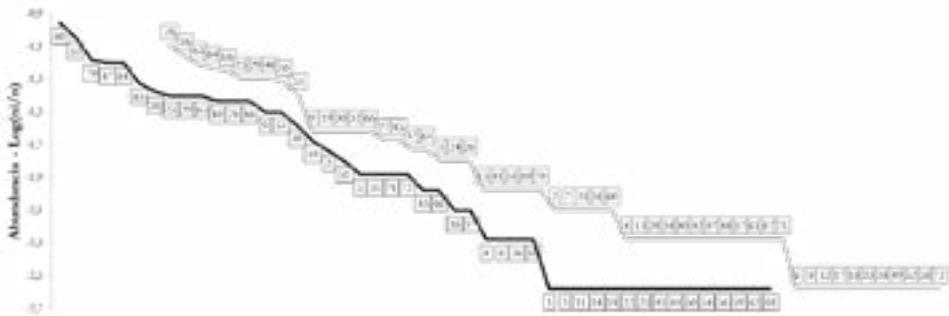


Figura 27. Curva de rango-abundancia Enciso (negro) vs. Guane-Butaregua (gris).

Amazilia castaneiventris: 1, *Aeronautus montivagus*: 2, *Arremon schlegeli*: 3, *Buteo magnirostris*: 4, *Crotophaga ani*: 5, *Coragyps atratus*: 6, *Cathartes aura*: 7, *Cathartes burrovianus*: 8, *Colinus cristatus*: 9, *Campylorhynchus griseus*: 10, *Chlorostilbon mellisugus*: 11, *Catharus minimus*: 12, *Colaptes punctigula*: 13, *Colaptes rivolii*: 14, *Columbina talpacoti*: 15, *Elaenia chiriquensis*: 16, *Emberizidae*: 17, *Elaenia flavogaster*: 18, *Euscarthmus meloryphus*: 19, *Forpus conspicillatus*: 20, *Formicivora grisea*: 21, *Falco sparverius*: 22, *Gampsonyx swainsonii*: 23, *Hylophilus flavipes*: 24, *Hemitriccus margaritaceiventer*: 25, *Icterus chrysater*: 26, *Icterus nigrogularis*: 27, *Leptotila verreauxi*: 28, *Myiarchus apicalis*: 29, *Mimus gilvus*: 30, *Myiodynastes maculatus*: 31, *Momotus momota*: 32, *Mionectes oleaginea*: 33, *Machetornis rixosus*: 34, *Melanerpes rubricapillus*: 35, *Myiozetetes similis*: 36, *Myiarchus tyrannulus*: 37, *Otus choliba*: 38, *Ortalis columbiana*: 39, *Piaya cayana*: 40, *Parulidae*: 41, *Piranga flava*: 42, *Picumnus olivaceus*: 43, *Pogonotriccus poecilotis*: 44, *Pyrocephalus rubinus*: 45, *Pitangus sulphuratus*: 46, *Synallaxis albescens*: 47, *Sicalis flaveola*: 48, *Setophaga fusca*: 49, *Setophaga petechia*: 50, *Setophaga pitayumi*: 51, *Stelgidopteryx ruficollis*: 52, *Saltator albicollis*: 53, *Setophaga striata*: 54, *Streptoprocne zonaris*: 55, *Troglodytes aedon*: 56, *Tiaris bicolor*: 57, *Todirostrum cinereum*: 58, *Tyrannidae*: 59, *Thraupis episcopus*: 60, *Thraupidae*: 61, *Turdus ignobilis*: 62, *Turdus leucomelas*: 63, *Tyrannus melancholicus*: 64, *Thamnophilus multistriatus*: 65, *Tapera naevia*: 66, *Thraupis palmarum*: 67, *Tolmomyias sulphurescens*: 68, *Turdidae*: 69, *Tangara vitriolina*: 70, *Volatinia jacarina*: 71, *Zenaidura auriculata*: 72.

RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE LA AVIFAUNA. Se registró una menor cantidad de géneros y especies en la temporada seca (en comparación con la lluviosa) para Enciso (**Figura 28**). Este resultado concordó con los datos de puntos de conteo con los cuales se detectó una especie menos (35 vs. 34) y 10 individuos menos (195 vs. 185) en la temporada lluviosa (vs. la seca). Para Guane-Butaregua el patrón fue el opuesto, se encontró una mayor cantidad de familias, géneros, y especies en temporada seca, en contraste con la lluviosa. Concordando con los puntos de conteo en los cuales se registraron 12 especies y 66 individuos más en temporada seca que en lluviosa (46 vs. 34 y 216 vs. 150 respectivamente).

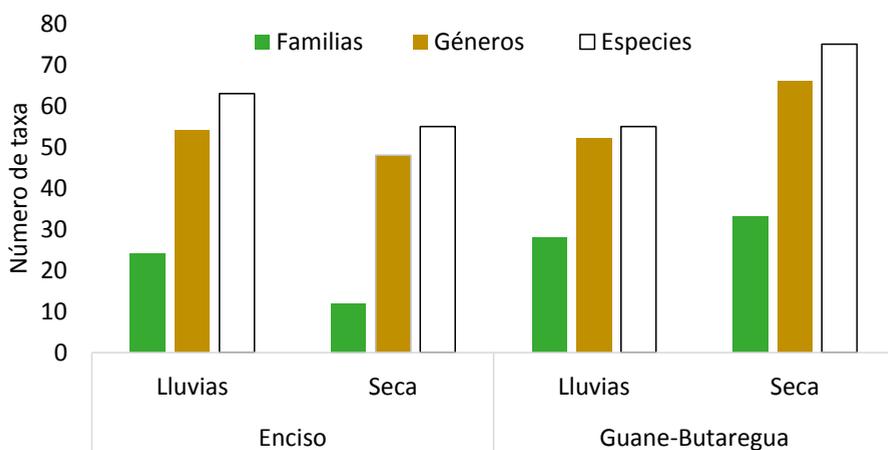


Figura 28. Riqueza de taxa de aves por sitio y temporada.

Para ambos índices calculados (Shannon y Simpson) la diversidad fue mayor en la temporada seca en ambos sitios; igualmente, fue mayor en ambas temporadas y en diversidad total en Guane-Butaregua comparada con Enciso (*Tabla 7*). Los valores de estos índices indicaron ensamblajes con alta equidad (teniendo en cuenta las estimaciones de riqueza asintóticas, *Figura 22*), e indicaron que la abundancia relativa de especies es más homogénea en las temporadas secas en ambos sitios, y en Guane-Butaregua (comparado con Enciso). Estos resultados concuerdan con lo encontrado en las curvas rango-abundancia (*Figura 25 a Figura 27*) discutidas anteriormente.

Tabla 8. Índices de diversidad por sitio y temporada, desviación estándar (DE) en paréntesis.

Localidad	Temporada	Shannon (DE)	Simpson Inv (DE)
Enciso	Lluviosa	2.96 (0.05)	12.51 (1.19)
	Seca	3.16 (0.04)	19.25 (0.70)
	Total	3.29 (0.03)	20.21 (0.80)
Guane-Butaregua	Lluviosa	3.25 (0.03)	20.41 (0.68)
	Seca	3.44 (0.03)	23.97 (0.80)
	Total	3.52 (0.02)	25.06 (0.46)



Amazilia castaneiventris



Amazilia cyanifrons



Amazilia tzacatl



Arremon schlegeli



Buteo magnirostris



Campylorhynchus griseus



Colinus cristatus



Crotophaga ani



Myiarchus apicalis



Icterus chrysater



Pyrocephalus rubinus



Tangara vitriolina

Figura 29. Imágenes de algunas de las especies de aves registradas.

DISCUSIÓN

Las aves son un grupo idóneo para complementar el estudio del funcionamiento e integridad ecológica de un ecosistema por varias razones: 1) su alta riqueza, gran cantidad de especies que pueden proveer una mayor resolución a los patrones detectados, 2) su diversidad de hábitos alimenticios y, el elevado grado de conocimiento que se tiene de, la ecología de cada especie permite ahondar en su papel individual en el ensamblaje, 3) su facilidad para efectuar migraciones estacionales longitudinales y altitudinales, lo que permite hacer inferencias sobre los recursos que las reclutan y sobre la conectividad de los ecosistemas, y 4) su relativamente rápidos movimientos poblacionales (colonizaciones y extinciones locales), que permiten hacerse una idea de los cambios actuales y riesgos a mediano plazo que afrontan los hábitats. Estos factores hacen que un estudio detallado de la avifauna sea una buena representación del estado y funcionamiento del bosque en cada una de las temporadas muestreadas.

Una buena aproximación para el estudio detallado de la avifauna es su clasificación en grupos funcionales, y ésta se basa en la organización trófica. La organización trófica en una comunidad de aves es importante para conocer el tipo de recurso que usan las diferentes especies y la forma de utilización. Para estudiar estos aspectos la comunidad de aves se puede dividir en grupos, en los cuales los individuos que los conforman utilizan una misma clase de recurso de forma similar y, en general pero no necesariamente, son taxonómicamente relacionados (Lozano 1993). Así es que se da parte de tanto estimativos de riqueza y diversidad de especies, como su repartición en grupos funcionales, con el fin de aportar al entendimiento de la dinámica ecosistémica.

Se encontró una mayor riqueza de familias, géneros y especies (~ 5 más en los datos y estimadores, **Figura 28**) en la localidad Guane-Butaregua, comparada con Enciso. De manera similar, se reportaron los índices de diversidad más altos (**Tabla 7**) y curvas de rango- abundancia (**Figura 25 a Figura 27**) con pendientes iniciales menos pronunciadas en Guane-Butaregua (ambos en comparaciones entre localidades y discriminando por temporadas). Esto podría indicar que la localidad de Guane-Butaregua presenta una integridad ecosistémica más elevada, pero debemos tomar en cuenta que dada las condiciones geográficas y logísticas de los muestreos, se cubrió un gradiente altitudinal y un área mayor en los cuales hay más probabilidades de un incremento de heterogeneidad espacial de hábitats.

El grado de heterogeneidad de hábitats de la matriz espacial puede ser un factor determinante en la diversidad de especies y de grupos funcionales que persisten a escala de paisaje. Los tipos de hábitats de la matriz pueden ser importantes para el desplazamiento de los organismos del bosque a través

de ella, y determinan la probabilidad de que ciertas especies se mantengan viables (Kattan 2002). La persistencia de especies de aves ha sido asociada a rasgos de historia de vida, como: tamaño del cuerpo (especies más grandes tienden a desaparecer primero), tamaños pequeños de población, especialización de hábitat y bajas tasas de supervivencia; lo que tiene importantes implicaciones para el diseño y manejo de áreas protegidas (Kattan *et al.* 1994).

Es por esto que los índices propuestos deben ser considerados con cautela y se deben abordar los casos particulares de prioridades de conservación, teniendo en cuenta las identidades de las especies (ver abajo). Por ejemplo, el índice de Simpson le da un peso mayor a las especies abundantes en contraste con las raras, por lo que es importante complementarlo, con un índice proveniente de la teoría de la información como Shannon; en este caso ambos índices soportaron una diversidad mayor en la temporada seca para ambas localidades, mayor en ambas temporadas y en diversidad total para la localidad de Guane-Butaregua.

Un factor adicional que influencia los elevados valores de los índices de riqueza y diversidad en Guane-Butaregua respecto a los de Enciso, es la conectividad con ecosistemas de tierras bajas. La composición de especies en Guane-Butaregua se vio influenciada por aves migratorias altitudinales, que ingresaron al ecosistema principalmente en la temporada seca, posiblemente siguiendo la abundante fructificación en esa época.

Los puntos de muestreo en Guane-Butaregua se encuentran alrededor de la cline de 1000 msnm, y toda el área tiene una alta conectividad con hábitats de alrededor desde 500 hasta 1500 msnm; lo que propicia el desplazamiento de las especies siguiendo la fenología de sus recursos alimenticios. En contraste, los puntos de muestreo en Enciso se encuentran por encima de los 1250 msnm (inusual para bosques secos en Colombia, IAvH 1998) y su conectividad con tierras bajas (<1000m) es menor que en Guane-Butaregua.

La distribución de la riqueza y abundancia por familias mostró que la familia de los atrapamoscas (Tyrannidae) es la de mayor importancia (**Figura 23** y **Figura 24**); lo que parcialmente explica que el grupo funcional predominante haya sido insectívoros, tanto en riqueza como en abundancia. La alta preferencia de la avifauna sobre la insectívora, en comparación con los demás grupos funcionales, se justifica no solamente por los atrapamoscas; sino también porque los insectos son, por disponibilidad, su principal fuente de proteína. Adicionalmente, la mayoría de especies que no son primariamente insectívoras (*e.g.* frugívoras, nectarívoras) incluyen pequeños artrópodos como recurso de proteína: tángaras, toches, barranqueros, saltadores, colibríes y otros más; se alimentan de insectos y frutas-néctar.

La temporada seca fue en la cual se registró mayor riqueza taxonómica, abundancia en general y valores más altos de índices de diversidad para Gua-

ne-Butaregua. Entre los grupos funcionales que han sido encontrados como vulnerables en los bosques colombianos se encuentran los grandes frugívoros de dosel, debido a que dependen espacial o temporalmente de los recursos en los sitios de alimentación; implicando que durante periodos de baja disponibilidad de fruta, las especies pueden depender de unos pocos recursos fundamentales o claves o tener que migrar para conseguirlos (Kattan *et al.* 1994).

En este respecto, cabe anotar que el frugívoro más grande registrado, la guacharaca colombiana, sólo fue detectado en Guane-Butaregua; probablemente por las razones de conectividad anotadas anteriormente. La disponibilidad de fruta es muy variable en el tiempo y espacio, y muchas aves frugívoras realizan movimientos regionales siguiendo los picos de fructificación (Levey y Stiles, 1992). La interrupción de las rutas de movimiento estacional de frugívoros grandes, conlleva a una extinción local, probablemente el caso de Enciso, con la consecuente disminución regional de sus poblaciones. Estos frugívoros grandes, como la guacharaca, se ven afectados por un factor adicional de vulnerabilidad como lo es la caza furtiva, de la cual pueden recuperarse cuando ésta cesa, si hay buena conectividad con reservorios poblacionales (en este caso tierras bajas).

Las especies de aves más importantes desde el punto de vista de conservación fueron:

- Colibrí ventricastaño (*Amazilia castaneiventris*): registrado únicamente en Enciso (en ambas temporadas pero en distintos territorios), es una especie endémica del cañón del Chicamocha (Hilty y Brown 1986). Está catalogada como especie en peligro (EN) (Resolución 1912 de 2017), porque su disminuida distribución está en riesgo de desaparecer por la desaparición de hábitats propicios (Renjifo *et al.* 2002).
- Pinzón alidorado (*Arremon schlegeli canidorsum*): registrado en ambas localidades, con un nido activo en Enciso en la temporada lluviosa, es una subespecie endémica del cañón del Chicamocha, pero de baja preocupación por su distribución (Stotz *et al.* 1996).
- Barranquero (*Momotus subrufescens conexus [olivaresi]*): subespecie endémica del cañón del Chicamocha, pero de baja preocupación por su distribución y resiliencia antrópica (Parra *et al.* 2006).
- Cucarachero chupahuevos o Cúchica (*Campylorhynchus griseus bicolor*): subespecie endémica del cañón del Chicamocha, pero de baja preocupación por su distribución y afinidad antrópica (Parra *et al.* 2006).
- Atrapamoscas apical (*Myiarchus apicalis*): especie endémica de Colombia (Hilty y Brown 1986), de baja preocupación por su amplia distribución (Parra *et al.* 2006).

- *Amazilia cianeo* (*Amazilia cyanifrons*): especie endémica de Colombia, de baja preocupación por su amplia distribución y resiliencia (Hilty y Brown 1986).
- *Guacharaca colombiana* (*Ortalis columbiana*): especie endémica de Colombia, de baja preocupación por su amplia distribución y disminución de su cacería (BirdLife 2105).

Especies de aves que representan extensiones significativas de rango (*sensu* BirdLife 2015): Turpial real (*Icterus icterus*), Chango llanero (*Quiscalus lugubris*), y Perico carisucio (*Eupsittula pertinax*).

Se recomienda extender la búsqueda de áreas con arbustos densos, abundante hojarasca, y cerca de cursos de agua para corroborar la ausencia del Cucarachero de Nicéforo (*Thryothorus nicefori*), pues es una especie críticamente amenazada (CR) (Resolución 1912 de 2017) que no fue detectada durante los muestreos, a pesar de haber sido registrada anteriormente en Butaregua; por lo que se deben evaluar cuidadosamente los isitos de muestreo de varias investigaciones para descartar una extinción local de la especie (comunicación pers. Parra, 20017). Se ha establecido que esta especie es especialmente vulnerable al cambio del sotobosque (*e.g.* ausencia de *Tricanthera gigantea*, importante también para el colibrí ventricastaño) propiciado por la presencia de cabras (Valderrama *et al.* 2007, 2008), elemento predominante en los sitios muestreados; así como a la pérdida de territorios y parejas debido a la expansión de los cultivos de tabaco y potreros para la ganadería, hecho que se ha detectado en las veredas Butaregua y Macaregua (*s.* Valderrama obs. pers.) (Parra *et al.* 2016).

A escala regional, la vulnerabilidad de un animal a la intervención antrópica, y por lo tanto su resiliencia y aporte a la integridad ecosistémica; depende de su posición en la cadena trófica (Thiollay, 1989), de su área de movimiento (diaria y estacional) y de la dispersión espacial y temporal de sus recursos (Kattan, 2002). Por esto, el tener una visión amplia sobre la importancia de las aves en los ecosistemas secos, será de vital importancia en la definición de planes de manejo y conservación.

Se ha concluido que el principal impacto ecológico de las aves sobre los ecosistemas boscosos neotropicales, es que actúan como agentes de la dispersión de semillas (y consumidores secundarios) y, como tales, deben desempeñar un papel dominante en mantener la heterogeneidad espacial y la diversidad taxonómica de estos bosques (Stiles 1985). Entonces, entender la dinámica inter-estacional de la estructura trófica de la avifauna, nos abre las puertas a un nuevo entendimiento de la dinámica de estos bosques secos.

LITERATURA CITADA

- ARIZA, A., P. ISAACS., & R. GONZÁLEZ-M. 2014. Memoria para la validación del mapa de coberturas de bosque seco tropical en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt” – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia. 62pp.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL 2015. IUCN Red List for birds - Species factsheets. Downloaded from <http://www.birdlife.org>
- DEL HOYO, J., A. ELLIOTT., & J. SARGATAL. 1992. Handbook of the birds of the world. Lynx Editions. Barcelona.
- HILTY, S.L. & W.L. BROWN. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton University Press. New Jersey. USA. 996 pp.
- IAVH 1998. El Bosque seco Tropical en Colombia. Instituto Alexander von Humboldt Programa de Inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. 24 pp.
- KATTAN, G. H. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. Págs: 561-590. En: M. R. Guariguata & G. H. Kattan (Eds.). Ecología de bosques neotropicales. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- KATTAN, G. H., H. ALAVAREZ & M. GIRALDO. 1994. Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology* 8: 138-146.
- LEVEY, D. J. & STILES, F. G. 1992. Resource variability and movement patterns of Neotropical landbirds: evolutionary precursors for the evolution of long-distance migration. *American Naturalist* 122: 447-476.
- LOZANO, I. E. 1993. Diversidad y organización en gremios de la comunidad de aves del sotobosque de bosque primario y vegetación secundaria. Págs: 141-154. En: G. I. Andrade (Ed.). *Carpanta, selva nublada y páramo..* Fundación Natura. Colombia
- PARRA, J. E., N. DÁVILA, L. M. BELTRÁN, A. DELGADILLO, S. VALDERRAMA & O. CORTES. 2006. Project Chicamocha: The Conservation of two Critically Endangered dry forest birds, Niceforo’s Wren and Chestnut-bellied Hummingbird. The BP conservation programme, Bogotá- Colombia.
- PARRA, J. E., VALDERRAMA, S. V. Y BELTRÁN M. *Thryophilus nicefori*, en: Renjifo, L. M., Amaya-Villareal A.M., Burbano-Girón, J. y Velásquez-Tibatá, J. 2016. Libro rojo de aves de Colombia, volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del País. Editorial Pontificia Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.
- PENNINGTON, T. 2012. Preface. Especial Bosque Seco en Colombia. *Biota Colombiana* 13: 5-6.

- RENJIFO, L. M., A. M. FRANCO-MAYA, J. D. AMAYA-ESPINEL, G. H. KATTAN & B. LÓPEZ-LANÚS (EDS.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Colombia.
- RESOLUCIÓN 1912 DE 2017. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional”. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. República de Colombia.
- STILES, F. G. 1985. On the role of birds in the dynamics of Neotropical forest. Págs: 49–59. En: A. W. Diamond & T. E. Lovejoy (Eds.). Conservation of tropical forest birds. ICBP Tech. Publ. No 4. Paston Press, Norwich.
- STOTZ, D. F., J. W. FITZPATRICK, T. A. PARKER III, Y D. K. MOSKOVITZ. 1996. Neotropical birds: Ecology and conservation. The University of Chicago Press. Chicago, USA. 480 pp.
- THIOLLAY, J.M. 1989. Area requeriments for the conservation of rain forest raptors and game birds in French Guiana. Conservation Biology 3:128-137
- VALDERRAMA, S. V., J. PARRA AND N. DÁVILA. 2007. First nest description for Niceforo’s Wren (*Thryothorus nicefori*): A critically endangered Colombian endemic songbird. Ornitología Neotropical 18: 311-318.
- VALDERRAMA, S. V., J. PARRA, N. DÁVILA AND D. J. MENNILL. 2008. The vocal behavior of the critically endangered Niceforo’s Wren *Thryothorus nicefori*. The Auk 125: 395-401.







DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS EN TRES SITIOS DE BOSQUE SECO EN EL CAÑÓN DE LOS RÍOS CHICAMOCHA Y SUÁREZ (SANTANDER, COLOMBIA)

Manuel Hoyos
manuel.hoyos@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los murciélagos son un modelo ecológico eficiente para la comprensión del funcionamiento de los ecosistemas boscosos tropicales. Su alta diversidad de especies, formas, hábitos tróficos (Kasso y Mundanthra, 2013) y, en particular, lo fácil que resulta capturarlos e identificarlos de acuerdo con su buena comprensión taxonómica, a diferencia del orden Rodentia- por ejemplo-, convierte al orden Chiroptera en un modelo inevitable en los monitoreos de calidad ambiental neotropical.

De otro lado, los murciélagos son importantes dispersores de semillas y polinizadores, por lo que su rol en la recuperación y moldeamiento de los bosques suramericanos es indiscutible; siendo considerados elementos fundamentales en la dinámica ecosistémica del continente (Preciado-Benítez, 2015). No es extraño por lo tanto, que los murciélagos sean un taxón particularmente informativo en análisis de diversidad funcional.

Es de resaltar que la información que se obtiene de los murciélagos en un análisis de diversidad funcional, tanto en ecosistemas saludables como intervenidos, depende del conocimiento que se tenga de los rasgos biológicos de estos organismos. Con el suficiente conocimiento, se pueden detectar cambios funcionales entre diferentes comunidades (aunque no existan variaciones en la riqueza de sus especies).

Por ejemplo, en el caso del rasgo biológico: “comportamiento de forrajeo”, se sabe que este varía en murciélagos debido a diferentes factores; como la fragmentación del hábitat (Estrada-Villegas *et al.*, 2010), la polución (Lewanzik & Voigt, 2014), la presencia de instalaciones humanas (Horn *et al.*, 2008) o la variación estacional (Shiel *et al.*, 1999). No obstante, aunque este rasgo puede integrarse a un análisis de diversidad funcional, puede resultar tan complejo cuantificarlo o codificarlo, que podría resultar impráctico si se estudian diferentes especies y diferentes áreas o si se conjugan informaciones de diferentes estudios. Entonces, ¿Cuáles rasgos biológicos deberían ser tenidos en cuenta?

Aunque múltiples rasgos biológicos de los murciélagos pueden integrarse a un análisis de diversidad funcional en diferentes comunidades, la principalmente utilizada es la variación de la riqueza de especies (taxocenosis) (Stevens *et al.*, 2003) debido a su practicidad. No obstante, la taxocenosis por sí misma no da una idea de “lo que hacen las especies en el hábitat”, lo cual es el objetivo de un análisis funcional.

En consecuencia otro rasgo biológico, el hábito trófico, debe ser añadido a la taxocenosis para cumplir con los objetivos del análisis (Fleming y Heithaus, 1986). Estos dos rasgos biológicos se escogen principalmente por dos motivos. El primero es la gran diversidad de murciélagos que hay en los ecosistemas del Neotrópico (Gardner, 2007), que favorece la sensibilidad de las estimaciones. El segundo motivo, es que si se considera que la selección natural opera en las especies para que logren la mejor estrategia de alimentación en un hábitat determinado (MacArthur y Pianka, 1966; Emlen, 1966; Perry y Pianka 1997), entonces los hábitos tróficos son el mejor enfoque para entender no sólo la diversidad, sino también la funcionalidad ecosistémica.

El análisis de la taxocenosis y de los hábitos tróficos de murciélagos en los análisis de diversidad funcional, ha demostrado tener buenos resultados a la hora de comparar patrones estacionales en diferentes ecosistemas (Soriano, 1983; Muñoz-Saba *et al.*, 1995; Ortegón-Martínez y Pérez-Torres, 2007). No obstante, los problemas con este enfoque vienen dados por la flexibilidad trófica y el solapamiento trófico que pueden exhibir los murciélagos (Stoner y Timm, 2004; Salinas-Ramos *et al.*, 2015).

Puesto que los murciélagos pueden aprovechar recursos diferentes de acuerdo al hábitat y a la estación por la que atraviesa dicho hábitat (Salinas-Ramos *et al.*, 2015), pueden presentarse diferencias en rasgos relativos

al consumo de recursos, entre los grupos tróficos de diferentes áreas. Si las diferencias de tales rasgos en los grupos tróficos de murciélagos de acuerdo al hábitat son susceptibles de ser detectadas: ¿Cuál rasgo biológico, fácilmente cuantificable que puede ser integrado al análisis para revelar tales diferencias?

La Biomasa, que puede ser definida como la cantidad de materia viva presente en alguno de los niveles de organización ecológica, es el rasgo biológico más útil para detectar las diferencias en rasgos relativos al consumo de recursos entre los grupos tróficos de murciélagos. Para este caso en particular, la biomasa será tratada como la materia viva en un gremio trófico determinado (Navarro y León-Paniagua, 1995; Bolaños, 2013) y se espera que sirva para afrontar el sesgo de la flexibilidad y el solapamiento de hábitos tróficos de los murciélagos, al realizar un análisis de diversidad funcional en áreas diferentes. Las áreas estudiadas donde se evalúa el efecto de la inclusión de la biomasa en el análisis funcional, corresponden a dos localidades de bosque seco altamente transformado en el Cañón del Chicamocha y la cuenca baja del río Suárez, en el departamento de Santander en Colombia.

La información levantada en este estudio, será útil para la definición de sitios prioritarios de conservación y manejo, que tengan valores aceptables de salud ecosistémica de acuerdo con criterios de diversidad mastofaunística. Tales criterios pueden ser posibles, puesto que paralelamente al estudio de la diversidad de murciélagos, este trabajo también involucra información colectada sobre otros mamíferos que, aunque pueden ser inclusive especies introducidas al ecosistema muestreado, pueden fortalecer o contextualizar las conclusiones obtenidas.

En cuanto a la pertenencia de las especies al ecosistema de Bosque Seco, la información de la taxocenosis de los mamíferos del Bosque Seco Colombiano se halla atomizada en incontables y diversas publicaciones, siendo muy pocos los trabajos compilatorios (Díaz-Pulido *et al.*, 2014). Por lo que este trabajo presenta a modo de información precedente, una lista de los mamíferos que pueden encontrarse naturalmente en los Bosques Secos de Colombia. La lista fue construida de acuerdo a los registros de literatura especializada (Soriano y Ruiz, 2006; Gardner *et al.*, 2007; Solari *et al.* 2013; Díaz-Pulido *et al.* 2014; Patton *et al.*, 2015) y cruzando la información geográfica contenida en el mapa de áreas de Bosque Seco Tropical en Colombia (IAvH, 2014) con los registros de la Colección de Mamíferos de la Universidad Nacional de Colombia (ICN, 2004).

MÉTODOS

SITIOS DE MUESTREO. Durante diecisiete días (17) y en dos épocas climáticas contrastantes (una época predominante húmeda, del 31 de octubre al 10 de noviembre de 2015, y otra predominante seca, del 6 de febrero de 2014 al 27

de febrero de 2015), se realizó un levantamiento de la diversidad de murciélagos en dos localidades en el departamento de Santander (**Tabla 9**). La primera localidad (Enciso), se ubicó entre el río Servitá y el río Tunebo, en el municipio de Enciso, y comprendió principalmente el predio del señor Delfo Uribe Zabala en la vereda Juncalito. La segunda localidad, se ubicó en el corregimiento de Guane, en el municipio de Barichara, y comprendió dos diferentes sitios de muestreo. Uno a lo largo de la vía que conduce de Guane a la orilla del río Suárez y el otro en el límite entre los municipios de Barichara y Villanueva, en la vereda Butaregua.

Tabla 9. Esfuerzo de captura por localidad, temporada climática y hábitat.

Sitio	Esfuerzo de muestreo		Ubicación	Hábitat
	(E. Lluvias)	(E. Seca)		
Enciso	600 m/h	360 m/h	6° 36.524' N 72° 42.143' W	1. Camino con vegetación
			6° 37.007' N 72° 42.607' W	2. Bosque ralo en río salado
			6° 36.435' N 72° 42.238' W	3. Bosque Espinoso
			6° 36.494' N 72° 42.266' W	4. Bosque de ribera
			6° 36.538' N 72° 42.121' W	5. Bosque de ladera rocosa y roquedal
Guane (Guane)	392 m/h	360 m/h	6° 41.191' N 73° 14.385' W	6. Potrero en recuperación
			6° 42.372' N 73° 14.628' W	7. Bosque Espinoso
			6° 42.324' N 73° 15.213' W	8. Bosque con herbazal denso
Guane (Butaregua)	240 m/h	120 m/h	6° 42.920' N 73° 11.994' W	9. Bosque de ribera
			6° 43.868' N 73° 12.070' W	10. Bosque seco escaso estrato herbáceo
Total	1232 m/h	840 m/h		

Tanto la topografía como el paisaje fueron diferentes entre las localidades. Por un lado, la localidad de Enciso al encontrarse en una región más húmeda del Cañón del Río Chicamocha y una mayor altitud (entre 1269 y 1322 msnm), tenía un aspecto un menos xerofítico que sus contrapartes en la localidad de Guane. Los dos sitios muestreados en la localidad de Guane se ubicaron a una distancia un poco mayor a 55 km, en línea recta hacia el noroccidente de Enciso. Estos dos sitios de muestreo se ubican a diferentes altitudes, la altitud del sitio de Guane varía entre 423 y 803 msnm, mientras que la altitud del sitio de Butaregua varió entre 939 y 1133 msnm.

Adicionalmente, los tres sitios muestreados presentaron heterogeneidad de hábitats en su interior. Así por ejemplo, dentro del predio visitado en Enciso se podían encontrar en los límites del predio algunos enclaves húmedos asociados a pequeños arroyos de no más de 0,5 m de profundidad, además de otros hábitats. Por otro lado, el sitio de Guane era cercano al Río Suárez y en sus puntos más cercanos al río se podía ver vegetación riparia siempre verde; sin embargo, este sitio contaba también con sectores particularmente xerofíticos en función del deterioro del suelo y de la distancia al río. Finalmente, el Sitio de Butaregua fue el lugar con mayores contrastes locales de hábitat, al poseer sitios de nacimiento de agua, se podían encontrar enclaves particularmente húmedos aún dentro de un paisaje general seco.

Para abarcar la diversidad de hábitats al interior de los sitios de muestreo, se identificaron los hábitats más dominantes y contrastantes en cada sitio. En cada uno de estos hábitats se realizó una caracterización de la diversidad de murciélagos (ver métodos más adelante). Los hábitats identificados en el Sitio de Enciso fueron: (1) Camino con vegetación, un corredor de pastoreo de suelo rocoso bordeado por vegetación rala, escasa y xerofítica. (2) Bosque ralo en río salado, altos juncales que bordeaban un arroyo el cual tras atravesar una veta salobre, contaba con ésta característica. (3) Bosque Espinoso, muy abundante en el sitio principalmente compuesto por el arbusto espinoso arbóreo *Zanthoxylum fagaroides*; conocido localmente como Uña de Gato. (4) Bosque de ribera, ubicado en los límites de predio y coincidía con un tramo de la ladera un poco más húmeda, en parte porque recibía el viento y porque además contaba con un somero pero largo arroyo de agua dulce. (5) Bosque de ladera rocosa y roquedal, un afloramiento rocoso que se proyectaba en una pendiente cruzando todo el predio.

En el sitio de Guane los hábitats identificados fueron: (6) Potrero en recuperación, abundante es pasto y malezas (7) Bosque Espinoso, el cual contaba con una extensa cobertura de *Z. fagaroides* (8) Bosque con herbazal denso, una pendiente que llegaba al punto más alto del sito de muestro y que recibía una cantidad considerable de humedad en las mañanas, en consecuencia podía considerarse como el área más húmeda. Finalmente en Butaregua se

identificaron dos hábitats: (9) Bosque de ribera, asociado a un nacimiento de agua en un sector alto del sitio, el bosque bordeaba el curso de agua pendiente abajo. (10) Bosque seco escaso estrato herbáceo, conforme a la distancia del curso de agua anteriormente mencionado, los ambientes se hacían cada vez más xerofíticos en Butaregua. Este Bosque encontrado en Butaregua es probablemente el ambiente más seco en todo el muestreo.

TÉCNICA DE MUESTREO. Para la caracterización de la diversidad de murciélagos se utilizaron redes de niebla de nylon poliéster (**Figura 30**), de diferentes longitudes. La instalación de las redes se realizó durante las noches, desde las 18:00 hasta las 22:00 horas. A todos los murciélagos capturados se les registraron dimensiones morfológicas (**Figura 30**) para su identificación, siguiendo a Nagorsen & Peterson (1980). Se estableció la identidad taxonómica de cada individuo siguiendo a Wilson & Reeder (2005) y Gardner (2007). Posteriormente el individuo fue liberado. Adicionalmente se realizaron entrevistas no estructuradas en cada localidad con habitantes permanentes (**Figura 30**), con el objeto de levantar información sobre la presencia de mamíferos medianos (con longitud del cuerpo superior a los 20 cm) y sobre las amenazas presentes que afectan la conservación de los mamíferos.



Figura 30. Métodos para el levantamiento de la información de mamíferos.

Izquierda: redes de niebla, centro: toma de medidas morfológicas, derecha: entrevistas a pobladores residentes. Fotografías Manuel Hoyos.

Para determinar la representatividad del muestreo se elaboraron curvas de acumulación de especies según su abundancia (Moreno y Halffter, 2000). Las curvas se realizaron con ayuda del programa EstimateS 9, aleatorizando 999 veces (Colwell, 2005). El método usado para el análisis de las curvas fue Chao 2, Jack Knife 2 y Michaelis Menten.

También se realizaron análisis de rango/abundancia, diversidad y equitatividad de las especies, tomando en cuenta su identidad y secuencia (Feinsinger, 2001), comparando así los ambientes estudiados. El análisis de rango/

abundancia se calculó según el logaritmo neperiano de la proporción de cada especie π_i (n_i/N) ordenando los datos desde la especie más abundante a la menos abundante. El esfuerzo de muestreo de murciélagos se calculó según el número de horas por metro de red de niebla expuesta durante las noches en que se repetía la actividad (N) (Voss y Emmons, 1996); de tal forma el esfuerzo de muestreo (EM) fue igual a $MR * N$, donde MR es metros de red y N es número de noches (**Tabla 9**).

ESPECIES POTENCIALES. Para comprender su alcance, así como para contextualizar los resultados de este estudio en el ámbito nacional de la diversidad de los bosques secos, se construyó una lista de especies de mamíferos potencialmente presentes en bosques secos de Colombia (**Anexo 3**). La lista fue construida a partir de la información cartográfica disponible de bosques secos colombianos (IAvH, 2014), la cual se cotejó con la distribución de los mamíferos colombianos, de acuerdo a la información de la colección de mamíferos de la Universidad Nacional de Colombia (ICN 2004) y de la información obtenida por medio de literatura especializada (Gardner, 2007; Solari *et al.* 2013; Díaz-Pulido *et al.* 2014; Patton *et al.*, 2015).

RESULTADOS

Diversidad general de mamíferos en el bosque seco tropical colombiano. La lista preliminar de mamíferos potencialmente presentes en áreas de bosque seco tropical colombiano (**Anexo 3**) contiene 114 especies, representando un 22% de la diversidad mastofaunística de Colombia, de acuerdo con la lista de Solari *et al.* (2013). La importancia de la presentación de esta lista (que es una hipótesis preliminar que puede contener errores debido a su método de construcción y que invita al perfeccionamiento y a la crítica mediante el acopio de datos), radica en la capacidad de contextualizar los resultados aquí presentados, para que el lector pueda colegir que la composición de especies de los bosques secos estudiados en Santander representan, de acuerdo a nuestra lista, apenas el 17% de las especies que se proponen como presentes en el Bosque Seco Colombiano. Si bien es un número pequeño de especies, no es en absoluto una cantidad despreciable.

DIVERSIDAD TAXONÓMICA Y ESFUERZO DE MUESTREO. En los muestreos realizados, se registraron 156 murciélagos pertenecientes a 14 especies, dos familias y 6 subfamilias (**Tabla 10**), ninguna de estas especies registra amenazas a su conservación según las listas nacionales e internacionales (Rodríguez-M 2006, UICN 2013, MADS 2014). La especie más abundante fue *Carollia perspicillata* con 43 individuos seguida de *Sturnira lilium* con 24 individuos y *Artibeus jamaicensis* con 23 individuos (**Tabla 10**).

Tabla 10. Número de individuos por especie, subfamilia y familia de murciélagos registrada en las localidades de estudio.

FAMILIA	SUBFAMILIA	ESPECIE	Localidad		Número de individuos
			Enciso	Guane	
Phyllostomidae	Carollinae	<i>Carollia castanea</i>	x		3
		<i>Carollia perspicillata</i>	x	x	43
	Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i>		x	13
	Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	x	x	7
		<i>Anoura caudifer</i>	x		3
	Phyllostominae	<i>Micronycteris schmidtorum</i>	x		1
	Stenodermatinae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	x	x	23
		<i>Artibeus lituratus</i>	x	x	14
		<i>Dermanura glauca</i>	x	x	8
		<i>Dermanura phaeotis</i>		x	2
		<i>Platyrrhinus cf. brachycephalus</i>	x		3
		<i>Sturnira lilium</i>	x	x	24
		<i>Sturnira erythromos</i>	x	x	11
	Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Rhogeessa io</i>	x	

La localidad con mayor cantidad de especies capturadas durante el muestreo de murciélagos en todas las épocas climáticas fue Enciso (Tabla 10). El esfuerzo total de muestreo comprendió un total de 17 noches de empleo de redes de niebla, con un esfuerzo calculado total de 2072 m de red/hora, discriminados inequitativamente en las dos localidades de muestreo (Tabla 9). De acuerdo a los estadísticos de progreso de la captura de especies, a lo largo de las noches de muestreo no se alcanzaron valores asintóticos en las curvas de acumulación en ningún caso (Figura 31). El comportamiento del ritmo de cap-

tura en Enciso fue comparativamente mejor que el obtenido en Guane. Esta conclusión se desprende del hecho que los estimadores Chao 2, Jack Knife y Michaelis Menten tienen tendencias decrecientes en Enciso contrastando con su comportamiento en Guane (**Figura 31**).

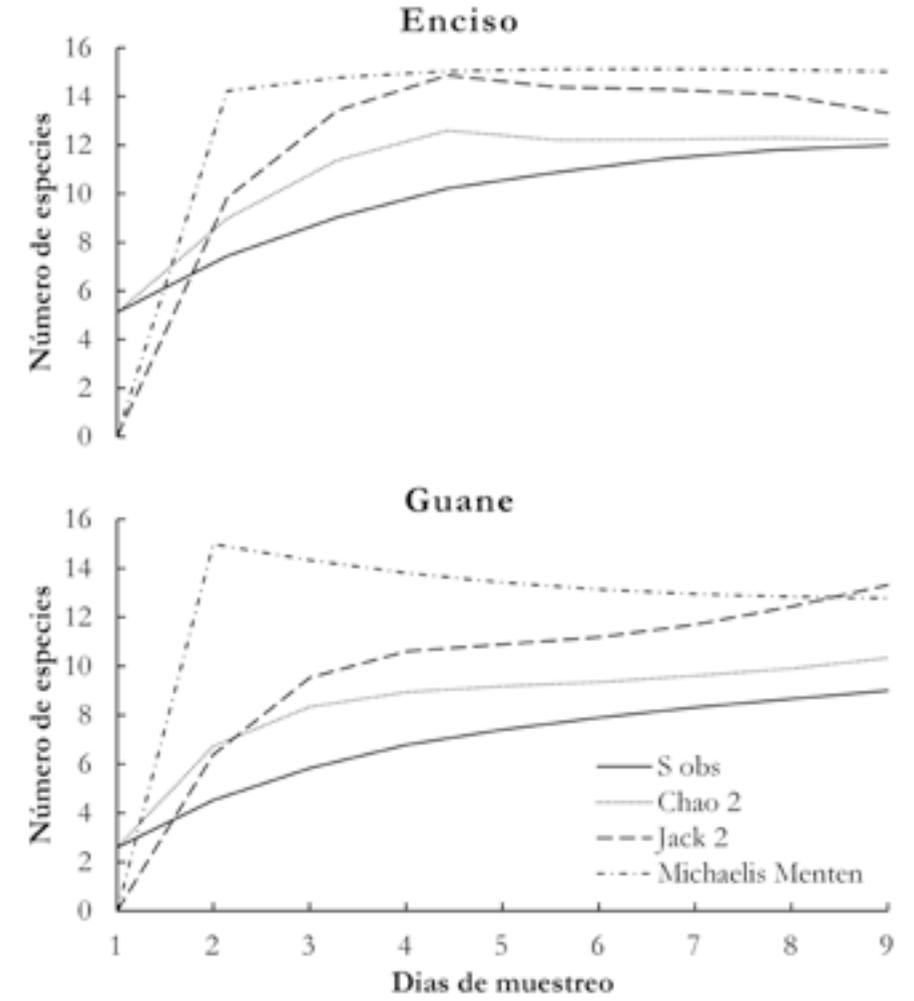


Figura 31. Curva de acumulación de especies de murciélagos para las localidades estudiadas.

DIVERSIDAD DE SUBFAMILIAS DE MURCIÉLAGOS. La familia de murciélagos más comúnmente encontrada en Suramérica es Phyllostomidae (Gardner, 2007). Por tal motivo, resulta más informativo exponer la diversidad supra-específica encontrada en términos de subfamilias de murciélagos capturadas. Consecuentemente, las especies pertenecieron en mayor proporción a la subfamilia Stenodermatinae con siete (7) especies, seguida de las familias Glossophaginae y Carollinae con dos (2) especies cada una.

La captura de especies de la subfamilia Stenodermatinae estuvo presente en todos los muestreos, tanto en época seca como en época húmeda, siendo particularmente representativa durante la época húmeda en Guane. De otro lado, Enciso presentó la mayor diversidad de subfamilias durante la época húmeda y su diversidad de murciélagos disminuyó en la época seca. Desmodontinae, (subfamilia de hábito hematófago con importancia económica local) se encontró únicamente durante la época húmeda de Guane, en esa misma localidad se encontró la subfamilia Glossophaginae únicamente durante la época seca (**Figura 32**).

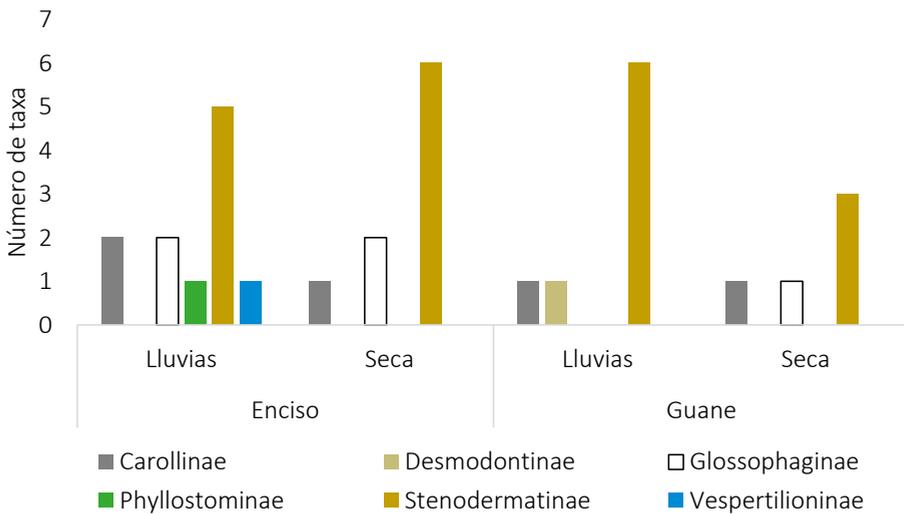


Figura 32. Riqueza de especies por subfamilia de murciélagos para cada localidad y temporada climática.

En cuanto a la abundancia en número de individuos, Stenodermatinae es una subfamilia sobresaliente en la época seca en Enciso no tanto así en la época seca de Guane, pero particularmente conspicua en la época húmeda de Guane. En contraste, la subfamilia Carollinae tiene casi la misma abundancia de especies que Stenodermatinae únicamente durante la época húmeda en

Enciso, también se ubicó por detrás de Stenodermatinae en las épocas húmeda y seca de Guane, pero en la época seca de Enciso, estuvo por detrás en abundancia de la subfamilia Glossophaginae (**Figura 33**).

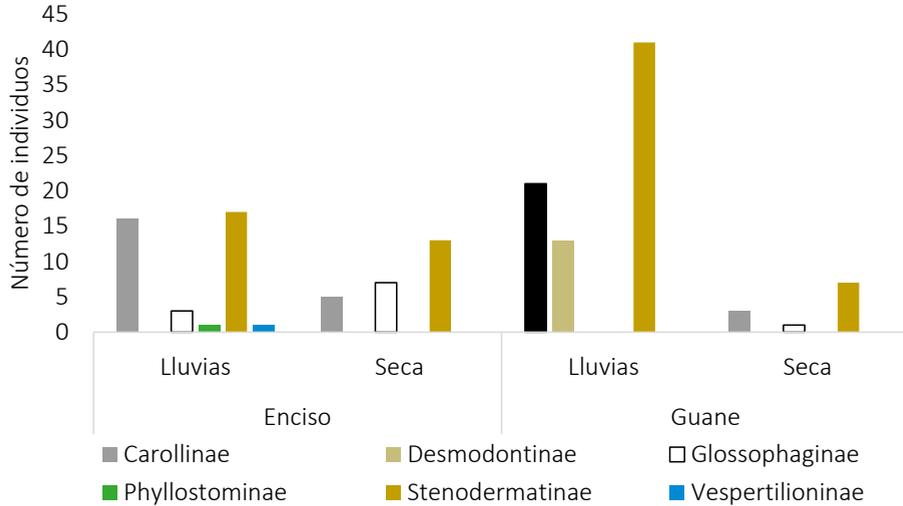


Figura 33. Número de individuos por subfamilia de murciélagos para cada localidad y temporada climática.

Diversidad de especies. En Enciso se capturaron en época húmeda 38 individuos pertenecientes a once (11) especies, mientras que en la época seca se capturaron 25 individuos pertenecientes a nueve (9) especies. Por su parte, en Guane durante la época húmeda se capturaron 75 individuos pertenecientes a ocho (8) especies de murciélagos en tanto que en la época seca se capturaron 11 individuos pertenecientes a cinco especies (5). Así se puede inferir un cambio más fuerte entre épocas climáticas en la diversidad en Guane comparado con la Enciso.

En cuanto a especies que fueron registradas una única vez, el caso ocurrió dos veces en Enciso donde se capturó las especies *Micronycteris schmidtorum* y *Rhogeessa io* una única vez. En Guane en tanto, el caso también ocurrió dos veces con las especies *Glossophaga soricina* y *Dermanura phaeotis*. Sin embargo la especie *G. soricina* fue compartida con la Localidad de Enciso, por lo que no puede ser considerada como exclusiva de Guane. Las especies exclusivas de Enciso de otro lado fueron cinco (5): *Micronycteris schmidtorum*, *Rhogeessa io*, que ya se mencionaron y *Platyrrhinus brachycephalus*, *A. caudifer* y finalmente *C. castanea*. Finalmente las especies exclusivas de Guane fueron dos (2) *Desmodus rotundus* y *Dermanura phaeotis*. Si bien, las personas que

habitan permanentemente en Enciso reportaron el Murciélago hematófago *Desmodus rotundus*, incluirlo en el análisis sin que este haya sido capturado crearía artefactos en los datos y por eso se excluye.

Durante la época húmeda, se capturaron once (11) especies en Enciso y ocho (8) especies en Guane, de las especies encontradas en dicha época las dos localidades compartieron seis (6) especies. De otro lado durante la época seca, se capturaron nueve (9) especies en Enciso, cinco de esas especies fueron encontradas en Guane durante la misma época. La especie más abundante en Enciso fue *Carollia perspicillata* en las dos temporadas (**Figura 34**); de igual manera, la misma especie fue la más abundante en Guane en ambas temporadas, aunque en la época seca esta especie compartió la misma abundancia con las especies *Artibeus lituratus* y *Sturnira erythromos*. En Enciso, se encontró que la siguiente especie más abundante en ambas temporadas perteneció al género *Artibeus*; *A. lituratus* en época húmeda y *A. jamaicensis* en época seca. Mientras que en la Localidad 2 en la época húmeda la segunda especie más abundante fue *Sturnira lilium* y *A. jamaicensis* en época seca (**Figura 34**).

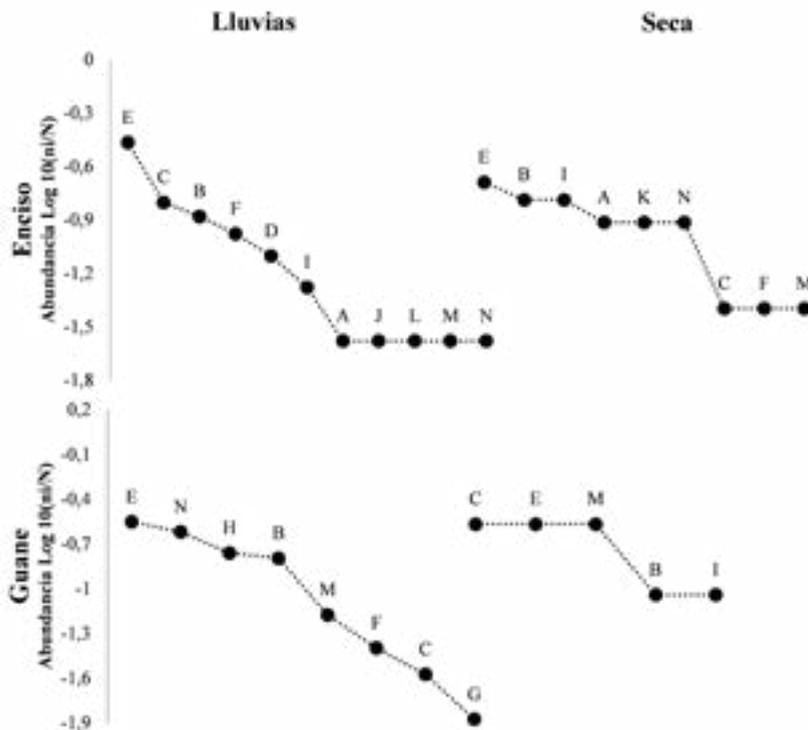


Figura 34. Curvas de rango-abundancia de la comunidad de murciélagos detectada en cada localidad y temporada climática.

A: *Anoura caudifer*, **B:** *Artibeus jamaicensis*, **C:** *A. lituratus*, **D:** *Carollia castanea*, **E:** *C. perspicillata*, **F:** *Dermanura glauca*, **G:** *D. phaeotis*, **H:** *Desmodus rotundus*, **I:** *Glossophaga soricina*, **J:** *Micronycteris schmidtorum*, **K:** *Platyrrhinus brachycephalus*, **L:** *Rhogeessa io*, **M:** *Sturnira erythromos*, **N:** *S. lilium*.

A lo largo de esta exposición de resultados, se ha descrito que tanto la diversidad como la abundancia de especies de murciélagos, decaen en la época seca en ambas localidades. Lo cual es consecuente con la idea que se tiene de que los murciélagos llevan a cabo migraciones locales estacionales (Soriano, 1983). No obstante, los índices de diversidad calculados para éste trabajo (Shannon, Simpson inverso y Simpson), muestran resultados contrastantes, al menos para Localidad de Enciso. En primer lugar, los valores de los tres indicadores demuestran que en Enciso la diversidad en la época seca es ligeramente mayor según el índice de Shannon y el índice inverso de Simpson. De otro lado, en el caso de Guane los valores de los tres índices si apoyan contundentemente la idea de que puede encontrarse una mayor diversidad durante la época húmeda (**Tabla 11**).



Artibeus jamaicensis



Caluromys lanatus



Coendou cf. prehensilis



Dermanura glauca



Micronycteris schmidtorum



Rhogeessa io

Figura 35. Imágenes de algunas de las especies de murciélagos registrados.
Fotografías Manuel Hoyos y Rafael Moreno.

Tabla 11. Índices de diversidad por localidad y temporada, desviación estándar (DE) en paréntesis.

Localidad	Temporada	Shannon (DE)	Simpson (DE)	Simpson Inv.
Enciso	Húmeda	0,87 (0.042)	0,161 (0.033)	5,47
	Seca	0,89 (0.034)	0,103 (0.011)	7,18
	TOTAL	0,94 (0.037)	0,130 (0.022)	6,95
Guane	Húmeda	0,76 (0.051)	0,188 (0.029)	5,03
	Seca	0,65 (0.032)	0,164 (0.030)	4,17
	TOTAL	0,12 (0.050)	0,171 (0.025)	5,53

Finalmente, de manera conjunta con la diversidad de murciélagos, este estudio pudo identificar la presencia en los territorios muestreados de cuatro (4) especies no quirópteras de mamíferos (**Tabla 12**) y que según las listas nacionales e internacionales de riesgo de extinción de especies (Rodríguez-M *et al.* 2006, UICN 2013, MADS 2014), no se hayan en alguna categoría de amenaza de extinción.

Tabla 12 Otras especies de mamíferos encontradas en el estudio.
*Especie introducida; Localidades 1 = Enciso, 2 = Guane.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	LOCALIDAD		Tipo de registro
Rodentia	Sciuridae	<i>Notosciurus granatensis</i>	1	2	Observación
	Erethizontidae	<i>Coendou cf. prehensilis</i>		2	Observación
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	1		Entrevista
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Chironectes minimus</i>	1		Observación
		<i>Caluromys lanatus</i>		2	Observación
Artiodactyla	Bovidae	<i>Capra aegagrus hircus</i> *	1	2	Observación

DISCUSIÓN

Especies no quirópteras encontradas. Como se ha mencionado, en las entrevistas no estructuradas fue posible encontrar otra clase de mastofauna en las localidades. Estas se hicieron con los habitantes en las diferentes localidades de muestreo, fueron realizadas durante inspecciones en el territorio (caminatas diarias) para ubicar con precisión los sitios de trampeo de murciélagos, así como durante los desplazamientos cotidianos. Describir y discutir la presencia de estas especies es importante puesto que pone en contexto; tanto la lista preliminar de especies de mamíferos, que pueden encontrarse en Bosques Secos en Colombia, presentada en este trabajo (**Anexo 3**); así como, la diversidad de murciélagos y las consecuencias que de ella se desprenden, el cual es el objetivo central de este capítulo.

El primer registro de las entrevistas particularmente interesante es el zorro *Cerdocyon thous*. Un carnívoro que facultativamente también puede ser carroñero, frugívoro y herbívoro (Langguth, 1975). Si bien fue registrado en Enciso, dadas las características de terreno y la ausencia de personas y vías muy transitadas, es muy probable que esta especie también pueda encontrarse en Guane. Aunque pocos estudios se han encargado de evaluar el papel de esta especie como un dispersor y controlador de diferentes espacios medioambientales, es considerado como un elemento importante del paisaje, en la medida que es responsable de la dispersión de una buena cantidad de plantas. Este cánido es muy común en Colombia y en Suramérica, donde puede adaptarse fácilmente a condiciones medioambientales que le permitan un mínimo vital de espacio. En consecuencia, no puede ser considerado como una especie típica de bosque seco, pero si puede ser una especie que puede prosperar en tal ecosistema.

Otra especie avistada, esta vez en la localidad de Guane cruzando una carretera durante la noche fue *Coendou* sp., el cual podría corresponder a la especie *C. prehensilis* o a la especie *C. pruinosus*. Debido a su amplia distribución por el continente y por ser relativamente común, aquí se ha decidido mantener *Coendou* cf. *prehensilis*. Según Voss (2015), el género *Coendou* o ratones espinosos son comunes y abundantes en diferentes bosques suramericanos y tanto *C. prehensilis* como *C. pruinosus*, tienen hábitos folívoros y frugívoros, siendo estrictamente nocturnos. Muy poco se conoce de la historia natural de este género y recientemente, Voss & da Silva (2001), encontraron una inesperada diversidad de especies en Suramérica, en donde el departamento de Santander tiene una relativa importancia al ser el área de distribución de al menos tres especies simpátricas.

También en Guane, particularmente en el sitio de Butaregua fue avistado un *Caluromys lanatus*, un didélfido solitario y nocturno que según los espe-

cialistas prefiere sectores particularmente húmedos en los bosques neotropicales (Gardner *et al.*, 2007). El animal fue avistado sobre un árbol que crecía al lado de una cañada con un abundante flujo de agua, tanto el avistamiento como el sitio en el que el animal fue visto, sugieren que existen enclaves húmedos en el sitio de Butaregua.

Otro didélfido, el *Chironectes minimus* fue avistado en un caño salado en Enciso. Este registro resulta interesante debido a que esta especie es el único marsupial americano que tiene patas palmeadas y un pelaje impermeable. Adaptaciones que le son útiles en su hábito semiacuático nocturno (Gardner *et al.*, 2007). Generalmente esta especie prefiere los lugares donde hay arroyos altos a los que es difícil acceder a pie, por lo que largamente se le ha considerado como una especie rara. Esto también sugiere fuertemente que en la localidad de Enciso también existen enclaves húmedos.

Solamente un roedor fue encontrado en ambos sitios de muestreo, la ardilla común *Notosciurus granatensis* (de Vivo, 2015), fácilmente reconocible por su dorso café y vientre naranja rojizo. Fue vista en horas de la mañana en Enciso en árboles altos que habían crecido en medio de rocas, pero también fue descrita por pobladores de Guane, particularmente de Butaregua, en donde se encontró un ejemplar en cautiverio con procedencia desconocida.

Aunque es poco común en esta clase de trabajo referirse a fauna exótica, este documento debe hacer referencia de un mamífero introducido con importancia económica y ecosistémica locales, que además es virtualmente ubicuo en las áreas visitadas. La Cabra (*Capra aegagrus hircus*). Una especie encontrada en grandes números tanto en Enciso como en Guane. Las cabras son un importante renglón económico en el área de estudio y cada propiedad tiene diferentes cantidades de ganado caprino de acuerdo con su capacidad económica.

Es común el comentario general entre los pobladores de ambas localidades muestreadas que las cabras le dan “forma” a los bosques, debido a que son los principales dispersores, particularmente de espinos. La ausencia de cualquier forma de tecnificación de la capricultura local y la altísima frecuencia de encuentros con este animal durante la elaboración de los muestreos, pone de manifiesto que la presencia de las cabras en todo el ecosistema no tiene muchas restricciones.

En Enciso se identificó la presencia de al menos 300 cabras por parte de los pobladores locales, mientras que en varios puntos de muestreo en Guane pueden pastar más de 1000 cabras (el peso de una cabra adulta oscila entre 60 y 100 Kg). Aunque no se cuenta con datos que lo confirmen, es posible que las cabras representen un primer factor en la indeseada remoción de la capa vegetal del estrato rasante, dificultando la recuperación de los bosques mediante el establecimiento de vegetación pionera, afectando también de esta forma al suelo y acentuando el paisaje seco.

De otro lado, este ganado suele dormir en establos sin protección con mínimas condiciones de cuidado, por lo que es muy común que proliferen las mordeduras de murciélagos hematófagos en las cabras. Tal situación conlleva a los pobladores a tener una imagen negativa de los murciélagos y a fomentar malas prácticas de control, como el uso de sustancias químicas venenosas como la Warfarina, que al ser aplicada en el dorso de un vampiro liberado, puede eliminar colonias enteras de murciélagos vampiros, sin que se conozcan datos de afectación a otras especies. En una de las localidades de muestreo de Guane (Butaregua), donde mayores quejas hay por mordeduras de vampiros y en donde las cabras pastan sin restricciones tal como en Enciso, se constató que semanalmente también se recoge la mayor cantidad de estiércol caprino posible para ser comercializado como abono en Bucaramanga, tal práctica lleva varios años en uso. Este trabajo desconoce las repercusiones para el ecosistema de dicha práctica.

Este estudio también desconoce cómo la actividad pastoril de cabras pudo haber moldeado, después de la segunda mitad del siglo XX, los ecosistemas visitados; las entrevistas hechas a los habitantes, señalan que ambas localidades tanto Enciso como Guane, tuvieron una intensa actividad agrícola durante el siglo XIX y buena parte del siglo XX, que también podría haber propiciado el deterioro ecosistémico de ambas localidades. Butaregua por ejemplo, es producto de un inmenso predio que luego del aprovechamiento agrícola y ganadero fue entregado a una comunidad con raíces étnicas de la cultura Guane aproximadamente hace 30 años. Mientras que en Enciso, los pobladores mencionan que había poblaciones campesinas establecidas que tenían amplias haciendas con diferentes actividades agrícolas y pecuarias, las cuales fueron abandonadas a consecuencia de la guerra bipartidista a mediados del Siglo XX.

En consecuencia, es justo decir que la intervención de los ecosistemas en ambas localidades tiene una historia larga y compleja y que las cabras si bien, pueden ser un elemento importante en el deterioro de los suelos locales, no son el factor fundamental en la transformación del paisaje. Vale la pena entonces, observar cual es el comportamiento de estas dos localidades desde el punto de vista de la elasticidad ecosistémica entre temporadas, para encontrar pistas que indiquen cuales serían algunos de los elementos más sobresalientes en la dinámica primordialmente seca que exhiben estos dos enclaves xerófitos.

De la riqueza de las especies que según este trabajo es posible encontrar en el ecosistema de Bosque Seco Tropical colombiano este estudio obtuvo un 11%, sin tener en cuenta la especie de murciélago *Platyrrhinus cf. brachycephalus*, la cual no pudo ser plenamente identificada. Al margen de ello, la taxocenosis recopilada es consistente con la diversidad esperada de murciélagos para la zona y para el ecosistema. Es posible, no obstante, que el porcenta-

je de especies de mamíferos tanto de Guane como de Enciso sea superior. Ello debido a que los estimadores de esfuerzo de muestreo no alcanzaron un valor asintótico (curvas de acumulación de especies); por lo que el presente estudio no puede ser considerado como un muestreo completo de la mastofauna de los bosques secos de Enciso o Guane y mucho menos de Santander. Aunque sí pueden proporcionar algunas tendencias, puesto que los indicadores del ritmo de captura sugieren que este trabajo no está muy lejos de abarcar la diversidad total de especies para las áreas estudiadas, que pueden rondar las 15 especies en Enciso (3 especies más de las reportadas) y las 13 especies en Guane (4 especies más de las reportadas).

En tal virtud, las consideraciones y conclusiones del presente trabajo son válidas en la medida que se acercan a valores estimados de diversidad. Cabe recalcar en ese sentido, que las subfamilias de murciélagos encontradas que mayoritariamente pertenecen a la familia Phyllostomidae, son susceptibles de ser atrapadas con facilidad en redes de niebla, el cual fue el método de captura en este trabajo. Otras especies pertenecientes a familias como Vespertilionidae, son más difíciles de atrapar con esta técnica, por lo que necesariamente existe un sesgo propiciado por la metodología de muestreo.

No es sorprendente entonces, que la mayoría de las especies capturadas sean filostómidos frugívoros particularmente de las subfamilias Carollinae y Stenodermatinae, donde se destacan los géneros *Carollia*, *Artibeus* y *Sturnira* con mayor cantidad de individuos capturados. De un lado *Carollia* el género representativo de Carollinae, tiene una larga historia de “amistad” con actividades agrícolas humanas (Pine, 1972), que cuenta con una bien conocida flexibilidad dietaria (Heithaus and Fleming 1978) que le permite habitar virtualmente en cualquier hábitat tropical aunque sea ampliamente transformado por las personas. De hecho, para muchos autores la presencia de una alta abundancia de individuos de la especie *Carollia perspicillata* frente a otros murciélagos, es considerada como un elemento indicador de perturbación del hábitat natural (Cloutier y Thomas, 1992).

De otro lado, el género *Artibeus* y el género *Sturnira*, son géneros de la subfamilia más diversa dentro de Phyllostomidae, la subfamilia Stenodermatinae. *Artibeus* es un género principalmente representado por murciélagos de tamaños mediano a grande (de hasta 10 cm de largo) en donde resaltan *A. jamaicensis* y *A. lituratus* como especies frugívoras con pocas restricciones ecosistémicas que suelen ser muy comunes en plantaciones, frutales o bosques secundarios. En estos lugares, los *Artibeus* pueden sacar provecho de una amplia gama de frutos. En consecuencia, las especies de este género también son consideradas como especies “amigas” de la “agricultura humana y resultan ser ampliamente comunes en casi todos los ecosistemas cálidos e intervenidos en los Andes de Colombia. Finalmente el género *Sturnira* es con-

siderado uno de los géneros más comunes y diversos en los Andes, en donde parecen estar experimentando una intensa radiación adaptativa (Gardner *et al.*, 2007). En cuanto a esta subfamilia en enclaves xerofíticos Soriano y Ruiz (2006) opinan que su presencia en sitios secos está asociada con enclaves húmedos vecinos, acentuando la idea una migración estacional.

La importancia para el ecosistema de estas especies particularmente abundantes en el presente estudio, abarca una amplia paleta de temas que van desde la polinización de una enorme variedad de especies vegetales algunas con importancia económica; hasta la dispersión de semillas y la recuperación natural de los bosques, en donde *Carollia perspicillata* tiene un papel preponderante. Ya que al alimentarse principalmente de plantas pioneras (Fleming, 1988), logra dispersar una enorme masa de semillas que al germinar, pueden generar una abundante y densa vegetación que sirve de nicho para el desarrollo de especies vegetales de mayor porte. Y es precisamente esa línea de establecimiento de plantas pioneras, la que las cabras pueden estar interrumpiendo cuando pastorean sin control.

La abundancia de la especie *Carollia perspicillata* en casi todas las localidades de muestreo durante la época húmeda es consecuente con patrones de fructificación; sin embargo, su ausencia en Guane podría ser síntoma de un desequilibrio ecosistémico mayor en la medida que este importante dispersor está ausente y la restauración natural de los bosques tropicales puede verse comprometida. También es posible que ecológicamente, Guane no sea un sitio de abundante distribución de la especie debido a condiciones abióticas no conocidas por este trabajo. No obstante, valdría la pena realizar una inspección más profunda en otra oportunidad mediante muestreos más extensos.

La estructura trófica de murciélagos encontrada en este trabajo muestra una amplia riqueza en especies frugívoras (por ejemplo géneros como *Artibeus*, *Carollia*, *Dermanura*, *Carollia* y *Platyrrhinus*), pero también revela una pobre abundancia (y riqueza) de especies insectívoras (*Micronycteris* sp. y *Rhogeessa* sp.). Este comportamiento puede estar fuertemente influenciado por el método de muestreo escogido, del cual ya se hizo mención. Las redes de niebla, se sabe, son poco efectivas en la captura de murciélagos insectívoros (Fleming *et al.*, 1972 Bonaccorso, 1979; Graham, 1983). No obstante, en las conversaciones con personas que habitan permanentemente las áreas estudiadas, nadie mencionó murciélagos con hábito insectívoro y en inspecciones en abrigos rocosos, casas y cielorrasos en tales localidades, no se hallaron murciélagos con este hábito. Este es un hallazgo relevante puesto que los murciélagos insectívoros ocupan los niveles tróficos más altos en el orden, por lo que su ausencia denotaría disturbios en los niveles tróficos y consecuentemente alguna clase de deterioro medioambiental (Allewa *et al.*, 2006).

La ausencia de murciélagos con hábito insectívoro, es también para algunos autores (Kurta *et al.*, 1989; Pierson 1998), un factor que puede determinar un progresivo deterioro de los ecosistemas, en la medida que al consumir grandes cantidades de insectos, estos murciélagos pueden redistribuir importantes nutrientes a lo largo del paisaje, particularmente de zonas húmedas (abundantes en insectos) a los refugios. Aunque en todas las localidades se buscaron activamente tales refugios durante las horas del día, sólo se halló un refugio con indicios de presencia de murciélagos insectívoros, únicamente en Enciso. En tanto que en Guane, no se encontró ninguna evidencia de esta clase de murciélagos en las localidades muestreadas. La ausencia de este gremio en Guane, pondría de manifiesto fallos en la continuidad de las redes tróficas en el ecosistema y valdría la pena extender los muestreos para corroborar esta hipótesis.

Finalmente, se encontraron dos especies con hábito nectarívoro muy comunes en los Andes colombianos; *Glossophaga soricina* y *Anoura caudifer*. El primero, *G. soricina* es una especie ampliamente distribuida en el país y común en la mayoría de los ecosistemas cálidos, donde se ha encontrado tiene una amplia gama de elementos en la dieta (Gardner *et al.*, 2007), por lo que se le considera una especie común en hábitats perturbados o en recuperación. Además, es considerado como un importante polinizador de plantas con relevancia económica. *Anoura caudifer* por su parte, es un poco menos común y tiene mayores restricciones en su nicho (Gardner *et al.*, 2007). La ausencia de estas especies en la Guane durante la época seca, puede fortalecer la noción de que en esta localidad las migraciones locales de murciélagos son más drásticas.

Todos los índices de diversidad calculados demuestran que la taxocenosis de murciélagos de Enciso es más diversa que la de Guane. A primera vista, esto revelaría que Enciso está en mejores condiciones de conservación, debido a que tiene mayores valores de diversidad de murciélagos, lo que significaría probablemente una mayor cantidad de nichos posibles para esta fauna. Pero, ¿Es esto del todo cierto? ¿Qué información aportan los índices de diversidad en cuanto al recambio de especies durante las épocas climáticas?

ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Durante la presentación de los resultados, se manifestó que la riqueza y la abundancia de las especies de murciélagos disminuyen en la época seca con relación a la época húmeda. No obstante, los índices de diversidad calculados, no son totalmente consecuentes con esta idea para Enciso. En primer lugar el índice de Shannon-Wiener (H'), que asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados

al azar, pudiendo tomar valores de cero (0) cuando hay una sola especie; muestra un valor de H' ligeramente superior en la época seca (cambia de 0,87 en época húmeda a 0,89 en época seca). La diferencia entre las dos épocas es de 0,02 unidades; una cifra menor que la expresada por cualquiera de las desviaciones estándar para el índice H' por lo que no existe una diferencia real entre los dos valores de (H'). Caso contrario ocurre con Guane, que tiene una diferencia de 0,11 unidades; en este caso es una cantidad superior a las desviaciones estándar para el índice de Shannon-Wiener, revelando que al menos para este índice; la diversidad entre temporadas cambiaría sólo para la localidad de Guane.

En cuanto al índice de Simpson (γ) que representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. En Enciso la diferencia entre los índices de Simpson (γ) es de 0,058 unidades, una cantidad mayor que las desviaciones estándar del índice para ambas épocas de muestreo en Enciso. Efectivamente para Enciso, γ es mayor en la época húmeda. Contrariamente, en Guane la diferencia entre ambas épocas es de 0,024 unidades, una cantidad inferior a las desviaciones estándar para el índice γ en Guane. Se ha dicho que el índice de Simpson se hace más pequeño cuando la comunidad es más diversa, (por lo que se podría pensar que la época seca es más diversa), pero en este caso este índice se ve castigado por la abundancia en el muestreo de especies comunes que son capturadas en abundancia la época húmeda como *Carollia* sp. o *Sturnira* sp., que restan la probabilidad de que en un mismo muestreo se obtengan especies diferentes.

Este problema se mantiene también en el índice inverso de Simpson ($1/\gamma$) cuyo valor aumenta con la diversidad. En el presente caso este índice muestra un aumento de la diversidad en la época seca de Enciso y un respectivo descenso en la misma época en Guane. Aunque otros estudios como el de Díaz *et al.*, (2014), muestran aumentos en la diversidad de especies durante la época seca; la interpretación de este capítulo es que los valores de los índices de la diversidad están influenciados por las jornadas de captura de murciélagos, que al menos en el presente caso no cumplieron con asíntotas horizontales de acumulación en las curvas y que tuvo una mayor tasa de captura de especies particulares que pueden introducir artefactos indeseados en el cálculo de los índices. Paradójicamente entonces, los índices de diversidad parecerían no ser el mejor método para estudiar los cambios de la diversidad entre épocas climáticas, al menos para un muestro tan corto como este.

Elasticidad ecosistémica en un cambio de temporadas. La impresión que se tiene de Guane es que es una localidad más seca que la localidad de Enciso y además, Guane también está más abajo con relación al nivel medio del mar. En ese sentido Guane es un enclave más xerófito que Enciso. Teniendo en

mente las migraciones locales de las que son capaces los murciélagos en enclaves xerofíticos cuando hay enclaves húmedos cerca (Soriano y Ruiz, 2006), vemos entonces que Guane tiene una mayor transformación en la composición de especies entre las dos épocas climáticas, debido a tales migraciones. Es decir que Guane tiene mayor elasticidad en ese sentido que la Localidad de Enciso. Esto es relevante, porque es lo que se espera de un enclave más seco como lo es Guane.

Pensemos por un momento en una montaña que a lo largo del descenso de ladera, muestra una transición de bosque húmedo en la parte alta a desierto en la parte baja. Sería lógico asumir que los cambios más dramáticos (es decir los más elásticos) entre dos épocas climáticas, una lluviosa y una seca, se verán en la porción desértica del paisaje más que en los hábitats de montaña donde hay hábitats boscosos más resilientes. O sea que durante la época seca, la porción desértica del paisaje permanecerá con un mínimo de energía disponible y las formas vivas intentarán protegerse de las condiciones adversas migrando a los sectores más resilientes. De otro lado, las migraciones no serán tan dramáticas (menor elasticidad) en los sectores más próximos a la resiliencia.

Precisamente este escenario es el que puede observarse estos dos enclaves xerofíticos (Guane y Enciso): uno resulta ser más resiliente que otro. En un ejercicio sencillo de identificación climática de ambas zonas usando un modelo básico como el Caldas-Lang, es posible sospechar que Guane tiende a ser un ambiente árido mientras que Enciso tiende a ser un ambiente semiárido. Es decir que a la luz de los datos climáticos, Guane está más próximo a la condición xerofítica que Enciso (que debería tender a ser más resiliente) y por tal razón los cambios en la diversidad de murciélagos son más elásticos en Guane.

No hay razón para pensar que tales cambios no se registran en otras especies pero serán necesarios más estudios (de carácter funcional probablemente) para comprobarlo. Más interesante que ello, es identificar como cambios en las variables climáticas pueden afectar los valores de elasticidad de una región y por ende en la conservación. Esto tiene repercusiones sustanciales en los presupuestos de programas de recuperación/conservación de frente a fenómenos como la transformación del hábitat por deterioro o el cambio climático; ya que se esperaría que un proceso de restauración ecosistémica (excluyendo variables sociales) fuese más eficiente en enclaves xerofíticos más resilientes como Enciso, es decir menos elásticos. Esta variable entonces, podría ser muy importante a la hora de describir y proteger los enclaves xerofíticos de Colombia.

LITERATURA CITADA

- ALLEVA, E., FRANCIA, N., PANDOLFI, M., DE MARINIS, A. M., CHIAROTTI, F & D, SANTUCCI. 2006. Organochlorine and heavy-metal contaminants in wild mammals and birds of Urbino-Pesaro Province, Italy: An analytic overview for potential bioindicators. *Arch Environ Contam Toxicol* 51:123–134.
- BOLAÑOS, N. 2013. Diversidad, riqueza y abundancia de especies de murciélagos en el Corredor Biológico Regional Nogal – La Selva. Tesis de Licenciatura en Biología con énfasis en Zoología. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, San José, Costa Rica. 66 pp.
- BONACCORSO, F. J. 1979. Foraging and reproductive ecology in the Panamanian bat community. *Bulletin of the Florida State Museum of Biological Science* 24: 359-408.
- CLOUTIER, D & D. W, THOMAS. 1992. *Carollia perspicillata*. *Mammalian Species*. No 417: 1-9.
- COLWELL, R. K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and Application. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>
- DE VIVO, M. 2015. Family Sciuridae. Págs: 1-48. En: Patton J. L., Pardiñas, F. J. U & G, D'Elía (Eds.). *Mammals of South America, Volume 2: Rodents*. University of Chicago Press.
- DIAZ-PULIDO, A., BENÍTEZ, A., GOMÉZ-RUIZ, D. A., CALDERÓN-ACEVEDO, C. A & A, LINK. 2014. Capítulo 4; Mamíferos del Bosque Seco, una mirada al Caribe Colombiano. Págs: 128-165. En: Pizano, C & H, García (Eds.). *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia.
- EMLEN, J. M. 1966. The role of time and energy in food preference. *American Naturalist* 100: 611-617.
- ESTRADA-VILLEGAS S., MEYERB, C. F. J & E. K. V, KALKO. 2010. Effects of tropical forest fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. *Biological Conservation* 143: 597-608.
- FEINSINGER, P. 2001. *Designing field studies for biodiversity conservation*. Island Press. 236 pp.
- FLEMING, T. H., HOOPER, E. T & D. E, WILSON. 1972. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles, and movement patterns. *Ecology* 53: 555–69.

- FLEMING, T. H & E, HEITHAUS. R. 1986. Seasonal Foraging Behavior of the Frugivorous Bat *Carollia perspicillata*. *Journal of Mammalogy* 67(46): 660-671
- FLEMING, T. H. 1988. The short tailed fruit bat: a study in plant animal interactions. The University of Chicago Press. Chicago. 365 pp.
- GARDNER, A. L. 2007. Mammals of South America: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats. Vol. 1. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA. 669 pp.
- GRAHAM, G. L. 1983. Changes in bat species diversity along an elevational gradient up the Peruvian Andes. *Journal of Mammalogy* 64: 559-571.
- HEITHAUS E. R., & T. H, FLEMING. 1978. Foraging movements of a frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Phyllostomatidae). *Ecol. Monogr.* 48: 127-43.
- HORN J. W., ARNETT E, B & T, H, KUNZ. 2008. Behavioral Responses of Bats to Operating Wind Turbines. *Journal of Wildlife Management* 72(1): 123-132.
- IAVH. 2014. Bosque Seco Tropical. Versión 2.0. Mapa
- INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES, FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. 2004. Colecciones en Línea. Publicado en Internet <http://www.biovirtual.unal.edu.co> [Acceso en Julio de 2015].
- KASSO, M & M, BALAKRISHNAN. 2013. Ecological and Economic Importance of Bats (Order Chiroptera). *International Scholarly Research Notices*. doi:10.1155/2013/187415
- KURTA, A., BELL, G. P., NAGY, K. A & T. H, KUNZ. 1989. Energetics of pregnancy and lactation in free ranging little brown bats (*Myotis lucifugus*). *Physiol. Zool.* 62: 804-818.
- LANGGUTH, A. 1975. Ecology and evolution in the South American Canids. Págs: 193-206. En: FOX, MW. (Ed.) *The Wild canids*. Van Nostrand Reinhold Co. New York.
- LEWANZIK, D & C. C, VOIGT. 2014. Artificial light puts ecosystem services of frugivorous bats at risk. *Journal of Applied Ecology* 51(2): 388-394.
- MACARTHUR, R. H & E. R, PIANKA. 1966. On optimal use of patchy environment. *American Naturalist* 100: 603-609.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. 2014. Resolución 192 de 2014. Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial* No. 49.072 de 22 de febrero de 2014. República de Colombia.
- MORENO, C. E. & G, HALFFTER. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37: 149-158.

- MUNOZ-SABA, Y., CADENA, A & J. O., RANGEL-CH. 1995. Gremios de murciélagos forrajeadores de néctar-polen en un bosque de galería de la Serranía la Macarena-Colombia. *Caldasia*. 17(85): 459-461
- NAGORSEN, D. W. & R. L., PETERSON. 1980. *Mammals collectors' manual a guide for collecting documenting and preparing mammal specimens for Scientific Research*. Publications in Life Science, Royal Ontario Museum (ROM), Canada. 75 pp.
- NAVARRO, D & L, LEÓN-PANIAGUA. 1995. Community structure of bats along an altitudinal gradient in tropical eastern México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 1: 9-21
- ORTEGÓN-MARTÍNEZ, D. A. & J, PÉREZ-TORRES. 2007 Estructura y composición del ensamblaje de murciélagos (Chiroptera) asociado a un cafetal con sombrero en La Mesa de Los Santos (Santander), Colombia. *Actualidades Biológicas* 29(87): 215-228
- PATTON, J. L., PARDIÑAS, U. F. J & G, D'ELÍA (Eds.). 2015. *Mammals of South America*, Vol. 2. Rodents. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, 1336 pp.
- PERRY, G & E, PIANKA. 1997. Animal foraging: past, present and future. *Trends in Ecology & Evolution* 12:360–364.
- PIERSON, E. D. 1998. Tall trees, deep holes, and scarred landscapes: conservation biology of North American bats. Págs: 309–325. En: Kunz, T. H & P. A, Racey (Eds.). *Bat biology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- PINE, R.H. 1972. The bats of the genus *Carollia*. Texas A&M Univ., Technical Monograph 8: 1–125.
- PRECIADO-BENÍTEZ, O., GÓMEZ Y GÓMEZ, B., NAVARRETE-GUTIÉRREZ, D. A & A, HORVÁTH. 2015. The use of commercial fruits as attraction agents may increase the seed dispersal by bats to degraded areas in Southern Mexico. *Tropical Conservation Science* 8(2): 301-317.
- SALINAS-RAMOS, V.B., HERRERA-MONTALVO, L.G., LEÓN-REGAGNON V., ARRIZABALAGA-ESCUADERO A & E. L, CLARE. 2015. Dietary overlap and seasonality in three species of mormoopid bats from a tropical dry forest. *Molecular Ecology* 24 (20): 296-307.
- STONER, K.E & R. M, TIMM. 2004. Tropical dry-forest mammals of Palo Verde: Ecology and conservation in a changing landscape. Págs: 48-66. En: Frankie, G. W., A. Mata, S. B. Vinson (Eds.). *Biodiversity conservation in Costa Rica: Learning the lessons in a seasonal dry forest*. University of California Press.
- RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V., ALBERICO, M., TRUJILLO, F & J, JORGENSON. 2006. *Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia, Conservación Internacional Colombia,

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C., Colombia. 433p.
- SHIEL C.B., SHIEL R.E & J. S, FAIRLEY. 1999. Seasonal changes in the foraging behaviour of Leisler's bats (*Nyctalus leisleri*) in Ireland as revealed by radio-telemetry. *Journal of Zoology* 249 (3): 347-358.
- SOLARI, S., MUÑOZ-SABA, Y., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., DEFLEER, T. R., RAMÍREZ-CHAVES, H. E & F, TRUJILLO. 2013. Riqueza, Endemismo y Conservación De Los Mamíferos De Colombia. *Mastozoología Neotropical* 20(2): 301-365.
- SORIANO, J. 1983. La comunidad de quirópteros de las selvas nubladas de Mérida. Patrón reproductivo de los frugívoros y estrategias fenológicas de las plantas. Tesis Magister Scientiae, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. 113 pp.
- SORIANO, P. J & A, RUIZ. 2006. A functional comparison between bat assemblages of Andean arid enclaves. *Ecotropicos* 19(1):1-12
- STEVENS, R. D., COX, S. B., STRAUSS, R. E & M. R, WILLIG. 2003. Patterns of functional diversity across an extensive environmental gradient: vertebrate consumers, hidden treatments and latitudinal trends. *Ecology Letters* 6: 1099–1108.
- UICN. 2013. The IUCN Red List of Threatened Species (TM) <http://www.iucn-redlist.org/>
- Voss, R. S. 2015. Family Erethizontidae. Págs: 786-805. En: Patton J. L., Pardiñas, F. J. U & G, D'Elía (Eds.). *Mammals of South America, Volume 2: Rodents*. University of Chicago Press.
- Voss, R. S. & M, DA SILVA. 2001. Revisionary notes on Neotropical porcupines (Rodentia: Erethizontidae) 2. A review of the *Coendou vestitus* group with descriptions of two new species from Amazonia. *American Museum Novitates* 3351:1-36.
- Voss, R. S & L, EMMONS. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the AMNH*. 115 pp.
- WILSON, D. E & D. M, REEDER. 2005. *Mammals species of the World. A taxonomic and geographic reference*. Third edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 2142 pp.





DIVERSIDAD DE REPTILES Y ANFIBIOS EN BOSQUES SECOS DEL CAÑÓN DE LOS RÍOS CHICAMOCHA Y SUÁREZ (SANTANDER, COLOMBIA)

Rafael A. Moreno-Arias
rafamorearias@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El Bosque Seco Tropical es considerado el ecosistema con mayor amenaza de desaparición (Hoekstra *et al.* 2005) y representa alrededor del 22% de los bosques suramericanos (Murphy & Lugo 1986). En Colombia el bosque seco se encuentra en los departamentos del Valle del Cauca, Cauca, Tolima, Huila, Cundinamarca, Antioquia, Sucre, Bolívar, Cesar, Córdoba, Magdalena, Santander, Norte de Santander, Norte de Atlántico y sur de La Guajira (Espinal & Montenegro 1963, Hernández-Camacho & Sánchez-Páez 1992, Rodríguez *et al.* 2004). Particularmente en el departamento de Santander este ecosistema se concentra en el cañón del valle medio del río Chicamocha y actualmente se estima que tiene una extensión de 300000 hectáreas (Delgadillo-Méndez & Delgadillo-Méndez 2013, Pizano & García 2014). La fauna de reptiles y anfibios

de ecosistemas secos en Colombia ha sido estudiada principalmente en los bosques de la región Caribe (por ejemplo: Bernal *et al.* 2005, Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2008, Rueda-Almonacid *et al.* 2008, Galvis-Peñuela *et al.* 2011, Medina-Rangel 2011). Para bosques secos de los valles interandinos se tienen estudios en Norte de Santander (Armesto *et al.* 2009, Armesto *et al.* 2011), Huila (Moreno-Arias & Quintero-Corzo 2015) y Santander (Parra *et al.* 2010). En este trabajo se presenta una caracterización de la fauna de reptiles y anfibios en localidades de los municipios de Enciso y Guane, en ella se incluye un panorama general de la diversidad específica de las comunidades en estos sitios.

MÉTODOS

Para documentar la diversidad de anfibios y reptiles del cañón de los ríos Chicamocha y Suárez, se visitaron varias localidades en dos sitios de bosque seco (**Anexo 4**), durante dos temporadas climáticas cada uno: lluvias (noviembre de 2014) y seca (febrero de 2015). La técnica de búsqueda correspondió a encuentros visuales cronometrados (Crump & Scott 1994), explorando la vegetación y los diferentes microhábitats que utilizan los anfibios y reptiles. Cada visita tuvo una duración de cinco días efectivos de muestreo con un esfuerzo de 40 horas-hombre distribuidas equitativamente entre las 8:30 y 12:30 horas y las 18:00 y 22:00 horas. Para cada sitio y temporada climática se registró la abundancia por especie.

ANÁLISIS DE DATOS. Para evaluar la efectividad del muestreo total, por sitio y temporada climática, se realizó una predicción del número de especies por medio de curvas de rarefacción (Gotelli & Colwell 2001), utilizando los estimadores de riqueza Chao 2 y Bootstrap. Se describió la diversidad específica para cada sitio y temporada climática por medio de los índices de Simpson y Shannon. La estructura específica se describió con curvas rango abundancia (Feisinger 2001) y se comparó la diferencia en estructura entre los sitios y las temporadas climáticas por medio de una prueba de X^2 . Para el cálculo de los índices y estimadores se utilizaron 999 aleatorizaciones con el programa EstimateS 7.5.0 (Colwell 2005).

RESULTADOS

Se registraron 714 individuos y 21 especies de anfibios y reptiles (**Tabla 13**). Para anfibios, se registraron cinco especies, cuatro géneros y tres familias del Orden Anura (ranas) (**Tabla 13**); para reptiles se registraron 16 especies y géneros y 10 familias del Orden Squamata (lagartijas y serpientes) (**Tabla 13**). Las

familias de ranas Bufonidae e Hylidae presentaron dos especies mientras que Leptodactylidae solo una. En lagartijas la familia más rica fue Gymnophthalmidae con tres y en serpientes Boidae y Dipsadidae cada una con dos especies. Las especies de ranas, lagartijas y serpientes más abundantes fueron respectivamente *Engystomops pustulosus* (Leptodactylidae) con 145 individuos, *Gonatodes albogularis* (Sphaerodactylidae) con 283 y *Epictia* sp. (Leptotyphlopidae) con dos.

Tabla 13. Número de individuos de anfibios y reptiles por especie, en cada sitio y temporada climática.

CLASE	FAMILIA	ID	ESPECIE	ENCISO GUANE			
				LL	SS	LL	SS
AMPHIBIA	BUFONIDAE	a	<i>Rhinella humboldti</i>	9	1	1	3
		b	<i>Rhinella marina</i>	13	3	19	54
	HYLIDAE	c	<i>Hypsiboas crepitans</i>	13	5	25	4
		d	<i>Scarthyla vigilans</i>	0	0	5	1
	LEPTODACTYLIDAE	e	<i>Engystomops pustulosus</i>	8	43	10	84
REPTILIA	BOIDAE	A	<i>Boa constrictor</i>	0	0	0	1
		B	<i>Epicrates cenchria</i>	0	0	1	0
	COLUBRIDAE	C	<i>Oxybelis aeneus</i>	0	1	0	1
	CORYTOPHANIDAE	D	<i>Basiliscus basiliscus</i>	0	5	0	0
	DIPSADIDAE	E	<i>Leptodeira</i> sp.	0	0	1	0
		F	<i>Rhadinaea</i> sp.	0	1	0	0
	GYMNOPHTHALMIDAE	G	<i>Bachia bicolor</i>	0	0	0	1
		H	<i>Gymnophthalmus speciosus</i>	2	2	0	0
		I	<i>Tretioscincus bifasciatus</i>	0	0	2	3
	IGUANIDAE	J	<i>Iguana iguana</i>	5	2	3	1
	LEPTOTYPHLOPIDAE	K	<i>Epictia</i> sp.	0	1	1	0
	PHYLLODACTYLIDAE	L	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	1	1	0	1
	SPHAERODACTYLIDAE	M	<i>Gonatodes albogularis</i>	99	81	68	35
		N	<i>Lepidoblepharis</i> sp.	0	0	3	2
	TEIIDAE	O	<i>Cnemidophorus</i> sp.	14	19	30	21
		P	<i>Ameiva praesignis</i>	0	0	2	2

ID: identificación utilizada en las gráficas de rango abundancia. Época climática: lluvias (**LL**), seca (**SS**).

Aunque la curva de rarefacción no tuvo un comportamiento asintótico (**Figura 36**), la representatividad en el muestreo fue alta para el esfuerzo implementado y se registró entre el 88 % y el 89 % de las especies estimadas por los índices Chao 2 y Bootstrap, respectivamente. Para las ranas, la representatividad fue mayor y los índices Chao 2 y Bootstrap indicaron que se registró entre el 97% y el 100% de las especies mientras que para los reptiles la representatividad fue menor y los mismos índices indicaron respectivamente que se registró el 82 % y 85 % de las especies.

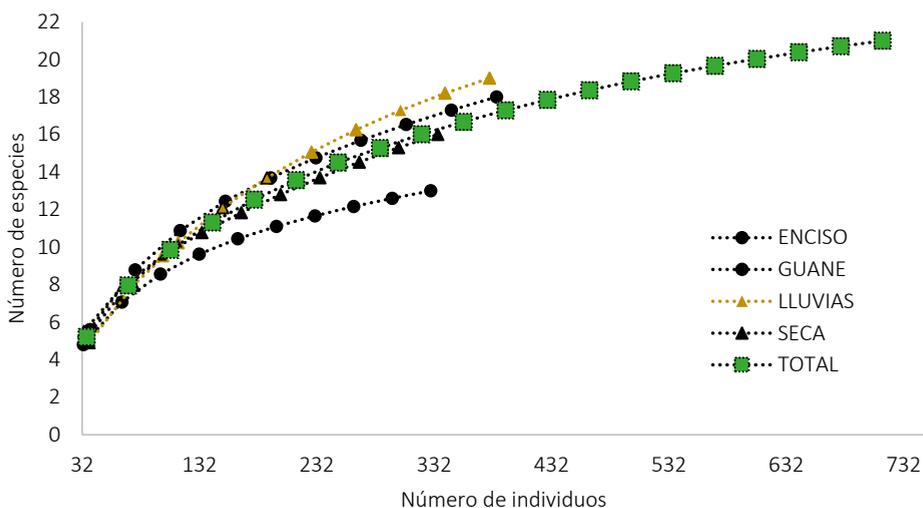


Figura 36. Curva de rarefacción total, por sitios y temporadas climáticas.

En el sitio Enciso, se registraron en todo el estudio 329 individuos y 13 especies de anfibios y reptiles (**Tabla 13, Figura 36**). En la temporada lluviosa se registraron 164 individuos y 9 especies y en la seca 165 individuos y 13 especies (**Tabla 13, Figura 36 y Figura 37**). Los anfibios estuvieron representados en ambas temporadas climáticas por cuatro especies, tres géneros y tres familias del Orden Anura (ranas) (**Tabla 13**). Para los reptiles se registraron en total y en la temporada lluviosa nueve especies, cinco géneros y cinco familias del Orden Squamata (lagartijas y serpientes) mientras que en la temporada seca se registraron cuatro especies, tres géneros y familias (**Tabla 13**).

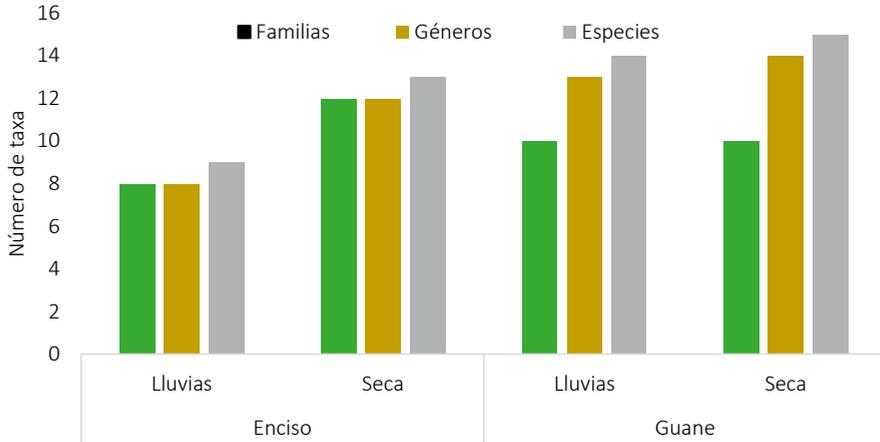


Figura 37. Riqueza por familias, géneros y especies para cada temporada climática y sitio.

La familia de ranas más rica en especies fue Bufonidae con dos. Cada familia de lagartijas y serpientes estuvo representada solamente por una especie. Las familias de ranas con mayor número de individuos fueron Bufonidae en la temporada lluviosa y Leptodactylidae en la seca con 22 y 43 individuos respectivamente. La familia de reptiles Sphaerodactylidae con 99 en la temporada lluviosa y 81 en la seca, fue la más de mayor número de individuos (**Figura 38**). Las especies de ranas *Rhinella marina* (Bufonidae), *Hypsiboas crepitans* (Hylidae) y *Engystomops pustulosus* (Leptodactylidae); y la de reptiles *Gonatodes albogularis* (Sphaerodactylidae) fueron las más abundantes. Respecto con las especies registradas en todo el estudio, en Enciso se encontró el 67 % de las especies lo cual representó el 80 % de las especies de ranas y el 56 % de las especies de reptiles.

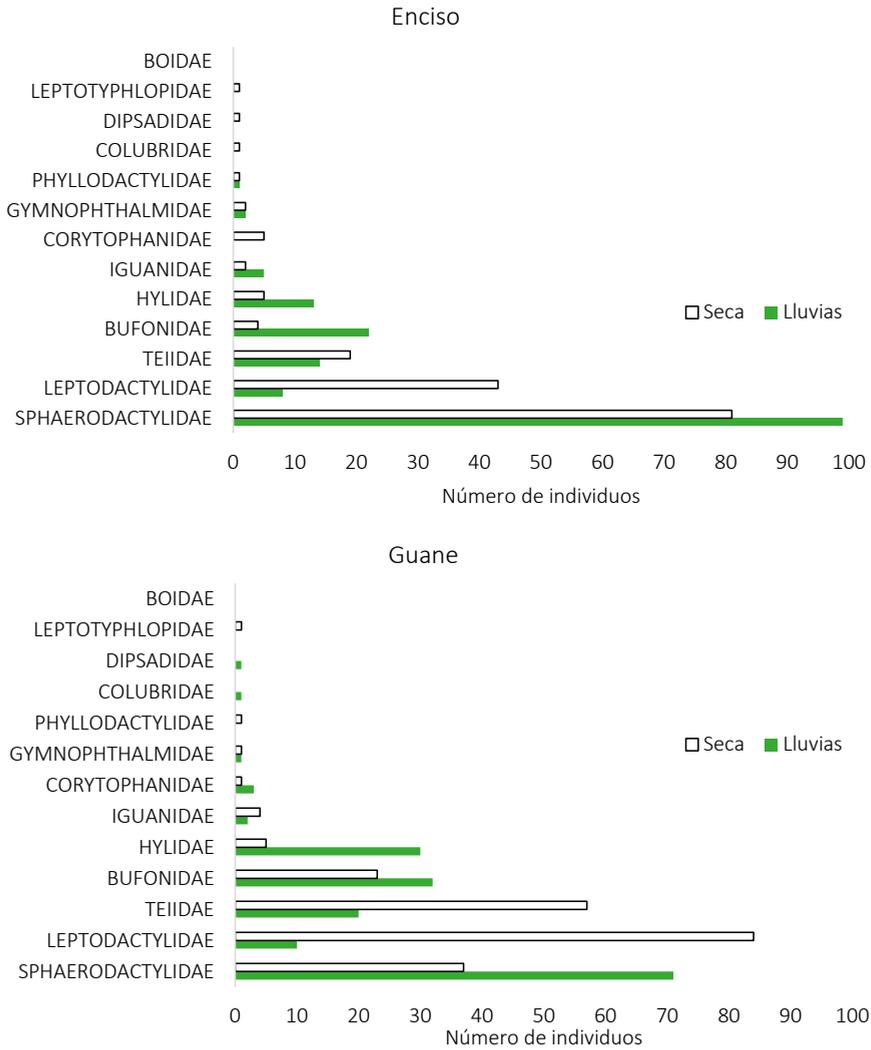


Figura 38. Número de individuos por familias para cada sitio y temporada climática.

En los bosques del sitio Guane, se registraron en todo el estudio 385 individuos y 15 especies de anfibios y reptiles (**Tabla 13, Figura 36**); en la temporada lluviosa 171 individuos y 14 especies, mientras que en la seca 214 individuos y 15 especies (**Tabla 13, Figura 36 y Figura 37**). Los anfibios estuvieron representados en ambas temporadas climáticas por cinco especies, cuatro géneros y tres familias del Orden Anura (ranas) (**Tabla 13**). Para los reptiles se reportaron en total 15 especies y géneros y nueve familias del Orden Squamata (lagartijas y serpientes); en la temporada lluviosa 9 especies y géneros y siete familias, mientras que en la temporada seca 10 especies y géneros y siete familias (**Tabla 13**).

Las familias de ranas más ricas en especies fueron Bufonidae e Hylidae con dos, al igual que las familias de serpientes Boidae y de lagartijas Sphaerodactylidae y Teiidae (**Tabla 13**). Las familias de ranas con mayor número de individuos fueron Hylidae en la temporada lluviosa y Leptodactylidae en la seca, con 30 y 84 individuos respectivamente. La familia de reptiles Sphaerodactylidae con 71 en la temporada lluviosa y 37 en la seca, presentaron el mayor número de individuos (**Figura 38**). Las especies de ranas *Rhinella marina* (Bufonidae), *Hypsiboas crepitans* (Hylidae) y *Engystomops pustulosus* (Leptodactylidae); y la de reptiles *Gonatodes albogularis* (Sphaerodactylidae) y *Cnemidophorus* sp. (Teiidae) fueron las más abundantes. Respecto con las especies registradas en todo el estudio, en Guane se encontró el 71 % de las especies, lo cual representó el 100 % de las especies de ranas y el 76 % de las de reptiles.

La diversidad fue mayor en el sitio Guane (Shannon: 1.900 (Intervalo de Confianza IC: 1.898- 1.902), Simpson: 5.230 (IC: 5.210- 5.250)) que en Enciso (Shannon: 1.540 (IC: 1.536- 1.544), Simpson: 2.940 (IC: 2.924- 2.056)). La estructura de la comunidad entre los sitios no fue diferente ($\chi^2= 3.8$, $p=0.29$) y en ambos sitios predominaron especies con alta abundancia con una baja proporción de especies raras.

En Enciso, la diversidad en la temporada lluviosa (Shannon: 1.410 (IC: 1.401 - 1.419), Simpson: 2.560 (IC: 2.525-2.595)) fue menor que en la temporada seca (Shannon: 1.830 (IC: 1.826- 1.834), Simpson: 4.390 (IC: 4.357 – 4.423)) y la estructura de la comunidad de anfibios y reptiles fue diferente entre temporadas climáticas ($\chi^2= 100.6$, $p=0.01$), con más especies raras y abundantes y menos especies comunes en la temporada seca, comparada con la lluviosa (**Figura 39**).

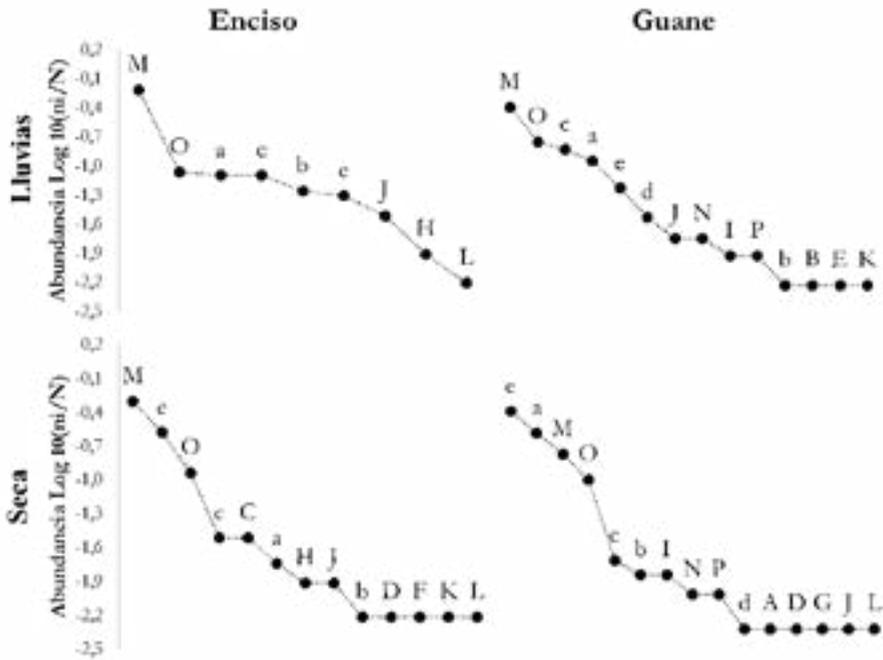


Figura 39. Abundancia relativa de las especies de anfibios y reptiles para cada temporada climática y sitio.

Las letras representan la identidad de las especies según la columna **ID** de la Tabla 13

En Guane, la diversidad en la temporada seca (Shannon: 1.670 (IC: 1.664 - 1.676), Simpson: 3.920 (IC: 3.901- 3.939)) fue mayor que en la temporada lluvias (Shannon: 1.500 (IC: 1.490- 1.510), Simpson: 3.080 (IC: 3.043- 3.117)) y la estructura de la comunidad de anfibios y reptiles fue diferente entre temporadas climáticas ($X^2= 22.2$, $p=0.01$) con más especies raras y abundantes y con menos especies comunes en la temporada seca, comparada con la lluviosa (**Figura 39**).



Boa constrictor



Epicrates cenchria



Ameiva praesignis



Gonatodes albogularis



Gymnophthalmus speciosus



*Iguana iguana*¹



Lepidoblepharis sp



Thecadactylus rapicauda



Tretioscincus bifasciatus



Hypsiboas crepitans



Rhinella humboldti



Rhinella marina

Figura 40. Imágenes de algunas de las especies de anfibios y reptiles registradas.

Fotografías: Rafael Moreno-Arias, Manuel Hoyos.

DISCUSION

La representatividad del muestreo para la comunidad de anfibios y reptiles fue alta para el esfuerzo implementado -mayor o igual al 80 % según Soberón & Llorente (1993) y Pineda & Halffter (2004), por lo que las inferencias de la comunidad, en términos generales, son aceptables. No obstante, no se realizarán inferencias para cada grupo en particular (anfibios, lagartijas y serpientes) ya que individualmente presentaron menor representatividad y, por lo tanto, los patrones discutidos aquí se referirán a la comunidad global que se registró.

Particularmente para las serpientes, su baja representatividad se relaciona con el hecho que son especies de difícil detección, aún con esfuerzos de muestreo considerables -por ejemplo Moreno-Arias & Quintero-Corzo (2015), Medina-Rangel 2011, Urbina-Cardona & Reynoso (2005), esto debido a sus hábitos crípticos y estrategias de escape que las hacen imperceptibles a varios métodos de búsqueda (Vitt & Vangilder 1983, Seigel & Collins 1993, Luiselli 2006).

Con relación a la riqueza de reptiles registrada actualmente en Colombia, por Uetz & Hosek (2015), y la de anfibios, registrada por Acosta-Galvis (2015); la fauna encontrada en Enciso y Guane apenas representa el 2.7 % de los reptiles y el 0.6 % de los anfibios. Sin embargo, estos resultados no son alarmantes ya que el área estudiada es pequeña y corresponde a zonas de vida con clima seco, cuyos valores de riqueza son intermedios o bajos comparativamente con sistemas de mayor precipitación. Por otro lado, la riqueza de reptiles encontrada bajo esfuerzos muestrales similares (20 días de muestreo o 160 horas-hombre) fue aceptable (entre el 47 % y 67 %) comparándola con la que se ha encontrado en otras zonas secas o subhúmedas de Colombia (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2008, Armesto *et al.* 2011, Medina-Rangel 2011, Moreno-Arias-Quintero-Corzo 2015).

Para anfibios, la riqueza fue menor (entre el 47 % y 67 %) que la registrada en otros enclaves secos del país (Rueda-Almonacid *et al.* 2008, Armesto *et al.* 2011, Rueda-Solano & Castellanos-Barliza 2010, Acosta-Galvis 2012a y b). A pesar de lo anterior, la abundancia de anfibios y reptiles de Enciso y Guane fue comparable o mayor a la registrada en otros enclaves secos interandinos (por ejemplo Moreno-Arias 2012); así mismo los patrones de riqueza y abundancia a nivel de familias y géneros, y la composición de especies fueron parecidos a los de comunidades de anfibios y reptiles de otros sitios estudiados en sistemas secos. Lo que refuerza la idea de que en términos generales existe una comunidad dominada por pocas especies que tienen gran tolerancia a regímenes hídricos estresantes (Moreno-Arias & Quintero-Corzo 2015), como por ejemplo anfibios de los géneros *Rhinella* y *Engystomops* o reptiles de los géneros *Cnemidophorus* sp, *Ameiva* y *Gonatodes*.

La riqueza y composición de anfibios y reptiles entre los sitios Enciso y Guane fue diferente pero la abundancia total y la distribución de la misma entre las especies no, lo que indicó una alta semejanza en la estructura de las comunidades estudiadas. Las diferencias en composición y el mayor número de especies en Guane con relación a Enciso son debidas a las diferencias en altitud entre los sitios, ya que la totalidad de las localidades de Guane estuvieron dentro de la región tropical (< 1000 m), mientras que en Enciso la mayoría estuvo en la región Subandina (> 1200 m). Para ambos sitios, se encontró que la comunidad varió de acuerdo con el régimen de precipitación: desde comunidades más equitativas pero menos diversas en la temporada lluviosa, a comunidades menos equitativas pero más diversas en la temporada seca. Esto significó la reducción en la abundancia de especies con menos resistencia a la sequía (comunes a raras en términos de abundancias) y un aumento de la abundancia de las especies más resistentes a la sequía (abundantes).

Esto concuerda con estudios que demuestran cambios en la composición y abundancia de los ensamblajes de reptiles tropicales, como respuesta a un aumento en la disponibilidad de recursos en la temporada de lluvias que se refleja en el aumento de las poblaciones de algunas especies (Duellman 2005, Huey *et al.* 2009, Sinervo *et al.* 2010), en tanto que la disminución de la precipitación durante la temporada seca, incide directamente en la actividad de las especies intolerantes a altas temperaturas (Huey *et al.* 2009, Sinervo *et al.* 2010). Este resultado es interesante porque muestra que a pesar que estas comunidades, en lugares extremos del Cañón del Chicamocha, que están influenciadas por diferentes componentes faunísticos (tropical o media montaña), estructura de la vegetación y niveles de presión antropogénica, exhiben una estructura similar y patrones de variación parecidos al resto de comunidades de sistemas de bosque seco estudiadas en el país. Indicando que lo que demuestra que los factores de mayor escala (p. ej. regímenes de precipitación), más que los locales, son los que han modelado las comunidades en estos ambientes.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA GALVIS, A. R. 2015. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.05.2015.0 (agosto de 2015). Disponible en: <http://www.batrachia.com>.
- ACOSTA-GALVIS, A. R. 2012A. Anfibios de los enclaves secos en la ecorregión de La Tatacoa y su área de influencia, alto Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana* 13 (2): 182-210.
- ACOSTA-GALVIS, A. R. 2012B. Anfibios de los enclaves secos del área de influencia de los Montes de María y la Ciénaga de La Caimanera, departamento de Sucre, Colombia. *Biota Colombiana* 13 (2): 211-231.
- ARMESTO, O., D. R. GUTIÉRREZ, R. D. PACHECO & A.O. GALLARDO. 2011. Reptiles del municipio de Cúcuta (Norte de Santander). *Boletín Científico del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas* 15 (2): 157 – 168.
- ARMESTO, O., ESTEBAN, J. B & R. TORRADO. 2009. Fauna de anfibios de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. *HERPETOTROPICOS* 5(1): 5757-63.
- BERNAL, M.H., C.A. PÁEZ, Y M.A. VEJARANO, 2005. Composición y distribución de los anfibios de la cuenca del río Coello (Tolima), Colombia. *Actualidades Biológicas* 82 (27): 87-92.
- CARVAJAL-COGOLLO, J.E. & J.N. URBINA-CARDONA. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science* 1(4): 397-416.
- COLWELL, R.K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and Application. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>
- CRUMP, M& N.J. SCOTT. 1994. Visual encounters survey. Págs: 84-92. En: R. W, Heyer, M. Donnelly, R.W. McDiarmid., L.A. Hayek& M.S. Foster (Eds.). *Measuring and monitoring biological standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington D.C.
- DELGADILLO-MÉNDEZ, C. J & D. A, DELGADILLO-MÉNDEZ. 2013. El cañón del Chicamocha: más que turismo, una reflexión sobre su biodiversidad. *Revista Biodiversidad Colombia* 1: 29- 38.
- DUELLMAN, W.E. 2005. *Cusco Amazónico, the lives of amphibian and reptiles in an Amazonian rainforest*. Cornell University Press, Ithaca. 433 pp.
- ESPINAL, L.S. & M.E. MONTENEGRO. 1963. *Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico*. IGAC, Bogotá. 201 pp.
- FEINSINGER, P. 2001. *Designing field studies for biodiversity conservation. The nature conservancy and island press*. Washington D.C. 217 pp.
- GALVIS-PEÑUELA, P.A., MEJÍA-TOBÓN, A & J. V, RUEDA-ALMONACID. 2011. Fauna silvestre de la Reserva Forestal Protectora Montes de Oca, La Guajira,

- Colombia. Riohacha. Corpoguajira. 822 pp.
- GOTELLI, N.J. & R.K. COLWELL. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- HERNÁNDEZ-CAMACHO & J., H. SÁNCHEZ-PÁEZ. 1992. Biotas terrestres de Colombia. Págs: 153-173. En: G. Halffter (ed.). *La diversidad biológica iberoamericana I*. Acta Zoológica Mexicana, México.
- HOEKSTRA, J., T. BOUCHER, T. RICKETTS & C. ROBERTS. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters* 8: 23-29.
- HUEY, R.B., C.A. DEUTSCH, J.J. TEWKSBURY, L.J. VITT, P.E. HERTZ, H.J. ÁLVAREZ PÉREZ & T. GARLAND JR. 2009. Why tropical forest lizards are vulnerable to climate warming. *Proceedings of Royal Society* 276: 1939-1948.
- LUISELLI, L. 2006. Resource partitioning and interspecific competition in snakes: the search for general geographical and guild patterns. *Oikos* 114: 193-211.
- MEDINA-RANGEL, G.F. 2011. Diversidad alfa y beta de la comunidad de reptiles en el complejo cenagoso de Zapatosa, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 59 (2): 935-968.
- MORENO-ARIAS, R. A & S. QUINTERO-CORZO. 2015. Reptiles del valle seco del río Magdalena (Huila, Colombia). *Caldasia* 37 (1): 183-195.
- MURPHY, P. & A. LUGO. 1986. Ecology of Tropical Dry Forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 17: 68-88.
- PARRA, J. E., BELTRÁN, L. M., DELGADILLO, A & S. VALDERRAMA. 2010. Project Chicamocha II: Saving Threatened Dry forest Biodiversity. Conservation Leadership Programme. Colombia. Disponible en: <http://www.fundacionconserva.org/images/pdf/070108F.pdf>
- PINEDA, E. & G. HALFFTER. 2004. Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in México. *Biological Conservation* 117: 499-508.
- PIZANO, C & H, GARCÍA (Eds.). 2014. *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Primera Edición. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia. 349 pp.
- RODRÍGUEZ N., D. ARMENTERAS, M. MORALES & M. ROMERO. 2004. Ecosistemas de los Andes Colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C. 155 pp.
- RUEDA-ALMONACID, J.V., A.A.VELÁSQUEZ, P.A GALVIS, & J. GUALDRÓN. 2008. Reptiles. Págs: 193-268. En: J. V, Rodríguez-Mahecha, J.V. Rueda-Almonacid & T.D. Gutiérrez H (Eds..) *Guía ilustrada de la fauna del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia*. Serie de guías tropicales de campo N° 7 Conservación Internacional. Editorial Pana-

- mericana, Formas e Impresos. Bogotá.
- RUEDA-SOLANO, L. A & J, CASTELLANOS-BARLIZA. 2010. Herpetofauna de Neguanje, Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano. *Acta Biológica Colombiana* 15 (1): 195-206.
- SEIGEL, R.A. & J.T. COLLINS. 1993. *Snakes: Ecology and Behavior*. McGrawHill, Inc. Nueva York. USA. 414 pp.
- SINERVO, B., F. MÉNDEZ DE LA CRUZ, D.B. MILES, B. HEULIN, E. BASTIAANS, M. VILLAGRÁN-SANTA CRUZ, R. LARA-RESENDIZ, N. MARTÍNEZ-MÉNDEZ, M.L. CALDERÓN-ESPINOSA, R.N. MEZA-LÁZARO, H. GADSDEN, L.J. AVILA, M. MORANDO, I.J. DE LARIVA, P.V. SEPULVEDA, C.F. DUARTE ROCHA, N. IBARGÜENGOYTÍA, C. AGUILAR PUNTRIANO, M. MASSOT, V. LEPETZ, T.A. OKSANEN, D.G. CHAPPLE, A.M. BAUER, W.R. BRANCH, J. CLOBERT & J.W. SITES JR. 2010. Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science* 328 (5980): 894-899.
- SOBERÓN, J. & J. LLORENTE. 1993. The use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. *Conservation Biology* 7: 480-488.
- UETZ, P & J. HOSEK. 2015. The Reptile Database. <http://www.reptile-database.org>. Visitada 23 abr 2015.
- URBINA-CARDONA, J.N. & V.H. REYNOSO. 2005. Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en la Reserva de Los Tuxtlas, Veracruz, México. Págs: 191-207. En: G, El Significado De Las Diversidades Alfa, Beta Y Gamma. *Boletín De La Sociedad Entomológica Aragonesa Sea*. Vol 4. España.
- VITT, L.J. & L.D. VANGILDER. 1983. Ecology of a snake community in north-eastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 4: 273-296.







DIVERSIDAD DE ESCARBAJOS COPRÓFAGOS Y HORMIGAS EN BOSQUES SECOS DEL CAÑÓN DE LOS RÍOS CHICAMOCHA Y SUÁREZ (SANTANDER, COLOMBIA)

Nini Johanna Beltrán Martín
njbeltranm@unal.edu.co
Sofía López-Cubillos
sofia.lop11@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los bosques secos se caracterizan por sus altos índices de endemismos, diferentes grupos funcionales y una alta diversidad beta (Linares-Palomino *et al.* 2011). Este bioma se encuentra en 15 de los 32 departamentos de Colombia, con un total de casi 720 mil hectáreas (Espinal & Montenegro 1963, Hernández-Camacho & Sánchez-Páez 1992, Rodríguez *et al.* 2004, García *et al.* 2014). Desafortunadamente se consideran uno de los biomas más amenazados y fragmentados mundialmente, siendo la ampliación de la frontera agrícola y el establecimiento de las poblaciones humanas lo que ha contribuido con el

deterioro de los ecosistemas de bosque seco (Janzen 1988, Sánchez-Azofeifa 2010). En Colombia, las áreas protegidas de bosque seco representan un 5.1% y en comparación al total de las áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales, el bosque seco representa el 0.12% (García *et al.* 2014, Portillo-Quintero & Sánchez-Azofeifa 2010) lo cual es una cifra alarmante. Adicionalmente, de las cuatro regiones donde se encuentran ubicados los bosques secos en el país (Caribe, Norandina, Valle del Cauca y Valle del Magdalena), la región Norandina, donde se encuentra ubicados los bosques de Cañón del Chicamocha, cuenta con una representatividad nula como área protegida nacional (García *et al.* 2014).

Los estudios sobre la ecología, el funcionamiento y el valor ecosistémico de los bosques secos tropicales colombianos son muy escasos (Pennington 2012), por lo que es necesario incrementar la investigación en este bioma para procurar la conservación, tanto de su biodiversidad como de los servicios ecosistémicos que esta ofrece (Portillo-Quintero & Sánchez-Azofeifa 2010). Los estudios de fauna en estos bosques se han desarrollado de una manera desigual, siendo los artrópodos el grupo menos estudiado (Pizano & García 2014). Esta fauna tiene una importancia significativa debido a las múltiples funciones que desarrollan en los ecosistemas, como son la polinización de las plantas, la dispersión de semillas, la ventilación de estructuración de los suelos, el ciclado de nutrientes, entre otros. Una de las razones más importantes que ha retenido el estudio de estos organismos es que su taxonomía está mucho menos resuelta en comparación a la de aves, mamíferos reptiles y anfibios.

Este estudio se centra en el reconocimiento de la diversidad taxonómica y la estructura funcional de hormigas y escarabajos coprófagos de los bosques secos del Cañón del Chicamocha. Se escogió muestrear hormigas (Hymenoptera: Formicidae), ya que son reconocidas como “ingenieras” del ecosistema, pues permiten el cambio de la estructura física y química de los suelos y adicionalmente, son consideradas buenas indicadores del estado de conservación de los bosques (Kremen 1994) porque son sensibles a los disturbios (Folgarait 1998). También se muestrearon escarabajos coprófagos debido a su importancia en el proceso de descomposición de materia orgánica y reciclaje de nutrientes en los ecosistemas (Camberfort 1991). Usan como principal recurso para la ovoposición, las heces de mamíferos y otros animales herbívoros y omnívoros, creando una relación muy estrecha con estos organismos. Dicha relación causa que los escarabajos coprófagos sean muy susceptibles a los cambios que sufren las comunidades de los animales con cuyo excremento se encuentran asociados (Davis *et al.* 2001).

Aunque los estudios de artropofauna de los bosques secos en Colombia se encuentran en aumento, aún faltan bastantes muestreos y publicaciones

de estas zonas. Recientemente se realizó un estudio sobre la diversidad del ensamblaje de mariposas en el bosque seco del Chicamocha, comparado con coberturas de cafetales con sombrío; en este se encontró que hay una menor diversidad de mariposas en el bosque seco pues los cafetales ofrecen un mejor hábitat (Coral 2014). Las hormigas del bosque seco están muy bien estudiadas en gran parte en la Región Andina (Armbrecht & Chacón de Ulloa 1997; Armbrecht & Chacón de Ulloa 1999; Armbrecht, *et al.*, 2001b; Chacón de Ulloa & Armbrecht 2006; Arcila-Cardona, *et al.*, 2008; Chacón de Ulloa, *et al.*, 2008). Sin embargo, para la zona donde se desarrolló este estudio, en la revisión realizada por Chacón de Ulloa & Abadía (2014) se registran solo dos puntos de muestreo. Adicionalmente, para las cucarrones coprófagos, aunque en las colecciones biológicas se encuentran varios muestreos en el departamento de Santander, no existe ningún artículo publicado hasta el momento en esta zona (Noriega *et al.*, 2015). Por tal razón, es esencial aumentar los estudios de los bosques secos en esta región y del país.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la diversidad en términos de riqueza, estructura y composición tanto de hormigas del suelo (Formicidae) y escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae), con el fin de reconocer las diferencias en el grado de disturbio de dos áreas asociadas al bosque seco, uno con alto grado de disturbio (Enciso) y otro con un grado menor de disturbio (Guane).

MÉTODOS

En dos áreas de bosque seco, municipios de Enciso y Guane en Santander (Colombia), se muestrearon tres coberturas vegetales denominadas: bosque de ribera, trupillal y bosque de ladera rocosa (**Figura 41**). Los muestreos se realizaron en la época de lluvias en octubre – noviembre del 2014 y en temporada seca en febrero – marzo de 2015.



Figura 41. Coberturas vegetales (Izquierda: bosque de ribera, centro: trupillal, derecha: bosque ladera rocosa).

Para la recolecta de los insectos, en cada cobertura se realizaron tres transectos de 400 m y en cada uno de estos se colocaron 10 trampas de caída separadas entre si por 10 m. Cada trampa consistió en un vaso plástico de 500 ml enterrado a ras del suelo, el cual se llenó hasta un tercio de su volumen con alcohol y en la parte superior del vaso se colocó un soporte de alambre para sostener un vaso de 25 ml, donde se introdujo materia fecal humana como cebo; para evitar la inundación de la trampa y la desecación del cebo, se colocaron platos de plástico a manera de techo, soportados mediante varas de madera. Las trampas se dejaron abiertas 48 horas y se instalaron 118 trampas en total (**Figura 42**).



Figura 42. Trampa de caída con cebo.

Los especímenes recolectados se preservaron en alcohol al 70%, luego los individuos adultos se montaron en alfileres entomológicos y para la observación de sus caracteres morfológicos se utilizó un estereoscopio (SQF- DX Advance Optical de 60 aumentos). Para la determinación taxonómica a nivel de especie se siguieron las claves: Palacio & Fernández (2003), Medina & Lopera-Toro (2000) y Vaz de Mello *et al.* (2007); y en algunos casos se contó con la asesoría de especialistas.

Con el fin de evaluar la eficiencia del muestreo y comparar la riqueza entre zonas para hormigas y escarabajos independientemente, se hicieron curvas de acumulación de especies y de rarefacción, respectivamente. Para ello se calcularon los estimadores Chao 1, Bootstrap, singletons, doubletons, uniques y duplicates con el programa Estimates 9.1.0 (Cowell 2013); para el caso de las especies de hormigas también se calcularon los estimadores de presencia/ausencia: Chao 2, ICE, Bootstrap y Jackknife 2, debido a la naturaleza social de la familia Formicidae. Finalmente, se realizó una prueba de X^2 para detectar diferencias en la estructura de la comunidad entre temporadas climáticas y áreas de bosque seco.

RESULTADOS

Se recolectaron 7074 individuos de las familias Formicidae y Scarabaeidae. Para la familia Formicidae se recolectaron 6478 individuos (91.6 % de la abundancia) representadas en 23 géneros y 40 morfoespecies. Mientras que para la familia Scarabaeidae se recolectaron 596 individuos (8.4 % de la abundancia) que representaron 8 géneros y 11 morfoespecies (**Tabla 14**)

Tabla 14. Número de individuos por especie, género y familia de escarabajos y hormigas en cada zona y temporada climática.

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	ZONA			
			Enciso		Guane	
			Lluvias	Seca	Lluvias	Seca
Formicidae	<i>Acromyrmex</i>	<i>Acromyrmex</i> sp 1	14	0	0	1
		<i>Acromyrmex</i> sp 2	0	2	2	0
	<i>Atta</i>	<i>Atta laevigata</i>	17	16	0	14
	<i>Azteca</i>	<i>Azteca</i> sp 1	0	3	9	0
	<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus</i> sp 1	17	0	25	0
		<i>Camponotus</i> sp 2	4	0	2	0
		<i>Camponotus</i> sp 3	5	6	2	153
		<i>Camponotus</i> sp 7	0	24	0	34
		<i>Camponotus</i> sp 8	0	1	0	0
	<i>Cephalotes</i>	<i>Cephalotes clypeatus</i>	0	2	0	1
<i>Crematogaster</i>	<i>Crematogaster</i> sp 1	5	11	9	152	

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	ZONA			
			Enciso		Guane	
			Lluvias	Seca	Lluvias	Seca
		<i>Dolichoderus</i> sp 2	0	1	0	0
	<i>Dorymyrmex</i>	<i>Dorymyrmex</i> sp 1	1	4	5	0
	<i>Ectatomma</i>	<i>Ectatomma ruidum</i>	55	60	69	479
	<i>Labidus</i>	<i>Labidus</i> sp 1	0	1	0	0
	<i>Megalomyrmex</i>	<i>Megalomyrmex</i> sp 1	1	28	0	7
	<i>Neivamyrmex</i>	<i>Neivamyrmex</i> sp 1	33	0	20	4
	<i>Nylanderia</i>	<i>Nylanderia</i> sp 1	5	474	0	126
		<i>Nylanderia</i> sp 2	133	775	4	2344
	<i>Odontomachus</i>	<i>Odontomachus</i> sp 1	16	51	9	20
		<i>Odontomachus</i> sp 2	3	1	0	0
	<i>Pachycondyla</i>	<i>Pachycondyla harpax</i>	1	0	2	1
	<i>Pheidole</i>	<i>Pheidole</i> sp 1	47	127	3	0
		<i>Pheidole</i> sp 4	1	0	15	0
		<i>Pheidole</i> sp 5	1	20	9	4
	<i>Pogonomyrmex</i>	<i>Pogonomyrmex</i> sp 1	0	0	0	2
	<i>Pseudomyrmex</i>	<i>Pseudomyrmex</i> sp 1	1	0	0	0
		<i>Pseudomyrmex</i> sp 3	0	19	0	6
	<i>Solenopsis</i>	<i>Solenopsis</i> sp 1	5	0	1	15
		<i>Solenopsis</i> sp 2	2	5	0	34
		<i>Solenopsis</i> sp 3	17	0	0	0
	<i>Strumigenys</i>	<i>Strumigenys</i> sp 1	0	0	1	0
	<i>Trachymyrmex</i>	<i>Trachymyrmex</i> sp 1	2	1	1	1
	<i>Wasmania</i>	<i>Wasmania</i> sp 1	22	12	4	19
Scarabaeidae	<i>Aphodius</i>	<i>Aphodius</i> sp 1	0	0	0	2
	<i>Atheucus</i>	<i>Atheucus</i> sp 1	0	1	0	1
	<i>Canthidium</i>	<i>Canthidium</i> sp 1	17	10	39	1
	<i>Canthon</i>	<i>Canthon lituratus</i>	1	1	25	0
		<i>Canthon Subhyalinus</i>	1	2	187	72

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	ZONA			
			Enciso		Guane	
			Lluvias	Seca	Lluvias	Seca
	<i>Onthophagus</i>	<i>Onthophagus landolti</i>	26	2	8	1
		<i>Onthophagus</i> sp 1	7	0	8	1
	<i>Uroxys</i>	<i>Uroxys</i> sp 1	0	1	123	32
		<i>Uroxys</i> sp2	1	0	5	3
Total			483	1776	995	3820

Para hormigas (Formicidae), la curva de rarefacción (**Figura 43**) tendió a un comportamiento asintótico para los estimadores ICE y Bootstrap; además las especies únicas y duplicadas mostraron una pendiente negativa. Estos resultados indicaron un buen esfuerzo muestral, que permitió registrar más del 65 % de las especies de hormigas (Jack 2 = 65.1 %, ICE = 70.5 %, Chao 2 = 74.9 %, Bootstrap = 87.3 %). De la misma forma, para el caso de los escarabajos (Scarabaeidae), la curva de rarefacción (**Figura 43**) tendió a un comportamiento asintótico en todos los estimadores y las especies únicas y duplicadas mostraron una pendiente negativa. Estos resultados también indicaron un buen esfuerzo muestral que permitió registrar más del 92 % de las especies de hormigas (Jack 2 = 92.8 %, Bootstrap = 95.8 %, ICE = 97.2 %, Chao 2 = 100 %).

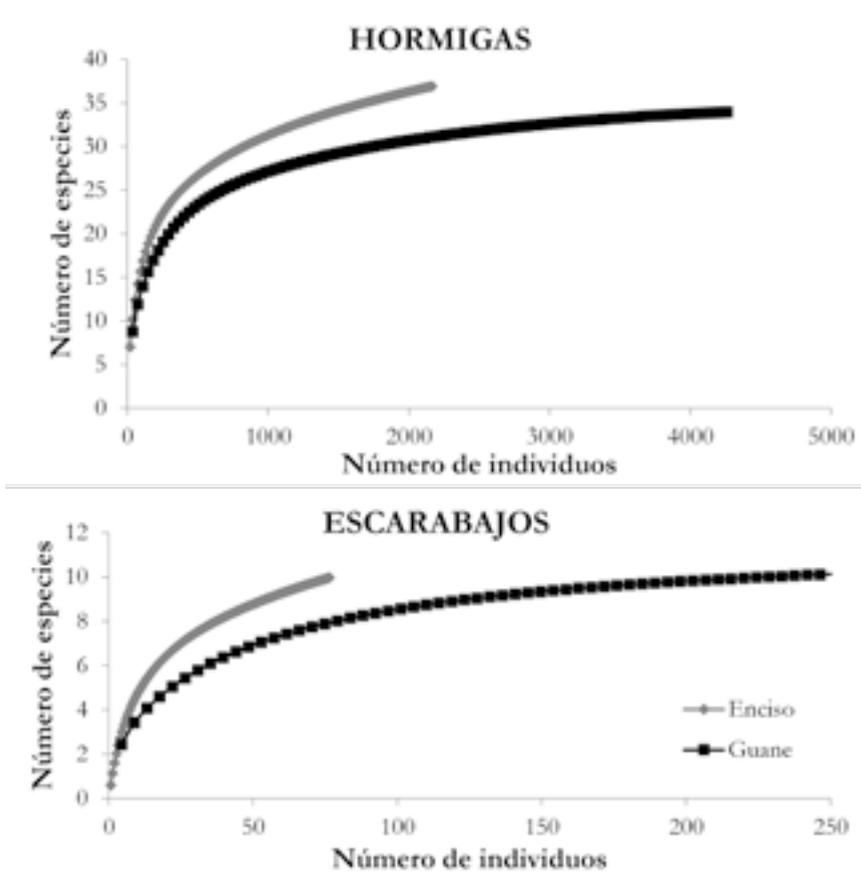


Figura 43. Curvas de rarefaccion de para las especies de hormigas (Formicidae) y escarabajos (Scarabaeidae) para las dos zonas de muestreo.

Al tener en cuenta las zonas de muestreo, la curva de rarefacción para hormigas (Formicidae), indicó que al recolectar 2100 individuos se alcanzó una mayor riqueza de especies en Enciso (38) que en Guane (30) (**Figura 43**). Así mismo, tendió a un comportamiento asintótico para la zona Guane y una eficiencia de muestreo mayor al 85 % (Jack 2 = 85.0 %, ICE = 89.8 %, Chao 2 = 94.1 %, Bootstrap = 91.1 %). Para Enciso la tendencia hacia una asíntota y la eficiencia del muestreo fue menor que en Guane, en esta zona se registró al menos el 81 % de las especies (Jack 2 = 81.7 %, ICE = 85.1 %, Chao 2 = 92.0 %, Bootstrap = 89.9 %).

Ahora bien, en el caso de los escarabajos (Scarabaeidae), por zona de muestreo, la curva de rarefacción indicó que al recolectar 77 individuos se alcanzó una mayor riqueza de especies en Enciso (10) que en Guane (8) (**Figura 43**). La curva tendió a un comportamiento asintótico para la zona Guane y una eficiencia de muestreo mayor al 84 % (Jack 1 = 84.7 %, ICE = 93.5 %, Chao 1 = 100 %, Bootstrap = 93.2 %). Para Enciso no se evidenció una tendencia hacia una asíntota y la eficiencia del muestreo fue menor que en Guane, aunque se registró al menos el 77 % de las especies (Jack 1 = 77.1 %, ICE = 82.2 %, Chao 1 = 86.9 %, Bootstrap = 88.3 %).

Respecto a los muestreos de acuerdo a la temporada climática, en la temporada de lluvias se recolectaron 1483 individuos en las dos zonas de estudio: 1028 individuos (69.28%) que representaron 41 morfoespecies de la familia Formicidae y 455 individuos (30.72 %) que representaron 8 morfoespecies de la familia Scarabaeidae. En la temporada seca se recolectaron 5596 individuos en las dos zonas de estudio: 5454 individuos (97.42 %) que representaron 33 morfoespecies de la familia Formicidae y 142 individuos (2.54%) que representaron 11 morfoespecies de la familia Scarabaeidae (**Tabla 14, Figura 44**).

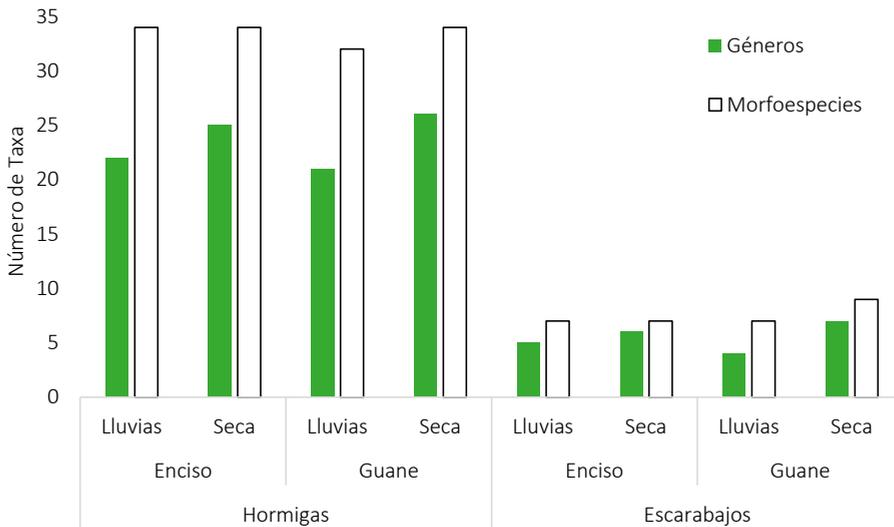


Figura 44. Número de taxa de hormigas y escarabajos por zona y temporada climática.

Las hormigas estuvieron representadas en Enciso por 22 géneros y 34 morfoespecies en la temporada de lluvias y por 25 géneros y 34 morfoespecies en la temporada seca; de forma similar, en Guane se encontraron 21 géneros y 32 morfoespecies en la temporada de lluvias y 26 géneros y 34 morfoespecies en temporada seca (**Tabla 14, Figura 44**). En tanto, los escarabajos estuvieron representados en Enciso por 5 géneros y 7 morfoespecies, en la temporada de lluvias y por 6 géneros y 7 morfoespecies en la temporada seca; de manera semejante, en Guane, se registraron 4 géneros y 7 morfoespecies en la temporada de lluvias y 7 géneros y 9 morfoespecies en temporada seca (**Tabla 14, Figura 44**).

Las especies de hormigas más representativas en Enciso durante la temporada de lluvias fueron *Nylanderia* sp.2 con 133 individuos (31.37 % de la abundancia) seguida por *Ectatoma ruidum* con 55 (12.97 %) y *Pheidole* sp.1 con 47 (11.08 %); mientras que en la temporada seca fueron *Nylanderia* sp.2 con 775 individuos (44.08 %) seguida por *Nylanderia* sp.1 con 474 (26.96 %) y *Pheidole* sp.1 con 127 (7.22%) (**Tabla 14**). De forma similar las especies de hormigas más representativas de Guane, durante la temporada de lluvias, fueron *Pheidole* sp.2 con 322 individuos (53,7 % de la abundancia) seguida por *Ectatoma ruidum* con 69 (11.5 %) y *Cyphomyrmex* sp.1 con 36 (6.0 %). Ya para la temporada seca, la especie más representativa en Guane fueron *Nylanderia* sp.2 con 2344 individuos (63.42 %), seguida por *Ectatoma ruidum* con 474 (12.95 %) y *Camponotus* sp.5 con 190 (5.14 %) (**Tabla 14**).

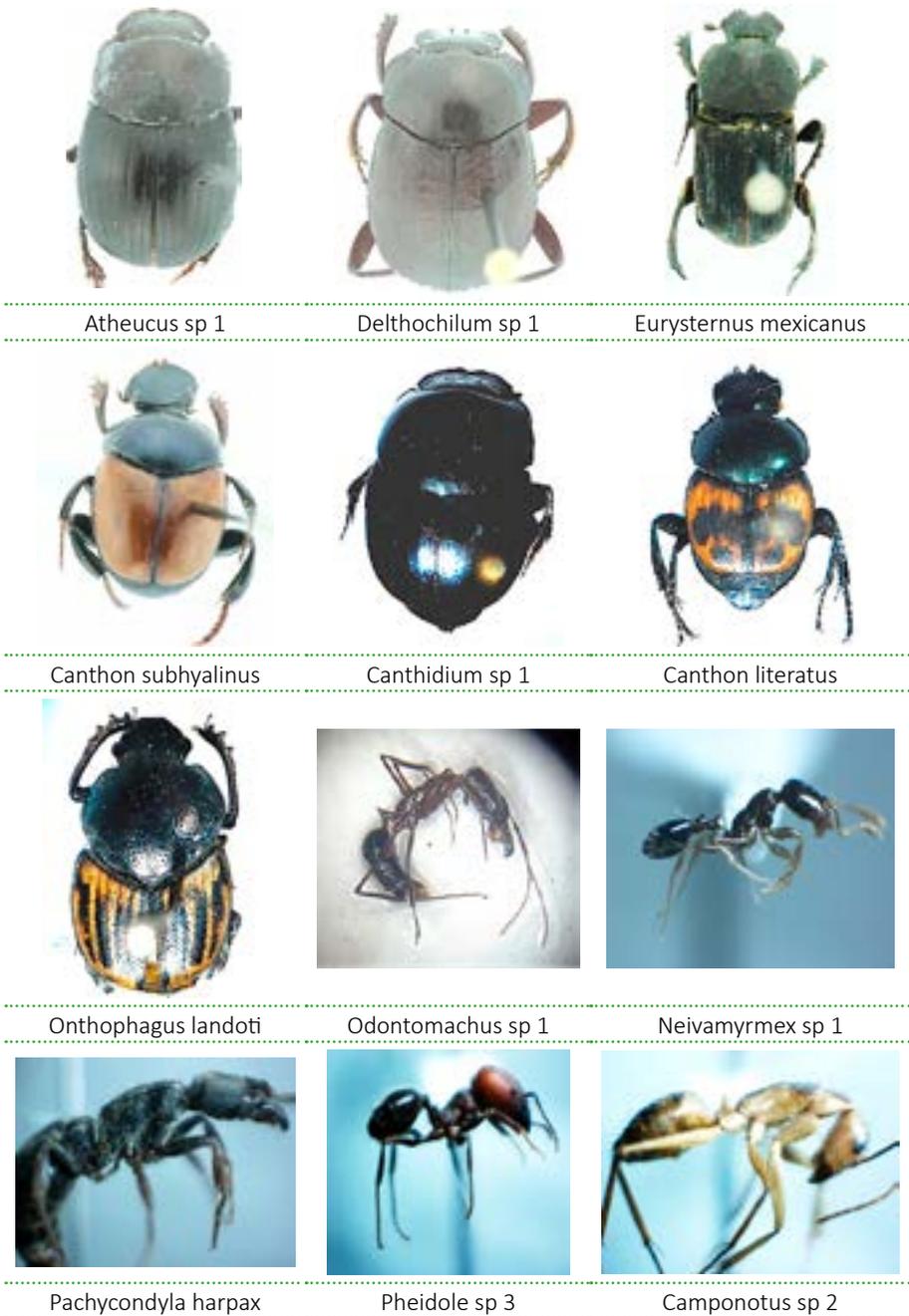


Figura 45. Imágenes de algunas de las especies de hormigas y escarabajos registradas.

Fotografías: Nini Beltrán, Sofía López.

En cuanto a las especies de escarabajos más representativas en Enciso, durante la temporada de lluvias fueron *Onthophagus landolti* con 26 individuos (44.1 % de la abundancia) seguida por *Canthidium* sp.1 con 17 (28.8 %) y *Onthophagus* sp.1 con 7 (11.9 %); para la temporada seca fueron *Canthidium* sp.1 con 10 individuos (55.6 %) seguida por *Onthophagus landolti* y *Canthon subhyalinus* con 2 individuos (11.1 %) cada una (**Tabla 14**). En la localidad de Guane las especies más representativas, durante la temporada de lluvias fueron *Canthon subhyalinus* con 187 individuos (47.3 % de la abundancia) seguida por *Uroxys* sp.1 con 123 (31.1 %) y *Canthidium* sp.1 con 39 (9.9 %); de manera similar, para la temporada seca también fueron *Canthon subhyalinus* con 72 individuos (58.0 %) y *Uroxys* sp.1 con 32 (25.8 %) seguidas por *Eurysternus mexicanus* con 11 (8.9 %) (**Tabla 14**).

De acuerdo con los valores de los índices de diversidad, la comunidad de hormigas fue más diversa en Enciso, en la temporada de lluvias; mientras que la comunidad de escarabajos fue más diversa en Guane en la temporada de lluvias (**Tabla 15**).

Tabla 15. Diversidad de Shannon y Simpson para las familias Formicidae y Scarabaeidae en cada zona y temporada climática.

FAMILIA	ZONA	SHANNON (H)		1/D INVERSO DE SIMPSON	
		LLUVIAS	SECA	LLUVIAS	SECA
Formicidae	Enciso	2.44	1.77	7.00	3.60
	Guane	1.88	1.44	3.22	2.34
Scarabaeidae	Enciso	1.70	1.46	3.05	3.26
	Guane	3.06	1.19	2.58	2.45

DISCUSIÓN

Esta investigación presenta los primeros registros de las familias Formicidae y Scarabaeinae para los bosques secos del Chicamocha. En general, se observó que las abundancias totales de los individuos de ambas familias fueron significativamente mayores en la zona con menor disturbio (Guane), en los dos periodos muestreados; no obstante, contrario a lo esperado, la zona con más disturbio (Enciso) presentó mayor porcentaje de riqueza en ambas familias.

Al comparar el presente estudio con otros trabajos realizados en bosques secos, el número de especies de hormigas es bajo; sin embargo, hay que destacar que dichos trabajos tuvieron más tiempo de muestreo y usaron distintos tipos de colectas, como trampas con cebo y agitación de hojarasca (Winkler). Algunos de los resultados obtenidos por otros autores corresponden a: Armbrrecht *et al.* (2001) donde encontraron 136 especies en tres meses de muestreo en un rango entre 1000 y 2000 msnm, en Valle del Cauca; Chacón de Ulloa & Armbrrecht (2006) quienes colectaron 89 y 98 especies; Lozano-Zambrano *et al.* (2009) en el Cauca que recolectaron 218 especies en 3 años; y por último, el trabajo Gallego-Ropero y Rivera (2014) en Valle del Cauca en el cual encontraron 55 especies en 3 meses.

De manera similar a las hormigas, en el presente estudio el número de especies de escarabajos coprófagos es bajo, en relación con otros trabajos en bosques secos; los que fueron realizados con el mismo tipo de trampa que se usó en el presente estudio, pero con variaciones en el tiempo de muestreo tendiendo a ser mayor. Dos trabajos desarrollados en el Tolima, los cuales abarcan temporadas climáticas correspondientes a las de nuestros muestreos, es decir, temporada seca y lluviosa, obtuvieron resultados en los que se colectaron 40 especies en temporada seca y de lluvias (Escobar 1997); y 21 especies en 8 meses de muestreo, en dos épocas del año (mayo-agosto y Diciembre-marzo) (Bustos-Gómez & Lopera 2003). Así mismo, distintos trabajos en Santa Marta y la costa caribe registraron resultados como: 26 especies (Jimenez-Ferbans *et al.* 2008), 21 especies en 4 meses de muestreo (Martínez *et al.* 2009), 22 especies en 8 meses de muestreo (Barraza *et al.* 2010), 26 especies en 5 meses de muestreo-en Juan de Acosta municipio del Atlántico (Martínez *et al.* 2010) y 21 especies en 4 periodos de muestreo-en el Cesar (Delgado *et al.* 2012).

A pesar de los valores bajos de riqueza, los porcentajes de los estimadores de la eficiencia del muestreo son altos, en relación al número total de especies encontradas en cada lugar. Lo anterior indica que la técnica de captura, el número de trampas y muestreo, fueron suficientes y eficaces para obtener un número representativo del total de la fauna de escarabajos coprófagos y de hormigas de los lugares muestreados. Igualmente, la tendencia de la curva de especies únicas y duplicadas logran una asíntota, por lo cual se deduce una estabilidad de éstas para el muestreo y se concluye que el porcentaje fue óptimo.

La diversidad de la familia Formicidae representa el 91,57% de todo el muestreo, con abundancias que varían entre especies muy abundantes, medianamente abundantes y algunas raramente recolectadas o con pocos individuos, según Magurran (2004). Sin embargo, los cambios en la estructura de la comunidad de hormigas que se presenta en cada localidad de forma independiente, demuestra los efectos causados por la perturbación ambiental en

el área, tales como: tala, deforestación de las zonas de bosque, ampliación de fronteras agrícolas y ganaderas que causan alteración (Fontalvo-Rodríguez & Solís-Medina 2009).

Los porcentajes de abundancia son más altos en la temporada seca que en la de lluvias. En el caso de la familia Formicidae es posible que algunos subconjuntos de especies restrinjan sus actividades a algunos periodos del día o del año; esta segregación probablemente surge de la combinación de características fisiológicas, interacciones competitivas y riesgos de depredación (Kaspari 2003). Posiblemente las comunidades de zonas cálidas y de zonas frías tienen las segregaciones estacionales más pronunciadas, como en el presente estudio, donde es probable que las especies estén adaptadas a las condiciones de estacionalidad que se presentan en el bosque seco tropical. Por ejemplo, algunos factores abióticos asociados a la estacionalidad e importantes para la presencia de las hormigas son: la luz del sol, que hace que sean más frecuentes (Heinze & Hölldobler 1994) y que estén presentes en mayor cantidad en lugares de clima cálido; y la temperatura que de la mano con los recursos marca la habilidad de las colonias para crecer y reproducirse, siendo uno de los factores abióticos más importantes y determinantes para las poblaciones de hormigas (Brown 1973).

De otro lado, Enciso fue el lugar que presentó mayor diversidad a pesar de su poca cobertura vegetal; una posible respuesta a este patrón puede ser que algunas coberturas vegetales actúan como zonas de paso o corredores, por lo que hay muchas especies que transitan por lugares con poca cobertura, tal y como lo muestran los trabajos realizados por Montes de Oca (2001); Díaz-Rojas, (2003) y Arellano *et al.* 2008).

El género que presentó un mayor porcentaje en la familia Formicidae fue *Nylanderia* (Emery 1906), este género presenta un número significativo de especies ecológicamente importantes y casi con distribución cosmopolita; aunque habita en una gran variedad de ambientes, desde desiertos hasta selvas tropicales, tiene mayor diversidad en ambientes boscosos y cálidos, en las zonas templadas (Lapolla *et al.* 2011). El segundo género más abundante fue *Ectatomma* (Smith 1858), ampliamente distribuido en el neotrópico (Kugler & Brown, 1982) e incluye cerca de 15 especies descritas (Feitosa *et al.* 2008); este género ocupa diversos ambientes, desde regiones semiáridas hasta bosques lluviosos, y su distribución altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 1600 msnm. (Weber 1946; Pérez-Sánchez, 2007). Finalmente, el género *Pheidole* (Westwood 1839) fue el tercero más abundante y es reconocido por ser uno de los géneros más grandes de hormigas, son cosmopolitas, están presentes particularmente en climas cálidos y sobre todo en el suelo y bajo la hojarasca; además algunas de sus especies son altamente dominantes (Wilson 2003).

En el presente estudio, se recolectaron algunas especies con bajas abundancias en las dos zonas de muestreo y temporadas climáticas, como: *Azteca* sp.1, *Dorymyrmex* sp.1, *Dolichoderus* sp.1, *Pseudomyrmex* sp.1, *Strumigenys* sp.1; probablemente estas especies no sean especies raras y su abundancia sea mayor a la registrada en nuestras colectas, pues los primeros 4 géneros mencionados se caracterizan por tener un hábitat arboreo (Armbrecht 2003; Rojas-Fernández 2001), razón por la cual no suelen caer en el tipo de trampas empleadas (pitfall). Del mismo modo, la baja frecuencia en las abundancias del género *Camponotus* (Mayr 1861) se debe a que gran parte de sus especies también tienen hábito arborícolas (Fernández 2003).

En el caso de *Strumigenys* sp.1, es un género que cuenta con hábitat hipogeo, es decir, por debajo del suelo, por lo que se requieren otro tipo de trampas como Winkler o trampas tipo Pitfall con un diseño especial para atrapar entomofauna hipogea (Silvestre *et al.* 2003; Schmidt & Solar 2010). Por otro lado, las especies del género *Megalomyrmex* por lo general no son muy abundantes (Longino 2010), por eso es posible que se necesite un mayor esfuerzo de muestreo u otras técnicas para obtener más individuos. En el caso de *Pachycondyla harpax* sí se puede considerar como una especie que tiene poblaciones bajas o especie rara (Fabricius 1804) ya que es una especie epigea, o sea, que hace sus nidos en el suelo (Orivel *et al.* 2001), por lo que su baja abundancia no se puede explicar de acuerdo a las razones anteriormente expuestas. De la misma forma, el género *Trachymyrmex* (Forel 1893) anida y forragea en la capa intermedia de la hojarasca (Delabie *et al.* 2000).

En contraste, el porcentaje de escarabajos es bajo representando el 8,43% del total del muestreo para las dos temporadas y los dos lugares de muestreo con 11 especies. La baja riqueza se puede inferir con base en el alto grado de disturbio y fragmentación de los bosques muestreados, lo que no permite que otras especies representativas del bosque seco se establezcan por la falta de recursos disponibles. En el trabajo de Medina *et al.* (2014) el promedio de especies para un bosque seco es de 19,4, relacionado con el estado de conservación del bosque, tamaño del fragmento y estacionalidad climática, así como la distribución espacial y la estructura de la comunidad de los escarabajos coprófagos.

En la temporada de lluvias se observa un mayor número de individuos, aunque un menor número de especies; lo cual se confirma con lo citado por Medina *et al.* (2014) quien presenta una revisión de diferentes trabajos, ratificando que uno de los factores determinantes en la abundancia y riqueza de especies de escarabajos coprófagos en el bosque seco tropical, es la estacionalidad de este ecosistema que está marcada por la temporada de lluvias y la temporada seca. Los escarabajos coprófagos cumplen su ciclo de vida en el suelo y tienen varios patrones de nidificación para toda la subfamilia Scar-

baienae (Halffter y Edmonds 1982); la temporada de lluvias influye sobre la reproducción y el ciclo de vida y marca picos de abundancia en las poblaciones, los cuales pueden ser más pronunciados en el bosque seco comparado con bosques húmedos (Bustos-Gómez y Lopera 2003).

Por otro lado, la temporada seca se caracterizó por una disminución en la abundancia pero un aumento en la riqueza de especies, siendo estos resultados contrastantes con otros trabajos; llama la atención este aumento de riqueza ya que en la temporada seca hay una baja disponibilidad de alimento para los vertebrados que proveen excremento a los coprófagos (Estrada *et al.* 1993, 1998, Ponce-Zantizo *et al.* 2006); así como una reducción en la humedad del suelo, la cual es crucial para la nidificación y ciclo de vida de los escarabajos (Martínez y Montes de Oca 1994). Además, es importante resaltar que la desecación del excremento causada por la alta insolación en zonas abiertas y bordes inhabilita este recurso como alimento para los Scarabaienae (Klein 1989, Halffter & Halffter 1989, Martínez *et al.* 2010), en especial para las especies que habitan el interior de los bosques; Fincher (1973) demuestra que la desecación es un factor importante de mortalidad de las larvas en el suelo en este grupo de insectos, pero a pesar de esto, hay otros factores que permiten que las especies permanezcan en la temporada seca.

Los géneros mejor representados para la subfamilia Scarabaeinae son *Ontophagus* (Latreille 1802) y *Canthidium* (Erichson 1847), estos resultados son muy similares a los reportados por Jiménez-Ferbans *et al.* (2008) en la sierra Nevada de Santa Marta, lo que sugiere que estos son los géneros más representativos de los bosques secos. El género *Ontophagus* presenta una distribución mundial y cosmopolita con especies de bosque y de hábitats abiertos, están estrechamente asociada con excremento de ganado vacuno; y el género *Canthidium* presenta una distribución neotropical muy abundante en bosques tropicales de tierras bajas y su actividad es principalmente diurna (Cultid-Medina *et al.* 2012). Por último la especie *Canthon subhyalinus* presenta una alta abundancia y ha sido reportada en otros trabajos (Navarro *et al.* 2011), la abundancia de esta especie en este estudio fue principalmente en el bosque de ribera de Guane, lo cual tiene congruencia debido a la presencia de monos aulladores, a los cuales se encuentran asociados (Padilla-Gil & Halffter 2007, Cultid-Medina *et al.* 2012).

Con relación a los índices de diversidad de Shannon para las hormigas, los dos lugares de muestreo presentan un valor más alto de diversidad en la temporada de lluvias, aunque los valores no varían considerablemente entre temporadas. En tanto, para el inverso de Simpson en la temporada de lluvias de Enciso se observaron 7 especies dominantes, a diferencia de la temporada seca con un valor de 3,6; mientras que para Guane las especies dominantes tienen un valor de 3,22 para la temporada de lluvias y de 2,34 para la tem-

porada seca. Estos valores son muy cercanos a los reportados para la familia Formicidae, donde se asocian a que en el bosque seco existe estacionalidad, con temporadas secas y lluviosas que guían la fenología de la vegetación haciendo que los sitios de nidificación y la disponibilidad de recursos varíe (Coley & Barone, 1996; Meinzer *et al.*, 1999; Rico-Gray & Oliveira, 2007, Fontalvo & Martínez 2010).

En conclusión, es importante resaltar que las especies presentes en este tipo de ecosistema están adaptadas a las condiciones extremas de una marcada estacionalidad que incide en la dinámica de la comunidad. Además, se considera que uno de los factores más importantes en la disminución de la riqueza y la abundancia de las especies ha sido el disturbio y la fragmentación de los bosques; siendo importante destacar que la conservación de los bosques secos debe ser una prioridad, ya que se están perdiendo especies que en algunos casos no son conocidas o que presentan restricciones siendo especies raras para el lugar.

LITERATURA CITADA

- ANDRADE-C, M.G. 1998. Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 22(84): 407-421.
- ARELLANO, L., LEÓN-CORTÉS, J. L & O, OVASKAINEN. 2008. Patterns of abundance and movement in relation to landscape structure: a study of a common scarab (*Canthon cyanellus cyanellus*) in Southern Mexico. *Landscape Ecology* 23(1): 69–78.
- ARMBRECHT, I., TISCHER, I & P, CHACON. 2001. Nested subsets and partition patterns in ant assemblages (Hymenoptera, Formicidae) of Colombian dry forest fragments. *Pan-pacific entomologist* 77(3): 196-209.
- ARMBRECHT, I. 2003. Diversity and function of leaf litter ants in Colombian coffee agroecosystems Doctoral dissertation. The University of Michigan.
- BARRAZA, J., MONTES, J., MARTÍNEZ, N & C, DELOYA. 2010. Ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Tropical Seco, Bahía Concha, Santa Marta (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología* 36(2): 285–291.
- BROWN W. L. JR. 1973. A comparison of the Hylean and Congo West African rain forest ant faunas. Págs: 161-185 En: Meggers B. J., Ayensu, E. S & W. D, Duckworth (Eds.), *Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America: A comparative review*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- BUSTOS-GÓMEZ, F & A, LOPERA. 2003. Preferencia por cebo de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima (Colombia). Págs: 59–65. En: Onore, G., Reyes-Castillo, P & E, Zunino (Eds.). *Escarabeidos de Latinoamérica: Estado del conocimiento*. Monografías Tercer Milenio Zaragoza, España.
- CAMBEFORT, Y. 1991. From saprophagy to coprophagy. Págs: 22-35. En: Hanski, I & Y, Cambefort (Eds.). *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- CEBALLOS, G. 1995. Conserving Neotropical biodiversity: the role of the dry forest western Mexico. *Conservation Biology* 9: 1349-1356.
- CHACÓN DE ULLOA, P & I, ARMBRECHT. 2006. Las hormigas del Bosque seco Tropical. Págs: 345-351. En: Chávez, M. E. & M, Santamaría (Eds.). *Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004 – Tomo II*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.
- COLEY, P. D & J. A, BARONE. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 305-335.

- COWELL, R. K. 2013. EstimateS: Version 9.1.0. Statistical estimation of species richness and shared species from samples (Software and User's Guide). Department of Ecology & Evolutionary Biology, University of Connecticut, USA. Retrieved from <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstSUsersGuide/EstimateSUsersGuide.htm>
- CUTILD-MEDINA, C., MEDINA-URIBE, C. A., MARTÍNEZ-QUINTERO, B., ESCOBAR-VILLA, A. F., CONSTANTINO-CHUAIRE, L. M & N. J., BETANCUR-POSADA. 2012. Introducción a los escarabajos coprófagos. In Escarabajos coprófagos (Scarabainae) del eje cafetero. Guía para el estudio ecológico. WCS Colombia, CENICAFÉ, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 196 pp.
- DAVIS, A. J., HOLLOWAY, J. D., HUIJBREGTS, H., KRIKKEN, J., KIRK-SPRINGGS, A. H & S. L. SUTTON. 2001. Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. *Journal of Applied Ecology* 38: 593-616.
- DELABIE, J. H., AGOSTI, D & I, DO NASCIMENTO. 2000. Litter ant community of the Brazilian Atlantic rain forest. Págs: 1-17. En: Agosti, D., Maher, J., Alonso, L & T, Schultz (Eds.). *Sampling ground-dwelling ants: Case studies from the world's rain forests (18th Ed.)*. Biology Bulletin. School of Environmental Biology. Curtin University of Technology.
- DELGADO, P., LOPERA, A & J. O, RANGEL-CH. 2012. Variación espacial del ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en remanentes de bosque seco en Chimichagua (Cesar, Colombia). Págs 833-849. En: Rangel-Ch, J. O (Ed.). *Colombia Diversidad Biótica XII: La Región Caribe de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, Colombia.
- DÍAZ-ROJAS, A. 2003. Efecto de la fragmentación de selvas en poblaciones de Scarabaeidae y Silphidae (Coleoptera) de los Tuxtlas, México. Tesis de Doctor en Biología. Universidad de Alicante.
- ESCOBAR, F. 1997. Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remanente de bosque seco al Norte del Tolima, Colombia. *Caldasia* 19(3): 419-430
- ESTRADA, A., HALFFTER, G., COATES-ESTRADA, R & D, MERITT. 1993. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Allouata palliata*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in the tropical rain forest of the Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 9: 45-54.
- ESTRADA, A., COATES-ESTRADA, R., ANZURES-DADDA, A & P, CAMMARANO. 1998. Dung and carrier beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 14: 577-593.

- FEITOSA, R. M., HORA, R., DELABIE, J.H.C., VALENZUELA, J & D, FRESNAU. 2008. A new social parasite in the ant genus *Ectatomma* F. Smith (Hymenoptera, Formicidae, Ectatomminae). *Zootaxa* 1713: 47-52.
- FERNÁNDEZ, F. 2003. Subfamilia Formicinae. Págs. 299-306. En: Fernández, F (Ed.). Introducción a las hormigas de la región Neotropical Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- FINCHER, G. T. 1973. Nidification and reproduction of *Phanaeus* spp. in three textural classes of soil (Coleoptera: Scarabaeidae). *Coleopterist Bulletin* 27: 33-37.
- FOLGARAIT, P. J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation* 7: 1221-1244.
- FONTALVO, R. M & N. J, MARTÍNEZ. 2010. Nueva técnica de captura para evaluar la estratificación vertical de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en el bosque seco tropical, Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* 46: 311-318.
- FONTALVO-RODRÍGUEZ, L & C, SOLÍS-MEDINA. 2009. Ensamble de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en fragmentos de bosque seco en el complejo carbonífero el Cerrejón (La Guajira, Colombia). *Intropica* 4: 1-15.
- FURTADO-FERNÁNDEZ, E., MONTEIRO DE CASTRO, M., CORREA-BARBOSA, B & F, PREZOTO. 2014. Variation in nesting behavior of the arboreal ant *Camponotus sericeiventris* (Hymenoptera: Formicidae). *Florida Entomology* 97(3): 1237-1239.
- GALLEGO-ROPERO, C & B, SALGUERO-RIVERA. 2014. Assembly Ants Tropical Dry Forest, Cali Botanical Garden María Bogotá-Colombia jardín botánico de Cali Colombia *Forestal* 18 (1): 139-150.
- HALFFTER, G & W, EDMONDS. 1982. The nesting behaviour of dung beetles (Scarabaeinae): an ecological and evolutive approach. Instituto de Ecología. Xalapa, México. 176 pp.
- HALFFTER, G & V, HALFFTER. 1989. Behavioral evolution of the non-rolling roller beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Acta Zoológica Mexicana* 32: 1-53.
- HALFFTER, G & E. G, MATTHEWS. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae. *Folia Entomológica Mexicana* 12: 1-308.
- HEINZE, J & B, HÖLLDOBLER. 1994. Ants in the cold. *Memorabilia Zoológica* 48: 99-108.
- JANZEN, D. H. 1988. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 105-116.
- JIMENEZ-FERBANS, L., MENDIETA-OTALORA, W., GARCÍA, H & G. D, AMAT-GARCÍA. 2008. Notas sobre los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en ambientes secos de la región de Santa Marta. *Acta biológica Colombiana* 13 (2): 203-208.

- KASPARI, M. 2003. Introducción a la ecología de las hormigas. Págs: 97-112. En: Fernández F. (Ed.). 2003. Introducción a las Hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- KLEIN, B. C. 1989 Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. *Ecology* 70: 1715-1725.
- KREMEN, C. 1994. Biological inventory using target taxa: a case study of the butterflies of Madagascar. *Ecological Applications* 4: 407-422.
- KUGLER, C & W. L. BROWN. 1982. Revisionary and other studies on the ant genus *Ectatomma*, including the description of two new species. *Search and Agriculture* 24: 1-7.
- LAPOLLA J. S, BRADY S. G & SHATTUCK S. O. 2011. Monograph of *Nylanderia* (Hymenoptera: Formicidae) of the World: An introduction to the systematics and biology of the genus *Zootaxa* 3110: 1–9.
- LONGINO, J. T. 2010. A taxonomic review of the ant genus *Megalomyrmex* Forel (Hymenoptera: Formicidae) in Central America. *Zootaxa* 2720: 35–58.
- LOZANO-ZAMBRANO, F. H., ULLOA-CHACÓN, P & I, ARMBRECHT. 2009. Hormigas: relaciones especies-área en fragmentos de bosque seco tropical. *Neotropical Entomology* 38 (1): 44-54.
- MAGURRAN, A. E. 2005. Species abundance distributions: pattern or process? *Functional Ecology* 19(1): 177-181.
- MARTÍNEZ, N., GARCÍA, H., PULIDO, A., OSPINO, D & J, NARVÁEZ. 2009. Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la vertiente noroccidental, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Neotropical Entomology* 38: 708–715.
- MARTÍNEZ, I & E, MONTES DE OCA. 1994. Observaciones sobre algunos factores microambientales y el ciclo biológico de dos especies de escarabajos rodadores (Coleoptera, Scarabaeidae, Canthon). *Folia Entomológica Mexicana* 91: 47–59.
- MARTÍNEZ, N. J, CAÑAS, L. M., RANGEL, J. L., BARRAZA, J. M., MONTES, J. M & O. R, BLANCO. 2010. Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un fragmento de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* (1):21-30.
- MEDINA, C. A & F. A, GONZÁLEZ. 2014. Escarabajos coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae. Págs: 195-213. En: Pizano, C & H, García (Eds.). *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá. D.C., Colombia.
- MEDINA, C. A & A, LOPERA-TORO. 2000. Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de Colombia. *Caldasia* 22(2): 299-315.

- MEDINA, C. A., LOPERA-TORO, A., VITOLO, A & B, GILL. 2001. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. *Biota Colombiana* 2(2):131-144.
- MEINZER, F., ANDRADE, J., GOLDSTEIN, G., HOLBROOK, N., CAVELIER, J & J, WRIGHT. 1999. Partitioning of soil water among canopy trees in a seasonally dry tropical forest. *Oecologia* 121: 293-301.
- MONTES DE OCA, E. 2001. Escarabajos coprófagos de un escenario ganadero típico de la región de los Tuxtlas, Veracruz, México: Importancia del paisaje en la composición de un gremio funcional. *Acta Zoológica Mexicana* 82: 111–132.
- MURPHY, P. G & A. E, LUGO. 1986. Structure and biomass of a subtropical dry forest in Puerto Rico. *Biotropica* 18 (2): 89-96.
- NAVARRO, I. L., KENNYA, R. A., GÓMEZ, F. H & H. A, PÉREZ. 2011. Variación estacional en escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Serranía de Coraza, Sucre (Colombia). *Revista de La Academia Colombiana de Ciencia Animal* 3(1): 102–110.
- ORIVEL, J., MALHERBE, M. C & A, DEJEAN. 2001. Relationships Between Pretarsus Morphology and Arboreal Life in Ponerine Ants of the Genus *Pachycondyla* (Formicidae: Ponerinae). *Morphology, Physiology and Fine Structure* 94(3): 449–456.
- PADILLA-GIL, D. N & G, HALFFTER. 2007. Biogeography of the areas and Canthonini (Coleoptera: Scarabaeidae) of dry tropical forests in Mesoamerica and Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* 23(1): 73–108.
- PALACIO, E. E & F, FERNÁNDEZ. 2003. Claves para las subfamilias y géneros. Págs: 233-260. En: Fernández, F (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- PÉREZ-SÁNCHEZ, A. J. 2007. Composición y estructura del ensamblaje de hormigas en el enclave semiárido de Lagunillas, Mérida, Venezuela. Trabajo especial de grado. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- PONCE-SANTIZO, G., ANDRESEN, E., CANO, E & A, CUARÓN A. 2006. Dispersión primaria de semillas por primates y dispersión secundaria por escarabajos coprófagos en Tikal, Guatemala. *Biotropica* 38: 390–397.
- RICO-GRAY, V & P. S, OLIVEIRA. 2007. *The Ecology and Evolution of Ant-Plant*. The University of Chicago Press. Chicago, USA. 331 pp.
- ROJAS-FERNÁNDEZ, P. 2001. Las hormigas del suelo en México: Diversidad. Distribución e Importancia (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 1: 189-238.
- SCHMIDT, F. A & R. R. C, SOLAR. 2010. Hypogaeic pitfall traps: methodological advances and remarks to improve the sampling of a hidden ant fauna. *Insectes Sociaux* 57: 261–266.

- SILVESTRE, R., BRANDÃO, C. R. F & R, R, DA SILVA. 2003. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. Págs: 113-148. En: Fernández, F (Ed.). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- VAZ DE MELLO, F. Z & W. D, EDMONDS. 2007. Géneros y subgéneros de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) de las Américas. Version 2.0 español.
- WEBER, N. A. 1946. Two common Ponerinae ants of possible economic significance, *Ectatomma tuberculatum* (Olivier) and *Ectatomma ruidum* Roger. Proceedings of the Entomological Society of Washington 48: 1-16.
- WILSON, E. O. 2003. *Pheidole* in the new world: A dominant, Hyperdiverse ant Genus. Harvard University press. Cambridge Massachusetts London England. 794 pp.





PAUTAS DE MANEJO DE LOS BOSQUES SECOS TROPICALES DEL CAÑÓN DE LOS RÍOS CHICAMOCHA Y SUÁREZ

Marco E. Pardo
mpardo@natura.org.co

Establecer el estado de conservación de los ecosistemas es indispensable para definir las estrategias de manejo que faciliten su mantenimiento y recuperación. El estudio ecológico realizado por la Fundación Natura en la región del Chicamocha, pone en consideración información valiosa sobre el estado de conservación del BST que puede ser utilizada por las autoridades ambientales y territoriales, para implementar las acciones de gestión en un conjunto de ecosistemas con alta vulnerabilidad a los tensionantes antrópicos y naturales. Esta región mantiene una estructura ecológica particular que necesita ser conservada, para el beneficio de los habitantes de la región e incluso, para que sirva de aporte a los esfuerzos por conservar los escasos relictos de ecosistemas secos del país.

Los ecosistemas secos del Chicamocha y del Suarez se encuentran en diferentes grados de alteración que derivan del uso histórico por parte de las comunidades que lo han habitado (Albesiano & Rangel-Ch, 2006; Valencia-Duarte *et al.*, 2012). Es importante resaltar que las actuales coberturas son en gran medida producto de la intervención humana, pero también de las drásticas

condiciones climáticas y geomorfológicas que modelan el paisaje en esta zona. Parte de las conclusiones del presente estudio, permiten aclarar que las condiciones naturales del enclave seco del Chicamocha incluyen la presencia de matorrales, arbustales y bosques de ribera, constituyendo un mosaico de diversos tipos de vegetación con diferentes grados de diversidad alfa y beta, que contribuyen de manera significativa a la biodiversidad del departamento de Santander.

A continuación se resumen algunos datos biológicos importantes producto de los estudios realizados y que servirán de base para sugerir las pautas de manejo que consideramos prioritarias:

Vegetación

- Las coberturas naturales de la zona de trabajo reflejan un total de 43468 ha que corresponde aproximadamente al 55% del total del área de estudio, con un porcentaje de fragmentación del 50%.
- Los arbustales y matorrales son las coberturas con mayor área (38643 ha)
- Aún se encuentran 3927 ha de Bosques de ribera que son la cobertura más amenazada, ya que se encuentran en los lugares más aptos para el desarrollo de la agricultura, pero con los árboles de mayor porte.
- El total de especies vegetales encontradas es de 204 spp. distribuidas en 40 géneros y 30 familias (10 helechos, 5 fanerógamas, 20 monocotiledóneas).
- Se encontraron varias especies objeto de conservación por su carácter endémico o su alto grado de amenaza (*Cavanillesia chicamochae*, *Melocactus guanensis*, *Melocactus pescaderensis*, *Salvia aratocensis* y *Zamia encephalartoides*)

Fauna

- Se registraron 105 especies de aves pertenecientes a 34 familias, que mantienen una estructura en todos los niveles tróficos.
- Las especies de aves más importantes desde el punto de vista de conservación fueron: Colibrí ventricastaño (*Amazilia castaneiventris*) especie endémica del cañón del Chicamocha y catalogada como críticamente amenazada; Pinzón alidorado (*Arremon schlegeli canidorsum*) es una subespecie endémica del cañón del Chicamocha; Barranquero (*Momotus subrufescens conexus [olivaresi]*) Subespecie endémica del cañón del Chicamocha. Cucarachero chupahuevos o Cúchica (*Campylorhynchus griseus bicolor*); Subespecie endémica del cañón del Chicamocha.
- Se recomienda extender la búsqueda de áreas con arbustos densos, abundante hojarasca, y cerca de cursos de agua para corroborar la au-

sencia del Cucarachero de Nicéforo (*Thryothorus nicefori*), especie críticamente amenazada y no detectada durante los muestreos.

- Se registraron 5 especies de anfibios distribuidos en cuatro géneros y tres familias. Para reptiles se registraron 16 especies y géneros y 10 familias del Orden Squamata (lagartijas y serpientes).
- La abundancia de anfibios y reptiles fue comparable o mayor a la registrada en otros enclaves secos, así mismo los patrones de riqueza y abundancia a nivel de familias y géneros; además, la composición de especies fue parecida lo que refuerza la idea de que, en términos generales, existe una comunidad dominada por pocas especies que tienen gran tolerancia a regímenes hídricos estresantes.
- Se registraron 14 especies, dos familias y 6 subfamilias de murciélagos, indicando una diversidad aceptable en comparación con otros ecosistemas secos del país.

a. *Evaluación de la integridad ecológica*

La integridad ecológica de los bosques secos del cañón del Chicamocha se encuentra muy comprometida, teniendo en cuenta que los niveles de transformación de los mismos son muy altos; sin embargo, existen relictos importantes de estos ecosistemas que aún mantienen un grado de naturalidad aceptable, que deben ser conservados para que la biodiversidad de la región no desaparezca totalmente. En la región del Cañón del Chicamocha y del Suárez no existe un área protegida que represente la diversidad de la región y la singularidad de éste enclave seco interandino. En la **Tabla 16** y la **Figura 46** se presenta la calificación de la integridad ecológica, por cada uno de los tipos de vegetación y el porcentaje que representan en la zona de estudio. Se observa que el Bosque seco es el de menos integridad con un 69% de transformación y cerca de 3000 ha, con calificación de 5 a 4. Los otros tipos de vegetación tienen un nivel promedio de transformación del 34%, permitiendo establecer que es posible una estrategia de manejo para mantener ese potencial natural.

Tabla 16. Calificación de la integridad ecológica de los tipos de vegetación en el cañón del Chicamocha.

VEGETACIÓN POTENCIAL	VEGETACIÓN ACTUAL	CALIFICACIÓN INTEGRIDAD	ÁREA (ha)	%
Afloramientos rocosos	Afloramientos rocosos		217	100
Total Afloramientos rocosos			217	
Arbustal	Matorral Xerófitico asociado al pastoreo de cabras (MTX)	2	3753	17,13
	Pastizal Xerófitico (PZX)	2	2708	12,36
	Transformado	1	8087	36,91
	Trupillales en regeneración a bosque seco (TP=>BS)	4	806	3,68
	Tupillal abierto muy intervenido (TP->MTX)	3	6557	29,93
Total Arbustal			21910	
Bosque de Ribera	Bosque de Ribera (BR)	5	3453	36,70
	Bosque de Ribera fragmentado (BRf)	4	474	5,03
	Bosque seco intervenido degradado a trupillal (BS=>TP)	3	804	8,55
	Matorral Xerófitico asociado al pastoreo de cabras (MTX)	2	430	4,57
	Pastizal Xerófitico (PZX)	2	308	3,27
	Transformado	1	3364	35,75
	Trupillales en regeneración a bosque seco (TP=>BS)	3	94	1,00
	Tupillal abierto muy intervenido (TP->MTX)	2	482	5,12
Total Bosque de Ribera			9410	

VEGETACIÓN POTENCIAL	VEGETACIÓN ACTUAL	CALIFICACIÓN INTEGRIDAD	ÁREA (ha)	%
Bosque seco	Bosque seco tropical con baja intervención (BST)	5	94	0,54
	Matorral Xerófito asociado al pastoreo de cabras (MTX)	2	600	3,45
	Pastizal Xerófito (PZX)	2	372	2,14
	Transformado	1	12128	69,78
	Trupillales en regeneración a bosque seco (TP=>BS)	4	2923	16,82
	Tupillal abierto muy intervenido (TP->MTX)	2	1262	7,26
Total Bosque seco			17380	
Matorral	Matorral Xerófito asociado al pastoreo de cabras (MTX)	3	5600	21,04
	Pastizal Xerófito (PZX)	2	4415	16,59
	Transformado	1	8270	31,07
	Trupillales en regeneración a bosque seco (TP=>BS)	4	877	3,29
	Tupillal abierto muy intervenido (TP->MTX)	3	7456	28,01
Total Matorral			26618	
Río	Ríos	5	1212	100
Total Río			1212	
Tierras desnudas y degradadas	Tierras desnudas y degradadas	5	1640	100
Total Tierras desnudas y degradadas			1640	
Zonas arenosas naturales	Zonas arenosas naturales	5	36	100
Total Zonas arenosas naturales			36	
Total zona de Estudio			78423	

Para la zona de estudio existen aún 29138 ha con un valor de integridad entre 3-5, lo cual se consideran buenas noticias para su conservación teniendo en cuenta toda la historia de uso intensivo de estos bosques, (**Tabla 16** y **Figura 46**). Existen varios estudios para el establecimiento de áreas protegidas

y es prioritario iniciar los procesos de declaración, con el objetivo de evitar el progresivo deterioro de los remanentes naturales que aún se mantienen.



Figura 46. Mapa de evaluación de la integridad ecológica a nivel de paisaje.

b. *Sugerencias para el manejo de los BST del Cañón del Chicamocha*

El estudio plantea la presencia de una diversidad biológica aceptable, representada en diversos tipos de vegetación de Bosque seco tropical, con comunidades de fauna típicas de estos ecosistemas. Además es un relictos representativo de los BST y uno de los más amenazados del país; por lo tanto, su conservación se convierte en una prioridad a nivel nacional. Presentamos a continuación unas medidas de manejo, que podrán ser estudiadas por las autoridades ambientales, como elementos de discusión para definir un plan de acción urgente para conservar estos relictos de Bosque seco tropical.

DECLARACIÓN DE ÁREAS PROTEGIDAS DEL NIVEL REGIONAL Y LOCAL. Colombia, en términos planetarios, es uno de los dos países con mayor expresión de la diversidad biológica en todos los niveles en que esta condición se expresa alfa (especies), beta (comunidades vegetales o tipos de vegetación) y gama (ecosistemas) (Rangel-Ch, 2005). Para mantener la expresión de semejante biodiversidad, el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (AP) es el principal instrumento reconocido en el marco del Convenio sobre Diversidad Biológica (Arango *et al.*, 2003). En Colombia el Sistema de Parques Nacionales ha venido implementando una estrategia de manejo y conservación de Áreas Protegidas, que incluye la creación de nuevas áreas de Parques Nacionales y el apoyo al fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas protegidas- SINAP, que comprende diferentes espacios naturales a nivel regional y local.

Como se mencionó a lo largo de este documento, la región del Chicamocha aún mantiene niveles de biodiversidad que deben ser manejados para evitar su extinción. En la actualidad no existen áreas protegidas declaradas en la zona de la cuenca media del cañón del Chicamocha y el Suárez. Algunos estudios elaborados por la Fundación Natura, la CAS (Corporación Autónoma Regional de Santander) y la CDMB (Corporación autónoma regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga) para la declaración de áreas protegidas en esta región, se ubican en los municipios de Piedecuesta Capitanejo, Enciso, San José de Miranda y el corregimiento de Umpalá (Ciri *et al.*, 2011; Melo *et al.*, 2012; Serrano *et al.*, 2009). Es importante retomar estos estudios ya que son muy completos y establecen las posibles categorías de manejo que pueden ser implementadas para estas zonas; además representan parte de los pocos estudios realizados en la zona, proporcionando información valiosa para declarar inmediatamente áreas que soporten los esfuerzos de conservación que son **prioritarios** en la región del Chicamocha.

Para la zona Melo *et al* (2012) realizaron una propuesta para la declaratoria de un área protegida de 4854 ha, en el sector limítrofe entre los municipios de Capitanejo, Enciso y San José de Miranda; la cual aún cuenta con fragmentos de vegetación xerofítica, que han sido identificados y priorizados por la CAS, debido a que hacen parte de las áreas de bosque seco en mejor estado de conservación, dentro de su jurisdicción. Los principales objetos de conservación identificados fueron el matorral xerofítico y bosques riparios para la escala gruesa. A nivel de filtro fino se encontraron como las más relevantes las poblaciones de Cedro (*Cedrela odorata*).

Ciri *et al* (2011) en coordinación con CDMB realizaron una propuesta de área protegida de 3377 ha entre los 600 y 2000 msnm, bajo la figura de “Distrito de Manejo Integrado Cañón del Río Chicamocha”, ubicado entre las veredas: La Colombiana, Río Negro, La Aguada, El Mangle, Las Pavas y parte de la vereda Umpalá, por encima del centro poblado del mismo nombre en el municipio de Piedecuesta. En esta área se identificaron los siguientes objetos de conservación: matorrales espinosos, bosque ripario y bosque subandino. A nivel de filtro fino se establecieron las Poblaciones de *Zamia encephalartoides* como las más relevantes a conservar, teniendo en cuenta que es una especie endémica del Chicamocha y se encuentra en peligro de extinción. Para la fauna se definieron como prioritarios poblaciones *Amazilia castaneiventris* *Thryothorus nicefori* y *Marmosops fuscatus* entre otros. Adicionalmente, los caminos reales que cruzan esta región se consideran de vital importancia como objetos de conservación cultural.

En 2009 la Fundación Biocolombia y la CDMB realizaron un estudio detallado en el municipio de Piedecuesta para declarar como “Área Natural Única Cañón del Río Chicamocha” una zona de 2173 ha, distribuidas en un rango altitudinal que fluctúa entre 600 y 1600 msnm, ubicada en jurisdicción de las veredas Cabrera, Pescadero, Umpalá y Pavas del municipio de Piedecuesta (Serrano *et al.*, 2009). En esta área se identificaron como objetos de conservación a escala gruesa los ecosistemas de bosque seco tropical, matorral subxerofítico y pastizales xerofíticos propios del enclave árido del cañón del río Chicamocha. En la escala fina resaltan las poblaciones de cacao indio (*Zamia encephalartoides*), barrigón (*Cavanillesia chicamochae*), cedro (*Cedrela odorata*), veleros (*Salvia aratocensis* subsp. *suratensis* y *Salvia aratocensis* subsp. *aratocensis*), y las cactáceas *Melocactus pescaderensis*, *Melocactus guanensis* y *Melocactus schatzlii*. Para la fauna se identificaron como importantes las poblaciones de colibrí ventricastaño (*Amazilia castaneiventris*) por ser endémica y encontrarse bajo amenaza para su conservación, así como a las otras dos aves endémicas presentes en el área: atrapamoscas (*Myiarchus apicalis*) y colibrí esmeralda (*Chlorostilbon poortmani*).

Como resultado del presente estudio se propone la creación de un área protegida en el sector de los bosques de Guane y la cuenca media de la Quebrada Manchega, en jurisdicción del municipio de Jordán. Aunque no se realizaron levantamientos puntuales en la zona media de la cuenca de la quebrada Manchega, a través de las imágenes de satélite y observaciones directas se puede analizar que corresponden a un bosque de ribera importante, que puede convertirse en un área protegida del nivel regional o local que apoye la regulación hídrica de esta microcuenca en beneficio de los pobladores del municipio de Jordán.

Para los bosques de Guane se encontraron niveles de diversidad aceptables en todos los grupos biológicos estudiados, además de un área extensa con coberturas naturales, siendo esto prioritario para la gestión ambiental de la región del Chicamocha. Adicionalmente a las prioridades institucionales de conservación, es urgente implementar un apoyo decidido a los esfuerzos de la sociedad civil para la declaración de reservas privadas, que seguramente contribuirán de manera significativa a mantener muestras representativas de los ecosistemas secos del Chicamocha.

MANEJO INTEGRADO DE LOS REMANENTES NATURALES. Según los estudios de coberturas actuales realizados demuestran que aún se mantienen 3927 hectáreas en bosques ribereños que deben ser priorizadas para la conservación, y en ellas deben detenerse las actividades de uso actual que pueden afectar negativamente dichos relictos (**Tabla 16, Figura 46**). Estos fragmentos de bosques constituyen una reserva importante para la regulación hídrica y es prioritario iniciar acciones de preservación y restauración. Los arbustales y matorrales xerofíticos son las coberturas con mayor extensión y potencial de biodiversidad, por lo tanto acciones de manejo y conservación deben implementarse para evitar su deterioro. A continuación se presentan algunas propuestas de manejo para estos ecosistemas:

- Prohibición total en el uso de especies en peligro como la ceiba barrigona (*Cavanillesia chicamochae*), *Melocactus guanensis*, *Melocactus pescaderensis*, *Salvia aratocensis* y *Zamia encephalartoides*, reforzando con un plan de conservación y restauración de estas poblaciones, con programas de reproducción in-situ y ex-situ.
- Cumplimiento de las normas actuales de mantener los bosques cercanos a las fuentes de agua.
- Monitoreo permanente de los cambios en las coberturas vegetales, como observatorio de los impactos del cambio climático y los peligros de desertificación por causas antrópicas.

- Investigación de la dinámica ecológica y sucesional de los bosques Secos tropicales. Monitoreo de la fauna en especial de aves y murciélagos pueden convertirse en un indicador claro para evaluar periódicamente el estado de conservación de la zona.
- Creación y gestión de corredores de conservación altitudinal desde los bosques subandinos hasta el fondo del valle, para mantener los procesos ecológicos de intercambio de materia y energía. Corredores para la fauna que favorezcan a las poblaciones de aves y mamíferos que actualmente se encuentran en la región del Chicamocha.
- Fortalecer las iniciativas de conservación de las cuevas y sitios de hábitat para las poblaciones de murciélagos.
- Planes de conservación específicos para las especies endémicas y en peligro de extinción, en especial del Cucarachero chupahuevos o Cúchica (*Campylorhynchus griseus bicolor*).

APOYO A LA POBLACIÓN LOCAL

- El apoyo a los campesinos de la región para la transformación de la ganadería caprina actual, para detener los procesos de deterioro producidos por el excesivo uso de las cabras.
- Apoyo local a las poblaciones en la implementación de sistemas productivos aptos para zonas xerofíticas, donde se maximice el uso eficiente del recurso agua y se evite el deterioro de las coberturas actuales como los matorrales y arbustales.
- Apoyo técnico y financiero para las comunidades como la de Butaregua que mantiene relictos importantes de bosques de Ribera. Esta comunidad tiene un interesante manejo de estos relictos, adicionalmente es una zona histórica del pasado Guane.
- Desarrollo de incentivos para el ecoturismo y el turismo rural, que pueden convertirse en una alternativa económica para los habitantes de la zona y en un eje de conservación del bosque seco.
- Proteger de manera prioritaria los sitios arqueológicos de la cultura Guane, como los pictogramas que aún se conservan en la vereda Butaregua.
- Reconstrucción y empoderamiento por parte de la población del legado cultural Guane, que se mantuvo durante años viviendo en armonía y equilibrio con la naturaleza.

LITERATURA CITADA

- ALBESIANO, S., & J, FERNÁNDEZ-ALONSO. 2006. Catálogo comentado de la Flora Vasculare de la franja tropical (500-1200 m) del Cañón del Río Chicamocha (Boyacá - Santander, Colombia). Primera Parte. *Caldasia* 28(1): 23-44.
- ARANGO, N., ARMENTERAS, D., CASTRO, M., GOTTMANN, T., HERNÁNDEZ, O., MATTALLANA, C., MORALES, M., NARANJA, L. G., RENJIFO, L. M., TRUJILLO, A. F & H. F, VILLAREAL, H. 2003. Vacíos de conservación del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia desde una perspectiva ecorregional. WWF Colombia - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. 77 pp.
- CIRI, F., SAÉNZ, F., DELGADILLO, A., ARDILA, F., SALAMANCA, R., SUESCÚN, H & E, DÍAZ. 2011. Formulación del plan de manejo del distrito de manejo integrado cañón del río Chicamocha en la subcuenca del río Umpalá. Fundación Natura, CDMB - Programa Conserva Colombia- FPAA, TNC, Fundación Neotropical. Bogotá. D.C, Colombia.
- MELO, A., CIRI, F., RAMÍREZ, A., DELGADILLO, A., DÍAZ, C., SAENZ, F., BUITRAGO, C., MEDINA, C., HERRERA, C., GARCÍA, C., PARRA, M., ALEGRÍA, F & C, SOLANO. 2012. Estudio para la declaración de un área protegida de carácter público – regional en el sector de bosque seco del cañón del Chicamocha en jurisdicción de los municipios de Enciso, Capitanejo y San José de Miranda, departamento de Santander. Fundación Natura – Programa Conserva Colombia – FPAA – TNC. Bogotá, D.C. Colombia. 131 pp.
- RANGEL-CH, J. O. 2005. La biodiversidad de Colombia. *Palimpsesto* 5: 292–304.
- SERRANO, M., PACHECO, B., GUALDRON, J., NIETO, O., SÁNCHEZ, I., ACOSTA, A., BELTRÁN, C & F, GÓMEZ. 2009. Estudio básico para la declaratoria de un área natural protegida en el cañón del Chicamocha, Jurisdicción CDMB, Bucaramanga, Colombia. Fundación para la conservación del patrimonio natural Biocolombia, Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga CDMB. 283 pp.
- VALENCIA-DUARTE, J., TRUJILLO, L. N & O, VARGAS. 2012. Dinámica de la vegetación en un enclave semiárido del río Chicamocha, Colombia. *Biota Colombiana* 13(2): 40- 65.



Anexo 1. Composición de especies, cobertura (%) por especie y estado de conservación por tipo de vegetación.

PZX: Pastizales xerofíticos, MTX: Matorral Xerofítico, TP → MTX: Bosque abierto de *Prosopis juliflora* (trupillal) muy intervenido, BS → TP: Bosque seco intervenido degradado a trupillal, TP → BS: Trupillales en regeneración a Bosque seco, BST: Bosque Seco Tropical, BR: Bosque de Ribera.

Familia	Especie	Estado de conservación (Bajo =1 Alto =5) y tipo de vegetación						
		1	2	3	4	5	6	7
		PZX	MTX	TP →MTX	BS→TP TP	TP→BS	BST	BR
Acanthaceae	<i>Aphelandra pilosa</i>						1.48	
Acanthaceae	<i>Aphelandra sp.</i>							0.56
Acanthaceae	<i>Blechnum pyramidatum</i>		0.77		1.62	0.17	1.01	
Acanthaceae	<i>Justicia bracteosa</i>						3.27	
Acanthaceae	<i>Justicia erythrantha</i>						0.35	
Acanthaceae	<i>Justicia infelix</i>						0.12	0.10
Acanthaceae	<i>Ruellia tuberosa</i>					0.20	0.15	
Amaranthaceae	Amaranthaceae sp1.						0.73	
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>							27.80
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>					2.42	0.70	
Annonaceae	<i>Annonaceae hoja asimétrica</i>						0.02	
Apocynaceae	<i>Asclepiadaceae sagitada</i>						0.07	
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i>		0.72	14.61	0.17	0.28	0.08	0.05
Apocynaceae	<i>Mandevilla scabra</i>						1.33	0.18
Apocynaceae	<i>Matelela sp.</i>					0.64		
Apocynaceae	<i>Rauwolfia tetraphylla</i>	6.21		8.39	0.12			
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana grandiflora</i>	4.22		3.77			0.77	1.41
Araceae	<i>Alocasia macrorrhizos</i>							0.20
Araceae	<i>Anthurium fendleri</i>						2.08	0.92
Araceae	<i>Monstera adansonii</i>							1.59
Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i>						0.07	0.45
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia anguicida</i>						0.10	
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia maxima</i>							0.28
Asclepiadaceae	<i>Asclepiadaceae</i>					0.45		
Asparagaceae	<i>Agave cocui</i>					0.09		
Asteraceae	Asteraceae de hojas alternas						0.09	
Asteraceae	Asteraceae pantano						0.11	0.20
Asteraceae	<i>Chromolaena sp.</i>					0.10	0.19	
Asteraceae	<i>Condylidium cuatrecasasii</i>	2.11	2.66		1.82	1.71	0.07	
Asteraceae	<i>Condylidium sp2.</i>						0.09	
Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i>	1.57	1.98	0.46	0.08			
Asteraceae	<i>Wedelia fruticosa</i>					1.87	1.40	
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma orbiculatum</i>						0.17	
Bignoniaceae	<i>Bignonia diversifolia</i>					1.18	2.17	1.48

El enclave seco del Cañón
del Chicamocha: BIODIVERSIDAD Y TERRITORIO

Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i>	11.45	9.83	4.06	3.59	5.16	0.35	
Boraginaceae	<i>Euploca fruticosa</i>	1.12	0.11					
Boraginaceae	<i>Heliotropium angiospermum</i>					0.10		
Boraginaceae	<i>Tournefortia volubilis</i>		0.07	2.38	1.91	0.71	0.16	
Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i>					0.06	0.71	0.31
Bromeliaceae	<i>Tillandsia balbisiana</i>					0.80	0.62	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia ceiba butaregua</i>							0.16
Bromeliaceae	<i>Tillandsia flexuosa</i>					0.42	0.34	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia juncea</i>						0.12	0.27
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	8.29	3.33		8.65	4.36	0.90	0.29
Bromeliaceae	<i>Tillandsia usneoides</i>						0.10	2.72
Bromeliaceae	<i>Tillandsia sp.</i>							0.26
Bryaceae	<i>Bryaceae indet.</i>						0.06	
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>						3.73	
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>						0.50	
Cactaceae	<i>Cereus hexagonus</i>						0.08	
Cactaceae	<i>Cylindropuntia caribaea</i>					0.19		
Cactaceae	<i>Mammillaria columbiana</i>	1.96	1.59		0.01			
Cactaceae	<i>Mammillaria mammillaris</i>						0.04	
Cactaceae	<i>Melocactus pescaderensis</i>		0.84					
Cactaceae	<i>Melocactus schatzlii</i>					0.02		
Cactaceae	<i>Opuntia caracasana</i>					0.04		
Cactaceae	<i>Opuntia dilleanii</i>	6.84	0.68	0.55	0.43			
Cactaceae	<i>Opuntia pubescens</i>	5.92	4.41	3.15	1.59	0.12	0.12	
Cactaceae	<i>Opuntia schumannii</i>					1.69		
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i>					0.07		
Cactaceae	<i>Pilosocereus lanuginosus</i>		0.02			0.01	0.44	
Cactaceae	<i>Stenocereus griseus</i>		4.49	0.08	3.13	4.92	0.19	
Capparaceae	<i>Capparis indica</i>					0.07	2.55	
Capparaceae	<i>Cynophalla flexuosa</i>					1.38	2.18	
Capparaceae	<i>Morisonia americana</i>						0.23	
Cleomaceae	<i>Cleome sp.</i>			12.62				
Clusiaceae	<i>Clusia celiae</i>						0.04	
Commelinaceae	<i>Callisia repens</i>					2.26		
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>		0.35			0.31	0.05	
Commelinaceae	<i>Tripogandra multiflora</i>		0.83	3.77			0.53	
Convolvulaceae	<i>Evolvulus tenuis</i> spp. <i>Longifolius</i>	5.30	0.35					
Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i>							5.91
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum oxycarpum</i>					0.06	1.73	
Euphorbiaceae	<i>Acalypha macrostachya</i>							1.32
Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus tubulosus</i>	1.12	0.33	0.46	0.24	0.09	0.13	
Euphorbiaceae	<i>Croton monanthagyne</i>					5.62	0.05	
Euphorbiaceae	<i>Garcia nutans</i>							10.10
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gossypifolia</i>	0.95	2.38	0.55	0.08			
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	15.37	1.47	7.64	8.55		0.01	
Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i>					1.61		
Leguminosae	<i>Albizia guachapele</i>						1.28	0.13
Leguminosae	<i>Albizia niopoides</i>						4.81	0.10
Leguminosae	<i>Bauhinia sp.</i>						1.12	

Leguminosae	<i>Calliandra magdaleneae</i>					1.57	
Leguminosae	<i>Dioclea sp.</i>					0.13	
Leguminosae	<i>Erythrina fusca</i>					0.19	
Leguminosae	<i>Gliricidia sepium</i>					0.23	
Leguminosae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	2.19					
Leguminosae	<i>Indigofera sufruticosa</i>	0.00	0.02	0.01			
Leguminosae	<i>Inga nobilis</i>						1.97
Leguminosae	<i>Inga sp.</i>						1.83
Leguminosae	<i>Inga vera</i>					0.19	1.13
Leguminosae	<i>Machaerium capote</i>					4.49	
Leguminosae	<i>Parkinsonia praecox</i>					1.61	
Leguminosae	<i>Piptadenia speciosa</i>					0.33	2.09
Leguminosae	<i>Pithecellobium oblongum</i>					9.13	3.74
Leguminosae	<i>Prosopis juliflora</i>	2.66	15.38	38.06	14.43	1.25	
Leguminosae	<i>Senna alata</i>				0.91		
Leguminosae	<i>Senna occidentalis</i>	0.08			0.30		
Leguminosae	<i>Senna pallida</i>	0.35	5.90	3.49	1.11	0.54	
Leguminosae	<i>Swartzia macrophylla</i>						0.18
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis muricata</i>					1.00	
Malpighiaceae	<i>Bunchosia hartwegiana</i>					0.10	0.23
Malpighiaceae	<i>Hiraea reclinata</i>					0.15	3.12
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>					0.62	2.03
Malpighiaceae	<i>Malpighiaceae indet.</i>						0.90
Malvaceae	<i>Abutilon giganteum</i>		2.34	0.06			
Malvaceae	<i>Ayenia magna</i>			1.26	0.91	0.17	
Malvaceae	<i>Bastardia viscosa</i>				0.19		
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>					2.21	2.56
Malvaceae	<i>Melochia mollis</i>	0.79	4.59	0.38		0.08	
Malvaceae	<i>Melochia pyramidata</i>						0.04
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidalis</i>						1.13
Malvaceae	<i>Pseudoabutilon umbellatum</i>	0.24	0.09		0.25		
Malvaceae	<i>Pseudobombax septenatum</i>						0.26
Malvaceae	<i>Sida glabra</i>					0.13	
Malvaceae	<i>Sterculia apetala</i>						0.54
Malvaceae	<i>Triumfetta bogotensis</i>			0.03	0.00		
Malvaceae	<i>Wissadula amplissima</i>	0.06		0.11			
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>			6.21		1.03	2.04
Meliaceae	<i>Trichilia havanensis</i>					0.88	1.70
Menispermaceae	<i>Cissampelos tropaeolifolia</i>					0.61	
Monimiaceae	<i>Monimiaceae indet.</i>						0.53
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>					0.27	4.47
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>					1.36	8.08
Moraceae	<i>Ficus pallida</i>					0.93	
Moraceae	<i>Ficus velutina</i>					1.14	
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>					1.07	1.22
Moraceae	<i>Trophis caucana</i>			6.43			
Myrtaceae	<i>Eugenia punicifolia</i>				0.05	2.27	1.07
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia scandens</i>	0.90	0.75	4.25	3.26		
Nyctaginaceae	<i>Bouganvillea spectabilis</i>						0.13

El enclave seco del Cañón
del Chicamocha: BIODIVERSIDAD Y TERRITORIO

Nyctaginaceae	<i>Guapira hirsuta</i>					3.24	
Nyctaginaceae	<i>Nyctaginaceae sp1</i>					0.86	0.49
Orchidaceae	<i>Brassavola nodosa</i>					0.23	0.18
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>					0.23	0.10
Orchidaceae	<i>Orchidaceae indet.</i>				0.13	0.55	0.13
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus acuminatus</i>					0.23	
Phytolacaceae	<i>Petiveria alliacea</i>				0.28	0.01	
Phytolacaceae	<i>Rivina humilis</i>				0.09	0.08	
Piperaceae	<i>Peperomia angustata</i>					0.61	
Piperaceae	<i>Peperomia glabella</i>					1.18	
Piperaceae	<i>Piper amalago</i>						1.87
Piperaceae	<i>Piper holtonii</i>						4.45
Poaceae	<i>Andropogon fastigatus</i>	11.67	0.25				
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	5.90	2.72				
Poaceae	<i>Arundo donax</i>					0.13	
Poaceae	<i>Axonopus sp 01</i>					0.05	
Poaceae	<i>Bambusoide</i>					0.05	
Poaceae	<i>Digitaria sp.</i>	2.17					
Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i>			0.16			
Poaceae	<i>Pasto inflorescencia simple</i>					0.21	
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>						0.04
Poaceae	<i>Pasto hoja delgada y alargada</i>					0.54	
Poaceae	<i>Poaceae espiguilla trigo pequeño</i>					0.04	0.28
Poaceae	<i>Poaceae rastrera</i>						0.13
Poaceae	<i>Poaceae sp01.</i>					0.11	0.24
Polygonaceae	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	0.66		0.10		4.13	0.02
Polypodiaceae	<i>Polypodium sp 01.</i>						0.06
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	0.60					
Portulacaceae	<i>Portulaca sp01.</i>					0.07	
Pteridaceae	<i>Acrostichum aureum</i>					0.25	
Pteridaceae	<i>Adiantum tetraphyllum</i>						0.11
Pteridaceae	<i>Cheilanthes bonariensis</i>					0.25	0.06
Pteridaceae	<i>Cheilanthes microphylla</i>	0.28	0.16	0.00		0.36	0.27
Rhamnaceae	<i>Celtis iguanea</i>					0.76	1.73
Rhamnaceae	<i>Gouania polygama</i>					0.42	0.08
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>					1.95	0.21
Rubiaceae	<i>Psychotria horizontalis</i>						1.90
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	5.98	0.47	0.00		1.13	0.05
Rubiaceae	<i>Simira cordifolia</i>					0.22	
Rutaceae	<i>Amyris pinnata</i>						2.47
Rutaceae	<i>Amyris sylvatica</i>					1.30	0.77
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>					4.82	1.26
Salicaceae	<i>Casearia tremula</i>	1.44		1.18			0.85
Sapindaceae	<i>Cardiospermum coluteoides</i>	2.23	3.31	0.44			
Sapindaceae	<i>Melicococus bijugatus</i>					2.42	
Sapindaceae	<i>Paullinia</i>					0.72	
Sapindaceae	<i>Paullinia 5 foliolos</i>						2.87
Sapindaceae	<i>Serjania rhombea</i>					1.23	1.42
Sapotaceae	<i>Pradosia colombiana</i>						1.89

Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>						0.90
Scrophulariaceae	<i>Capraria biflora</i>				1.75		
Selaginellaceae	<i>Selaginella sellowii</i>						0.44
Smilacaceae	<i>Smilax domingensis</i>						0.31
Smilacaceae	<i>Smilax sp2.</i>						1.19 0.68
Solanaceae	<i>Capsicum chinense</i>					1.05	0.21
Solanaceae	<i>Cestrum alternifolium</i>	0.75	1.76	6.49			
Solanaceae	<i>Solanum crotonifolium</i>	0.46	4.69	0.03	2.94	0.79	
Solanaceae	<i>Solanum hoja de mirto</i>						0.18
Solanaceae	<i>Solanum sp.05</i>					0.12	
Tectariaceae	<i>Tectaria incisa</i>						0.42
Urticaceae	<i>Pilea microphylla</i>						0.33
Urticaceae	<i>Urera caracasana</i>						0.82
Verbenaceae	<i>Bouchea boyacana</i>	0.24	1.10				
Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i>						0.37
Verbenaceae	<i>Lantana canescens</i>	1.40	0.52		0.31	0.06	
Verbenaceae	<i>Lippia organoides</i>	1.12	33.57	1.11	2.99	0.06	
Verbenaceae	<i>Lippia sp.</i>					0.96	
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>					1.81	0.03
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i>					2.74	0.20

Anexo 2. Lista de especies de aves encontradas en el presente estudio; organizado por familias (en orden alfabético), e incluyendo los grupos funcionales correspondiente.

#	Familia	Género	Especie	Grupo funcional
1	Accipitridae	<i>Rupornis</i>	<i>magnirostris</i>	Dep. Vertebrados
2	Accipitridae	<i>Gampsonyx</i>	<i>swainsonii</i>	Dep. Vertebrados > Insectívoro
3	Anatidae	<i>Anas</i>	<i>discors</i>	Dep. Invertebrados
4	Apodidae	<i>Aeronautes</i>	<i>montivagus</i>	Insectívoro
5	Apodidae	<i>Streptoprocne</i>	<i>rutila</i>	Insectívoro
6	Apodidae	<i>Streptoprocne</i>	<i>zonaris</i>	Insectívoro
7	Ardeidae	<i>Ardea</i>	<i>alba</i>	Dep. Vertebrados > Insectívoro
8	Ardeidae	<i>Butorides</i>	<i>striatus</i>	Dep. Vertebrados > Insectívoro
9	Caprimulgidae	<i>Chordeiles</i>	<i>acutipennis</i>	Insectívoro
10	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus</i>	<i>albicollis</i>	Insectívoro
11	Cardinalidae	<i>Piranga</i>	<i>rubra</i>	Frugívoro > Insectívoro
12	Cardinalidae	<i>Piranga</i>	<i>flava</i>	Frugívoro > Insectívoro
13	Cathartidae	<i>Cathartes</i>	<i>aura</i>	Carroñero

14	Cathartidae	<i>Cathartes</i>	<i>burrovianus</i>	Carroñero
15	Cathartidae	<i>Coragyps</i>	<i>atratus</i>	Carroñero
16	Charadriidae	<i>Vanellus</i>	<i>chilensis</i>	Dep. Invertebrados > Insectívoro
17	Columbidae	<i>Columbina</i>	<i>passerina</i>	Granívoro
18	Columbidae	<i>Columbina</i>	<i>minuta</i>	Granívoro
19	Columbidae	<i>Columbina</i>	<i>talpacoti</i>	Granívoro
20	Columbidae	<i>Leptotila</i>	<i>verreauxi</i>	Granívoro
21	Columbidae	<i>Zenaida</i>	<i>auriculata</i>	Granívoro
22	Cracidae	<i>Ortalis</i>	<i>columbiana</i>	Frugívoro
23	Cuculidae	<i>Crotophaga</i>	<i>ani</i>	Insectívoro
24	Cuculidae	<i>Piaya</i>	<i>cayana</i>	Insectívoro > Dep. Vert. - Frug.
25	Cuculidae	<i>Coccyua</i>	<i>minuta</i>	Insectívoro
26	Cuculidae	<i>Tapera</i>	<i>naevia</i>	Insectívoro
27	Dendrocolaptidae	<i>Xiphorhynchus</i>	<i>picus</i>	Insectívoro > Dep. Vertebrados
28	Emberizidae	<i>Arremon</i>	<i>schlegeli</i>	Granívoro > Insectívoro
29	Emberizidae	<i>Sicalis</i>	<i>flaveola</i>	Granívoro
30	Emberizidae	<i>Tiaris</i>	<i>bicolor</i>	Granívoro
31	Emberizidae	<i>Volatinia</i>	<i>jacarina</i>	Granívoro
32	Falconidae	<i>Falco</i>	<i>sparverius</i>	Dep. Vertebrados > Insectívoro
33	Falconidae	<i>Milvago</i>	<i>chimachima</i>	Dep. Vert. - Carr. - Insect.
34	Formicariidae	<i>Formicivora</i>	<i>intermedia</i>	Insectívoro
35	Formicariidae	<i>Thamnophilus</i>	<i>multistriatus</i>	Insectívoro
36	Fringillidae	<i>Saltator</i>	<i>striatipectus</i>	Frugívoro > Insectívoro
37	Furnariidae	<i>Synallaxis</i>	<i>albescens</i>	Insectívoro
38	Furnariidae	<i>Margarornis</i>	<i>squamiger</i>	Insectívoro
39	Hirundinidae	<i>Notiochelidon</i>	<i>cyanoleuca</i>	Insectívoro
40	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx</i>	<i>ruficollis</i>	Insectívoro
41	Icteridae	<i>Icterus</i>	<i>chrysater</i>	Insectívoro > Frug. - Nect.
42	Icteridae	<i>Icterus</i>	<i>icterus</i>	Insectívoro > Frug. - Nect.
43	Icteridae	<i>Icterus</i>	<i>nigrogularis</i>	Insectívoro > Frug. - Nect.
44	Icteridae	<i>Quiscalus</i>	<i>lugubris</i>	Insect. - Dep. Vert. - Gran. - Frug.
45	Mimidae	<i>Mimus</i>	<i>gilvus</i>	Insect. - Frug. - Dep. Vert.

46	Momotidae	<i>Momotus</i>	<i>subrufescens</i>	Insect. > Dep. Vert. - Frug.
47	Parulidae	<i>Basileuterus</i>	<i>rufifrons</i>	Insectívoro
48	Parulidae	<i>Mniotilta</i>	<i>varia</i>	Insectívoro
49	Parulidae	<i>Parkesia</i>	<i>noveboracensis</i>	Insect. - Dep. Invert. > Dep. Vert.
50	Parulidae	<i>Setophaga</i>	<i>petechia</i>	Insectívoro
51	Parulidae	<i>Setophaga</i>	<i>pitiayumi</i>	Insectívoro
52	Parulidae	<i>Setophaga</i>	<i>striata</i>	Insectívoro
53	Parulidae	<i>Setophaga</i>	<i>fusca</i>	Insectívoro
54	Phasianidae	<i>Colinus</i>	<i>cristatus</i>	Granívoro > Insectívoro
55	Picidae	<i>Colaptes</i>	<i>punctigula</i>	Insectívoro
56	Picidae	<i>Colaptes</i>	<i>rivoli</i>	Insectívoro
57	Picidae	<i>Melanerpes</i>	<i>rubricapillus</i>	Insectívoro
58	Picidae	<i>Picumnus</i>	<i>olivaceus</i>	Insectívoro
59	Podicepsidae	<i>Tachybaptus</i>	<i>dominicus</i>	Dep. Invertebrados
60	Psittacidae	<i>Eupsittula</i>	<i>pertinax</i>	Frugívoro > Granívoro
61	Psittacidae	<i>Forpus</i>	<i>conspicillatus</i>	Granívoro > Frugívoro
62	Scolopacidae	<i>Tringa</i>	<i>solitaria</i>	Dep. Invertebrados
63	Strigidae	<i>Megascops</i>	<i>choliba</i>	Dep. Vertebrados > Insectívoro
64	Thraupidae	<i>Coereba</i>	<i>flaveola</i>	Nectar. - Insect. > Frug.
65	Thraupidae	<i>Euphonia</i>	<i>lanirostris</i>	Frugívoro
66	Thraupidae	<i>Tachyphonus</i>	<i>rufus</i>	Frugívoro > Insectívoro
67	Thraupidae	<i>Tangara</i>	<i>vitriolina</i>	Frugívoro > Insectívoro
68	Thraupidae	<i>Thraupis</i>	<i>episcopus</i>	Frugívoro > Insectívoro
69	Thraupidae	<i>Thraupis</i>	<i>palmarum</i>	Frugívoro > Insectívoro
70	Trochilidae	<i>Adelomyia</i>	<i>melanogenys</i>	Nectarívoro- Insectívoro
71	Trochilidae	<i>Amazilia</i>	<i>castaneiventris</i>	Nectarívoro- Insectívoro
72	Trochilidae	<i>Amazilia</i>	<i>cyanifrons</i>	Nectarívoro- Insectívoro
73	Trochilidae	<i>Amazilia</i>	<i>tzacatl</i>	Nectarívoro- Insectívoro
74	Trochilidae	<i>Anthracothorax</i>	<i>nigricollis</i>	Nectarívoro- Insectívoro
75	Trochilidae	<i>Chlorostilbon</i>	<i>poortmani</i>	Nectarívoro- Insectívoro
76	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus</i>	<i>griseus</i>	Insectívoro
77	Troglodytidae	<i>Troglodytes</i>	<i>aedon</i>	Insectívoro
78	Turdidae	<i>Catharus</i>	<i>minimus</i>	Frugívoro- Insectívoro
79	Turdidae	<i>Turdus</i>	<i>ignobilis</i>	Frugívoro- Insectívoro

80	Turdidae	<i>Turdus</i>	<i>leucomelas</i>	Frugívoro- Insectívoro
81	Tyrannidae	<i>Atalotriccus</i>	<i>pilaris</i>	Insectívoro
82	Tyrannidae	<i>Camptostoma</i>	<i>obsoletum</i>	Insectívoro
83	Tyrannidae	<i>Elaenia</i>	<i>chiriquensis</i>	Insectívoro- Frugívoro
84	Tyrannidae	<i>Elaenia</i>	<i>flavogaster</i>	Insectívoro- Frugívoro
85	Tyrannidae	<i>Euscarthmus</i>	<i>meloryphus</i>	Insectívoro
86	Tyrannidae	<i>Machetornis</i>	<i>rixosus</i>	Insectívoro
87	Tyrannidae	<i>Mionectes</i>	<i>oleagineus</i>	Insectívoro > Frugívoro
88	Tyrannidae	<i>Myiarchus</i>	<i>apicalis</i>	Insectívoro > Frugívoro
89	Tyrannidae	<i>Myiarchus</i>	<i>tyrannulus</i>	Insectívoro > Frugívoro
90	Tyrannidae	<i>Myiodynastes</i>	<i>maculatus</i>	Insectívoro
91	Tyrannidae	<i>Myiozetetes</i>	<i>similis</i>	Insectívoro > Frugívoro
92	Tyrannidae	<i>Myiozetetes</i>	<i>cayanensis</i>	Insectívoro > Frugívoro
93	Tyrannidae	<i>Pitangus</i>	<i>sulphuratus</i>	Insectívoro- Frugívoro
94	Tyrannidae	<i>Pogonotriccus</i>	<i>poecilotis</i>	Insectívoro
95	Tyrannidae	<i>Hemitriccus</i>	<i>margaritaceiventris</i>	Insectívoro
96	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus</i>	<i>rubinus</i>	Insectívoro
97	Tyrannidae	<i>Sayornis</i>	<i>nigricans</i>	Insectívoro
98	Tyrannidae	<i>Todirostrum</i>	<i>cinereum</i>	Insectívoro
99	Tyrannidae	<i>Tolmomyias</i>	<i>sulphurescens</i>	Insectívoro
100	Tyrannidae	<i>Tyrannus</i>	<i>melancholicus</i>	Insectívoro- Frugívoro
101	Tyrannidae	<i>Zimmerius</i>	<i>chrysops</i>	Insectívoro
102	Vireonidae	<i>Cyclarhis</i>	<i>gujanensis</i>	Insectívoro > Frugívoro
103	Vireonidae	<i>Hylophilus</i>	<i>flavipes</i>	Insectívoro > Frugívoro
104	Vireonidae	<i>Vireo</i>	<i>leucophrys</i>	Insectívoro > Frugívoro
105	Vireonidae	<i>Vireo</i>	<i>olivaceus</i>	Insectívoro > Frugívoro

Anexo 3. Lista de mamíferos de Bosques secos de Colombia.

Referencia 1 = Colección del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia; Referencia 2 = Diaz-Pulido et al. 2014.

Orden	Familia	Especie	Referencia
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama sanctaemartae</i>	1 2
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	2
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	1 2
		<i>Leopardus pardalis</i>	1 2
	Felidae	<i>Panthera onca</i>	2
		<i>Puma concolor</i>	2
		<i>Puma yagouarondi</i>	1 2
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	2
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	1 2
		<i>Galictis vittata</i>	2
		<i>Lontra longicaudis</i>	1 2
		<i>Mustela frenata</i>	1
		<i>Procyon cancrivorus</i>	2
<i>Procyon lotor</i>		2	
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Potos flavus</i>	1
		<i>Peropteryx kappleri</i>	1
		<i>Peropteryx macrotis</i>	1
		<i>Rhynchonycteris naso</i>	1 2
		<i>Saccopteryx bilineata</i>	1 2
		<i>Saccopteryx canescens</i>	1
		<i>Saccopteryx leptura</i>	2
	Molossidae	<i>Eumops glaucinus</i>	1
		<i>Molossops temminckii</i>	1
		<i>Molossus bondae</i>	1
		<i>Molossus coibensis</i>	1
		<i>Molossus molossus</i>	1 2
		<i>Tadarida brasiliensis</i>	1
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	1	
	<i>Pteronotus parnellii</i>	1	
Natalidae	<i>Natalus tumidirostris</i>	1	
Noctilionidae	<i>Noctilio albiventris</i>	1 2	
	<i>Noctilio leporinus</i>	1 2	

Orden	Familia	Especie	Referencia
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Anoura geoffroyi</i>	1
		<i>Artibeus jamaicensis</i>	1
		<i>Artibeus lituratus</i>	1
		<i>Artibeus planirostris</i>	1 2
		<i>Carollia brevicauda</i>	1 2
		<i>Carollia castanea</i>	2
		<i>Carollia perspicillata</i>	1 2
		<i>Centurio senex</i>	1
		<i>Chiroderma salvini</i>	1
		<i>Chiroderma trinitatum</i>	1
		<i>Chiroderma villosum</i>	1
		<i>Dermanura anderseni</i>	1
		<i>Dermanura glauca</i>	1
		<i>Dermanura phaeotis</i>	1
		<i>Desmodus rotundus</i>	1 2
		<i>Glossophaga commissarisi</i>	1
		<i>Glossophaga longirostris</i>	1 2
		<i>Glossophaga soricina</i>	1 2
		<i>Leptonycteris curasoae</i>	1
		<i>Lichonycteris obscura</i>	1
		<i>Lonchophylla robusta</i>	1
		<i>Lophostoma silvicolum</i>	1
		<i>Macrophyllum macrophyllum</i>	1 2
		<i>Micronycteris megalotis</i>	1
		<i>Micronycteris minuta</i>	1
		<i>Micronycteris schmidtorum</i>	1 2
		<i>Mimon crenunulatum</i>	2
		<i>Phyllostomus discolor</i>	1 2
		<i>Phyllostomus hastatus</i>	1 2
		<i>Platyrrhinus helleri</i>	1
		<i>Platyrrhinus vittatus</i>	1
		<i>Sphaeronycteris toxophyllum</i>	1
		<i>Sturnira erythromos</i>	1
<i>Sturnira lilium</i>	1 2		
<i>Sturnira oporaphilum</i>	1		
<i>Tonatia saurophila</i>	1 2		
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Trinycteris nicefori</i>	1
		<i>Uroderma bilobatum</i>	1 2
		<i>Vampyressa thuyone</i>	1
		<i>Eptesicus brasiliensis</i>	2
		<i>Lasiurus blossevillii</i>	1
		<i>Lasiurus ega</i>	2
		<i>Myotis albescens</i>	1
		<i>Myotis nigricans</i>	1
		<i>Myotis riparius</i>	1 2
		<i>Rhogeessa io</i>	2
		<i>Rhogeessa minutilla</i>	1
<i>Rhogeessa tumida</i>	1		

Orden	Familia	Especie	Referencia
Cingulata	Dasypodidae	<i>Cabassous centralis</i>	1
		<i>Dasypus novemcinctus</i>	1 2
		<i>Caluromys lanatus</i>	1
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Chironectes minimus</i>	1
		<i>Didelphis marsupialis</i>	1 2
		<i>Marmosa murina</i>	1
		<i>Marmosa isthmica</i>	2
		<i>Marmosa robinsoni</i>	1
		<i>Metachirus nudicaudatus</i>	2
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	1
		<i>Sylvilagus floridanus</i>	1 2
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	2
		<i>Tamandua mexicana</i>	1
Primates	Aotidae	<i>Aotus lemurinus</i>	1
		<i>Aotus griseimembra</i>	1 2
	Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	1 2
		<i>Ateles hybridus hybridus</i>	1 2
	Cebidae	<i>Cebus albifrons</i>	1 2
		<i>Saguinus leucopus</i>	1
Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochoerus isthmius</i>	1 2
		<i>Nectomys rattus</i>	1
	Cricetidae	<i>Transandinomys talamancae</i>	1 2
		<i>Zygodontomys brevicauda (cherriei)</i>	1 2
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	1 2
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	2
	Echimyidae	<i>Pattonomys semivillosus</i>	1
		<i>Proechimys canicollis</i>	1 2
		<i>Proechimys mincae</i>	1
		<i>Proechimys occonelli</i>	1
		<i>Proechimys semispinosus</i>	2
		<i>Proechimys semispinosus</i>	2
Erethizontidae	<i>Coendou rufescens</i>	1	
	<i>Coendou prehensilis</i>	1 2	
Heteromyidae	<i>Heteromys anomalus</i>	1 2	
Sciuridae	<i>Notosciurus granatensis</i>	1 2	

Anexo 4. Localidades de muestreo de anfibios y reptiles.

Municipio	Corregimiento	Localidad	Ubicación geográfica y altitud
San José de Miranda	N/A	Vereda Salado Bravo, Quebrada Salada	6°36'55.47"N, 72°42'35.35"O, 1238 m
San José de Miranda	N/A	Vereda Salado Bravo, Río Servitá	6°36'53.23"N, 72°42'30.06"O, 1207 m
Enciso	N/A	Vereda Juncal, Finca Delfo Uribe	6°36'27.17"N, 72°42'28.49"O, 1219 m
Enciso	N/A	Vereda Juncal, Finca Delfo Uribe	6°36'24.00"N, 72°42'21.14"O, 1261 m
Enciso	N/A	Vereda Juncal, Finca Delfo Uribe	6°36'26.08"N, 72°42'14.29"O, 1308 m
Enciso	N/A	Vereda Juncal, Finca Delfo Uribe	6°36'32.44"N, 72°42'17.00"O, 1273 m
Enciso	N/A	Vereda Juncal, Finca Delfo Uribe	6°36'32.17"N, 72°42'10.27"O, 1314 m
Enciso	N/A	Vereda Juncal, Finca Delfo Uribe	6°36'42.05"N, 72°42'6.33"O, 1352 m
Barichara	Guane	Finca Santa Lucía	6°41'3.27"N, 73°14'22.66"O, 997 m
Barichara	Guane	Finca Mucurúa	6°41'11.81"N, 73°14'37.72"O, 884 m
Barichara	Guane	Finca Mucurúa	6°41'15.67"N, 73°14'41.48"O, 849 m
Barichara	Guane	Finca Mucurúa	6°41'8.61"N, 73°14'49.46"O, 840 m
Barichara	Guane	Camino de Lengerke	6°42'22.56"N, 73°14'37.76"O, 615 m
Barichara	Guane	Vereda Butaregua, Bocatoma	6°42'54.08"N, 73°12'1.98"O, 1040 m
Barichara	Guane	Vereda Butaregua	6°43'8.43"N, 73°12'19.28"O, 930
Barichara	Guane	Vereda Butaregua	6°43'14.43"N, 73°12'14.81"O, 929 m
Barichara	Guane	Vereda Butaregua	6°43'23.99"N, 73°12'7.20"O, 895 m



Fundación Natura Colombia
Cr 21 # 39-43, Bogotá
www.natura.org.co