



CARACTERIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA SELVA DE MATAVÉN



Colombia, diversa por naturaleza

CARACTERIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA SELVA DE MATAVÉN



Con el apoyo financiero de:





© Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt y
Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales
Indígenas de la selva de Matavén (AcatiseMA)

Todos los textos pueden ser tomados parcial
o totalmente citando la fuente.

CONTRIBUCIÓN IA vH # 435

COORDINACIÓN EDITORIAL

Claudia María Villa G.

COORDINACIÓN DEL PROYECTO

Mauricio Álvarez-Rebolledo

REVISIÓN TÉCNICA

Juan Manuel Díaz M.

COMPILACIÓN Y SELECCIÓN DE TEXTOS

Marcela Santamaría

FOTOGRAFÍA

Francisco A. Nieto Montaño
Banco de Imágenes Ambientales IA vH

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

John Aref Khatib P. - Carlos González (Ediprint Ltda.)

IMPRESIÓN

Alianza Ediprint Ltda. - Guerra Editores

Bogotá, D. C., Colombia

Octubre de 2009

1.000 ejemplares

ISBN: 978-958-8343-36-5

CITACIÓN SUGERIDA:

Obra completa: Villarreal-Leal H., Álvarez-Rebolledo M., Higuera-Díaz M., Aldana-Domínguez J., Bogotá- Gregory J. D., Villa-Navarro F. A., Von Hildebrandt P., Prieto-Cruz A., Maldonado-Ocampo J. A., Umaña-Villaveces A.M., Sierra S. y Forero F. 2009. Caracterización de la biodiversidad de la selva de Matavén (sector centro-oriental) Vichada, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales Indígenas de la selva de Matavén (AcatiseMA). Bogotá, D. C., Colombia. 186 p. + DVD.

Por capítulos: Prieto-Cruz A. 2009. Vegetación. 97-114 pp. En: Villarreal-Leal H., Álvarez-Rebolledo M., Higuera-Díaz M., Aldana-Domínguez J., Bogotá- Gregory J. D., Villa-Navarro F. A., Von Hildebrandt P., Prieto-Cruz A., Maldonado-Ocampo J. A., Umaña-Villaveces A.M., Sierra S. y Forero F. 2009. Caracterización de la biodiversidad de la selva de Matavén (sector centro-oriental) Vichada, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales Indígenas de la selva de Matavén (AcatiseMA). Bogotá, D. C., Colombia. 186 p. + DVD.

PALABRAS CLAVE:

Caracterización, biodiversidad, Matavén, Vichada, Colombia, paisajes, vegetación, insectos, aves, peces, conservación, manejo y administración.



Esta publicación ha sido impresa en papel ecológico elaborado a partir de bagazo de caña y un bajo porcentaje de madera obtenida de bosques industriales, lo cual minimiza la tala de bosques naturales. Conserva el color crudo para evitar el impacto negativo de los blanqueadores sobre el agua.

Contexto y área de estudio Caracterización de los paisajes	Héctor Villarreal-Leal Agrólogo hfvillarreal@hotmail.com
Vegetación	Adriana Prieto-Cruz Bióloga adrianaprietoc@gmail.com
Insectos	Mónica Ospina-Correa Bióloga monicaospinac@hotmail.com Mónica Higuera-Díaz Bióloga moniposah@yahoo.com
Aves	Juanita Aldana-Domínguez Bióloga juanitaldana@gmail.com Mauricio Álvarez-Rebolledo Biólogo malvarez65@gmail.com Ana María Umaña-Villaveces Bióloga anaumana@gmail.com Socorro Sierra-Buitrago msierra@humboldt.org.co Fernando Forero fforero@humboldt.org.co
Peces	Javier Alejandro Maldonado-Ocampo Ecólogo gymnopez@gmail.com Juan David Bogotá-Gregory Biólogo juandbogota@hotmail.com Francisco Antonio Villa-Navarro Biólogo marino favilla@ut.edu.co

Investigadores invitados

- Patricio von Hildebrand, Fundación Puerto Rastrojo
- Francisco A. Villa-Navarro, Universidad del Tolima
- Nelsa de la Hoz, Asesora Plan de Ordenamiento Territorial (Acatiseма)

Miembros de las comunidades indígenas locales del Resguardo Unificado de la Selva de Matavén (etnias piaroa, puinave, sikuane y piapoco) que acompañaron la fase de campo de la caracterización biológica en la selva de Matavén:

- Caracterización de los paisajes: Camilio Pulido, Esteban Niño, Alejandro Pérez Bautista
- Aves: Luis Roza Manrique, Celedonio Ortiz; Carlos Bautista
- Plantas: Nelsa de la Hoz (asesora POT, Acatiseма), Marcelo Suárez Rivera
- Peces: Hermes Rivera Gaitán, Miguel Garrido García, Luis Carlos Catimay
- Insectos: Luis Emilio Gaitán, Saúl Garrido

Asistentes de campo y laboratorio, Instituto Humboldt

- Sandra Medina (plantas)
- Socorro Sierra (aves)
- Fernando Forero (aves y logística)
- Luis Edier Franco (insectos)
- Silverio Terakami (plantas)



- 9 | Agradecimientos
- 11 | Presentación
- 13 | Introducción
- 17 | Información general
- 19 | **Resumen ejecutivo**
- 21 | La importancia de caracterizar la biodiversidad
- 21 | Comunidades humanas
- 22 | Amenazas principales en la región
- 22 | Antecedentes y justificación del estudio
- 22 | Objetivos del estudio
- 23 | Métodos
- 23 | Resultados principales
- 31 | Alternativas de conservación, manejo y administración para la protección de la selva de Matavén
- 31 | Conclusiones principales
- 32 | Principales recomendaciones para la protección y el manejo
- 32 | Bibliografía
- 33 | **Executive Summary (Selected Chapters)**
- 35 | Background
- 36 | General Introduction
- 40 | Chapter 1: Context and Study Area
- 49 | Chapter 7: Conceptual Guidelines, Conservation, Management and Administrative Alternatives for the Protection of the Matavén Forest
- 65 | Chapter 8: Summary and Recommendations
- 67 | Acronyms
- 67 | Common spanish terms look up table

69 | Capítulo 1: Contexto y área de estudio

71 | Área de estudio

71 | Paisajes caracterizados y sitios de muestreo

74 | Contexto geográfico regional de la selva de Matavén

77 | Contexto metodológico

79 | Literatura citada

81 | Capítulo 2: Caracterización de los paisajes

83 | Introducción

83 | Métodos

85 | Descripción de los paisajes

93 | Conclusiones y recomendaciones

94 | Bibliografía

97 | Capítulo 3: Vegetación

99 | Introducción

100 | Métodos

102 | Análisis de resultados

103 | Resultados y discusión

112 | Conclusiones y recomendaciones

113 | Bibliografía

115 | Capítulo 4: Insectos

117 | Introducción

119 | Métodos

121 | Resultados y discusión

138 | Conclusiones

139 | Recomendaciones

139 | Literatura citada

143 | Capítulo 5: Aves

145 | Introducción

146 | Métodos

149 | Resultados y discusión

164 | Conclusiones

164 | Recomendaciones

165 | Bibliografía

167 | Capítulo 6: Peces**169 |** Introducción**169 |** Métodos**171 |** Resultados y discusión**175 |** Conclusiones**176 |** Recomendaciones**177 |** Literatura citada**181 | Capítulo 7: Síntesis y recomendaciones****183 |** Síntesis**183 |** Recomendaciones**185 |** Literatura citada**Anexos (formato digital en DVD)****Anexo 2.1.** Formato de toma de datos en campo para la descripción integral de paisajes**Anexo 2.2.** Resultados de análisis de laboratorio de los suelos (horizontes minerales)**Anexo 3.1.** Lista de las especies colectadas en la caracterización de la vegetación**Anexo 4.1.** Especies de escarabajos coprófagos colectadas en el sector centro-oriental de la selva de Matavén**Anexo 4.2.** Especies de hormigas colectadas en el sector centro-oriental de la selva de Matavén**Anexo 4.3.** Especies de mariposas diurnas colectadas en el sector centro-oriental de la selva de Matavén**Anexo 4.4.** Listado de especies de mariposas con importancia económica para el sector centro-oriental de la selva de Matavén**Anexo 5.1.** Lista de especies de aves capturadas en los cinco paisajes caracterizados**Anexo 5.2.** Lista general de especies de aves registradas en cada paisaje**Anexo 5.3.** Lista general de especies de aves registradas**Anexo 6.1.** Coordenadas geográficas, altitud y parámetros fisicoquímicos de las estaciones de colecta (ICT) en el caño Matavén, Vichada**Anexo 6.2.** Listado de especies registradas en el caño Matavén, Vichada**Anexo 7.** Lineamientos conceptuales y alternativas de conservación, manejo y administración para la protección de la selva de Matavén**Anexo 8.** Elementos preliminares y en discusión para avanzar hacia la definición de un Régimen de Manejo Especial (REM) en áreas sobrepuestas de resguardos indígenas y parques nacionales naturales**Anexo 9.** Memoria de viaje de la expedición para la caracterización de la biodiversidad del sector nororiental de la selva de Matavén

Contenido

- Anexo 10.** Lista de vocalizaciones y especies de aves seleccionadas, colectadas en la selva de Matavén
- Anexo 11.** Vocalizaciones de especies de aves seleccionadas, colectadas en la selva de Matavén
- Anexo 12.** Mapa cobertura general del suelo Matavén
- Anexo 13.** Documentación fotográfica
- Anexo 14.** PDF de la publicación impresa



Refrendamos nuestra gratitud a las siguientes entidades y personas que se articularon en diferentes momentos durante el desarrollo del proyecto:

A la Embajada de Holanda en Colombia por la financiación del proyecto para la caracterización biológica de la selva de Matavén, Vichada.

Al Institute for Environmental Security, entidad que suministró los recursos financieros para la publicación y distribución de este documento, en el marco del programa *Environmental Security for Poverty Alleviation, Case Estudy: Promotion Environmental Security and Poverty Alleviaion in the Matavén Area of Colombia*. El IES también suministró parte de los recursos financieros para capacitar a un grupo representativo de miembros de las comunidades indígenas de la selva de Matavén en técnicas de muestreo de los grupos biológicos estudiados.

A la Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales Indígenas de la Selva de Matavén (Acatisema), Vichada, Colombia. En especial a Nelsa de la Hoz, Asesora del Plan de Ordenamiento Territorial, por su permanente y valioso apoyo durante la vida del proyecto, y a Víctor Raúl Yanave, Representante Legal.

A la Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo (GTZ), entidad que, a través del Instituto Humboldt, en el marco del proyecto *Biodiversidad y desarrollo en ecorregiones estratégicas de Colombia-Orinoquia*, aportó parte de los recursos financieros para el entrenamiento a miembros indígenas de la selva de Matavén en técnicas de muestreo.

A Tropenbos Colombia y al Ecofondo por el apoyo técnico y temático dado a Acatisema en desarrollo del proyecto.

A Juan Manuel Díaz por la revisión de la versión final del informe que precedió a este documento.

Al profesor Francisco Villa, Universidad del Tolima, por su participación en los muestreos de peces.

A los asistentes de campo del equipo Gema. Su conocimiento y apoyo en campo y laboratorio resultan, como siempre, muy valiosos: Socorro Sierra, Sandra Medina, Fernando Forero, Luis Edier Franco.

A Adisedit Camacho, gestora Proyecto Orinoquia-GTZ.

A Camilio Pulido (hijo) por su apoyo en campo.

A los miembros de las comunidades indígenas del Resguardo Unificado de la selva de Matavén (procedentes de diversos sitios del resguardo) de las etnias piaroa, puinave, sikuane y piapoco por su participación y apoyo durante la etapa en campo: Camilio Pulido (Sarrapia-Caño Fruta), Esteban Niño (río Orinoco), Alejandro Pérez Bautista (Bajo Guaviare), Hermes Rivera Gaitán (San Rafael de Morocoto, Brazo-río Guaviare), Miguel Garrido García (Manajuare, Brazo-río Guaviare), Luis Carlos Catimay (Alto Vichada),

Carlos Bautista (Bajo Guaviare), Luis Rozo Manrique (Alto Vichada), Celedonio Ortiz (Sarrapia-caño Fruta), Luis Emilio Gaitán (Morichal, Brazo-río Guaviare, Saúl Garrido (Manajuare, Brazo-río Guaviare) y Marcelo Suárez Rivera (Berlín, Bajo río Guaviare).

A la comunidad indígena piaroa de la comunidad de Sarrapia, por el apoyo dado en desarrollo de la etapa de campo, en especial a los colaboradores que participaron en diversas actividades de durante el trabajo de campo (transporte, guianza y preparación de alimentos, entre otras): Abraham Cayupare, Camilio Pulido (padre), Moisés Solís, Matilde Fuentes, Trina Pérez, Luz Gonzáles Octavio Sucre y José Sucre.

A las Fuerzas Militares de Puerto Inírida y de la boca del caño Matavén por su anuencia y comprensión para el desarrollo del trabajo de campo.

A Don Milu por su ayuda para la movilización fluvial de la expedición

Plantas: A Silverio Terakami y Marcelo Suárez

Insectos: A Luis Edier Franco Galeano y Miguel Ángel Torres Pineda, auxiliares de entomología del Instituto Humboldt por su apoyo en la limpieza, separación y etiquetado de las muestras en laboratorio; a Irina Tatiana Morales Castaño, Sandra Liliana Rodríguez Puerto, Fredy Molano Rendón, Giovanni Fagua y Jean Francois LeCrom por el apoyo en la identificación de escarabajos coprófagos y mariposas; a Francisco Antonio Nieto por la toma de las fotografías de mariposas para la Galería de Historia Natural.

Aves: A Germán Mejía por su invaluable ayuda en los análisis, en la depuración de los datos y en las discusiones sobre varios temas de la investigación; a Gary Stiles por su ayuda en la determinación taxonómica de algunas especies y por permitirnos el acceso a la colección de aves del Instituto de Ciencias Naturales; a Ana María Umaña por su colaboración en la discusión de algunos análisis y resultados y a Christian Devenish por su ayuda en el análisis de Aicas. Finalmente, a Luis Arturo Roso (Pirata).



La región conocida como la selva de Matavén es considerada una zona de transición entre las grandes selvas de la Amazonia y las extensas sabanas de la Orinoquia. Reviste un especial interés biológico, no sólo por su posición biogeográfica, sino por su buen estado de conservación, con menos del 5% de la superficie total transformada en zonas de cultivo y rastrojos.

El presente estudio constituye la primera caracterización sistemática de la biodiversidad de la cuenca baja del caño Matavén y el río Orinoco (zona centro-oriental de la selva de Matavén). Paralelamente se impartió capacitación en técnicas de muestreo para la caracterización de la biodiversidad y del paisaje a once miembros de las comunidades indígenas del Resguardo Unificado de la selva de Matavén. De otro lado, un amplio archivo sonoro de aves y de documentación fotográfica de cada grupo biológico y de los paisajes fue conformado, con potencial de apoyar en el futuro procesos de educación de las comunidades indígenas locales, en temas de concientización y divulgación de la riqueza biológica que representa la selva de Matavén.

La caracterización biológica abarcó cinco paisajes (cuatro boscosos y uno de sabanas), seleccionados con base en sus atributos fisiográficos diferenciadores. Las características internas y externas de los cinco paisajes fueron analizadas en detalle, en cuanto a la geomorfología, litología/materiales parentales, hidrología y suelos (Capítulo 2). Estos factores permiten elucidar la formación de los paisajes estudiados y, a su vez, comprender la diversidad y la composición de los organismos registrados en los mismos.

Bajo una metodología estandarizada (Villarreal *et al.* 2004), aplicada en todos paisaje estudiados, se obtuvo la representatividad del muestreo, la composición taxonómica (especies, familias, ordenes), los patrones de diversidad (riqueza de especies-diversidad alfa) y la complementariedad (grado de cambio en la composición de especies-diversidad beta) de la comunidad de plantas leñosas (Capítulo 3), insectos (específicamente escarabajos coleópteros, hormigas y mariposas; Capítulo 4) y aves (Capítulo 5). Además, se llevaron a cabo muestreos rápidos complementarios de los mismos grupos biológicos en varios paisajes transformados, con vegetación en proceso de recuperación natural.

Paralelamente, se determinó la composición de peces mediante muestreos realizados en tres cuerpos de agua (Capítulo 6). Las alternativas de conservación, manejo y administración para la protección de la selva de Matavén son analizadas en detalle en el Capítulo 7, y las recomendaciones son presentadas en el Capítulo 8. Por último, se documentó la organización y el desarrollo de la expedición de campo para la caracterización de la biodiversidad (Anexo 8.2).

Los anexos citados en este documento (listados de especies de todos grupos biológicos, vocalizaciones de aves y la memoria de la expedición de campo, entre otros) se encuentran insertos en el DVD, al final del mismo.



La investigación y el monitoreo han sido ampliamente reconocidos como herramientas esenciales para la conservación y el manejo de la biodiversidad en Colombia (Zambrano 2001, Memorando de Entendimiento 2006). Caracterizar la biodiversidad presente en los diversos ecosistemas del país constituye un paso fundamental en esta dirección. ¿Qué elementos componen la biodiversidad en el territorio nacional?, ¿cómo se distribuyen y organizan estos elementos en el espacio y en el tiempo? y ¿cómo interactúan entre sí? son algunas de las preguntas que las caracterizaciones biológicas buscan responder. Para Colombia, reconocido como uno de los cinco países megadiversos (Mittermeier *et al.* 1999), la tarea de inventariar y caracterizar la biodiversidad es una labor enorme y compleja.

El conocimiento de la biodiversidad puede ser abordado desde el modelo de organización jerárquica de la biodiversidad propuesto por Noss (1990). Éste se basa en la combinación de cuatro niveles de la biodiversidad: paisaje regional, ecosistemas-poblaciones, comunidades-especies e individuos-genes, y de tres atributos: composición, estructura y función. Esta aproximación resalta la complejidad de la diversidad biológica y sus implicaciones para conocerla y conservarla.

El diagnóstico realizado por Kattán y Murcia (2000) sobre el conocimiento generado en el Sistemas de Parques Nacionales Naturales (SPNN) resalta que la investigación (hasta el año 2000) está centrada principalmente en estudios de composición de comunidades bióticas, conocidos como inventarios. Estos se enfocan en responder la pregunta ¿qué elementos componen la biodiversidad?, estableciendo el número de especies presentes en un área o hábitat determinado (diversidad alfa). Recientes aproximaciones (p.e. IAVH 1999, Kattán *et al.* 2005) se han concentrado en elucidar los patrones de distribución de comunidades bióticas que coexisten como nivel de organización, para responder a la segunda pregunta enunciada: ¿cómo se distribuyen y se organizan los elementos de la biodiversidad en el espacio y en el tiempo? A partir de la determinación de la diversidad alfa es posible conocer el grado de recambio de las especies entre diferentes localidades, hábitats paisajes. Esta diversidad, conocida como diversidad beta, permite definir qué tan diferentes son las comunidades o ensamblajes de especies, por ejemplo, entre localidades.

El patrón de diferenciación espacial de la biota ha sido identificado como factor esencial para el diseño de áreas protegidas regionales (Kattán *et al.* 2005). De esta manera, un alto grado de recambio de especies entre dos localidades (pocas especies compartidas entre localidades) implicaría que ambos ensamblajes son irremplazables para la conservación, mientras que un recambio bajo indicaría que al conservar una localidad se estaría conservando la mayoría de las especies que se encuentran en la otra.

El presente estudio aporta al conocimiento de la biodiversidad de la región conocida como la selva de Matavén, contribuyendo así a la construcción del inventario nacional de biodiversidad. Con una extensión de 2'150.000 ha, la selva de Matavén se localiza en el extremo suroriental del departamento de Vichada. Se distribuye entre los ríos Vichada al norte, Guaviare, al sur, Orinoco, al oriente, y el caño Chupave, al occidente. Actualmente, el área corresponde al Resguardo Unificado Selva de Matavén y está habitada por 12.000 indígenas de las etnias sikuni, piapoco, piaroa, puinave, curripaco y cubeo.

La región está cubierta por selvas y sabanas que conforman una transición entre las grandes selvas de la Amazonia y las extensas sabanas de la Orinoquia. Por su gran afinidad florística con los bosques húmedos de la Amazonia, se le considera el límite norte de esta región fitogeográfica. El entorno natural está en buen estado de conservación con menos del 5% de la superficie total transformada en zonas de cultivo y rastrojos (Von Hildebrand, Capítulo 7 este informe). No obstante, la región ha sido poco explorada desde el punto de vista biológico, por lo que el nivel de conocimiento de su biota es incipiente

La selva de Matavén reviste especial interés biológico tanto por su estado de conservación actual, como también por su posición biogeográfica entre las sabanas de la Orinoquia y los bosques húmedos de la Amazonia. En consecuencia, algunos estudios identifican a la selva de Matavén como un área potencial para ser incorporada al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Biocolombia 2000). En particular, la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESP-NN) ha considerado la selva de Matavén como un área importante para la conservación mediante una figura legal de protección. Lo expuesto se revela como un posible escenario para ensayar nuevos esquemas de coadministración de áreas, armonizando los intereses entre las entidades sectoriales ambientales legales reconocidas y las comunidades indígenas locales para la defensa, el manejo y la conservación de áreas silvestre de alto valor biológico (ver Capítulo 7).

Varias entidades, en especial la Fundación Etnollano, dentro del Programa Coama (Consolidación Amazónica-Colombia), han llevado a cabo estudios y han dado asesoramiento en programas de educación, salud, producción y manejo de recursos naturales a las comunidades indígenas locales asentadas a lo largo de los ríos Vichada, Guaviare, y el brazo Amanavén, y en los caños Matavén y Fruta, en los municipios de Cumaribo y Puerto Inírida (departamentos de Vichada y Guainía, respectivamente). Otros procesos y actividades realizadas se han orientado hacia la consolidación y el reconocimiento colectivo de los derechos territoriales de las comunidades indígenas, el proceso de declaración legal del Resguardo Unificado Selva de Matavén y la defensa de la identidad cultural.

Antes del año 2003, la región incluía un cinturón de 16 resguardos indígenas, dispuestos de manera más o menos continua a lo largo de los límites septentrional, oriental y meridional, y un gran núcleo central de terrenos baldíos. A través de un largo proceso de análisis y discusión, las comunidades indígenas, con el acompañamiento de la Fundación Etnollano, identificaron la necesidad de unificar el manejo de los resguardos debido a la importancia que, para la subsistencia de las comunidades y para la perpetuación de la integridad ecosistémica regional, revestían las selvas y sabanas del núcleo central (Von Hildebrand, Capítulo 7).

Después de considerar diferentes estrategias para garantizar la conservación de los ecosistemas y las comunidades indígenas, ya poco a poco reunidas bajo la Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales Indígenas de la Selva de Matavén (Acatiseма), optaron por la figura de resguardo. El Incora (Instituto Colombiano de Reforma Agraria) expidió la Resolución 037 del 22 de julio de 2003, a través de la cual toda la región de la selva de Matavén se constituyó como un gran resguardo, el Resguardo Unificado Selva de Matavén, que incluyó tanto los 16 resguardos originales, como también el núcleo de terrenos otrora baldíos.

Acatiseма nació del interés de crear una organización legal que representara y defendiera los intereses de las comunidades indígenas locales. Esta organización ha llevado a cabo acciones enfocadas al fortalecimiento comunitario, a la preservación cultural y social de las comunidades indígenas locales, así como a la consolidación territorial y a la conservación del medio natural y de la biodiversidad.

En este contexto, Acatiseма, a través de Víctor Yanave, representante legal, y del Comité Coordinador, manifestó su interés en avanzar en el conocimiento biológico de la selva de Matavén, en el marco del proyecto *Fortalecimiento de la autonomía comunitaria en torno a vida, territorio y medio ambiente*.

Dicho interés fue priorizado por considerarlo de vital importancia para la protección del territorio de la selva de Matavén. Para tal fin, Acatisea solicitó al Instituto Humboldt una propuesta técnica y económica, la cual fue aprobada por ésta, y en noviembre de 2006 se firmó un convenio de cooperación interinstitucional, en el que Acatisea aportó el 69% de los recursos financieros, a través del *Programa Amazónico*, financiado por la Embajada de Holanda. El Instituto Humboldt aportó una contrapartida (29%) representada en equipos de campo y laboratorios, así como en parte del personal requerido, financiado con recursos provenientes del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

Los recursos financieros necesarios para capacitar a algunos miembros de las comunidades indígenas locales en técnicas de muestreo, evento realizado en la sede del Instituto Humboldt en Villa de Leyva, Boyacá, fueron aportados por el Instituto, a través del proyecto *Biodiversidad y desarrollo en ecorregiones estratégicas de Colombia-Orinoquia*, financiado por la GTZ (Agencia Alemana de Cooperación Técnica) y por el Institute for Environmental Security, en el marco del proyecto *Promotion Environmental Security and Poverty Alleviation in the Matavén Area of Colombia*.

La caracterización de la biodiversidad realizada en la selva de Matavén entre marzo y abril del 2007 constituyó un esfuerzo de cooperación y financiación mutuo entre Acatisea y el Instituto Humboldt. De esta forma, el Instituto Humboldt contribuyó al desempeño de su misión de coordinar, promover y realizar investigación. Así mismo, al desarrollo de dos de sus funciones establecidas por la Ley 99 de 1993, a saber, la realización de investigación científica y tecnológica en biodiversidad, y la conformación del inventario nacional de la biodiversidad.

Esta publicación recopila los resultados obtenidos durante la caracterización de la biodiversidad de la selva de Matavén llevada a cabo por el Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (Gema) del Instituto Humboldt. Sin embargo, este trabajo se enmarca en un contexto más amplio, con dos líneas principales de trabajo. Por un lado, aporta al conocimiento científico de la biodiversidad de grupos definidos (plantas, aves, insectos y peces) y de los paisajes, determinando el estado actual de la biodiversidad, los ecosistemas y sus relaciones con el paisaje regional. Por otro lado, este trabajo incluyó un proceso de capacitación de las comunidades indígenas locales en técnicas de muestreo para la caracterización de la biodiversidad y de los paisajes. Esta actividad se realizó en dos etapas: a) entrenamiento en el terreno durante el desarrollo de los muestreos de campo en la selva de Matavén; y b) entrenamiento complementario (organización de muestras y procesamiento de datos, entre otros temas) en los laboratorios del Instituto Humboldt en la sede de Villa de Leyva, Boyacá, entre el 9 y 13 de julio de 2007.

Esta estrategia de capacitación (en el sitio de muestreo y en el Instituto) de comunidades locales, aplicadas también en otras zonas del país, ha demostrado ser efectiva en el aprendizaje y la asimilación de las técnicas de muestreo empleadas por el equipo Gema. Dicha capacitación tiene como propósito generar capacidad local para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. De esta forma, las comunidades locales se convierten en un instrumento de réplica, que les permite conocer, valorar y apropiarse de su entorno natural, así como reconocer los beneficios derivados de su conservación.

Experiencias en tal sentido con las comunidades indígenas ingano-kuna de la cuenca alta del río Fragua, Caquetá, y kofán del Alto Putumayo, aportaron a la justificación para la declaratoria de creación del Parque Nacional Natural Alto Fragua-Indiwasi, por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), en el caso del primero, y para la valoración biológica de sus territorios con fines de reconocimiento legal, en el caso del segundo. Aunando esfuerzos, voluntades y competencias, este tipo de alianzas locales como las descritas, no sólo han resultado viables, sino satisfactorias en el sentido de las bondades recíprocas recibidas, al compartir los resultados desde perspectivas e intereses diferentes de las entidades involucradas.

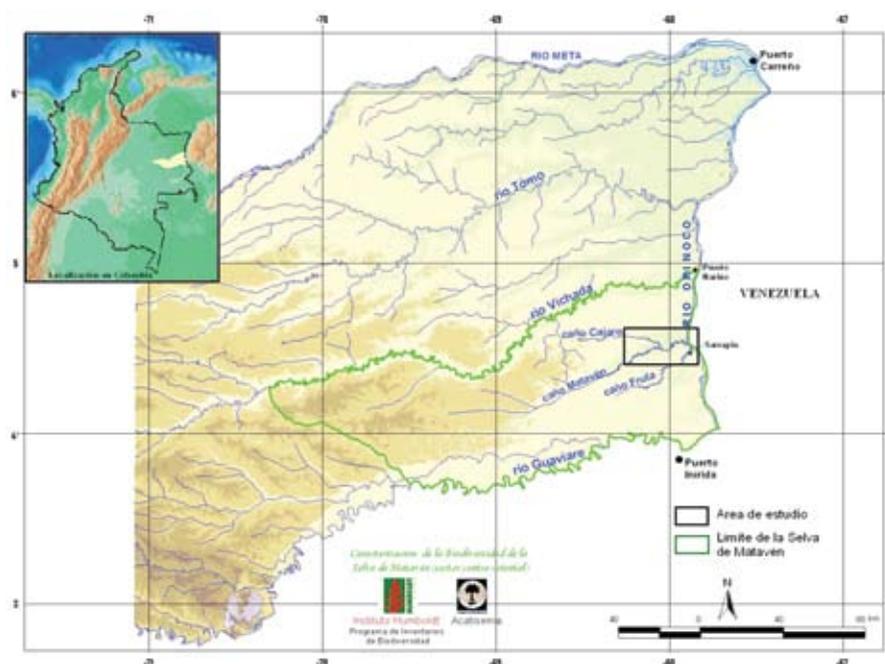
Por lo tanto, las dos líneas descritas del presente trabajo están orientadas a aportar elementos de sustento que permitan garantizar la conservación de la biodiversidad y de los bienes y servicios ambientales derivados de ella en la región selva de Matavén.

En este sentido, el objetivo general de la caracterización fue aportar al conocimiento de la diversidad biológica de grupos taxonómicos definidos en paisajes seleccionados de la selva de Matavén, que tenga aplicabilidad en la conservación y manejo de esta área. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Identificar y caracterizar los paisajes del sector centro-oriental de la selva de Matavén, basándose en el análisis de los factores que han contribuido a la formación de los mismos, con el fin de seleccionar paisajes representativos para el desarrollo de los muestreos biológicos.
- Llevar a cabo caracterizaciones de aves, plantas, insectos (hormigas, mariposas y escarabajos coprófagos) y peces en cinco paisajes representativos de la selva de Matavén y en tres cuerpos de agua, con el fin de generar información primaria que permita evaluar el estado general de conservación del área de estudio y sus valores biológicos, como aporte a la toma de decisiones para la conservación de la selva de Matavén.
- Capacitar a miembros de las comunidades indígenas locales en las técnicas de muestreo empleadas por el equipo Gema.

Literatura citada

- Armenteras D., Gast F. & Villarreal H. 2003. Andean Forest Fragmentation and the Representativeness of Protected Natural Areas. *Biological Conservation* 113: 245-256.
- Biocolombia. 2000. Diseño de estrategias, mecanismos e instrumentos requeridos para la puesta en marcha de un sistema de áreas naturales protegidas. Bogotá, Colombia. Inédito.
- IAvH, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 1999. Caracterización de la biodiversidad en áreas prioritarias de la vertiente oriental de la cordillera Oriental. Programa de Inventarios de Biodiversidad; IAvH. Villa de Leyva, Colombia.
- Kattán G. y Murcia C. 2000. Desarrollo de una estrategia de investigación en biología de la conservación en el Sistema de Parques Nacionales Naturales. Convenio Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales-UA-ESPNN y Fundación Ecoandina. Bogotá-Colombia.
- Kattán, G. H., P. Franco, C. A. Saavedra, C. Valderrama, V. Rojas, D. Osorio & J. Martínez. 2005. Spatial Components of Bird Diversity in the Andes of Colombia: Implications for Designing a Regional Reserve System. *Conservation Biology* 20(4):1203-1211.
- Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, Sina, y se dictan otras disposiciones.
- Memorando de Entendimiento. 2006. Propuesta de Plan de Acción del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia PA-Sinap. Propuesta técnica. Versión diciembre 1 de 2006. Manuscrito. 447p.
- Mittermeier R.A., Myers N. & Mittermeier C.G. 1999. Biodiversidad amenazada. Las ecorregiones terrestres prioritarias del mundo. Cemex y Conservación Internacional 430p.
- Noss R.F. 1990. Indicators for Monitoring Biodiversity: a Hierarchical Approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.
- Resolución 037 del 22 de julio de 2003. Por el cual el Incora crea el Resguardo Unificado y ampliado de la selva de Matavén con un área total protegida de 1.849.613 hectáreas.
- Villarreal H., Álvarez M., Córdoba S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M. y Umaña A.M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia. 243p.
- Zambrano H. 2001. Investigación en áreas de Parques Nacionales Naturales: Prioridades para un mejor conocimiento de la realidad ambiental de las áreas. Documento interno de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Bogotá, Colombia. 35p.



Región: selva de Matavén, sector centro-oriental, cuenca baja del caño Matavén, departamento de Vichada, Colombia.

Extensión: 2.150.000 hectáreas.

Habitantes: 12.000 indígenas de las etnias sikuni, piapoco, piaroa, puinave, curripaco y cubeo.

Sitios muestreados: cuatro paisajes boscosos y uno no boscoso (sabana) localizados al borde occidental del Escudo Guayanés.

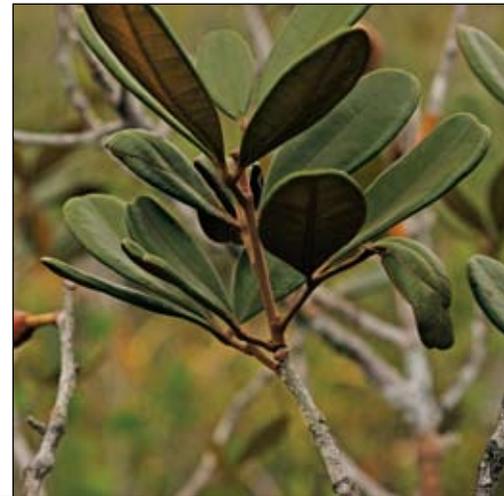
Fechas del trabajo: Fase de presalida: de campo: enero de 2007, fase de campo: marzo a abril de 2007, fase de oficina y laboratorio: abril, a julio de 2007.

Organismos estudiados: Componente biológico: plantas leñosas, aves, mariposas, hormigas, cucarrones o escarabajos del estiércol y peces. Componente geográfico: caracterización integral de los paisajes.

Financiación y apoyo:

- Convenio: Instituto Humboldt-Acatísema No. 06-0633 de noviembre de 2006.
- Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales de la Selva de Matavén (Acatísema) (69%) en el marco del proyecto "Fortalecimiento de la autonomía comunitaria en torno a vida, territorio y medio ambiente en subregiones amazónicas". Éste hace parte del Programa Amazónico, financiado por la Embajada de Holanda. En su primera parte, el proyecto tuvo el apoyo técnico y temático de Tropenbos Colombia y en su parte final de Ecofondo.
- Instituto Humboldt y GTZ (Agencia Alemana de Cooperación Técnica) (31%), con el apoyo del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Institute for Environmental Security suministró los recursos financieros para la publicación y distribución de este documento, en el marco del programa *Environmental Security for Poverty Alleviation, Case Study: Promotion Environmental Security and Poverty Alleviation in the Matavén Area of Colombia*. También suministró parte de los recursos financieros para capacitar a un grupo representativo de miembros de las comunidades indígenas de la selva de Matavén en técnicas de muestreo de los grupos biológicos estudiados.

Resumen ejecutivo





La importancia de caracterizar la biodiversidad

La investigación biológica ha sido ampliamente reconocida como una herramienta esencial para la conservación y el manejo de la biodiversidad en Colombia (Memorando de Entendimiento 2006).

Caracterizar la biodiversidad presente en los diversos ecosistemas del país constituye un paso fundamental en esta dirección. ¿Qué elementos componen la biodiversidad en el territorio nacional?, ¿cómo se distribuyen y se organizan estos elementos en el espacio y en el tiempo?, y ¿cómo interactúan entre sí? son algunas de las preguntas que las caracterizaciones biológicas buscan responder. Para Colombia, reconocido como uno de los cinco países megadiversos (Mittermeier *et al.* 1999), la tarea de caracterizar la biodiversidad es una labor enorme y compleja.

Durante décadas e iniciando con los trabajos pioneros de los primeros naturalistas como Mutis y Humboldt, las caracterizaciones biológicas se concentraron en contestar la primera pregunta: ¿Qué elementos componen la biodiversidad? Estos describen cuantitativa y cualitativamente las especies presentes en un área o hábitat específico, determinando primero la riqueza de especies. A partir de ésta y combinándola con la equidad (como los individuos se distribuyen entre las especies), se puede obtener la diversidad alfa.

Recientes aproximaciones (IAvH 1999, Armenteras *et al.* 2003, Kattán *et al.* 2005) se han concentrado en elucidar los patrones de distribución de comunidades bióticas, para responder la segunda pregunta enunciada: ¿cómo se distribuyen y se organizan los elementos de la biodiversidad en el espacio y en el tiempo? Para esto, se determina el grado de recambio de las especies entre diferentes localidades o hábitats seleccionados; es decir qué tan diferentes son las comunidades o ensamblajes de especies entre localidades. Esta diversidad es conocida como diversidad beta.

La diversidad beta es un factor importante para el diseño de áreas protegidas regionales (Kattán *et al.* 2005). De esta manera, un alto grado de recambio entre dos localidades (pocas especies compartidas entre lugares) implicaría que ambos ensamblajes son irremplazables para la conservación, mientras que uno bajo indicaría que al conservar una localidad se estaría conservando la mayoría de las especies que se encuentran en la otra localidad.

Comunidades humanas

La selva de Matavén está habitada por 12.000 indígenas de las etnias sikuni, piapoco, piaroa, puinave, curripaco y cubeo. Antes del año 2003, la región incluía un cinturón de 16 resguardos indígenas, y un núcleo central de terrenos baldíos. A través de un largo proceso de análisis y discusión, las comunidades indígenas con el acompañamiento de la Fundación Etnollano, identificaron la necesidad de unificar el manejo de los resguardos, debido a la importancia que, para la subsistencia de las comunidades y para la perpetuación de la integridad ecosistémica regional, revisten las selvas y sabanas del núcleo central.

Después de considerar diferentes estrategias para garantizar la conservación de los ecosistemas, las comunidades, ya poco a poco reunidas bajo la Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales

Indígenas de la Selva de Matavén (Acatiseма), optaron por la figura de resguardo. El Incora (Instituto Colombiano de Reforma Agraria) expidió la Resolución 037 del 22 de julio de 2003, a través de la cual toda la región de la selva de Matavén se constituyó como un gran resguardo, Resguardo Unificado Selva de Matavén, que incluyó tanto los 16 resguardos originales, como el núcleo de terrenos antes baldíos.

Amenazas principales en la región

A través de numerosas reuniones, las comunidades indígenas de la selva de Matavén han identificado los problemas ambientales y han propuesto medidas necesarias para el adecuado manejo del entorno natural. En términos generales, resaltan problemas tales como:

- La cacería irracional e indiscriminada para el comercio.
- La pesca irracional, con fines comerciales y con técnicas inapropiadas.
- Los incendios no controlados en bosques, rastrojos y sabanas.
- La demanda irracional de recursos útiles (como palmas para materia prima de artesanías).
- La contaminación del agua por desechos tóxicos.

Sin embargo, la preocupación principal de las comunidades indígenas y de Acatiseма está asociada a la reciente priorización del gobierno nacional en la extracción de hidrocarburos. En los planes de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), toda la región de la selva de Matavén figura como una zona especial para la exploración y eventual explotación de petróleo y gas natural. Si bien las comunidades indígenas tienen el dominio sobre los recursos naturales renovables del resguardo, esta figura territorial no incluye el dominio sobre el subsuelo.

Antecedentes y justificación del estudio

La selva de Matavén reviste especial interés biológico tanto por su buen estado de conservación actual (con menos del 5% de la superficie total transformada en zonas de cultivo y rastrojos), como también por su posición biogeográfica, en parte, entre las sabanas de la Orinoquia y los bosques húmedos de la Amazonia. No obstante, la región ha sido poco explorada desde el punto de vista biológico, por lo que el nivel de conocimiento de su biota es incipiente.

El presente estudio constituye la primera caracterización sistemática de la biodiversidad de la cuenca baja del caño Matavén y el río Orinoco de la selva de Matavén (sector centrooriental). En consecuencia, ésta aporta al conocimiento de la biodiversidad de esta región del país y contribuye así a la construcción del inventario nacional de la biodiversidad.

Esta caracterización parte de la iniciativa de los miembros del comité coordinador y representantes del sector centro-oriental de Acatiseма. Por unanimidad, priorizaron la realización de esta actividad ya que la consideraron esencial para la protección de su territorio y como aporte a la toma de decisiones para la conservación de la selva de Matavén.

Objetivos del estudio

- Identificar y caracterizar los paisajes del sector centro-oriental de la selva de Matavén, con el fin de seleccionar paisajes representativos para el desarrollo de los muestreos biológicos.
- Llevar a cabo las caracterizaciones de aves, plantas e insectos (hormigas, mariposas y escarabajos coprófagos) en cinco paisajes representativos de la selva de Matavén, y de peces en tres cuerpos de agua; esto con el fin de generar información primaria que permita evaluar el estado general de con-

servación del área de estudio y sus valores biológicos, como aporte a la toma de decisiones para la conservación de la selva de Matavén.

- Evaluar las alternativas de conservación, manejo y administración para la protección de la selva de Matavén.
- Capacitar a miembros de las comunidades indígenas locales en las técnicas de muestreo empleadas por el equipo Gema.

Métodos

La caracterización biológica abarcó cinco paisajes: cuatro boscosos (uno de tierra firme, uno asociado a cerros rocosos y dos inundables) y uno no boscoso (sabanas), localizados en la cuenca baja del caño Matavén, al centro-oriente de la selva de Matavén (Tabla i).

En cada paisaje y para aves, plantas e insectos, se muestrearon el mismo número de sitios, y se llevaron a cabo observaciones de las características internas y externas de los paisajes. Los registros de peces fueron realizados a cabo en los caños Matavén, Cajaro, Negro y Fruta, y en el río Orinoco.

Las técnicas de muestreo de los paisajes y los grupos biológicos se ajustan a la propuesta metodológica del Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (Gema) del Instituto Humboldt, para ecosistemas boscosos (Villarreal *et al.* 2004) y acuáticos (Maldonado *et al.* 2005).

Tabla i. Paisajes caracterizados y grupos biológicos muestreados

Paisajes caracterizados	Código	Descripción	Grupos biológicos muestreados
Bosque de cerros rocosos residuales en granitos del Escudo Guayanés	BR	Bosques de cerro rocoso	Muestreos sistemáticos en cada paisaje: <ul style="list-style-type: none"> • Plantas leñosas • Aves • Insectos: mariposas, hormigas y escarabajos coprófagos. Componente geográfico: <ul style="list-style-type: none"> • Descripción y muestreo de los suelos. • Observaciones de la geomorfología, la litología y la hidrología en cada paisaje
Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén	BI-a	Bosque inundable sin sotobosque	
Bosque alto del plano inundable del caño Matavén	BI-b	Bosque inundable con sotobosque	
Sabanas en planicies arenosas (arenas blancas) ligeramente disectadas	SA	Sábanas	
Bosque de planicies sedimentarias antiguas moderadamente disectadas	BT-a	Bosque de tierra firme	

Resultados principales

7.1 Riqueza de especies de los grupos biológicos muestreados

Para plantas leñosas, aves, insectos y peces, las especies registradas presentaron componentes típicos de la Orinoquia y la Amazonia colombiana, resultado que resalta la gran heterogeneidad de la región selva de Matavén (Tabla ii).

Tabla ii. Número de especies y géneros registrados, y número de individuos colectados para los grupos biológicos estudiados

Grupo biológico	Número total de especies (o morfotipos) muestreadas	Número total de individuos colectados	Número total de géneros registrados
Plantas	121	899	183
Aves	249	3.030	189
Mariposas	198	1.033	95
Hormigas	96	2.056	48
Escarabajos estiércol	33	4.068	12
Peces	137	7.904	89

Paisajes caracterizados (vegetación y suelos)

› Bosque de cerros rocosos (BR) residuales en granitos del escudo guayanés

Vegetación: 102 especies

- Ubicado sobre afloramientos rocosos.
- Bosque alto denso.
- Dosel entre 15-20 m de altura.
- Familias principales del bosque: Leguminosae, Myristicaceae y Moraceae.
- Sotobosque denso.
- Altura máxima: 6 a 8 m.
- Familias principales del sotobosque: Arecaceae, Bombacaceae, Annonaceae y Apocynaceae.

Perfil del suelo:

- Bien drenados
- Superficiales (< 50 cm) a moderadamente profundos (50-90 cm).
- Colores dominantes pardo-amarillento fuerte.
- Ácidos (pH < 4,9).
- Fertilidad baja (bajos contenidos de bases, materia orgánica y fósforo).

› Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén (BI-a)

Vegetación: 67 especies

- Ausencia casi total de sotobosque por prolongado período de inundación.
- Inundaciones de 6 a 8 meses/año, que alcanzan una altura de 6-8 m.
- Fustes delgados y espaciados.
- Dosel abierto.
- Familias principales del bosque: Chrysobalanaceae, Tiliaceae y Leguminosae.

Perfil del suelo:

- Suelos jóvenes, mal drenados
- Sujetos a inundaciones periódicas
- Muy ácidos
- Ricos en materia orgánica
- Texturas franco-limosas
- En profundidad (>40 cm), los colores blancos y moteos grises evidencian el mal drenaje de los suelos

› Bosque alto del plano inundable caño Matavén (BI-b)

Vegetación: 77 especies

- Sujeto a inundaciones, pero con un período menor al de BI-a (4-6 meses).
- Altura del agua alcanza 3-4 m.
- Vegetación con una mayor altura del dosel (>20 m).

- Presencia de sotobosque denso, con palmas y leguminosas.
- Familias principales del bosque: Chrysobalanaceae, Leguminosae, Bombacaceae y Euphorbiaceae.

Perfil del suelo

- Suelos mal drenados
- Muy ácidos
- Ricos en materia orgánica
- Texturas franco-limosas
- Color blanco y moteados grises >60 cm de profundidad.

› **Bosque de planicies sedimentarias antiguas (BT-a)**

Vegetación: 102 especies

- Dosel entre los 10 y 13 m de altura.
- Intervención localizada por extracción selectiva (> 15 años).
- Árboles emergentes de aproximadamente 20 m de altura.
- Familias principales del bosque: Arecaceae, Rubiaceae, Myristicaceae, Euphorbiaceae y Sapotaceae.

Perfil del suelo

- Suelos bien drenados.
- Colores pardo-rojizos.
- Muy ácidos.
- Muy baja fertilidad.
- Texturas franco-arenosa y franco-arcillo arenosa.
- Formación de un horizonte de acumulación de hierro endurecido (petroplintita), a 65 cm de profundidad, de muy difícil penetración por la raíces.

› **Sabanas de planicies arenosas (arenas blancas) (SA)**

Vegetación: 107 especies

- Comprende sabanas bien drenadas (en relieve plano-convexo) y mal drenadas (en relieve plano-cóncavas).
- Tres tipos de vegetación:
 - (1) Sabanas arbustivas (SA-h): Pueden ser bien o mal drenadas.
 - (2) Los bosques del borde del caño (BBC): Bosque poco denso.
 - (3) Las matas de monte (MM): Difieren entre bien desarrollada hasta incipiente.

Perfiles del suelo:

(Izquierda, sabana bien drenada; derecha, sabana mal drenada)

- Suelos derivados de arenas blancas cuarcíticas
- Textura arenosa-franca y arenosa
- Muy ácidos, mMuy pobres en materia orgánica, muy baja fertilidad natural
- En sabanas mal drenadas, nivel freático a 65 cm de profundidad

Resultados principales por grupo biológico

El gran contraste fisiográfico entre los cinco paisajes muestreados se reflejó en el bajo número de especies compartidas en cada uno de los grupos muestreados (plantas leñosas, insectos y aves). Por lo tanto, el recambio de especies entre paisajes, es decir la diversidad beta, fue alto.

Durante las fases de campo y de laboratorio, once miembros de la comunidades Indígenas locales recibieron entrenamiento en técnicas de muestreo en los grupos biológicos estudiados y en la caracterización integral de los paisajes

Plantas: 121 especies registradas

Riqueza de especies

- El mayor número de especies fue registrado en la sabana (SA- 107 especies), debido a los tipos de vegetación que agrupa este paisaje: Bosques del borde del caño (BBC), matas de monte (MM) y sabanas con estrato herbáceo (SA-h).
- El bosque de cerros rocosos (BR) y el bosque sobre planicies sedimentarias (BT-a) le siguen en número de especies. Estos bosques tienen mayor complejidad vertical proporcionando así mayor número de nichos disponibles.
- Los bosques inundables (BI-a y BI-b) obtuvieron el menor número de especies.

Diversidad beta

Los valores de los índices de complementariedad [El índice de complementariedad (IC) evalúa que tan diferentes son dos paisajes en términos de la composición de especies del grupo biológico de interés. Este índice varía de 1 a 0. Los valores cercanos a 1 indican que los dos paisajes son muy diferentes en la composición de especies y que por lo tanto se complementan en una escala regional. El IC se calcula como 1- índice de Jaccard (índice de similitud)]. Entre los paisajes muestreados fueron mayores a 0,95. Esto indica que los paisajes presentan un alto recambio de especies de plantas leñosas (Tabla iii).

Tabla iii. Valores del índice de complementariedad (IC) de plantas leñosas entre los sitios muestreados. Diagonal (gris): Número de especies registradas; Superior diagonal: IC.

Paisaje	BI-a	BI-b	BR	BT-a	SA
BI-a	67	0,99	1	1	1
BI-b		77	0,99	0,98	1
BR			102	1	1
BT-a				102	1
SA					107

Aspectos generales

- En todos los paisajes, las comunidades de plantas leñosas presentaron un alta dominancia, lo cual indica que la distribución de los individuos de las especies no es equitativa: unas pocas especies tienen el mayor número de individuos.
- - El bosque alto del plano inundable (BI-b) fue el más equitativo.
- En las sabanas propiamente dichas (SA-h), se observa la dominancia de unas pocas especies.

Aves: 249 especies registradas**Familias más abundantes**

La gran mayoría de las especies de aves capturadas pertenecen a las familias *Thamnophilidae* (17%) y *Tyrannidae* (12%)

Abundancias de registros por especies

- Las comunidades de aves estuvieron conformadas por unas pocas especies dominantes (con muchos registros), y muchas especies con pocos registros, en todos los paisajes.
- Se registraron 39 especies con un solo individuo y sólo cuatro especies con más de 70 registros.

Aves migratorias

Se registraron ocho especies de aves migratorias de Norteamérica, en los bosques de tierra firme (BT-a) y de cerros rocosos (BR), y la sabana (S).

Diversidad beta

La composición de las comunidades de aves fue muy diferente entre paisajes, mostrando altos valores de recambio o diversidad beta (Índice de complementariedad $> 0,7$) (Tabla iv).

Tabla iv. Valores del índice de complementariedad (IC) de aves entre los sitios muestreados. Diagonal (gris): Número de especies registradas; Superior diagonal: IC.

Paisaje	BI-a	BI-b	BR	BT-a	SA
BI-a	42	0,78	0,88	0,86	0,85
BI-b		64	0,74	0,73	0,75
BR			83	0,73	0,79
BT-a				85	0,81
SA					85

Aspecto generales

- Ninguna especie capturada es endémica o está bajo alguna categoría de amenaza a la extinción.
- Del total de especies registradas en la selva de Matavén, 62 (25% del total) son especialistas de hábitat, es decir que sólo se encuentran en un hábitat.
- El bosque de tierra firme (BT-a) presentó la comunidad de aves más especialista en el uso del hábitat, con más de la mitad (51%) de las especies utilizando solamente este hábitat.
- La mayoría de las aves registradas en la selva de Matavén presentan una sensibilidad media y baja a los disturbios (35% y 40% respectivamente), mientras que la minoría presenta alta sensibilidad (26%).

Insectos**a) Escarabajos de estiércol: 33 especies colectadas****Composición**

Los géneros con mayor número de especies fueron *Canthon* con seis y *Dichotomius* y *Eurysternus* con cinco.

Registros importantes

Todas las especies encontradas ya habían sido registradas para la Orinoquia colombiana. Sin embargo, el 88% de las especies fueron registros nuevos para el departamento del Vichada.

Abundancias de registros por especies: Las comunidades de coprófagos de estiércol presentaron una alta dominancia por dos especies en dos de las unidades de paisaje muestreadas:

- El bosque bajo del plano inundable (BI-a): la especie *Canthon* sp.1 con 830 individuos y la especie *Uroxys* sp.1 con 382 registros.
- El bosque alto del plano inundable (BI-b), la especie dominante también fue *Uroxys* sp.1 con 628 individuos de los 650 colectados en todo el sitio.

Diversidad beta

Los valores del índice de complementariedad estuvieron por encima del 0,56, indicando así un alto recambio de especies entre todas las unidades de paisaje (Tabla v).

Tabla v. Valores del índice de complementariedad (IC) de escarabajos de estiércol entre los sitios muestreados. Diagonal: Número de especies registradas; Superior diagonal (gris): IC.

Paisajes	BR	BI-a	BI-b	BT-a	SA
BR	22	0,62	0,77	0,56	0,70
BI-a		14	0,81	0,63	0,84
BI-b			5	0,85	0,70
BT-a				28	0,86
SA					7

- Los géneros *Phanaeus*, *Cantonella* y *Copris* presentaron sólo una especie.
- La especies *Phanaeus* bispinus ha sido registrada como típicamente amazónica, asociadas a bosques húmedos tropicales y zonas del Escudo Guayanés.

b) Hormigas: 196 especies registradas

Composición

- Se encontraron representadas 11 subfamilias de hormigas neotropicales: La subfamilia más frecuente en el muestreo fue Myrmicinae con 43% de las especies registradas.
- El género más frecuente durante el muestreo fue Pheidole (Formicidae: Myrmicinae) con 25 especies (12,7%) y 886 registros (43,1%).

Registros importantes

- De las especies identificadas hasta el nivel de especie, cerca del 75% son taxa que habían sido registrados ya en la región orinoquense colombiana y el 34% para la región amazónica.
- Siete de las especies encontradas (14%) son nuevos registros para el departamento del Vichada de acuerdo con la literatura publicada.

Diversidad por paisaje

- La mayor riqueza de hormigas fue encontrada en el bosque de planicies sedimentarias (BT-a) con 63 especies.
- La menor riqueza fue registrada para el bosque alto del plano inundable (BI-b) con 24 especies.

Diversidad beta

- Existe así un alto recambio de especies de hormigas, entre todas las unidades de paisaje muestreadas (Tabla vi).
- Los paisajes con mayor valor de complementariedad entre ellos fueron la sabana en planicies arenosas (SA) y el bosque de planicies sedimentarias (BT-a).

Tabla vi. Valores del índice de complementariedad (IC) de hormigas entre los sitios muestreados. Diagonal: Número de especies registradas; Superior diagonal: IC.

Paisaje	BI-a	BI-b	BR	BT-a	SA
BI-a	24	0,76	0,57	0,58	0,79
BI-b		29	0,72	0,80	0,75
BR			52	0,51	0,75
BT-a				63	0,81
SA					33

- Los géneros de hormigas que presentaron el menor número de especies fueron los grupos de hormigas crípticas, que nidifican y viven prácticamente todo el tiempo dentro del suelo y la hojarasca (por ejemplo *Pyramica*, *Acantosthichus*, *Hypoponera*, *Gnamptogenys*, *Acanthoponera*).
- Este grupo se restringió en al bosque asociado a cerros rocosos (BR) y al bosque de planicies sedimentarias (BT-a).

c) Mariposas: 198 especies colectadas

Composición

- Las familias con el mayor número de especies fueron Nymphalidae y Lycaenidae, representando cada una el 37,8%.
- La familia más abundante fue Lycaenidae representada por el 44,7% de individuos, seguida por Nymphalidae con el 38,5%.

Registros importantes

- El 15% de las especies encontradas es de distribución Amazónica.
- El 6% son especies exclusivas del Escudo Guayanés.
- El 18% se distribuye del Escudo Guayanés a la base de la Amazonia.
- El 2% son especies endémicas para Colombia.
- El 59% restante corresponde a especies con distribución amplia.

Diversidad por paisaje

- Se registró una mayor riqueza de especies y abundancia de individuos para el bosque de planicies sedimentarias (BT-a) con 94 especies y 294 registros.
- El bosque alto del plano inundable (BI-b) con 28 especies y 68 individuos, y la sabana (SA) con 26 especies y 108 individuos, presentaron la menor riqueza y abundancia.

Diversidad beta

Se obtuvo un alto recambio de especies de mariposas entre paisajes, con índices de complementariedad superiores al 0,7 (Tabla vii).

Tabla vii. Valores del índice de complementariedad (IC) de mariposas entre los sitios muestreados. Diagonal: Número de especies registradas; Superior diagonal (gris): IC.

Paisaje	BR	BI-a	BI-b	BT-a	SA
BR	24	0,87	0,90	0,88	0,97
BI-a		17	0,72	0,94	0,84
BI-b			47	0,91	0,92
BT-a				74	0,95
SA					11

Peces

Composición

- El patrón de diversidad encontrado es el registrado para estudios de peces de zonas bajas de la región neotropical, donde los órdenes dominantes son los Characiformes, Siluriformes y Perciformes.
- El 77% de la abundancia total capturada está representada sólo en 15 especies de las 137 registradas, sobresaliendo la especie *Hemigrammus analis* con el equivalente al 23% del total de los individuos capturados.

Registros importantes

Se capturaron ocho especies previamente no registradas para la región de la Orinoquia colombiana.

Uso de la pesca

De las 137 especies registradas:

- 64 son empleadas por las comunidades locales con fines de autoconsumo (por ejemplo bocachico, pavones, cabeza de mantecos, pirañas, mataguaros).
- 33 especies son comercializadas como peces de consumo.
- 57 son utilizadas como especies comerciales ornamentales (tetras, cardenal, cuchas, juna viejos y escalares). No obstante, se conoce que el número de especies capturadas en el área como ornamentales es mayor.

Algunos aspectos de la actividad pesquera

- La captura de especies con fines de comercialización ornamental se centra en el río Vichada, Orinoco y caño Matavén. El caño Matavén se constituye en primer centro de acopio de peces en el área, para posteriormente seguir la cadena de comercialización hacia Puerto Inírida, interior del país y el exterior.
- La pesca de peces de consumo con fines comerciales es restringida en su mayor parte a las comunidades asentadas en la parte baja del río Guaviare.
- La pesca de peces de consumo en el caño Matavén es básicamente para suplir las necesidades de proteína animal de las comunidades allí asentadas.

Alternativas de conservación, manejo y administración para la protección de la selva de Matavén

La declaración del Resguardo Unificado Selva de Matavén se constituye no sólo una respuesta al derecho de los pueblos indígenas de ser dueños de sus territorios tradicionales, derecho consignado en la Carta Política, sino también con el propósito de garantizar “la protección oportuna” de esta “superficie de mayor biodiversidad en la región”. El resguardo puede y debe contribuir a la protección de la biodiversidad en la región, para lo cual es necesario que las comunidades y las autoridades indígenas cuenten con los instrumentos legales necesarios para lograrlo.

Las comunidades indígenas de la selva de Matavén están preocupadas por los posibles impactos negativos, ambientales, sociales y culturales que se puede derivar de la actividad minera. Frente a esta situación, han explorado la legislación del país en busca de alguna norma que impida el desarrollo de este tipo de actividad en sus territorios. El resultado es que tan sólo se prohíbe la actividad minera en áreas de parques nacionales naturales, según lo establece el Código Minero (Ley 685/2001; artículo 34).

Se abre entonces la posibilidad de sobreponer un parque nacional natural (PNN) al resguardo y así lograr la conservación de la biodiversidad de la región. Sin embargo, la creación y declaración de un parque natural nacional es un proceso largo y riguroso, que requiere la aprobación de varias instancias. El manejo del resguardo-parque sería responsabilidad de las comunidades indígenas asentadas en él y de la autoridad ambiental, específicamente de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN). En la medida en que los objetivos y las actividades a desarrollar en el área sean coincidentes entre el parque y el resguardo, las estrategias de administración y de manejo pueden armonizarse. El artículo 7 del Decreto 622/77 establece que, cuando en el área de parque habitan comunidades indígenas, se deberá “establecer un régimen especial en beneficio de la población indígena de acuerdo con el cual se respetará la permanencia de la comunidad y su derecho al aprovechamiento económico de los recursos naturales renovables, observando las tecnologías compatibles con los objetivos del sistema señalado al área respectiva”.

Conclusiones principales

- Las especies registradas para plantas leñosas, aves, insectos y peces estudiados, presentaron componentes típicos de la Orinoquia y la Amazonia colombiana. Este resultado resalta la gran heterogeneidad de la región, reflejo de la posición biogeográfica de la selva de Matavén.
- El gran contraste fisiográfico entre los cinco paisajes muestreados se reflejó en el bajo número de especies compartidas, para los grupos de plantas leñosas, insectos y aves muestreados. Por lo tanto, el recambio de especies entre paisajes, es decir, la diversidad beta, fue alto.
- De los cinco paisajes caracterizados, los bosques de planicies sedimentarias (BT-a) y los bosques de cerros rocosos residuales (BR) son los paisajes menos extensos del sector centro-oriental de la selva de Matavén. Sin embargo, estos fueron los paisajes que mostraron una mayor riqueza de especies en la mayoría de los grupos muestreados.
- La capacitación realizada a once miembros de las comunidades indígenas locales constituyó un valor agregado de este estudio, considerando la percepción general del equipo del Gema sobre el poco conocimiento que las comunidades indígenas adyacentes a los sitios de muestreo tienen sobre su entorno natural. Complementariamente, esta actividad contribuyó a crear y afianzar nexos entre la valoración y apreciación del entorno natural y las comunidades locales.

Principales recomendaciones para la protección y el manejo

- Debido a la gran extensión del Resguardo Unificado de la Selva de Matavén y teniendo en cuenta la intención de Acatiseма de caracterizar todo el resguardo, se recomienda ampliar este tipo de estudio a otros sectores del mismo, con el fin de obtener información representativa de todo el resguardo. Debido a la dificultad de acceso, nuevas expediciones implicarían costos elevados. Por lo tanto, es esencial priorizar los paisajes y lugares de muestreo, posiblemente de acuerdo con criterios tales como paisajes contrastantes, exclusividad, distribución, presiones antrópicas y costos para la realización de las caracterizaciones biológicas.
- Es necesario ampliar la exploración íctica a lo largo del caño Matavén y sus diversos afluentes. Esto permitiría obtener un panorama más acertado de la composición de especies, para así lograr un mejor entendimiento de su relación con otros cuerpos de agua de la cuenca del Orinoco.
- Se sugiere nominar al resguardo como un Área Importante para la Conservación de las Aves (Aica). Esta figura de conservación no afectaría la autonomía de las comunidades indígenas asentadas, pero sería un reconocimiento nacional e internacional a las acciones de conservación que el resguardo estaría realizando en esta zona. La selva de Matavén sería la segunda Aica del Vichada y conformaría una red con más de 112 áreas en Colombia (Franco y Bravo 2005).
- Se recomienda avanzar en los procesos de consolidación e integración del resguardo, que se han venido adelantado hasta el momento, como son alternativas económicas, manejo de recursos naturales, y búsqueda y establecimiento de alianzas para la ejecución de proyectos de interés. La articulación con universidades, por ejemplo, podría ser una alternativa interesante para la realización de investigaciones a largo plazo, con enfoques variados pero que suplan las necesidades identificadas por Acatiseма, en beneficio del resguardo y las etnias que en él conviven.

Bibliografía

- Franco A.M. y Bravo G. 2005. Áreas importantes para la conservación de las aves de Colombia. Pp. 117-281. En: BirdLife International y Conservation International. 2005. Áreas importantes para la conservación de las aves en los andes tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Quito, Ecuador. BirdLife Internacional; serie de conservación de BirdLife No.14. 128p.
- IAvH-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2007. Caracterización de la biodiversidad de la selva de Matavén, Vichada. Programa de Inventarios. Instituto Humboldt y Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales Indígenas de la selva de Matavén (Acatiseма).
- IAvH-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 1999. Caracterización de la biodiversidad en áreas prioritarias de la vertiente oriental de la cordillera Oriental. Programa de Inventarios de Biodiversidad; Instituto Humboldt. Villa de Leyva, Colombia
- Kattán, G. H., P. Franco, C. A. Saavedra, C. Valderrama, V. Rojas, D. Osorio & J. Martínez. 2005. Spatial Components of Bird Diversity in the Andes of Colombia: Implications for Designing a Regional Reserve System. *Conservation Biology* 20(4):1203-1211.
- Ley 685 de 2001 (agosto 15). Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.
- Maldonado O., Ortega J.A., Usama J.S., Galvis V.G., Villa F., Vásquez G., Prada S. y Ardila R. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 346p.
- Memorando de Entendimiento. 2006. Propuesta de Plan de Acción del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia PA-Sinap. Propuesta técnica. Versión diciembre 1 de 2006. Manuscrito. 447p.
- Mittermeier R.A., Myers N. & Mittermeier C.G. 1999. Biodiversidad amenazada. Las ecorregiones terrestres prioritarias del mundo. Cemex y Conservación Internacional 430p.
- Resolución 037 del 22 de julio de 2003. Por el cual el Incora crea el Resguardo Unificado y ampliado de la selva de Matavén con un área total protegida de 1.849.613 hectáreas.
- Villarreal H., Álvarez M., Córdoba S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M. y Umaña A.M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia. 243p.

Executive summary English Translation of Selected Chapters



**BIODIVERSITY CHARACTERIZATION OF THE MATAVÉN FOREST
VICHADA, COLOMBIA (CENTRAL EASTERN SECTOR)**

English translation Liliana Alvarez 2007

Edited by Jeanna Hyde Hecker

Commissioned by the Institute for Environmental Security

Under the Environmental Security for Poverty Alleviation Programme

Institute for Environmental Security

Anna Paulownastraat 103

2518 BC The Hague, The Netherlands

Tel: +31 70 365 2299 Fax: +31 70 365 1948

www.envirosecurity.org

For the full report and the Executive Summary in Spanish,

<http://www.humboldt.org.co/chmcolombia/servicios/jsp/Orinoquia/mataven.jsp>

For the selected report chapters and the Executive Summary in English,

<http://www.envirosecurity.org/espa/mataven/>

The IES has also sponsored the publishing of the original report in Spanish which can be obtained from the Humboldt Institute.

Alexander von Humboldt Biological Resources Research Institute

Address: Calle 28A No. 15-09

City: Bogotá, D.C.

Telephone: (57+1) 320 2767 Fax: (57+1) 320 2767

P.O. Box: 8693

E-mail: publicaciones@humboldt.org.co

© All rights reserved.

It is prohibited to reproduce or publish in total or in part without written permission from Acatiseма or the Humboldt Institute.



Background

The region known as the Matavén Forest is considered a transition zone between the Amazon forest and the Orinoquian savannas. It is a biologically valuable area not only for its biogeographical position but also because it is in a well conserved state having less than 5% of its surface area as cultivated and fallow land.

This study is the first systematic biodiversity characterization of the Matavén Stream and Orinoco River (central eastern zone of the Matavén Forest). During the characterization process, 11 members of local communities were trained in sampling techniques for biodiversity and landscape characterization. In addition, a large sound and photograph archive has been created. In the near future, this archive can support awareness and educational processes of the Matavén Forest biological richness.

The biological characterization includes five landscapes (four forests and one savanna), selected for their physiographical attributes. The internal and external characteristics of the five landscapes were analyzed in detail in terms of geomorphology, lithology/parental materials, hydrology and soils (Chapter 2). These factors help to explain the formation of the landscapes studied and to understand the diversity and composition of the organisms identified.

Using a standardized methodology (Villarreal *et al.* 2004) the following was obtained for every landscape: a representative factor, the taxonomic composition (species, families, orders), the diversity patterns (richness of species, alpha-diversity) and the complementarity (degree of change in species composition, beta-diversity) for the community of woody plants (Chapter 3), insects (specifically beetles, ants and butterflies) (Chapter 4) and birds (Chapter 5). Additionally, with the aim to create a quick partial inventory, complementary rapid samples were taken of the three biological groups mentioned before in various disturbed landscapes at different vegetation recovery stages.

At the same time, the fish composition was determined. This was done by taking samples in three water bodies (Chapter 6). The alternatives for conservation, management and administration for the protection of the Matavén Forest are analyzed in detail in Chapter 7 and the recommendations are given in Chapter 8. Finally, the organization and development of the expedition for the biodiversity characterization is shown (Annex 8.2).

(NB: Only the Executive Summary, Introduction and Chapters 1, 7 and 8 have been translated into English.)

General Introduction

Investigations and monitoring are being recognized as essential tools for the conservation and management of the Colombian biodiversity (Zambrano 2001, Memorando de Entendimiento 2006). The characterization of existing biodiversity in the different ecosystems of the country is a fundamental step in that direction. What are the comprising elements of the national biodiversity? How are those elements distributed and organized in space and time? And how are the interactions among them? These are some of the questions that the biological characterizations seek to answer. For Colombia, recognized as one of the five mega-diverse countries (Mittermeier *et al.* 1999), the task to inventorize and characterize the biodiversity is huge and complex.

The biodiversity knowledge can be developed from the hierarchical organization model for biodiversity proposed by Noss (1990). This model is based on the combination of four biodiversity levels: regional landscape, ecosystems-populations, communities-species and individuals-genes, and three attributes: composition, structure and function. This approach highlights the complexity of the biological diversity and the implications of understanding and protecting it.

The diagnosis made by Kattán and Murcia (2000) about the knowledge generated in the Natural National Park System - *Sistemas de Parques Nacionales Naturales (SPNN)* – shows that the investigation (until the year 2000) has been mainly centered on biotic community composition studies, known as inventories. These studies are focused on answering the question: what are the comprising elements of biodiversity? It is answered by establishing the number of existing species in a determined area or habitat (alpha-diversity). Recent studies (p.e. IAvH 1999, Armenteras *et al.* 2003, Kattán *et al.* 2005) have concentrated on finding the distribution patterns of biotic communities that coexist at the level of organization to respond to the second question posted: how are those elements distributed and organized in space and time? By determining the alpha-diversity, it is possible to know the rate of change of species between the different habitats. This diversity, known as the beta-diversity, defines the difference in the communities or groups of species between places.

The biota's spatial differential pattern has been identified as an essential factor for the design of regional protected areas (Kattán *et al.* 2005). In this way, a high rate of change between two habitats (few species in common between habitats) implies that both collections are irreplaceable for the conservation, while a low rate of change will indicate that preserving one locality will conserve the majority of species that are found in the other one.

This study provides information on the biodiversity of the area known as Matavén Forest, thus contributing to the consolidation of the Colombian national inventory of biodiversity. With an extent of 1,850,000 ha, the Matavén Forest is located in the south-east corner of the Vichada Department. It is located between the Vichada River to the north, the Guaviare River to the south, the Orinoco River to the east and the Chupave Stream to the west. Nowadays, the area corresponds to the “Resguardo Unificado Selva de Matavén” and is inhabited by 12,000 indigenous people from the Sikuni, Piapoco, Piaroa, Puinave, Curripaco and Cubeo ethnic groups.

The region is covered by forest and savannas in a transition zone between the Amazonian forest and the Orinoquian savannas. Because of its floristic affinity with the humid Amazon forest, the north limit is considered to be the Amazon region. The natural environment is well conserved, with less than 5% of the surface transformed into crop and fallow areas (Von Hildebrand, Chapter 7 of this report). However, the region has been little explored from a biological perspective; consequently, not enough is known about the biota.

The Matavén Forest has special biological importance because of its present conservation state, as well as its biogeographical position between the Orinoquian savannas and the Amazonian rainforest.

Therefore, some studies identify the Matavén Forest as a potential area to be incorporated into the National System of Protected Areas - *Sistema Nacional de Áreas Protegidas* (Biocolombia 2000). The Special Administrative Unit for the National Natural Park System - *Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN)*, in particular, has considered the Matavén Forest as an important conservation area that could acquire a legal form of protection. This is a possible scenario to exercise new area co-administration methods, harmonizing the interest of the legal environmental entities and the local communities for the defense, management and conservation of wild areas with high biological value (See Chapter 7).

Various entities, Fundación Etnollano in particular, within the Coama Programme (Consolidación Amazónica-Colombia), have carried out studies and given advice in educational, health, production and natural resource management programmes to the indigenous communities living along the Vichada, Guaviare and part of the Amanavén Rivers and the Fruta and Matavén streams, in the municipalities of Cumaribo and Puerto Inírida (respectively in Vichada and Guainía departments). Other activities and processes have been oriented towards the consolidation and collective recognition of the indigenous communities' territorial rights, the legal declaration process of the Resguardo Unificado Selva de Matavén and the defense of their cultural identity.

Before 2003, the region included 16 resguardos indígenas, located more or less in a continuous strip along the northern, eastern and southern limits including a big central area of uncultivated forest land. After a long discussion and analysis process, the indigenous communities, together with Etnollano, identified the need to unify the management of the resguardos because of the value of the forests and the savannas and for the sustainability of the communities and the perpetuation of regional ecosystem integrity (Von Hildebrand, Chapter 7 of this report).

After considering step-by-step different strategies to guarantee the conservation of ecosystems and communities, and organized under the Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales Indígenas de la selva de Matavén (Acatistema), they opted to become a "resguardo". The Incora (Colombian Institute of Agrarian Reform - *Instituto Colombiano de reforma agraria*), issued the resolution 037 from the 22 of July 2003, in which the entire region of Matavén would become one great resguardo, the Resguardo Unificado Selva de Matavén. It includes the 16 original reserves, one of which was split into two thus resulting in 17 Sectors as well as the central forested area.

Acatistema was born out of the interest to create a legal organization that could represent and defend the local indigenous communities. This organization has carried out activities to build the strength, cultural and social preservation of the local indigenous communities, as well as the territorial consolidation and the conservation of the environment and the biodiversity.

The biodiversity characterization carried out in the Matavén Forest between March and April of 2007 is an effort of cooperation and mutual financing between Acatistema and Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). As a result, the IAvH has been able to contribute in line with its mission to coordinate, promote and execute the investigation. The IAvH has been able to develop two given functions established in Legislation 99 of 1993: execution of scientific and technological investigations in biodiversity and the creation of a national inventory for biodiversity. On the other hand, Acatistema expressed their interest in performing the biological characterization of one sector in the Matavén Forest. To do this, Acatistema coordinated, and reassigned 69% of the financial resources from the Programa Amazónico: "Strengthening community autonomy in terms of life, territory and the environment in subregions of the Amazon" financed by The Netherlands Embassy. The remaining 31% was contributed by Humboldt Institute, Institute for Environmental Security (The Hague) under the Environmental Security for Poverty Alleviation programme and GTZ (German organisation for technical cooperation), with the help of the Colombian Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

This report is a compilation of results obtained during the biodiversity characterization of the Matavén Forest made by the Grupo de Exploración y Monitoreo (Gema) from the IAvH. However, this report is structured in a larger context, with two main work lines. On one hand, it contributes to the biodiversity scientific knowledge of the defined groups (plants, birds, insects and fish) and the landscape by determining the current biodiversity state, the ecosystems and their relationships with the regional landscape. On the other hand, this work includes the process of training local inhabitants in sample techniques for the biodiversity and landscape characterization. This training was executed during the field work, using the techniques of the Gema team for biodiversity characterization (see table viii). The training was reinforced by a course given in Villa de Leyva, between the 9th and 13th of July 2007.

The training strategy (in the field work and in IAvH offices) also applied in other areas of the country, have shown to be effective in the learning and assimilation of the sampling techniques used by the Gema team. The purpose of the training is to generate local capacity for the development of biodiversity inventories. In this way, the local communities can measure and control their natural surroundings as well as transfer knowledge and recognize the benefits of their conservation.

Similar experiences with the indigenous from the Kofán communities, located in the Alto Putumayo and the Ingano-Kuna located in the Fragua-Caquetá basin, contributed to the justification for declaring the Alto Fragua-Indiwasi as a Natural National Park (Parque Nacional Natural Alto Fragua-Indiwasi) by the Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). Joining efforts, spirit and competences, this sort of local alliances as described above, have not only been possible but gratifying, in the sense of bilateral learning by sharing the results from different perspectives and the different interests of the involved organizations. Therefore, the two described lines presented in this work provide support for the biodiversity conservation and sustainability of the environmental goods and services derived from the Matavén Forest.

Table viii: Members of the indigenous communities who participated in the field work for the Biological Characterization of the Matavén Forest.

Name	Ethnicity	Biological Group	Community
Camilio Pulido	Piaroa	Characterization of landscapes	Sarrapia-caño Fruta
Esteban Niño	Piapoco	Characterization of landscapes	Río Orinoco
Alejandro Pérez Bautista	Puinave	Characterization of landscapes	Bajo Guaviare
Hermes Rivera Gaitán	Piapoco	Fish	San Rafael de Morocoto, brazo-río Guaviare
Miguel Garrido García	Piapoco	Fish	Manajuaire, Brazo-río Guaviare
Luis Carlos Catimay	Sikuani	Fish	Alto Vichada
Carlos Bautista	Puinave	Birds	Bajo Guaviare
Luis Rozo Manrique	Sikuani	Birds	Alto Vichada
Celedonio Ortiz	Piaroa	Birds	Sarrapia-caño Fruta
Luis Emilio Gaitán	Piapoco	Insects	Morichal, brazo- río Guaviare: Coordinador Territorio y Medio Ambiente-Acatiseama
Saul Garrido	Piapoco	Insects	Manajuaire, Brazo-río Guaviare
Marcelo Suárez Rivera	Sikuani	Plants	Berlin, bajo río Guaviare

Objectives of this Report

General objective

To contribute to the understanding of the biological diversity of taxonomic groups defined in the selected landscapes of the Matavén Forest, applicable in the conservation and management of this area.

Specific objectives

To identify and characterize the central eastern landscapes of the Matavén Forest, based on the analysis of the factors that have contributed to their formation, by selecting and sampling representative landscapes.

To characterize birds, plants, insects (ants, butterflies and beetles) and fish in five representative landscapes and three water bodies of the Matavén Forest, in order to generate primary information for evaluating the general conservation condition and the biological value of the study area. Results would serve as a contribution toward decision making for the conservation of the Matavén Forest.

To train members of indigenous local communities in sampling techniques by the Gema team.

Bibliography

- Armenteras D., Gast F. & Villarreal H. 2003. Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas. *Biological Conservation* 113: 245-256.
- Biocolombia. 2000. Diseño de estrategias, mecanismo e instrumentos requeridos para la puesta en marcha de un sistema de áreas naturales protegidas. Bogotá, Colombia. Inédito.
- IAvH-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 1999. Caracterización de la biodiversidad en áreas prioritarias de la vertiente oriental de la cordillera Oriental. Programa de Inventarios de Biodiversidad; Instituto Humboldt. Villa de Leyva, Colombia.
- Kattán G. y Murcia C. 2000. Desarrollo de una estrategia de investigación en biología de la conservación en el Sistema de Parques Nacionales Naturales. Convenio Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales-UAESPNN y Fundación Ecoandina. Bogotá-Colombia.
- Kattán, G. H., P. Franco, C. A. Saavedra, C. Valderrama, V. Rojas, D. Osorio & J. Martínez. 2005. Spatial Components of Bird Diversity in the Andes of Colombia: Implications for Designing a Regional Reserve System. *Conservation Biology* 20(4):1203-1211.
- Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, Sina, y se dictan otras disposiciones.
- Memorando de Entendimiento. 2006. Propuesta de Plan de Acción del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia PA-Sinap. Propuesta técnica. Versión diciembre 1 de 2006. Manuscrito. 447p.
- Mittermeier R.A., Myers N. & Mittermeier C.G. 1999. Biodiversidad amenazada. Las ecorregiones terrestres prioritarias del mundo. Cemex y Conservación Internacional 430p.
- Noss R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.
- Resolución 037 del 22 de julio de 2003. Por el cual el Incora crea el Resguardo Unificado y ampliado de la selva de Matavén con un área total protegida de 1.849.613 hectáreas.
- Villarreal H., Álvarez M., Córdoba S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M. y Umaña A.M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia. 243p.
- Zambrano H. 2001. Investigación en áreas de Parques Nacionales Naturales: Prioridades para un mejor conocimiento de la realidad ambiental de las áreas. Documento interno de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Bogotá, Colombia. 35p.

CHAPTER 1: CONTEXT AND STUDY AREA

HÉCTOR VILLARREAL-LEAL

Study Area

The study area is located to the east of the altillanura de la Orinoquia colombiana, in the east corner of Vichada. The zone is specifically located in the low basin of the Matavén stream, between the Vichada River to the north and the Guaviare River to the south, in the municipality of Cumaribo. The physiographic and geological characteristics classify the area as part of the west - Guiana Shield, and correspond to the place known as Matavén Forest. This area is recognized for its highly conserved condition and biogeographical interest as a transition between the north Orinoquian savannas and the Amazon Rainforest to the south.

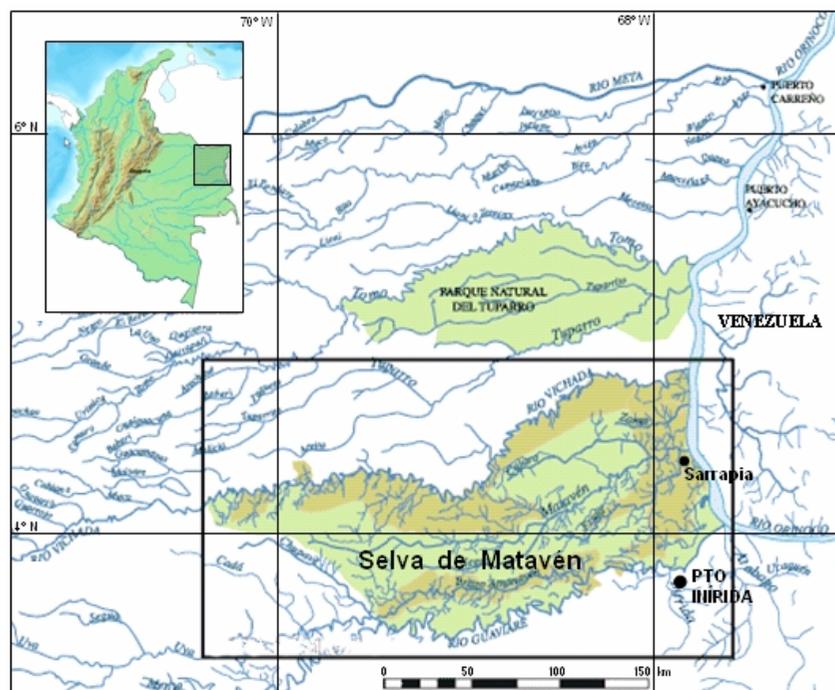
The Matavén Forest embraces a huge territory, with an estimated extension of 1.85 million hectares distributed between the rivers Vichada to the north, Guaviare to the south, Orinoco to the east and Chupave Stream to the west (Figure i). It includes 17 indigenous territories, Sectors, with six ethnic groups located on the banks of the mentioned rivers and are grouped in one resguardo with the name Resguardo Unificado de la selva de Matavén.

The area is characterized by geographical isolation and low population density. There exist only small indigenous population centres located along the Orinoco River and the Matavén and Fruta Streams.

In the specific study area, Serrapia can be highlighted as a settlement inhabited by indigenous people of the Piaroa ethnic group which belongs to the Sector – Caño Fruta and one small indigenous community known as Urbana La Nueva, located near the river-mouth of the Matavén Stream in the Orinoco River.

The area has been identified as a possible area to be incorporated in the National System of Protected Areas of Colombia - *Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia-Sinap* (Biocolombia 2000). It is an important conservation area that represents the biota of the rain forest to the north of the Guaviare River.

Figure i: Location of the Matavén Forest (Modification of that of Fundación Etnollano 2007).



Characterized landscapes and sample sites

The biological characterization embraces five landscapes: four forests and one savanna, in contrast with their physiographic attributes. They are located in the low basin of the Matavén Stream and near the junction with the Orinoco River (Table ix, Figure ii) in the east corner of the Matavén Forest.

With the same number of sample sites for birds, plants and insects and with observations of internal and external characteristics of the landscapes, the characterization also includes partial samples in disturbed landscapes. The fish inventory was taken in the Matavén streams of Cajaro, Negro and Fruta and also the Orinoco River. The detail description of the characterized landscapes can be found in Chapter 2.

Table ix: Characterized and georeferenced landscapes sampled in the Matavén Forest.

Macrogeoform	Landscape	Code	Georeferenced Sample Sites
Residual hills in granite rocks (Parguaza granite) of the Guiana Shield (Precambrian)	Rocky residual hill forest on Guiana Shield granite	BR	Vichada, Cumaribo, 04°36'33" N, 67°51'52" W, 300 m.
Lower flood plains of the Orinoco river (black waters)	Lower floodplain forest of the Matavén Stream	BI-a	Vichada, Cumaribo, 04°32'11" N, 67°54'32" W, 220 m.
	High floodplain forest of the Matavén Stream	BI-b	Vichada Cumaribo, 04°30'28" N, 68°03'32" W, 190 m
Lightly dry plains and sands derived from the Shield granites	Savannas of the sandy plains (white sands) lightly dry	SA	Vichada, Cumaribo, 04°31'56" N, 68°05'28" W; 240 m.
	Forests of the sandy plains (white sands) lightly dry	BA	Vichada, Cumaribo, 04°29'13" N, 68°00'22" W, 260 m.
Plio-Pleistocene surfaces dry alluvial sediments	Forest on old sedimentary plains moderately dry	BT-a	Vichada, Cumaribo, 04°33'32" N, 68°11'51" W; 270 m.
	Forest on old sedimentary plains moderately dry	BT-b	Colombia, Vichada Cumaribo, caserío de Sarrapia, 04°29'25" N, 67°52'19" W, 240 m.

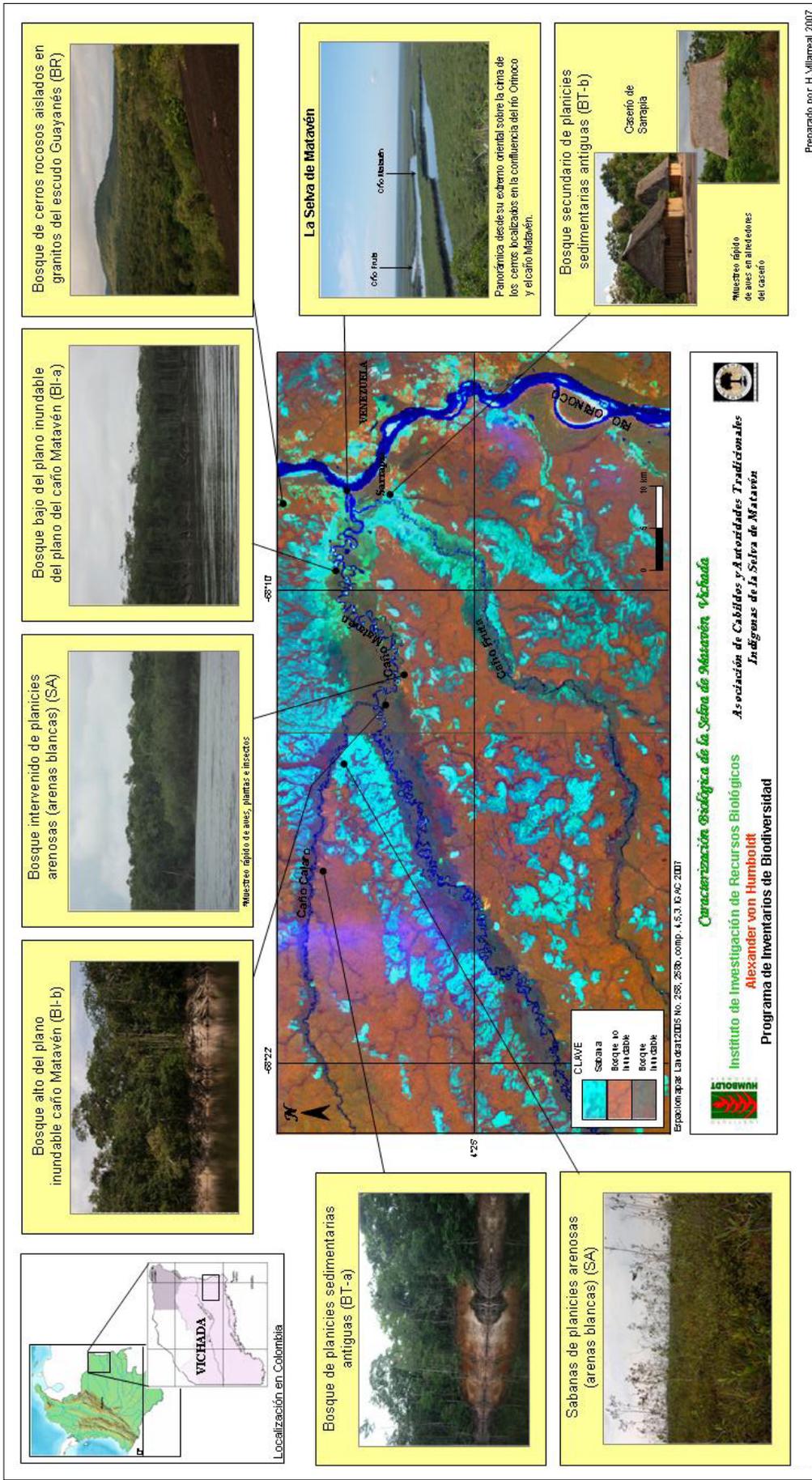
Regional geographic context of the Matavén Forest

Physiographic Aspects

The geomorphology and materials that compose the altillanura (high plains) de la Orinoquia are closely related with two events: the geology and genesis of the Andean chain and the denudation of geological structures of the Guiana Shield. With regards to the first, the mountains uplifted during the tertiary and quaternary period allowing for the huge erosion processes in the mountain chain, creating the savanna (*llanos*) sedimentation (Goosen 1964). Regarding the second, the denudation of Guiana Shield influences particularly the east altillanura limit, where the materials of the “basement shield” appear. This forms a narrow line of low discontinuous and isolated hills, parallel to the Orinoco River in the Vichada and Guainía Departments.

The country's east limit, the “basement shield”, is represented mainly by the Complejo de Mitú, composed of Colombia's oldest rocks, formed during the transamazon orogeny (2.200 to 1.800 million years). Lithologically, it is formed by metamorphic rocks (gneisses, schists quartzites and amphibolites). The geological center-west border on this complex is made of Parguaza batholite (Parguaza granite) (Toussaint 1993, CI 2003) and appears in Colombia in a narrow line between Puerto Carreño and Puerto Inírida. This geological structure is part of a series of big precambrian batholites, related with tectometamorphic events which happened during the mentioned orogeny (Toussaint 1993). To this belongs the most prominent relief formed by inselberg type isolated rock hills, distributed in such populations.

Figure ii: Location of the sample sites and studied landscapes in central eastern Matavén Forest.



It has been established that the occurrence of dry periods accompanied by strong winds related to the glacier and interglacial periods during the Pleistocene (Tricart 1976, Flórez 1992, Van der Hammen 1992) did have an effect on the origin of some geo-forms, and in the type and distribution of materials that compose the altillanura. However, fieldwork observations in the Matavén Forest do not show the influence of such phenomena, contrary to what happens in the east of the Parque Nacional Natural (PNN), El Tuparro (Villarreal-Leal 2007), located to the north of the Vichada River, approximately 90 km north of the Matavén Forest.

In the eastern limit of the study area, the fieldwork data revealed a continuous cover of white sand, the product of the alteration of granitic rocks, burying the basement shield. In effect, Gaviria y Faivre (2006) points to the existence of quartz sand, arising from the dismantling and alteration of crystal rocks that compose the Shield and form the altillanura Periguayanesa. The southern eolian influence limit, with the formation of dunes, is registered in the areas around the Tomo River (Khobsi 1981).

Weather

Regionally, the precipitation in the Orinoquia and northern Amazon increases from east to west and from north to south. It varies from 1.500-2.000 mm/year to the north in Arauca and Vichada, and increased to the south reaching 2.500-3.000 mm/year. The highest rain values are shown in the piedmont of the eastern chain - *Cordillera oriental* (3.000-3.500 mm).

The annual rainfall distribution has a “monomodal” behaviour; in other words, a rain period between April and November, and a dry period between December and March.

According to the Thornthwaite climatic classification, the climate to the north of Vichada is semi-humid. Gradually it becomes more humid at the centre and south of Vichada (slightly humid and moderately humid), and humid in the north of Guainía (Eslava *et al.* 1986b). In the Koeepen climate classification, the Colombian Orinoco has the climate types tropical wet lightly humid savannas (AWI) and tropical rainforest (AMI) (north of Guainía). They are characterized by a well-defined dry period of four months, where the precipitation in the driest month is less than 60 mm, in the first case, and more than 60 mm, in the second case (Eslava *et al.* 1986b).

According to the climate classification of Thornthwaite, defined by the humidity factor (Factor humidity Fh), the Matavén Forest belongs to the moderately humid climate type (B2) (Eslava *et al.* 1986b). As for the climate classification of Koeepen, the Matavén Forest belongs to the tropical rainforest (AMI) (precipitation of the driest month > 60 mm and average temperature of the coldest month > 10°C) (Eslava *et al.* 1986a).

In the Matavén Forest, there are six pluviometric stations located in the boundaries of the study area, along the Vichada, Orinoco and Guaviare Rivers (Figure iii). The generated data of these stations allows for the reporting of an approximate regional description of the climate behaviour of the study area, especially in terms of distribution and calculation of annual rainfall.

The amount of annual rainfall in the identified stations varies between 2.476 and 3.253 mm/year (Table x). The data presents a rainfall increase from north to south along the Orinoco River. In effect, the annual precipitation is 2.746 mm/year in the north (Puerto Nariño station), 3.086 mm (Matavén station) and 3.253 mm/year in the south (Puerto Inírida station). The precipitation difference between extreme stations is 507 mm/year. This rainfall behaviour probably has an effect on the increased forest cover and the decrease on savannas as it advances to the south.

Figure iii: Location of the pluviometric stations.

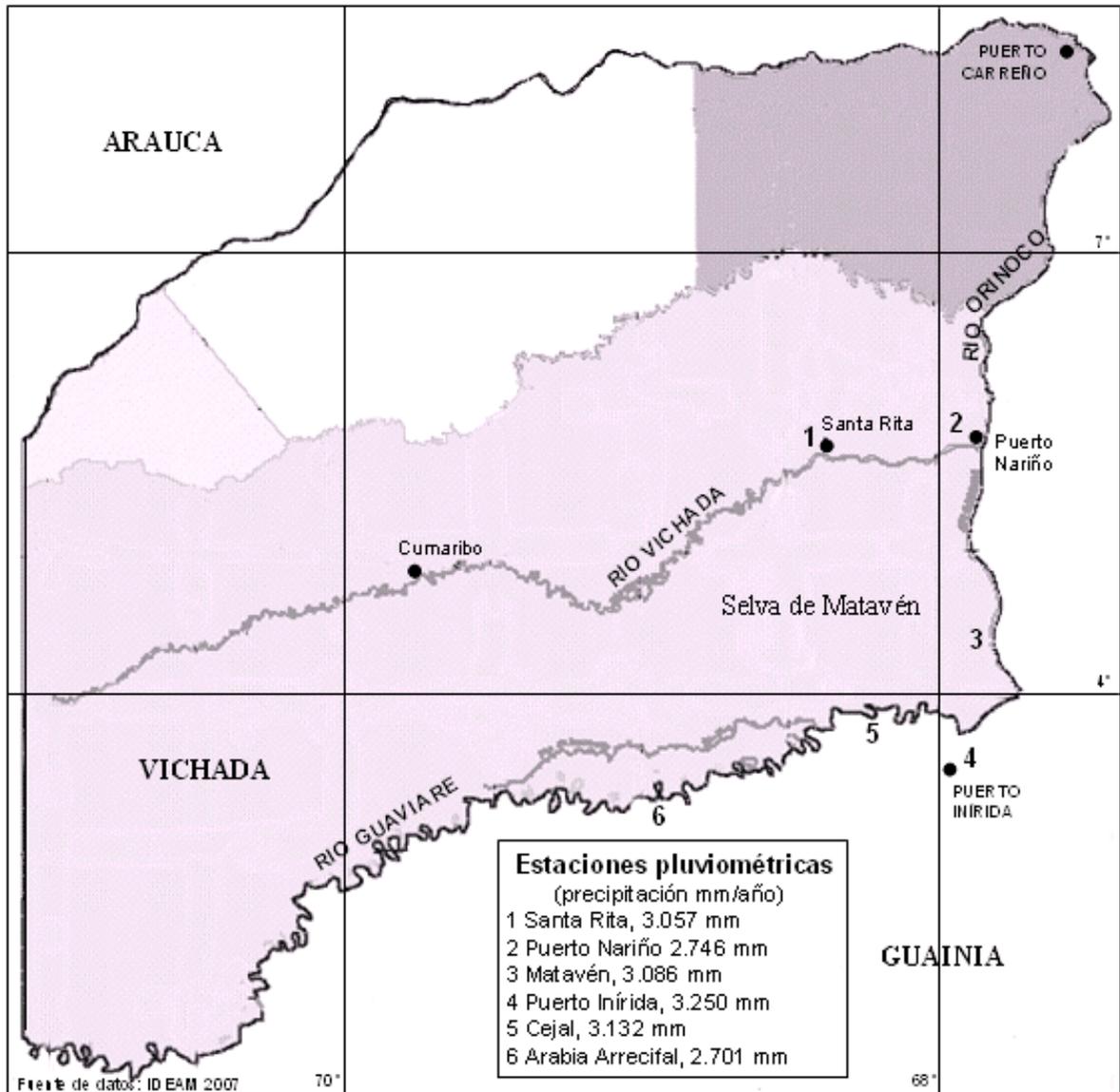


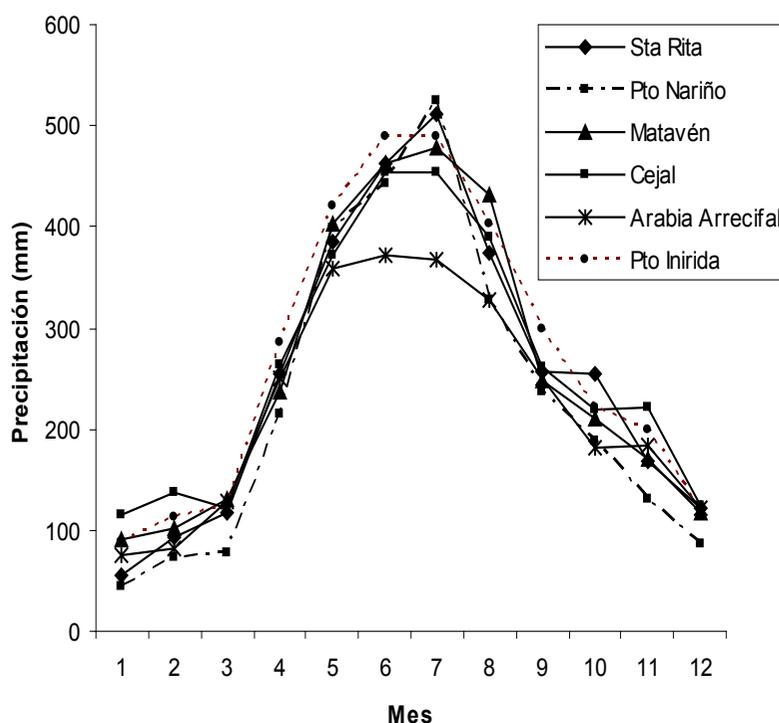
Table x: Monthly average precipitation values of the selected stations (mm).

Station	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Yr	Period	lat/long	Altitude (m)
Santa Rita	56	92	117	255	385	463	512	375	257	255	169	123	3057	1983-2006	04°51' N, 68°24' W	87
Puerto Nariño	43	74	78	215	399	443	524	328	238	188	130	87	2746	1984-2005	04°56' N, 67°51' W	79
Matavén	91	103	131	237	403	464	479	432	247	210	171	118	3086	1983-2006	04°17' N, 67°49' W	88
Cejal	115	138	122	262	372	454	454	389	261	220	221	125	3132	1983-2006	03°59' N, 68°21' W	94
Arabia Arrecifal	75	83	128	251	360	371	368	328	250	181	185	122	2701	1983-2006	03°30' N, 69°03' W	96
Puerto Inírida	88	113	124	285	421	488	490	404	299	222	199	120	3253	1972-2006	03°35' N, 67°55' W	100

In all the selected stations, the annual rainfall distribution has a “monomodal” behavior (Figure iv). The rain period takes place between April and September, in which 70% to 78% of the total annual rainfall occurs. In the same period (May, June and July), 43% and 50% of the total annual rainfall occurs, making these the wettest months of the year. After the rainy period, the precipitation decreases notably and then comes the period of less rain (October-March), in which 12% to 16% of the total annual rainfall occurs, with January and February being particularly dry (4% to 8% of the total annual rainfall).

The temperature regime in the Orinoquia is “isomegathermic”, meaning that the difference in temperature between the coldest and the hottest month is less than 5°C. However, there are no temperature data from the closest stations to Matavén Forest. In the Puerto Inírida station, to the south of the study area, the average annual temperature is 26.5°C. The maximum temperatures occur in the dry season (January-March), while the minimum (25.6-25.9°C) coincide with the period of maximum rain (May to July).

Figure iv: Distribución anual de la precipitación para el período 1972/1983-2005/2006.



Methodological Context

Characterization general planning

The biodiversity characterization of the Matavén Forest central eastern sector, started with the stratification of the study area into homogeneous and discrete units by their geo-form and cover. The resulting entities of this exercise correspond to the concept of landscape unit, which can be applied in biodiversity and vegetation studies (Zonneveld 1979, 1989, Etter 1990).

The landscape unit can be defined as a portion of geographic space, homogeneous in terms of its physiognomy that results from the complex interaction between its components (climate, rocks, hydrology, soil, flora, fauna and human activity) which can be recognized and differentiated from other neighbourhood portions according to the specific spatio-temporal analysis (resolution) (Zonneveld 1979, 1989, Etter 1990). The external expression of the landscapes is the result of the complex interactions between the factors that intervene in their formation, allowing a more comprehensive explanation about the distribution behaviour, structure and composition of the organisms in the different landscapes.

To identify and delimit landscapes, it is imperative to use remotely sensed images and modern interpretation methods as well as the physiographic analysis. By these conceptual and methodological approximations, it is possible to abstract and infer the relative aspects of the present and past processes, responsible for the formation, dynamics and functioning of the landscapes.

By applying the described standpoint and methods, the sample planning and sampling of plants, insects, birds and fish, in the selected landscapes (forest and non-forest) was executed. An integral characterization in terms of landscape forming factors (geomorphology, lithology/materials, soil and hydrology) was also carried out.

Procedure

The biological characterization includes three phases described below. The sampling techniques are in line with the proposals made by Gema for forest and aquatic ecosystems (Villarreal *et al.* 2004 and Maldonado *et al.* 2005). However, modifications were made, especially for the vegetation sampling (see Chapter 3). This was due to the presence of non-forest formations (savannas), in such a way that their inventory would have a better representation. A more detail description of this approach and the sampling techniques used for every biological group (birds, plants, insects and fish) is shown in the corresponding chapters.

Pre-fieldwork: thematic information acquisition and preliminary terrain recognition. By exploring the geographical context of the study area, and by reviewing secondary information, thematic information related with geomorphology, geology/lithology and vegetation of the Matavén Forest were collected. Also Landsat satellite images (Igac 2006) were acquired and interpreted, aiming to identify the central eastern landscapes of the area. Descriptive aspects and external attributes were used to name the landscapes, such as vegetal physiognomy, dominant geomorphology, lithology and landscape relative age among others. As a result, five landscapes have been identified for biological and ecological characterization.

Ten days of fieldwork were used to examine and validate the image interpretation as well as to select the sample sites and to make preparations for logistic and field operations. The recognition trip included adjacent areas of the Orinoco River and the Matavén and Cajaro Streams. This phase was done with the guidance of locals from the Sarrapia indigenous community.

The selection of landscapes and work areas was made in accordance with the financial resources and time available for the fieldwork. Conservation condition of the natural vegetation, complementarity between landscapes and logistic difficulties for support and mobility (terrestrial and aquatic) were the main area selection factors. As a result, five landscapes have been selected that represent and complement the landscapes within the central eastern region of the Matavén Forest. Also fieldwork lines (1 km in length) in each landscape were cleared.

The landscapes have been selected along the Matavén and Cajaro Streams, as well as in the Orinoco River for logistic and operational reasons. The distance between the two extremes of the sampling areas is about 45 Km in a straight line along the mentioned rivers (5-6 hours by boat in low water). Due to the complete lack of tracks and terrestrial mobility inside the Matavén Forest, the sampling and camp sites for lodging and working are distributed between 0.5 and 4 km from the river banks.

Fieldwork Phase: The fieldwork was done during the dry season, between March 4 and April 4 of 2007. The inventory includes samples from the selected biological groups (plants, birds, insects and fish), as well as the integral landscape characterization of the sampling sites. The effective time used for each biological group sampling was five days for every landscape. The fish collection was done daily along the main rivers (Orinoco, Matavén, Cajaro and Fruta) and abandoned meanders of the Matavén Stream.

The sampling of insects, vegetation and soil as well as general landscape observation were carried out parallel in each landscape, except for the birds, due to their sensitivity for sampling disturbance. The birds working group rotated between landscapes, trying to do the sampling before the other groups arrived. During this phase, it was decided that a quick partial sampling of disturbed landscapes in all or some of the biological groups should be carried out, with the aim to have a better representation in the inventory.

While sampling, the techniques were taught to 11 members, representing four ethnicities of the local indigenous communities of the Matavén Forest and who actively participated in the fieldwork. The activity took place as part of the agreement with the financing body and Acatistema's interest in continuity for some development processes related to appreciation, appropriation and understanding of the biological and ecological environment for the new generations.

Office and Laboratory Work Phase: This phase included the following activities: a) organization and identification of the collected biological material with the support of specialists in taxonomy; b) montage and deposit of collected material in the IAvH collection; c) organization, processing and analysis of the data; d) group discussion over the important results and recommendations; e) results integration and report writing.

Finally, the training of the 11 members was finished in the IAvH laboratories in Villa de Leyva.

Bibliography

- Biocolombia. 2000. Diseño de estrategias, mecanismo e instrumentos requeridos para la puesta en marcha de un sistema de áreas naturales protegidas. Bogotá, Colombia. Inédito.
- CI - Conservación Internacional. 2003. Prioridades de conservación para el Escudo de Guayana. Consenso 2002. Washington D.C. USA. 101p.
- Eslava J., López V. y Olaya G. 1986a. Los climas de Colombia (sistema de W. Koeepen). Sociedad colombiana de Meteorología. *Atmósfera* 5:35-81.
- Eslava J., López V. y Olaya G. 1986b. Los climas de Colombia (sistema de C. W. Thornthwaite). Sociedad colombiana de Meteorología. *Atmósfera* 6:36-76.
- Etter A. 1990. Introducción a la ecología del paisaje: un marco de integración para los levantamientos rurales. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia. 90p.
- Flórez A. 1992. Los nevados de Colombia. Glaciales y glaciaciones. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia. 95p.
- Gaviria S. y Faivre P. 2006. Génesis y evolución de oasis de los llanos Orientales. *Rev. Análisis Geográficos* No. 33. Bogotá, Colombia.
- Goosen D. 1964. Geomorfología de los llanos Orientales. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 12(46):129-139.
- Ideam-Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. 2007. Series de registro de precipitación media anual, multianual. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia.
- Igac- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2006. Espaciomapas 2003. Nos. 239, 239bis, 257, 258, 258bis, 276, 277, 77bis, composiciones en falso color 4, 5, 3. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia.
- Khobsi J. 1981. Los campos de dunas del norte de Colombia y de los llanos de la Orinoquia (Colombia-Venezuela). *Revista CIAF.* 6(1-3):257-292.
- Maldonado O., Ortega J.A., Usama J.S., Galvis V.G., Villa F., Vásquez G., Prada S. y Ardila R. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 346p.
- Toussaint J.F. 1993. Evolución geológica de Colombia. Precámbrico y Paleozoico. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 227p.
- Tricart J. 1976. Existencia de médanos cuaternarios en los llanos del Orinoco (Colombia y Venezuela). *Colombia Geográfica.* (1):69-79.

- Van der Hammen T. 1992. Historia, ecología y vegetación. Fondo FEN, Corporación colombiana para la Amazonia (Araracuara). Bogotá, Colombia. 409p.
- Villarreal-Leal H. 2007. Caracterización de los paisajes. Pp. 39-50. En: Villarreal-Leal H. y Maldonado-Ocampo J. (comp.). 2007. Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector noreste), Vichada, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 288p.
- Villarreal H., Álvarez M., Córdoba S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M. y Umaña A.M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia. 243p.
- Zonneveld I.S. 1989. The Land unit. A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. *Landscape Ecology* 3(2):67-86.
- Zonneveld I.S. 1979. Land Evaluation and Landscape Science. Textbook VII-4. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede, The Netherlands. 134p.

CHAPTER 7: CONCEPTUAL GUIDELINES, CONSERVATION, MANAGEMENT AND ADMINISTRATIVE ALTERNATIVES FOR THE PROTECTION OF THE MATAVÉN FOREST

PATRICIO VON HILDEBRAND

Introduction

The region known as the Matavén Forest, with an area of almost two million hectares, is located between the Guaviare River to the south and the Vichada River to the north. The west limit is given by the Chupave Stream and the east limit by the Orinoco River.

The region is covered by forest and savannas in a transition between the immense Amazon forest and the vast Orinoquian savannas and is inhabited by about 12,000 indigenous people from the Sikuani, Piapoco, Piaroa, Puinave, Curripaco and Cubeo ethnic groups. The natural environment is well conserved, with less than 5% of the surface transformed into crop and fallow areas.

Before 2003, the region included 16 indigenous *resguardos*, located more or less in a continuous strip along the northern, eastern and southern limits including a big central area of uncultivated forest land. After a long discussion and analysis process, the indigenous communities, together with Etnollano, identified the need to unify the management of the *resguardos* because of the value of the forests and the savannas for the sustainability of the communities and the perpetuation of regional ecosystem integrity. Since then, this central area has been named “la selva corazón de la salud”.

After considering, step-by-step, different strategies to guarantee the conservation of ecosystems and communities, and organized under the Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales Indígenas de la selva de Matavén (Acatisema), they opted to become one “*resguardo*”. On request, the Incora (Colombian Institute of Agrarian Reform - Instituto Colombiano de reforma agraria), issued the resolution 037 of the 22 of July 2003, in which the entire region of Matavén would become one great *resguardo*, the *Resguardo Unificado Selva de Matavén*. It includes the 16 original reserves and the central forested area which is currently uncultivated.

From the various statements of the resolution, we mention the following two because of their importance to the development of the current chapter:

- The expansion area of the *resguardo* corresponds to the zone called Matavén Forest, located as an enclave within the 16 *resguardos*, which from a biogeographical point of view are part of the Amazon, forming an area with the largest biodiversity in the region, making it a protection priority zone. The physical and cultural existence of the local indigenous groups depends on this protection, since the zone supports communal and cultural uses which are in line with environmental management.
- It is opportune and legally feasible to agree to requests of the indigenous people, in relation with the unification and enlargement, since the socioeconomic studies in the Conclusion chapter shows cultural, territorial, socioeconomic and practical conditions which make possible the integration and organization of these communities for a proper management and administration of the territory.
- Therefore, the reserve not only constitutes an answer to the right of the indigenous people to be owners of their traditional lands, right given in the Political Letter - *Carta Política (CP)*, but also guarantees the “timely protection” of the “area with the largest biodiversity in the region”. From these considerations it can be concluded that with proper community management and administration, the *resguardo* can guarantee the protection of the region biodiversity.
- The Colombian legislation on the environment includes many standards which refer to the management and protection of renewable natural resources and which establish and regulate a number of different types of biodiversity conservation areas. The *resguardo* is not included, however, among

those types of biodiversity conservation areas. The question then is whether or not the *resguardo de la selva de Matavén* can contribute to the protection of its biodiversity. Therefore, it is necessary to analyze the objectives and legal implications of a *resguardo* in terms of environmental authority, administration and management of the territory.

Conceptual Framework

Some general considerations

A rapid review of the articles in the Political Letter of Colombia - *Carta Política (CP) de Colombia* which refer to the indigenous people, shows that within the politico-philosophical and applied order which this Letter seeks to impart on the country's development, these particular articles receive special importance. The following are some of the aspects pertinent to the analysis.

Colombia is defined as a multi-cultural country, in which all the ethnic and cultural representations form the country's identity and should be protected. This means not only the right to exist but also the right to live according to the members' traditions and ideas. As a consequence, the CP recognizes the right of the indigenous people to the possession of traditional territories and specifically, the indigenous collective property known as a *resguardo*. Furthermore, to ensure the survival and cultural development, the law establishes that these areas cannot be levied, transferred or revoked. In other words, it ensures their existence and the collective property character in the hands of the indigenous communities for an undefined period of time.

It is important to note that the property is not limited to authority over the soil but also includes authority over the natural resources existing in the *resguardo*, since these resources are fundamental for the physical and cultural sustainability of the communities. This statement has been expressed by the Colombian Supreme Court - *Corte Suprema de Justicia*.

The CP article No. 246 establishes that the indigenous communities have jurisdictional authority within their territory, according to their own norms and procedures provided that they are not contrary to the Colombian Constitution and legislations. This recognition of the indigenous community's autonomy for their own governance, is a condition *sine qua non* to exercise their fundamental rights to live in accordance with their own ideas, otherwise they will be subordinated to the opinions and ideas of other cultures.

Finally, as noted by Roldán (2001), a number of CP articles (285, 286, 287, 329, 330) point out the indigenous communities' right to be part of the political administrative entities or in other terms to form part of the fundamental organized structure of the Colombian state. This aspect has environmental implications that have been developed in subsequent laws.

The environmental objectives of a *resguardo*

As mentioned before, the *resguardo* is not one of the types of areas with the objective to conserve species diversity and their make up at the genetic, individual, population, species, community and ecosystem levels. In other words, conservation and protection of the integrity of ecosystems (distribution, operation and evolution) are not explicit objectives of a *resguardo*. A *resguardo's* function, in this context, is to contribute and ensure the indigenous community's survival which is based on the renewable natural resources (CC. Sentencia T-405/93). Thus, the existence and availability of natural resources is essential for the *resguardo's* existence. According to Roldán (2001), this is a crucial characteristic or condition of a *resguardo*. Now, considering the natural resources continuity by avoiding disturbances of the regional ecosystem integrity, it can be said that ecosystem conservation is a principal objective of a *resguardo*. The non-transferable and non-revocable character of the *resguardo* as well as the communities' autonomy to govern and manage themselves contribute clarity to this objective. It is important to clarify that the use and exploitation of natural resources are not excluded but treated according to

modes and rhythms for sustainability, and do not alter the function of the natural environment beyond its regenerative capacity.

Legal territorial possession implications on the environment

The territorial possession of the resguardo by the indigenous community includes the possession of the renewable natural resources and the right to administer and manage such territories according to their own ideas. This has two important legal implications. The first, is that the exploitation of natural resources by a third party is not possible without community authorization (CP, article 30) and the second, that the use, exploitation or disturbance of natural resources, renewable and nonrenewable, should be in accordance with the legal regime of the country. The CP article 246 ratifies that the indigenous autonomy is not absolute but is subject to the Colombian law. Furthermore, the exploitation of natural resources is subject to the protection of ecosystem integrity in order to maintain the communities' survival, thus protection becomes the main objective for the resguardo.

Finally, the communities establish their own regulations with regards to use and exploitation of the natural resources. These regulations are derived from the communities' Cosmo-vision and the specific knowledge they have about their environment.

Environmental administration and management

The CP, not only recognizes a set of rights to the indigenous communities, but it also defines the instruments that make them possible. As mentioned before, it establishes that the indigenous authorities will be able to exercise jurisdictional functions within their territory, it establishes that these authorities are public authorities and that they have the right to be a political administrative entity. The agreement No. 169 of 1989 from the International Work Organization - *Organización Internacional del Trabajo (OIT)*, validated by law No. 21 of 1991, recognizes the indigenous communities' right to know and intervene in all the aspects that affect them or their territories.

Law No. 99 of 1993, article 67 establishes that the indigenous territories have the same environmental functions as the municipalities. Article 65 defines such functions.

The indigenous territories, municipalities and districts with special constitutional regime and the mayors have environmental functions given by law or those given or transferred by the Ministry of Environment, Housing and Territorial Development - *Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo de Ambiente (MAVDT)* or the Regional Corporations - *Corporaciones Autonomas Regionales* with the following special attributes:

- To promote and execute programmes and policies at national, regional and sector levels in terms of environment and renewable natural resources; to formulate plans, programmes and environmental projects in their territories in harmony with the regional, departmental and national plans, programmes and projects.
- To dictate norms that control, preserve and defend their territorial ecological heritage, subjected to the superior legal standards.
- To adopt the plans, programmes and projects for environmental development and renewable natural resources that have been discussed and approved at regional level, according to the norms for environmental planning given in the present law.
- To participate in the elaboration of plans, programmes and projects for environmental and renewable natural resources at departmental level.
- To collaborate with the Regional Corporations - *Corporaciones Autónomas Regionales* in the elaboration of regional plans and the execution of programmes, projects and the necessary tasks for the environment and renewable natural resources preservation.

- To exercise the control and surveillance of the environment and renewable natural resources through the indigenous authorities and with the National Police support, in coordination with other entities of the National Environmental System - *Sistema Nacional Ambiental (Sina)* in order to fulfill the environmental duties of the State and to protect the constitutional right for a healthy environment.
- To coordinate and lead, with the Regional Corporations advice and support from the police, the environmental control and surveillance of their territories, in relation with the mobility, processing, use, exploitation and commercialization of the renewable natural resources or in relation to pollution or degradation of the water, air or soil.
- To dictate the rules for land planning and land use regulation of their territories within the limits established by law.
- To execute decontamination projects for water bodies affected by spillage as well as programmes for the disposal, elimination and recycle of liquid and solid residues and the control of contaminating air emissions.
- To promote, co-finance or execute projects in coordination with the Sistema Nacional de Adecuación de Tierras and Corporaciones Autónomas Regionales for irrigation, drainage, land recovery, flooding defense and river-bed control in order to properly manage and exploit the watersheds.

The present chapter does not attempt to be exhaustive in analyzing all the standards included in the environmental legal regime (*Régimen Legal del Medio Ambiente*) but refers to some in order to illustrate the administration and environmental management scope in which the resguardo exists. In this context, it is possible to establish whether the Matavén Forest can contribute to the timely protection of the regions' biodiversity.

Regarding the latter, we conclude that the resguardo can not only but also contribute to the timely protection of the regions' biodiversity and that the communities and indigenous authorities have the legal instruments to achieve it.

Towards the environmental management and protection of the Matavén Forest

The indigenous communities of the Matavén Forest have held various meetings in order to diagnose the environmental situation of their territories. The result is the identification of the environmental problems and the proposals for proper environmental management. These aspects have been compiled in a number of booklets (Fundación Etnollano & AcatiseMA 2002, Fundación Etnollano 2004a, Fundación Etnollano 2004b). A summary is provided below:

Problems identified by the Sikuani Ethnic Group

- Slash and burn of forests for subsistence farming or pasturelands becomes a problem when the burned terrain is large or not used.
- The burning of fallow lands becomes a problem when the land does not rest enough thus producing low yields at a low quality.
- The accidental savanna burning is a serious problem and happens mainly as a result of neglect. The fire damages the terrain and many years are needed for its recovery.
- Cutting of palms in large quantities or when they are not yet mature is a problem because on the long term the palms can be a scarce resource (palms are used as raw material for handicraft).
- The main problem occurs when hunted animals are used for trade because they are captured in big quantities.

- Nowadays the populations of “danta, wild pig, agouti, zaino and araguato” have decreased and are difficult to find in the surroundings of the communities.
- Adult turtles and large quantities of eggs are collected; this makes this animal scarce and endangered.
- In fishing there are five main problems: fishing with “barbasco” (the barbasco plant poisons the fish in the water), chemical fishing, net fishing, intensive fishing of ornamental fish and trade fishing.
- Streams, rivers, and lakes are polluted with garbage, detergents and combustibles. This is a grave problem because it causes human illnesses and decrease or extinction of some fish species.

Problems identified by the Piaroa Ethnic Group

- Indiscriminate fishing of species such as “bocón, palometa, bocachico and cachama”. The fish are moving away because of the human population growth and misuse of resources; there are also problems with the Venezuelans because they fish excessively without the authorization of the community leaders.
- Commercial trading of turtles because these animals can disappear.
- Indiscriminate commercial hunting for species like agouti, danta, wild pig and deer with special risk for agoutis and dantas.
- Raw material trade because it causes the loss of plant species, decrease of forest, animal displacement and droughts.
- Water pollution by toxic waste.

Some principles

This is our territory; it has not recently come into being, but has long since been in existence. It is not land for commercial purpose, as the government thinks. The territory is Mother Nature and she has given us life under her law and it must be respected. The management of our territory is built, woven to make possible the social control of nature. In this way we have life as Piaroa people.

The life of nature is the life of the Piaroa people; in her we have our health, thoughts, education and social control of our environment. The first method to know and manage her is the dream, bank of knowledge. Each natural living being among us has a mother (gemstones) or owner who gives us norms on how to handle the resources in our territory.

The increasing demands on the natural resources negatively impact the biodiversity of our resguardo, in addition when the population grows, the demands will also grow.

There is an indiscriminate use of nature and disrespect for the traditional activities. It begins with the exploitation of animals, turtles and fish for trading. Is it conceivable that those who trade do not have children? We have to think about our future generations. There are ways and techniques to use the resources, the water, and the forest without depleting them. When we obeyed the rules of nature, living beings trusted us, now they are offended, they can punish us, and take revenge. It is very important to project the adequate use of knowledge, to “respect” our mother nature because she is the life of the Piaroa society itself, and disrespect causes the loss of the culture. It is very important to respect the environment and the living beings that inhabit it because they deserve to live and to reproduce. Also to take into account the laws of nature, in an ordered and controlled form, and according to the Colombian law, as well as our ancestral law with respect to the care of nature and animals: it is important not to forget our culture for our well being.

Our thought and knowledge, going from generation to generation, tends to disappear. The ancestral knowledge is not lost but forgotten due to new generations’ indifference for learning, in this way we

lose value as a people. Taking care and spreading the knowledge is not easy for the wise because every being in nature has its own start and origin. By knowing this, the products abound. With the ancestral knowledge, products abound and when the products abound so do the Piaroa people. This knowledge brings responsibility, if we do not maintain our ancestral knowledge, what will happen? Who will give respect? Where will they end up? Where will they travel? Will they maintain the western knowledge?

The knowledge is not only material, but spiritual as the yagé liana and tobacco are used for spiritual entrancement in order to diagnose and project the future of the people. Another way to take care of the nature is by means of the spirit (yopo). If we do not respect her (nature), she punishes us. If we do not respect a sacred place, we get ill. We should organize our life in accordance with our “yagé” and with the establishment, in other words, join our knowledge with that of the west.

It is important to teach the new generation in the school, at home and in the community; what will be the responsibility of the new generation? We invite the authorities and teachers to dream with the wise for the control of nature for (Literal translation *towards*) our grandchildren. Let us plan to administer our resources because every being has an owner; we should teach respect, the value is not about money but about maintaining our life and showing respect for nature.

It is important to highlight the role of women in environmental protection. They should be taken into account: their educational plans, health and productive development. We should work together, man and woman in harmony. In the same way, the woman’s voice should be taken into account in every project as they are bearers of the traditional and natural laws, for the harmony of the Piaroa people. From their first menstruation, the girls should be taught respect for the nature.

I am giving you the word “respect”, nobody comes to teach us how to live in our environment because we received the knowledge from our ancestors. The environment has no frontiers, as a people we think in unity about respect and social control.

Organizational Aspects

What do we think about our resguardo’s future? In the traditional organization, the “cacique” is the higher authority; nowadays the “cabildo” is first, then the captain, after that the teachers, leaders, promoters, women and at last, the “cacique”. The only way to recover the traditional authority and with it, the ancestral law, is to find mechanisms to bring back the “cacique” to his appropriate place. There exists a political problem and therefore it is important to find strategies that answer from where we are going to administer the territory.

It is important:

- For the cacique to train young men; these young men must be selected by the cacique himself, because not everybody is apt to fulfill this role;
- To create an internal regulation to ensure the protection of nature;
- To strengthen the territorial organization, mother nature, which is fundamental to nourish the life of the Piaroa people to maintain customs and culture;
- To promote respect of the ancestral knowledge by means of local, zonal and national organization;
- To revitalize the knowledge of the traditional authorities, like the cacique, captain and cabildo, for control and management; otherwise the resources will be exhausted and the existence of the Piaroa people will be lost.

Leaders, teachers, in your hands we leave the defense and conservation of our habitat. For this, the school, is the house which will project unity, autonomy, use and control of the nature.

Actions referring to knowledge, education and training

Let's teach "respect" towards nature; do not make fun, because it is your own mother; health, education, authority, and the future life of the Piaroa people depend on her.

Let's teach, our own knowledge together with the standard education from childhood because as adults it becomes too difficult. Otherwise we will live without respect, as in these years. With the knowledge of the "white" the nature cannot be protected, only pollution and harm for health will arrive. [We should also]:

- Compile the traditional knowledge about the natural resources.
- Dialog continuously with the traditional healer (doctor) and with the elderly and take their recommendations into account.
- Value the indigenous natural resource norms according to our life plan.
- Continue with the training of leaders who are interested in suitable natural resources management.
- Compile the knowledge of other cultures thus widening our understanding of the protection of the environment.
- Train the communities in proper waste and sanitation system management.
- Train the youth in natural resources management
- Propose workshops in environmental and natural resource management, including topics such as accounting, legal and administration aspects among others.
- Put in practice what we have discussed and learned in the natural resource management plan meetings
- Prepare leaders for the good management of the natural resources, to encourage young people to consult the elderly and who can be ready to guide other members of the Matavén Forest.
- Rescue the traditional rules and make them applicable to women
- Rescue the traditional ecologic calendar
- Train in manufacturing our traditional derived products, for example: guava (jam), merey (wine, candy, jam), sugar cane and plantain (panela and flour)
- Train to replenish fish, animals and trees that are disappearing
- Investigate how to sow and reproduce a species before exploitation so that it does not disappear.

Proposed actions for management

- To find other palm species for roof building and let rest the species that are used nowadays.
- To let the tall palms live to protect bird nests.
- To avoid wild meat trade, control animal use
- To use solid ground for new crop parcels (conucos) in which sowing will be better and will have less weeds.
- To fish only for own consumption without fishing all the fish at the same time, giving them time to rest, and not to use natural or chemical poison (like barbasco), because this harms the ones who want to live, like the small fish.
- To protect the woody plants like patarure, asafrás and palms.

- To control animal and plant trade and use.
- To increase the breeding of natural flora and fauna species (aquatic and terrestrial).
- To increase agriculture, cattle farming and breeding of minor species.
- To use new techniques for control, use and management of flora and fauna.
- We should not pollute water and soil by throwing garbage because this is bad for our health.
- It is necessary to plan fishing and hunting areas as well as areas for other uses like sacred sites and sites for trees. It is important to take into account the climate and air in our environment.
- To propose projects for sustainable production, for example in fishing or wild animal breeding.
- Reforestation of endangered species, like fruit and woody trees and seje and moriche palms which are very useful for man and animals.

Proposed norms

- Not to slash and burn trees, because it damages the forest and the animals go away to another place. To avoid accidental burn, bonfires should be extinguished when hunting begins.
- Not to burn stubble and bush. There are children and old people who burn “just for fun” and as a result the soil is damaged and produces nothing.
- Not to sow in young stubble.
- Not to slash the seje and moriche palms because it takes too long for them to grow and give fruit; also not to slash trees in the headwaters of streams.
- Not to kill agoutis for trade. Some persons kill up to 10 agoutis.
- Not to use barbasco (a poisonous plant) or explosives in streams or lakes, because they kill many sorts of fish that are sometimes thrown away.
- Not to use chemicals or poison and prevent others from using them inside our resguardo.
- Not to use fishing nets to capture small fish.
- Not to fish big amounts of decorative fish.
- Not to pollute the water, neither to throw waste such as tin cans or chemical products (oil residues) because they can make fish and people sick. We should think about the people who live downstream.
- Not to kill animals that are not to be eaten because we should not waste them.
- Not to burn the forest because the small and young animals die and the others go away to other places.
- Not to exploit mineral resources that are in the ground (gold, petroleum, diamonds) because the water gets polluted and dries out; Also not to take the fish treasure, because they (the fish) are the owners.

It can be observed, that there is a clear community conscience over the importance to properly manage and protect the resguardo natural environment. Various environmental problems have been identified and analyzed and specific management solutions have been proposed.

It is also clear for them, that this is a process that should improve in time and in which the community members' attitude, the learning of new ways for sustainable use of natural resources, the process to recover and apply the knowledge of the elderly and a solid community organization have a fundamental role.

Through this process and by implementing the proposed management measures, it is clear that the resguardo is already contributing to the biodiversity conservation and protection of the Matavén Forest.

Next there are some action guidelines to complement the solutions expressed by the communities which can help to re-enforce the ongoing process:

1. Resguardo and sustainable environmental management:

- To perform a Resguardo zonification based on biophysical, economic, social and cultural criteria and concerted with the community.
- To create temporal and permanent use regulations of the different zones concerted with the community
- Acatisema and/or the cabildos should follow up on, evaluate and change the course (when necessary) of the uses.

2. Strategy consolidation:

- To develop processes for investigation and education referring to the historical settling process;
- To develop processes for investigation and education referring to the identification and appraisal of cultural important locations;
- To develop processes for investigation and education referring to the identification and appraisal of the biodiversity components;
- To develop processes for investigation and education referring to following up on, quantifying and evaluating natural resource extraction processes;
- To develop processes for investigation and education referring to strategies that ensure food and health;
- To make strategic agreements with institutions that can neutralize or reduce the effects of external threats over the resguardo area;
- To make strategic agreements with national and international NGOs for the process of support and capacity building within the strategy for management and administration consolidation.

Concerns about the mining activities

There is a great concern within the Matavén Forest and Acatisema about the negative environmental, social and cultural impact derived from the subsoil exploration and exploitation. The concern has grown lately, due to the priority the government has given to the exploitation of such resources, especially hydrocarbons.

All of the Matavén Forest appears in the National Agency for Hydrocarbons - *Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)* plans, as a special zone for exploration and possible exploitation of petroleum and gas. Although the indigenous communities have control over the renewable natural resources, the resguardo figure has no possession over the subsoil.

Besides, the Colombian law does not forbid mining activities in the resguardo areas. However, it includes the communities' right to obtain and exploit mining concessions in their territories, once the requirements established by law are fulfilled. Moreover, the mining activity is subjected to the implementation of measures that avoid or minimize the negative environmental aspects as regulated in the Mining Code and the renewable natural resources and environmental protection code. It also defines mechanisms that make possible the participation of communities and their representatives in the defi-

inition and implementation of management plans in which the exploitation will take place. However, the communities can not obstruct the development of these activities.

Considering that mining is *per se*, a harmful activity for the environmental, cultural and social development that the communities want for the resguardo, they have explored the national legislation seeking a norm that prevents these types of activities in their territories. The result is that the mining activity is only forbidden in the natural national parks, according to the Mining Code (Law 685/2001; article 34):

Zones excluded for mining. Exploration and exploitation types of mining work cannot be executed in declared and delimited zones for protection and development of renewable natural resources according to the legal standards. The excluded areas (for mining) are those established according to the standards, as areas integrated into the National Natural Park System (*Sistema de Parques Nacionales Naturales, SPNN*), regional natural parks and forest reserve zones. The mentioned areas should be geographically delimited by the environmental authority, based on technical, social and environmental studies in collaboration with the mining authority, in those areas of mining interest. In order to restrict or exclude mining exploration and exploitation in zones for protection and development of renewable natural resources, the act that declares them must be justified by studies determining the incompatibility or restriction in relation with the mining activities. However, the mining authority can approve mining activities in areas mentioned above except inside parks, in a restrictive way or performed with certain methods or extraction systems that do not affect the objectives of the protected area. The mining authority should request the transfer of the required area from the environmental authority. The companies interested in the concession should present the studies that demonstrate the compatibility of the mining activities with the objectives of the protected area.

We have highlighted some aspects from the article, which we consider warrants special attention. It is clear that the excluded zones correspond to the areas integrated into the SPNN, regional parks and forest reserves. At the end of the article, the restriction is established for parks only. This creates some confusion since the article is not clear enough to define what type of protected area a park is. We tend to believe they are referring to natural national parks, or the areas integrated into the SPNN, since the possibility to develop mining activities in these areas is subjected to, among other aspects, the “request of transfer of the required area”. Since the law establishes that SPNN areas cannot be levied, transferred or revoked (CP. article 63), the “transfer of the required area” would be unconstitutional. Yet, the term “parks”, as used in the article, is not consistent with article 333 from Decree 2811/74 which establishes that the areas belonging to the SPNN can only be denominated according to the nomenclature that corresponds to its category within the system.

On the other hand, article 34 establishes that the mining exclusion areas (i.e. national natural parks, according to our interpretation) should be delimited in collaboration with the mining authority, and that the declaring act should be justified by studies determining the incompatibility or restriction in relation with the mining activities. For the specific case of the Matavén Forest, an agreement could be reached with the mining authority for mining exclusion in an area that is considered of special interest and to demonstrate the incompatibility of mining activities with the biodiversity conservation purpose of the region. Although this can be difficult, it is not impossible.

There is the possibility to overlap a natural national park (PNN) with the resguardo to reach the desired objective. The overlap is legally possible, and is becoming relatively common: there is total or partial overlap between natural national parks and resguardos indigenas in more than twenty cases. However, there are a number of legal procedures that have to be fulfilled in order to create a PNN and once a PNN is created there will be a substantial number of consequences that affect the administration and management of the resguardo-park.

Requirements for the creation of a national natural park

According to the Law 99/93, the Ministry for Environment, Housing and Territorial Development (MAVDT), has the responsibility to reserve, delimit, acquire and administer SPNN areas. It can delegate administrative functions to Regional Corporations, and also allow the participation of territorial entities and civil society (IAvH 1999).

By means of Decree 2915/94, the Ministry of Environment organized the Special Management Unit for the National Natural Park System (UAESPNN), which is responsible to regulate the administration and management but not to declare the areas in the system.

The legislation does not specify detailed steps to declare an SPNN area, but generally the following procedure is applied:

- The entity in charge to declare the protected area, in this case the MAVDT, presents a study justifying its creation.
- When there is an indigenous area to be totally or partially included inside the SPNN, the Colombian Institute for Agrarian Reform - *Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (Incora)*, together with the Anthropology Colombian Institute - *Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH)*, will make the relevant studies in order to establish a special regime for the benefit of the indigenous population.
- In mining interest zones, the area to be protected should be geographically delimited by the environmental authority, based on technical, social and environmental studies in collaboration with the mining authority.
- The resulting studies must be approved by the Colombian Academy of Pure Sciences - *Academia colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ACCEFAN)*.
- Once the above steps are fulfilled, the protected area declaration act must be justified by the studies which determine the incompatibility or restriction in relation with mining activities.

All the above procedures should be completed for the Matavén Forest resguardo. This offers two challenges: to elaborate a study justifying the creation of the protected area and to elaborate a study supporting the area delimitation that determines the incompatibilities or restrictions in relation with mining activities.

The first type of study is directly related with the PNN definition and their objectives established by law. It refers to an area 1) whose extension allows ecological autoregulation; 2) with ecosystems that have not been substantially altered by exploitation or human occupation; 3) where the plant and animal species, geomorphology and historical or cultural manifestations have a scientific, educational, aesthetic and recreational value.

From these objectives, it can be concluded that the area should include prominent values in terms of fauna, flora, landscape, historical, cultural or archeological relics and samples of biotic communities, physiographic regions, biogeographical units, genetic resources and endangered species in their natural estate.

A number of the above aspects must occur in the Matavén Forest in such a way that justifies the declaration of the entire resguardo and its extension as a protected area.

In addition, the study should help to determine why the mining activity is incompatible with the preservation of the natural, historical, cultural or landscape values and to demonstrate that such incompatibility applies to the entire area.

Administration and management of the “National Natural Resguardo-Park”

As mention before, the administration and management of the SPNN areas is a function of MAVDT, exercised through UAESPNN. The CP establishes that the indigenous communities are in charge of administering their resguardo in an autonomous way. As long as the objectives and the activities to be developed in the area coincide with the park and the resguardo, the administration and management strategies can be harmonized.

The permitted PNN activities are conservation, recuperation, control, investigation, education, recreation and culture and they should be performed according to the following definitions:

Conservation activities: those that contribute to the maintenance of the renewable natural resources and panoramic beauties and that foment the ecosystem’s biological balance.

Investigation activities: those that lead to the knowledge of ecosystems and archaeological and cultural aspects, to be applied in the management and use of the natural and historical places of the country.

Education activities: those directed to teach management, use and conservation of existing values and those activities oriented to promote the knowledge of the natural and historic richness of the country and the need to conserve them.

Recreation activities: entertainment activities permitted to visitors in the SPNN areas.

Cultural activities: those addressed to promote the knowledge of the regional values.

Recovery and control activities: they are the actions, studies and investigations that totally or partially recover an ecosystem or the accumulation of elements that readapt it.

The following are some of the numerous activities prohibited by law inside a PNN:

- The spillage, introduction, distribution use or abandon of toxic or polluted substances that can disturb or harm the ecosystems.
- The development of agriculture and livestock or industrial activities including hotel, mining or petroleum activities.
- Slash and burn, weeding or any cutting activity.
- All activities considered by the authority to be the cause of significant environmental modifications.
- Any sort of hunting, except hunting for scientific purposes.
- Any sort of fishing, except fishing for scientific purposes (with the corresponding permit given by the authority), sport fishing and sustenance fishing in places where, given their natural or social condition, it can be authorized and do not disturb the ecological stability of the sectors in which it occurs.
- Collection of plant material, except those authorized for investigation and special studies.
- The introduction, temporary or permanently, of animals, seeds, flowers or seeding of any species.
- The production of noise, the use of instruments or use of sound systems that disturb the natural environment or visitors.
- To carry any sort of weapon or instrument to be used for hunting, fishing or tree felling.
- To sell, trade or distribute any product, except those authorized.
- To promote, perform or participate in meetings not authorized by the authority.
- To get drunk or provoke and participate in scandals.

- To transit with commercial or particular vehicles outside the established schedule and route and to park outside the parking areas.
- To take pictures, films or sound recordings of natural values for commercial purposes without authorization.

Finally, the UAESPNN should elaborate and execute a park master plan. Such plan is based on a zonification that can have a maximum of seven different zones, each one with objectives and different types of uses:

Primitive Zone: Zone that has not been altered or has little human intervention in its natural structures.

Intangible Zone: Zone in which the environment should be protected from any human activity, such that its natural conditions are everlasting.

Natural recuperating Zone: Zone that has been altered and is destined to recapture its natural environment by using recovery mechanisms to obtain the desired ecological cycle. Once recovered, the zone should be classified accordingly.

Historic-cultural Zone: Zone with archaeological, foot prints or signs of ancient cultures, existence of indigenous cultures, historic features or scenarios where national important episodes took place.

Outdoor recreation Zone: Zone that given its natural conditions offers the possibility for outdoor recreation activities that do not modify significantly the environment.

High density use Zone: Zone that given its natural conditions, characteristics and location can offer visitors certain recreation facilities and environmental education, harmonizing with the nature and producing little modification to it.

The mentioned norms and conditions are just an overview of the rules in a National Natural Park - PNN. However, they give a general idea about the implications they have for the resguardo administration, management and use of natural resources, showing the incompatibilities that can arise when the two figures are overlapped.

There exists a legal instrument than can improve this circumstance. The article 7 Decree 622/77, says that when indigenous communities live in a park, a special regime should be established to the benefit of the indigenous population, respecting their permanency and their right to exploit the renewable natural resources, observing compatible technologies with the objectives of the area.

Questions that arise from this situation are, for instance, what flexibility has a special regime to ensure the rights of the indigenous communities to execute their activities according to the laws in the Colombian CP? What would be the legal status of such regime? Can this regime revoke or modify what is prohibited in the PNN Decree?

Development of Special Management Regimes in some resguardo-parks

A special management regime-*Regimen Especial de Manejo (REM)* has not been established in any of the more than twenty national natural parks that overlap with a resguardo, in spite of the existence of the legal mandate, but in few cases the procedure has been started. Here we gathered some characteristics of the process, taking the examples of Amacayacu, La Paya and Cahuinari PNN cases, located in the Colombian Amazon. Annex 7.1 gives an extended version of the progress in each case.

The establishment of a REM in the overlapping area of the Amacayacu national park with indigenous resguardos, emphasizes the territorial and governability aspects such as ecotourism and natural resources management.

Territory and governability

The main proposals referring to the territory are:

- to extend the resguardo to areas that have been converted to forest reserve or national park;
- to restrict the access to sacred places or those of indigenous cultural importance for people outside the local communities;
- general norms for the development of activities inside the resguardo, in particular mining activities and other developing projects.

About governability, there is the proposal for a preliminary procedure for the curaca/cabildo – leader of the community, to apply sanctions for violations in the use or management of natural resources. However, the leader can invite the UAESPNN or any other authority when necessary.

Additionally, the creation of a directive committee is proposed for the REM development. The committee should be composed of junior curacas (curacas menores), the senior curaca (curaca mayor), the park head, the Amazon-Orinoquian Territorial Management - *Dirección Territorial Amazonia-Orinoquia (DCTAO)*, the general directorate of UAESPNN, one delegate from Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (Corpoamazonia) and one delegate from the Asociación de Cabildos Indígenas del Trapecio Amazónico (Acitam). Some of the functions of this committee are as follows:

- To define the policies and general action lines;
- To develop the park's management plan and the resguardo life plan - *plan de vida*;
- To find and administer the financial resources;
- To follow up the agreed compromises.

The committee will be assisted operationally by a local REM committee composed of curacas of each community, traditional authorities, indigenous delegates from the Grupo de Trabajo en Investigación (GTI) (for the ecotourism, natural resources and education groups) and the head of the PNN Amacayacu and his team. Some of their functions will be:

- To formulate the action plan;
- To ensure the fulfillment of the established norms;
- To coordinate project formulation;
- To gather the communities.

Proposals for ecotourism development

It is important for the communities to reflect on the ecotourism aspects, since this is an intense activity around Leticia and because the Amacayacu PNN tourism management has been given to private entities. The proposed norms are mainly directed towards indigenous behaviour to guarantee the ideal biological and ecological conditions and needs for the sustainability of different tracks such as, the maintenance of the natural forest cover along each side of tracks; no to cut trees, lianas or plants in general; not to offer any plant material to visitors, no to cut trees to show their resins and not to extract any animal or plant material on behalf of visitors, among others.

Other norms seem to be directed to prevent behaviour that scares tourists, such as hitting “bambas” with sticks but rather with hands; long term maintenance of tracks; not to hunt in front of visitors and not to leave the bullet case behind; not to have captive animals to amuse visitors. Finally, it is proposed that the visitors have to respect the beliefs of the community and follow the norms and restrictions established.

Proposals for natural resource management

The proposals concerning fish management are aimed at permanent or temporal prohibition of some activities. Although traditional methods for fishing are allowed (stick, fish hook, arrow and net), it is forbidden to traverse nets in the mouth of the Amacayacu river or its tributaries and in the river mouth of streams arriving to the Amazon River. Poison fishing is forbidden in all water bodies of the region. It is forbidden to fish Piracucú fish in the lakes Julio, Zabala, Tipista and Vuelta Grande and the lower part of the Amacayacu River. Finally, it is forbidden to fell fruit trees, located at the side of rivers, streams or lakes, which fruits feed some fish species. The temporal restrictive norms forbid the use of any nets in the Amacayacu River, lakes and streams during June, July, August, September and especially when fish are mating. Net fishing, as community work, is allowed during those months after consulting with the cabildo and the community monitors. The request should be communicated with the Amacayacu PNN. In the high-water season, net fishing is allowed where every person can have a maximum of two traverse nets at the same time but only for a maximum period of 12 hours.

The proposals for forest exploitation are prohibitive or conditional. The cutting of fruit trees in general, and palms is forbidden; extraction of caraná palm leaves for outsiders is forbidden. Other tree uses such as felling for family subsistence is allowed, but the community leader should be informed; the felling of woody trees for trading requires a permit from the curaca after approval by the assembly and the park head.

For hunting, the activities are also prohibitive or conditional, for example, manatee hunting for any purpose, hunting of caimans, any monkeys, turtles and capybaras and all other wild fauna for trading purposes are forbidden. The restrictions established that only the community members are allowed to hunt, and yet, the trading of wild animal meat can only occur inside the community, unless there is a permit given by the curaca, in which case it is possible to trade up to 30 kilos of wild meat to local boarders. Other norms proposed refer to the transit of boats in the park or resguardo area, to waste disposal and to the conditions in which investigations in the overlap area can take place.

The case of overlapping resguardos with PNN La Paya and that of resguardo Predio Putumayo with PNN Cahuinarí, present proposals similar to the above case, although in each case there are particular emphases. In the first case, the central themes refer to natural resources exploitation, entry of outsiders to the area, recovered areas, cattle farming management, slash and burn, sanctions, control and surveillance.

In the case Cahuinarí PNN, the emphasis has been on the park administration, investigations in the overlapping area, services that the park can offer to the communities and about the zonification of the overlapping area. For the natural resource management, the proposals include a lot of prohibitions and/or conditions for hunting, fishing and use of building materials. It also proposes mechanisms to control the use and extraction of resources by means of an inventory, the definition of sanctions and how to apply them.

The three cases presented here give an idea about the concepts, norms and management strategies that are proposed to harmonize the administration, use and management of the overlapping areas. It can be observed, that the emphasis in each case is different, in part because of their geographical locations, their distances to towns and cities and their relationships with the market are different. Amacayacu, by the shores of the Amazon River, is relatively near Leticia, and there is intense tourist activity in the park. La Paya, by the Putumayo River, is not far from Puerto Leguizamo, which has less economic activity than Leticia. In this zone the illicit crops are intensive. Cahuinarí, by the Caquetá River, is far from any town, city or market, there is no economic activity but some fish and wild meat trade occurs sporadically.

Close reading of Annex 7.1 shows that a high percentage of the proposed norms for the use of natural resources are restrictive or even prohibitive, not only for outsiders but also for the inhabitants of the resguardo communities. It also gives the impression, that they try to express the rules referring to the area administration and management strategies in such a way that the indigenous autonomy is adjusted to the administrative and management functions of the environmental authority, defined in the legislation.

We hope this chapter can contribute to the Matavén Forest resguardo communities reflection in making the political decision “to marry” with a PNN, sacrificing in major or minor ways a part of their autonomy, instead of impeding the development of mining activities in their territory. The park as well as the resguardo status are not revocable: the marriage is forever.

Bibliography

- Constitución Política de Colombia. 1999. Editorial Norma. Bogotá, Colombia.
- Corte Constitucional. Sentencia T-405/93 (noviembre 23). M.P. Dr. Hernando Herrera Vergara.
- Decreto 2811 de 1974 (diciembre 18). Por la cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- Decreto 622 de 1977 (abril 17). Por el cual se reglamenta parcialmente el Capítulo V, Título II, Parte XIII, Libro II, del Decreto-Ley número 2811 de 1974 sobre “Sistema de Parques Nacionales”; la Ley 23 de 1973 y la Ley 2 de 1959.
- Decreto 2915 de 1994 (diciembre 31). Por el cual se organiza la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales, se asignan funciones y se dictan otras disposiciones.
- Fundación Etnollano- & Acasisema-Asociación de cabildos y autoridades tradicionales indígenas de la selva de Matavén. 2002. Proteger la cuenca del Matavén. Primera Edición. Bogotá, Colombia.
- Fundación Etnollano. 2002. Matavén: Selva corazón de la Salud. Primera edición. Fundación Etnollano. Bogotá, Colombia.
- Fundación Etnollano. 2004a. Manejemos con respeto los recursos naturales de la selva de Matavén. Convenio Acatisema-Fundación Etnollano. Bogotá, Colombia.
- Fundación Etnollano. 2004b. Responsabilidad y compromiso de los Sicuani en la selva de Matavén. Convenio Acatisema-Fundación Etnollano. Bogotá, Colombia.
- Fundación Etnollano. 2005. Matavén/GEF. Un proyecto, un proceso, una vivencia. Informe final 2001-2004. Fundación Etnollano. Bogotá, Colombia.
- IAvH- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 1999. Biodiversidad: Análisis normativo y de competencias para Colombia. María del Pilar Fajardo, Investigadora. Instituto de Investigaciones de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. LEGIS editores S.A. Bogotá, Colombia.
- LEGIS (Permanente). Régimen Legal del Medio Ambiente. LEGIS editores S.A. Actualizado a enero 2007. Bogotá, Colombia.
- Ley 21 de 1991 (marzo 4). Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en pueblos independientes, adoptado por la 76ª reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra 1989.
- Ley 99 de 1993 (diciembre 22). Por medio de la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovable, se organiza el sistema nacional ambiental –Sina- y se dictan otras disposiciones.
- Ley 685 de 2001 (agosto 15). Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.
- Resolución 037 del 22 de julio de 2003. Por el cual el Incora crea el Resguardo Unificado y ampliado de la selva de Matavén con un área total protegida de 1.849.613 hectáreas.
- Roldán R. 2001. Resguardos indígenas y parques naturales en Colombia: una reflexión sobre la viabilidad o no de su coexistencia legal sobre un mismo espacio territorial. Documento de trabajo No. 8. Coama. Bogotá, Colombia.

CHAPTER 8: SUMMARY AND RECOMMENDATIONS

Summary

The results of this study emphasize the following aspects:

1. The registered woody plants, birds, insects and fish, exhibit typical components of the Orinoquian and Amazonian region of Colombia. These results show the great heterogeneity of the region, reflecting the Matavén Forest biogeographical position.
2. The physiographic contrast between the five sample landscapes, show a low number of shared species for each of the woody plants, insects and birds. Therefore the species interchange between landscapes, the so-called beta-diversity, is high.
3. From the five characterized landscapes, the “planicies sedimentarias (BT-a)” and the “bosques de cerros rocosos residuales (BR)” are the least extended landscapes from the central eastern zone of the Matavén Forest. However, these landscapes show the highest alpha-diversity of the sample groups.
4. The fish sample includes a total of 137 species and 7904 individuals. The great majority (77%) belong to only 15 of the registered species. Eight species identified are new for the Colombian Orinoquian region.
5. The training given to 11 members of the indigenous communities, gave added value to this study, considering the general perception of the Gema team about the little knowledge that the communities adjacent to the sample sites have of their environment. Additionally, this activity helps the local communities to value and appreciate their natural environment.

Recommendations

Integral recommendations are presented that are relevant to preservation and management of the area. They are based on the results of the present study and the analysis of secondary source information.

1. Due to the high landscape heterogeneity present in the sample zone (central eastern section) of the Matavén Forest, some landscapes had to be excluded due to time limitations. Therefore, it is recommended to take samples in other partially flooded savannas “sabanas parcialmente inundables” located at the north of the Matavén Stream, since it presents characteristics that can have a different composition and structure from the biological groups already studied.
2. Due to the great extension of the “Resguardo Unificado de la selva de Matavén” and taking into account that Acatísema wants to characterize the entire resguardo, it is recommended to extend this type of study to other sections of the resguardo, with the purpose of obtaining representative information for the whole. For more details about other types of existing landscapes in the resguardo see Annex 8.1.
3. Taking into account the high beta-diversity found in this study, it is expected that an extended sample area will show an increase in the diversity of the registered species for the groups of interest. In fact, indigenous people from other sections of the resguardo stated that in the zones where they live the species are different from those found in the study area.
4. However, it is important to mention that due to issues of accessibility, new expeditions will imply higher costs. Therefore it is essential to prioritize the landscapes and the sample sites, possibly according to criteria such as contrast in landscapes, exclusivity, distribution, anthropological pressure and cost to perform the biological characterizations.

5. It is necessary to extend the fish exploration area along the Matavén Stream and its tributaries. This will allow a better view of the species composition and a better understanding of their relation with other water bodies in the Orinoco Basin.
6. The creation and declaration of a national natural park is a long and rigorous procedure that requires the approval of various organizations, among them the National Agency of Hydrocarbons - *Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)*. The management of the resguardo as a resguardo and national natural park combined would be the responsibility of the indigenous communities settled in the area and the environmental authority, specifically the Special Administrative Unit for the National Natural Park System - *Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN)*. Consequently, a declared park over a resguardo area will affect its autonomy because it will limit the authority of the communities.
7. It is suggested to name the area as Area of Importance for Bird Conservation "*Área Importante para la Conservación de las Aves (AICA)*" (Bird Important Areas, IBAs). This figure of conservation would not affect the autonomy of the settled indigenous communities, but will be of national and international recognition to the conservation action that the resguardo is performing in this area.
8. As mentioned in Chapter 5 –“The Birds”, the Matavén Forest would be the second AICA in the Vichada Department and would conform to a network of more than 112 sites in Colombia (Franco y Bravo 2005) and another 15,000 around the world that promotes global recognition and development of conservation projects for the protection and monitoring of these areas (BI 2007). The nomination is possible since it fulfills the criteria A2, which establishes that the bird species must be restricted to an endemic area. In this case, 33% of the species are restricted to an endemic zone called white sand forests of the Orinoco-Negro, “selvas de arenas blancas del Orinoco-Negro”, located in the Matavén Forest.
9. It is recommended to advance the consolidation and integration processes of the resguardo which have been carried out until now. Such processes relate to, for instance, the economic alternatives, management of natural resources and seeking and establishing alliances for the execution of projects. Working with universities, could be an interesting alternative for the execution of long term investigations with varied approaches but that supply the identified needs of the resguardo and its people.
10. Due to the geographic position of the Matavén Forest, the conservation and proper use of the natural resources require bilateral efforts between Colombia and Venezuela. The integral management and coordination of fishing rules, for example, are essential for the success and coherence of conservation measurements, management and fishing exploitation.
11. Last, but not least, as mentioned during this study, the Matavén Forest is an important region in biological and environmental terms. It is the responsibility of everyone, but mainly of its residents, to maintain the natural resources as well as the goods and services that the surroundings generate, to guarantee the present and future of the generations to come.

Bibliography

- BI-BirdLife International. 2007. Conserving biodiversity, improving livelihoods, URL: http://www.birdlife.org/news/news/2007/06/people_and_biodiversity.pdf. *[fecha consulta: 20070615]
- Franco A.M. y Bravo G. 2005. Áreas importantes para la conservación de las aves de Colombia. Pp. 117-281. En: BirdLife International y Conservation International. 2005. Áreas importantes para la conservación de las aves en los andes tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Quito, Ecuador. Birdlife Internacional; serie de conservación de BirdLife No.14. 128p.

ACRONYMS		
Acronym	English	Spanish
Acatiseama	Association of Traditional Indigenous Leaders and Authorities of the Matavén Forest	Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales Indígenas de la selva de Matavén
ACCEFEN	Colombian Academy of Pure Sciences	Academia colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Acitam	Association of Indigenous Leaders of the Amazonian Trapezoid	Asociación de Cabildos Indígenas del Trapecio Amazónico
AICA	Area of Importance for Bird Conservation	Área Importante para la Conservación de las Aves
ANH	National Agency for Hydrocarbons	Agencia Nacional de Hidrocarburos
Coama	Consolidación Amazónica	Consolidación Amazónica
CP	<i>Political Letter - Constitution</i>	<i>Constitución Política</i>
DCTAO	Amazon-Orinoquian Territorial Management	Dirección Territorial Amazonia-Orinoquia
ESPA	Environmental Security for Poverty Alleviation	Environmental Security for Poverty Alleviation
Gema	Exploration and Monitoring Group	Grupo de Exploración y Monitoreo
GTI	Investigation Work Group	Grupo de Trabajo en Investigación
GTZ	German organisation for technical cooperation	German organisation for technical cooperation
IaVH	Alexander von Humboldt Biological Resources Investigation Institute	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
ICANH	<i>Colombian Institute of Anthropology and History</i>	<i>Instituto Colombiano de Antropología e Historia</i>
IES	Institute for Environmental Security	Instituto de Seguridad Ambiental
Igac	Agustín Codazzi Geographic Institute	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
Incora	Colombian Institute for Agrarian Reform	<i>Instituto Colombiano de la Reforma Agraria</i>
MAVDT	Ministry of Environment, Housing and Territorial Development	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
OIT	International Work Organization	Organización Internacional del Trabajo
PNN	National Natural Park	Parque Nacional Natural
REM	Special Management Regime	<i>Regimen Especial de Manejo</i>
Sina	<i>National Environmental System</i>	<i>Sistema Nacional Ambiental</i>
Sinap	National System of Protected Areas of Colombia	<i>Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia</i>
SPNN	National Natural Park System	<i>Sistema de Parques Nacionales Naturales</i>
UAESPNN	Special Administrative Unit for the National Natural Park System	Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales
COMMON SPANISH TERMS LOOK UP TABLE		
Spanish		English
altillanura		high plains
caño		stream
curaca/cabildo		leader of the indigenous community
resguardo		indigenous collective property
Resguardo Unificado Selva de Matavén		Unified Indigenous Territory of the Matavén Forest

Capítulo 1: Contexto y área de estudio





HÉCTOR VILLARREAL-LEAL

Área de estudio

El área de estudio se localiza al oriente de la altillanura de la Orinoquia colombiana, en el extremo oriental del departamento de Vichada, entre los ríos Vichada, al norte, y Guaviare al sur; específicamente se ubica en la cuenca baja del caño Matavén, en jurisdicción municipal de Cumaribo. Por sus características fisiográficas y geológicas, el área de estudio hace parte del borde occidental del Escudo Guayanés, y corresponde a lo que se conoce como la selva de Matavén. Esta área es reconocida por su alto estado de conservación y por el interés biogeográfico que suscita, por localizarse en la transición de las sabanas de la Orinoquia, al norte, y los bosques húmedos de la Amazonia, al sur, tal como lo revelan el examen de imágenes satelitales regionales de la zona.

La selva de Matavén abarca un gran territorio, cuya extensión se estima en 2'150.000 ha distribuidas entre los ríos Vichada, al norte, Guaviare, al sur, Orinoco al oriente, y el caño Chupave, al occidente (Figura 1.1). Comprende 16 territorios indígenas de seis etnias localizados en las riberas de los mencionados ríos, agrupados en un solo resguardo llamado Resguardo Unificado de la selva de Matavén, cuya extensión total es de casi dos millones de hectáreas.

El área se caracteriza por su aislamiento geográfico y por la baja densidad de población. Existen solamente pequeños núcleos de población indígena localizados a lo largo del río Orinoco, y de los caños Matavén y Fruta. En el área específica estudiada, se destacan Sarrapia, caserío habitado por indígenas de la etnia de la piaroa de la comunidad caño Fruta y una pequeña comunidad indígena conocida como Urbana La Nueva, localizada en cercanías de la desembocadura del caño Matavén en el río Orinoco.

Ejercicios realizados para la identificación de áreas potenciales para la conservación en el país, identificaron a la selva de Matavén como posible área a ser incorporada al Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia-Sinap (Biocolombia 2000). La importancia de esta área radica en la conservación de un sector representativo de la biota de selva húmeda situada al norte del río Guaviare.

Paisajes caracterizados y sitios de muestreo

La caracterización biológica abarcó cinco paisajes: cuatro boscosos y uno de sabana, contrastantes en términos por sus atributos fisiográficos. Se localizan en la cuenca baja del caño Matavén y cerca de la confluencia de éste con el río Orinoco (Tabla 1.1, Figura 1.2) en el extremo oriental de la selva de Matavén. Con igual número de sitios de muestreo de aves, plantas e insectos, así como de observaciones de las características internas y externas de los paisajes, la caracterización incluyó adicionalmente muestreos parciales en paisajes intervenidos. Los registros de peces fueron llevados a cabo en los caños Matavén, Cajaro, Negro y Fruta, y en el río Orinoco. Una descripción detallada de los paisajes caracterizados se presenta en el capítulo 2.

Figura 1.1: Localización de la selva de Matavén

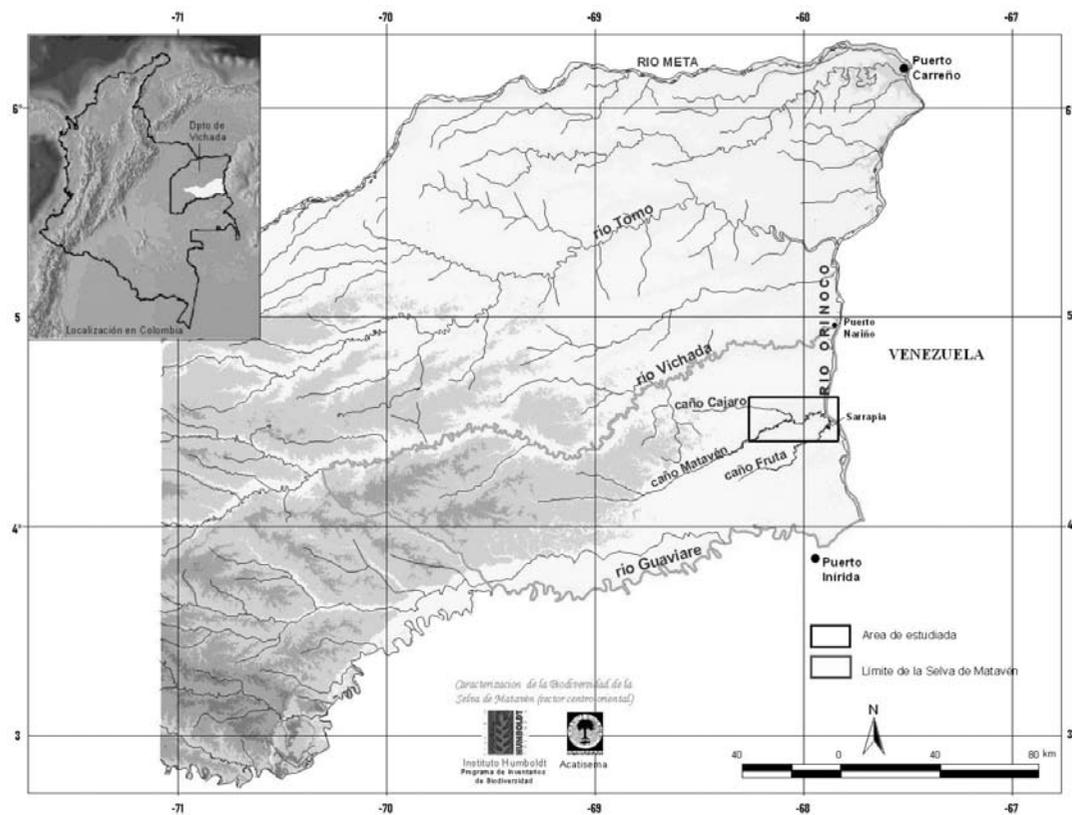
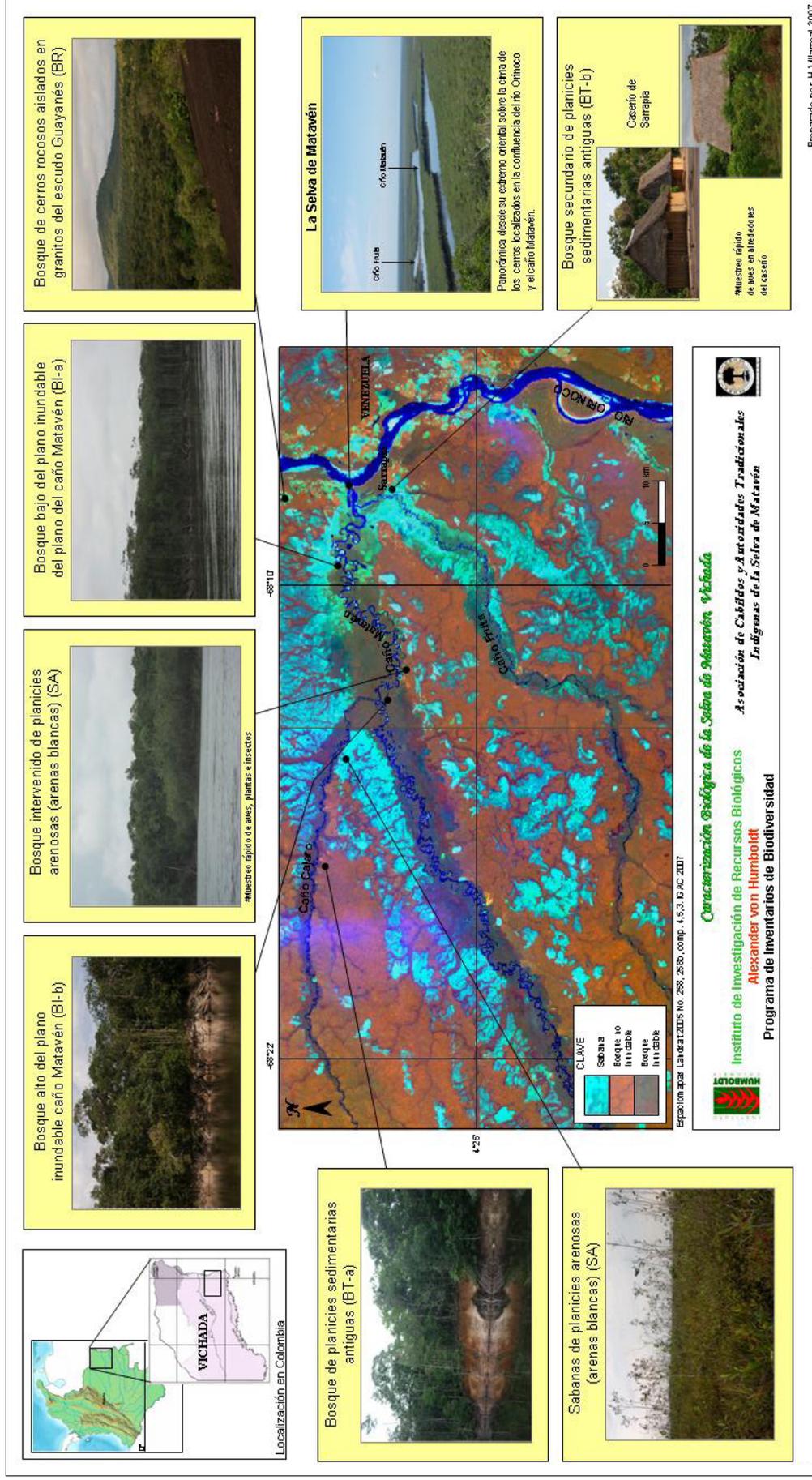


Tabla 1.1: Paisajes caracterizados y referenciación geográfica de los sitios muestreados en la selva de Matavén.

Macrogeoforma	Paisaje	Código	Georreferencia sitios de muestreo	Otros referentes de localización	Comentario
Colinas residuales en rocas graníticas (Granito de Parguaza) del Escudo Guayanés (Precámbrico)	Bosque de cerros rocosos residuales en granitos del Escudo Guayanés	BR	Vichada, Cumaribo, 04°36'33" N, 67°51'52" W, 300 m.	Margen izquierda del río Orinoco a 6 km de la confluencia Orinoco y Matavén	
Planicies aluviales menores de río orinoquense (aguas negras)	Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén	BI-a	Vichada, Cumaribo, 04°32'11" N, 67°54'32" W, 220 m.	Caño Matavén, margen izquierda	
	Bosque alto del plano inundable del caño Matavén	BI-b	Vichada Cumaribo, 04°30'28" N, 68°03'32" W, 190 m	Frente a la desembocadura del caño Cajaro en el caño Matavén.	
Planicies ligeramente disectadas en arenas derivadas de granitos del Escudo	Sabanas en planicies arenosas (arenas blancas) ligeramente disectadas	SA	Vichada, Cumaribo, 04°31'56" N, 68°05'28" W; 240 m.	Margen derecha caño Cajaro	
	Bosque de planicies arenosas (arenas blancas) ligeramente disectadas	BA	Vichada, Cumaribo, 04°29'13" N, 68°00'22" W, 260 m.	Margen derecha del caño Matavén	Bosque secundario. Muestreo rápido todos los grupos biológicos
Superficies Plio-Pleistocénicas disectadas en sedimentos aluviales	Bosque de planicies sedimentarias antiguas moderadamente disectadas	BT-a	Vichada, Cumaribo, 04°33'32" N, 68°11'51" W; 270 m.	Margen derecha del caño Cajaro	
	Bosque de planicies sedimentarias antiguas moderadamente disectadas	BT-b	Colombia, Vichada Cumaribo, caserío de Sarrapia, 04°29'25" N, 67°52'19" W, 240 m.	Margen derecha del caño Fruta, Comunidad de Sarrapia	Vegetación secundaria (rastros). Muestreo rápido de la avifauna.

Figura 1.2: Localización de los sitios de muestreo y los paisajes estudiados en el sector centro-oriental de la selva de Matawén.



Contexto geográfico regional de la selva de Matavén

Aspectos fisiográficos

La geomorfología y los materiales que componen la altillanura de la Orinoquia están estrechamente relacionados con dos eventos: por un lado, la geología y génesis de la cordillera de los Andes y, por el otro, la denudación de las estructuras geológicas del Escudo Guayanés. En cuanto al primero, los levantamientos de la cordillera sucedidos durante el Terciario y el Cuaternario dieron lugar a grandes procesos de erosión en la cordillera, causa y fuente de la sedimentación en los llanos (Goosen 1964). En cuanto al segundo, la denudación del Escudo Guayanés ejerce una gran influencia particularmente en el extremo oriental de la altillanura, donde los materiales del basamento del Escudo afloran, conformando así una estrecha franja de colinas bajas discontinuas y de cerros aislados, distribuida de forma paralela al río Orinoco en los departamentos de Vichada y Guanía.

En el extremo oriental del país, el basamento del Escudo está representado principalmente por el Complejo de Mitú, compuesto por las rocas más antiguas de Colombia, formadas durante la orogenia transamazónica (2.200 a 1.800 m.a.). Litológicamente está constituido por rocas metamórficas (neises, esquistos cuarcitas y anfibolitas). El borde geológico centro-occidental de este Complejo está compuesto por el batolito de Parguaza (granito de Parguaza) (Toussaint 1993, CI 2003), que aflora en Colombia en una estrecha franja entre Puerto Carreño y Puerto Inírida. Esta estructura geológica hace parte de una serie de grandes batolitos precámbricos, relacionados con eventos tectometamórficos sucedidos durante la orogenia mencionada (Toussaint 1993). A él pertenecen los relieves más prominentes conformados por cerros rocosos aislados tipo inselberg.

Se ha establecido que la ocurrencia de períodos secos marcados, acompañados de fuertes vientos durante el Pleistoceno (Tricart 1976, Flórez 1992, Van der Hammen 1992), tuvieron efecto en el origen de algunas geoformas y en el tipo y distribución de materiales que componen la altillanura. Sin embargo, observaciones directas en campo en la selva de Matavén no evidencian una influencia de tales fenómenos, tal como sí ocurre, por ejemplo, al oriente del Parque Nacional Natural (PNN) El Tuparro (Villarreal-Leal 2007), ubicado al norte del río Vichada, a 90 km aproximadamente de la selva de Matavén.

En el extremo oriental del área estudiada, los datos de campo revelan una cobertura continua de arenas blancas, producto de la alteración de las rocas graníticas, sepultando el basamento del Escudo. En efecto, Gaviria y Faivre (2006) señalan la existencia de arenas cuarzosas provenientes del desmantelamiento y la alteración de rocas cristalinas que componen el Escudo y constituyen la altillanura Periguayanesa. El extremo meridional de la influencia eólica, con formación de dunas, se registra en áreas aledañas al río Tomo (Khobzi 1981).

Clima

Regionalmente, la precipitación en la Orinoquia y norte de la Amazonia aumenta de oriente a occidente y de norte a sur. Varía desde 1.500-2.000 mm/año al norte en los departamentos de Arauca y Vichada, y aumenta hacia el sur hasta alcanzar 2.500-3.000 mm/año. Los mayores valores de precipitación se presentan en el piedemonte de la cordillera Oriental (3.000-3.500 mm).

La distribución anual de la precipitación tiene un comportamiento monomodal, es decir, un período de lluvias entre los meses de abril y noviembre y otro de sequía entre diciembre y marzo.

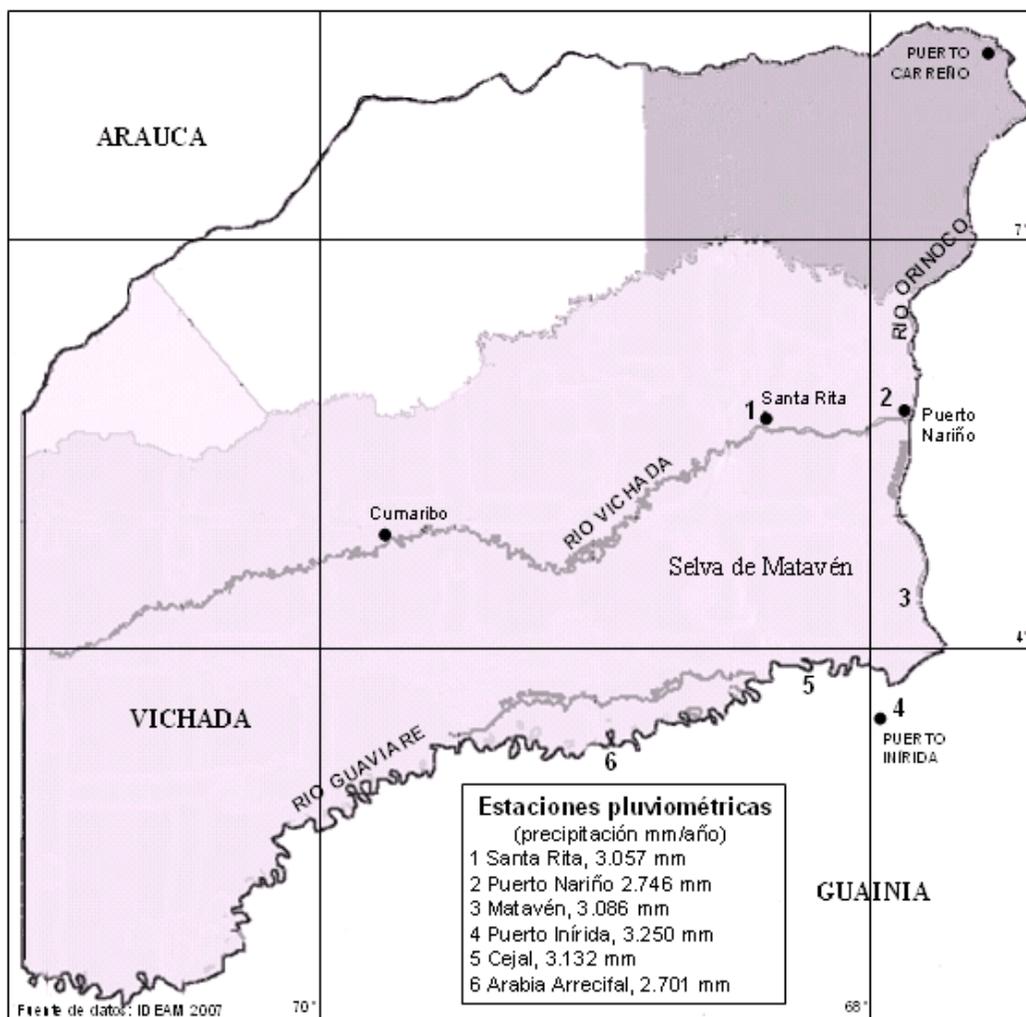
Según la clasificación climática de Thornthwaite, el tipo de clima al norte de Vichada es semi-húmedo. Gradualmente se haciendo más húmedo al centro y sur de Vichada (ligeramente húmedo y moderadamente húmedo), y aún más húmedo en el norte de Guainía (Eslava *et al.* 1986b). Dentro de la clasificación climática de Köppen, en la Orinoquia colombiana predomina los tipos climáticos tropical lluvioso de sabana ligeramente húmedo (AWI) y tropical lluvioso de bosque (AMI) (norte de Guainía). Se carac-

terizan por la ocurrencia de un período de sequía bien definido de cuatro meses de duración, siendo la precipitación del mes más seco inferior a 60 mm en el primero, y superior a este valor en el segundo (Eslava *et al.* 1986b).

De acuerdo con la clasificación climática de Thornthwaite, definido por el factor de humedad (Fh), la selva de Matavén pertenece al tipo climático moderadamente húmedo (B2), y según la clasificación de Köppen pertenece al tropical lluvioso de selva (AMI) (precipitación del mes más seco > 60 mm y temperatura media del mes más frío > 10°C) (Eslava *et al.* 1986a).

En la periferia del área de estudio existen seis estaciones pluviométricas localizadas a lo largo de los ríos Vichada, Orinoco y Guaviare (Figura 1.3). Los datos proporcionados por estaciones permiten hacer una descripción regional aproximada del comportamiento climático del área, en especial en cuanto a la distribución y cantidad de lluvias anuales.

Figura 1.3: Localización de las estaciones pluviométricas consideradas.



La cantidad de lluvias anuales en las estaciones consideradas fluctúa entre 2.746 y 3.253 mm/año (Tabla 1.2), evidenciándose un aumento de la precipitación de norte a sur a lo largo del río Orinoco. En efecto, la precipitación anual es de 2.746 mm/año al norte (estación de Puerto Nariño), 3.086 mm en el centro (estación Matavén) y 3.253 mm/año al sur (estación de Puerto Inírida). La diferencia de precipitación entre estaciones extremas es de 507 mm/año. Este comportamiento de las lluvias probablemente tenga un efecto sobre el aumento de la cobertura boscosa y la disminución de sabanas hacia el sur.

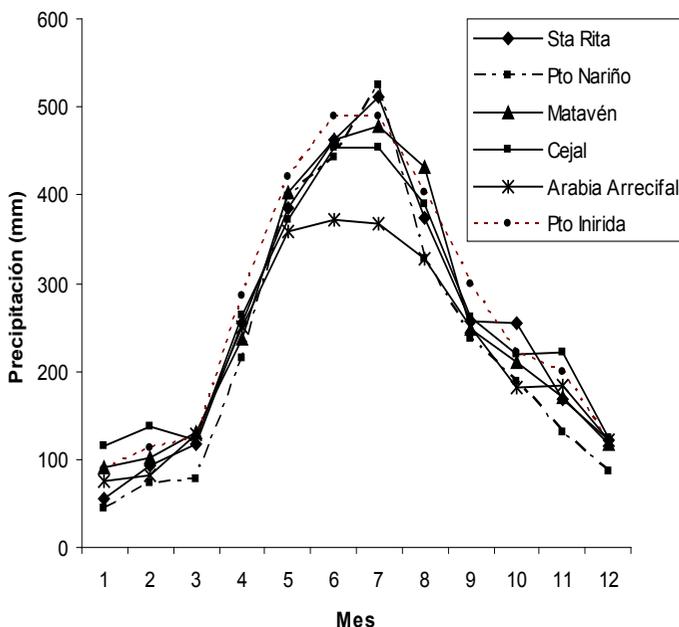
Tabla 1.2: Valores de precipitación media mensual multianual de las estaciones consideradas (en mm).

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	Período	lat/long	Altitud (m)
Santa Rita	56	92	117	255	385	463	512	375	257	255	169	123	3057	1983-2006	04°51' N, 68°24' W	87
Puerto Nariño	43	74	78	215	399	443	524	328	238	188	130	87	2746	1984-2005	04°56' N, 67°51' W	79
Matavén	91	103	131	237	403	464	479	432	247	210	171	118	3086	1983-2006	04°17' N, 67°49' W	88
Cejal	115	138	122	262	372	454	454	389	261	220	221	125	3132	1983-2006	03°59' N, 68°21' W	94
Arabia Arrecifal	75	83	128	251	360	371	368	328	250	181	185	122	2701	1983-2006	03°30' N, 69°03' W	96
Puerto Inírida	88	113	124	285	421	488	490	404	299	222	199	120	3253	1972-2006	03°35' N, 67°55' W	100

En todas las estaciones consideradas, la distribución anual de las lluvias tiene comportamiento monomodal (Figura 1.4). El periodo lluvioso se presenta entre los meses abril y septiembre, involucrando entre el 70% y 78% del total de lluvias anuales. Dentro de este mismo periodo, en sólo tres meses (mayo, junio y julio), cae entre el 43% y 50% del total de lluvias anuales, siendo los meses más lluviosos del año. Pasado el periodo de lluvias, las precipitaciones disminuyen notablemente y sobreviene un periodo de menores lluvias (octubre-marzo), durante el cual se registra el 12% y 16% del total anual, siendo enero y febrero particularmente secos (4% a 8% del total de lluvias anuales).

El régimen de temperatura de la Orinoquia es isomegatérmico, es decir, que la diferencia de temperatura entre el mes más frío y el más cálido es inferior a 5°C. Sin embargo, no se dispone de datos de temperatura en las estaciones más cercanas a la selva de Matavén. En la estación de Puerto Inírida, al sur del área de estudio, la temperatura media anual es de 26,5°C. Las máximas temperaturas ocurren en la estación seca (enero-marzo), en tanto que la mínimas (25,6-25,9°C) coinciden con el periodo de máximas lluvias (mayo a julio).

Figura 1.4: Distribución anual de la precipitación para el periodo 1972/1983-2005/2006.



Contexto metodológico

Planteamiento general de la caracterización

La caracterización de la biodiversidad del sector centro-oriental de la selva de Matavén partió de la estratificación del área, en unidades discretas y homogéneas en geoforma y cobertura. Las entidades resultantes de esta aproximación se corresponden con el concepto de unidad de paisaje, propuesto por el enfoque conceptual y metodológico de la ecología del paisaje para el estudio integral de un territorio con aplicaciones múltiples, tales como estudios de biodiversidad y de vegetación (Zonneveld 1979, 1989, Etter 1990).

Una unidad de paisaje se define como una porción de espacio geográfico homogénea en cuanto a su fisonomía, resultante de la interacción compleja entre sus componentes (clima, rocas, hidrología, suelos, flora y fauna, incluido el hombre) que es reconocible y diferenciable de otras porciones vecinas de acuerdo con el análisis (resolución) espacio-temporal específico (Zonneveld 1979, 1989, Etter 1990). La expresión externa de los paisajes es el resultado del grado de complejidad de las interacciones que suceden entre los factores que intervienen en su formación. Ésta permite una aproximación más comprensiva acerca del comportamiento de la distribución, estructura y composición de los organismos en diferentes arreglos de paisajes.

Para la identificación y delimitación de paisajes, resulta imprescindible el uso de imágenes de sensores remotos y la aplicación de métodos modernos de interpretación de las mismas, como el análisis fisiográfico. Por medio de estas aproximaciones conceptuales y metodológicas, es posible hacer abstracciones e inferencias analíticas de aspectos relativos a los procesos, tanto actuales como pasados, responsables de la formación, dinámica y funcionamiento de los paisajes.

Aplicando el enfoque y métodos descritos, se planificaron y ejecutaron los muestreos biológicos en los grupos focales de interés (plantas, insectos, aves y peces), en paisajes seleccionados (boscosos y no boscosos). Así mismo, se llevó a cabo una caracterización integral de los factores formadores de los paisajes (geomorfología, litología/materiales, suelos, hidrología).

Procedimiento

La caracterización biológica comprendió tres etapas, que se describen de manera general a continuación. Las técnicas de muestreo se ajustan a las propuestas por el equipo Gema para ecosistemas boscosos y acuáticos (Villarreal *et al.* 2004 y Maldonado *et al.* 2005). Sin embargo, se hicieron modificaciones, en especial en los muestreos de la vegetación (ver capítulo 3), debido a la presencia de formaciones no boscosas (sabanas), de manera que los inventarios de éstas tuviesen la mayor representatividad. Una descripción más detallada de la aproximación y las técnicas de muestreo empleadas en cada grupo biológico (aves, plantas, insectos y peces) se presenta en los capítulos correspondientes.

Presalida de campo: Consecución de información temática y reconocimiento preliminar del terreno:

Mediante un examen del contexto geográfico del territorio de interés, se hizo acopio de la información temática relacionada con la geomorfología, la geología/litología y la vegetación del territorio de la selva de Matavén, con base en fuentes secundarias. Igualmente, se llevó a cabo la consecución de subescenas de imágenes de satélite Landsat (Igac 2006) y se realizó la interpretación visual (o manual) integral de las mismas, con fines de reconocimiento de los paisajes de la zona centro-oriental de dicho territorio. En los nombres de los paisajes, se utilizaron aspectos descriptivos de sus atributos externos, tales como la fisonomía de la vegetación, la geomorfología dominante, la litología y la edad relativa de los paisajes, entre otros. Como resultado se identificaron cinco paisajes de interés para llevar a cabo su caracterización biológica y ecológica. Posteriormente, se hicieron recorridos en campo durante diez días, con el fin de reconocer y validar la interpretación, y al tiempo seleccionar los sitios de muestreo, así como preparar

la logística y las operaciones de campo requeridas. Los recorridos de reconocimiento incluyeron áreas aledañas al río Orinoco y los caños Matavén y Cajaro. Esta etapa se llevó a cabo en compañía de guías locales de la comunidad indígena de Sarrapia.

En el terreno, y en concordancia con los recursos financieros y tiempos disponibles para el desarrollo de la etapa de campo, el proceso de selección de los paisajes y los sitios de trabajo incluyó los siguientes criterios: estado de conservación de la vegetación natural, complementariedad entre paisajes, dificultades de apoyo logístico y de movilización terrestre y acuática. Finalizada esta etapa, se seleccionaron cinco paisajes que reflejan razonablemente la representatividad y complementariedad de los paisajes que conforman el centro-oriental de la selva de Matavén. Igualmente, durante esta etapa se realizó la apertura de trochas de trabajo (1 km de longitud) en cada paisaje.

Por razones logísticas y operativas de campo, los paisajes seleccionados se ubicaron cerca de las vías de drenaje a lo largo de los caños Matavén y Cajaro, y del propio río Orinoco. La distancia total entre los extremos de los sitios de muestreo fue de 45 km aproximadamente (5-6 horas de recorrido en bote, en aguas bajas). Ante la ausencia de vías de penetración y movilización terrestre al interior de la selva de Matavén, los sitios específicos de muestreo se ubicaron a una distancia entre 0,5 y 4 km de las riberas de las riberas los ríos (Orinoco, Matavén y Cajato).

Fase de campo: La etapa de campo se llevó a cabo hacia el final de la estación seca, entre el 4 de marzo y el 4 de abril de 2007. Los inventarios incluyeron muestreos de grupos biológicos focales (plantas, aves, insectos y peces), así como la caracterización integral de los paisajes. El tiempo efectivo invertido en el muestreo de cada grupo biológico fue de cinco días por paisaje. Las colectas de peces se realizaron a diario a lo largo de las principales vías de drenaje locales (río Orinoco y caños Matavén, Cajaro y Fruta) y en meandros abandonados del caño Matavén.

Los muestreos de insectos y vegetación, así como los de suelos y las observaciones del paisaje en general, se realizaron de forma paralela en cada paisaje de estudio, exceptuando los de aves, ante la sensibilidad de éstas a las perturbaciones propias de los muestreos. El equipo de ornitólogos fue rotando su labor paisajes, procurando que el muestreo fuera previo al de los otros grupos. Durante el desarrollo de esta etapa, se decidió realizar muestreos rápidos parciales de todos o de algunos de los grupos biológicos de interés en paisajes intervenidos, para abarcar una mayor representatividad de los inventarios.

Por último, vale anotar que simultáneamente con los muestreos se enseñaron las técnicas de muestreo empleadas a 11 miembros de cuatro etnias de las comunidades indígenas locales de la selva de Matavén, provenientes de varios sectores de los ríos Vichada y Guaviare, quienes participaron activamente en la etapa de campo. Esta actividad se llevó a cabo en el marco de los compromisos adquiridos con los financiadores del proyecto y de los intereses de la organización Asociación Acatiseма, con el fin de dar continuidad a algunos procesos en desarrollo relacionados con capacitación en el tema y de valoración, apropiación y conocimiento del entorno biológico y ecológico por las nuevas generaciones.

Etapa de oficina y laboratorio: Esta etapa incluyó las siguientes actividades: a) organización y determinación del material biológico colectado, con el apoyo de taxónomos especialistas; b) montaje y depósito de los ejemplares colectados en las colecciones del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH); c) ordenación, procesamiento y análisis de datos; d) discusión de grupo sobre los resultados relevantes y recomendaciones pertinentes; y e) integración de resultados y elaboración del informe correspondiente.

Igualmente, 11 de las personas entrenadas en técnicas de muestreo en campo terminaron su capacitación en los laboratorios del Instituto, en la sede de Villa de Leyva.

Literatura citada

- Biocolombia. 2000. Diseño de estrategias, mecanismo e instrumentos requeridos para la puesta en marcha de un sistema de áreas naturales protegidas. Bogotá, Colombia. Inédito.
- CI - Conservación Internacional. 2003. Prioridades de conservación para el Escudo de Guayana. Consenso 2002. Washington D.C. USA. 101p.
- Eslava J., López V. y Olaya G. 1986a. Los climas de Colombia (sistema de W. Koeepen). Sociedad colombiana de Meteorología. *Atmósfera* 5:35-81.
- Eslava J., López V. y Olaya G. 1986b. Los climas de Colombia (sistema de C. W. Thornthwaite). Sociedad colombiana de Meteorología. *Atmósfera* 6:36-76.
- Etter A. 1990. Introducción a la ecología del paisaje: un marco de integración para los levantamientos rurales. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia. 90p.
- Flórez A. 1992. Los nevados de Colombia. Glaciales y glaciaciones. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia. 95p.
- Gaviria S. y Faivre P. 2006. Génesis y evolución de oasisoles de los Llanos Orientales. *Rev. Análisis Geográficos* No. 33. Bogotá, Colombia.
- Goosen D. 1964. Geomorfología de los llanos Orientales. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 12(46):129-139.
- Ideam-Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. 2007. Series de registro de precipitación media anual, multianual. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia.
- Igac- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2006. Espaciomapas 2003. Nos. 239, 239bis, 257, 258, 258bis, 276, 277, 77bis, composiciones en falso color 4, 5, 3. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia.
- Khobsi J. 1981. Los campos de dunas del norte de Colombia y de los llanos de la Orinoquia (Colombia-Venezuela). *Revista CIAF.* 6(1-3):257-292.
- Maldonado O., Ortega J.A., Usama J.S., Galvis V.G., Villa F., Vásquez G., Prada S. y Ardila R. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 346p.
- Toussaint J.F. 1993. Evolución geológica de Colombia. Precámbrico y Paleozoico. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 227p.
- Tricart J. 1976. Existencia de médanos cuaternarios en los llanos del Orinoco (Colombia y Venezuela). *Colombia Geográfica.* (1):69-79.
- Van der Hammen T. 1992. Historia, ecología y vegetación. Fondo FEN, Corporación colombiana para la Amazonia (Araracuara). Bogotá, Colombia. 409p.
- Villarreal-Leal H. 2007. Caracterización de los paisajes. Pp. 39-50. En: Villarreal-Leal H. y Maldonado-Ocampo J. (comp.). 2007. Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector noreste), Vichada, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 288p.
- Villarreal H., Álvarez M., Córdoba S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M. y Umaña A.M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia. 243p.
- Zonneveld I.S. 1989. The Land unit. A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. *Landscape Ecology* 3(2):67-86.
- Zonneveld I.S. 1979. Land evaluation and land (scape) science. Textbook VII-4. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede, The Netherlands. 134p.

Capítulo 2: Caracterización de los paisajes





HÉCTOR VILLARREAL-LEAL

Introducción

Desde hace cinco décadas se han venido documentando aspectos relativos al medio físico y la vegetación de la Orinoquia y Amazonia colombiana. Aportes notables al conocimiento de la primera se hicieron con los trabajos pioneros realizados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 1965) y Goosen (1964, 1971), como resultado de investigaciones regionales integrales para el inventario y cartografía de los suelos, el conocimiento de la geomorfología y la fisiografía, así como de la vegetación natural. Para el caso de la Amazonia, vale mencionar el Proyecto Radargramétrico del Amazonas (Igac 1979), estudio pionero de carácter integral de aspectos físicos y de los bosques a escala regional. Estudios más puntuales en el Guainía (extremo nororiental), especialmente sobre suelos de ocurrencia en Colombia, fueron llevados a cabo por Botero y Weeda (1977-1978). En particular, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac) ha liderado los estudios edafológicos, donde paralelamente se han documentado aspectos del medio físico para explicar el origen de los suelos y comprender su patrón de distribución.

Desde entonces, haciendo uso de nuevas tecnologías y herramientas disponibles, se han realizado nuevos trabajos con diferente nivel de detalle en las mismas áreas temáticas, en esas dos grandes regiones (por ejemplo Khobzi *et al.* 1980, Botero 1984, Burgos 1983, Igac 1983, 1985a, 1985b, 1991, Botero y Serrano 1992, Join y Torres 1985, Cortés 1986, Khobzi 1981, Tricart 1975). Igualmente se han estudiado aspectos biológicos con la actividad de los organismos del suelo y su relación con la vegetación en suelos de sabana (Cortés y León 2003, Etter y Botero 1990). Adicionalmente, se han elaborado documentos que cuantifican y muestran la distribución espacial de los ecosistemas de esta región a diferentes escalas de representación cartográfica (Etter 1998, Fandiño y van Wingen 2005, Romero *et al.* 2005).

Es propósito de este capítulo hacer una descripción integral de los paisajes caracterizados en términos de los factores (geomorfología, litología/materiales parentales, hidrología y suelos) responsables de su formación, de acuerdo con las observaciones en campo. Estos factores contribuyen a entender parcialmente la diversidad y la composición de los organismos registrados en cada paisaje. Se incluye una descripción general de dos paisajes intervenidos, con vegetación en diferentes estados sucesionales, en los cuales se llevaron cabo observaciones y muestreos rápidos.

Métodos

El primer paso para el reconocimiento e identificación de los paisajes del área fue la consecución e interpretación de imágenes de sensores remotos. Esta actividad se basó en la interpretación visual de subescenas de imágenes de satélite Landsat (Igac 2003) y composiciones en falso color (bandas 4, 5, 3); esta actividad se apoyó también en información de fuentes secundarias relacionadas con del medio natural, en particular con geomorfología, geología, vegetación natural y suelos. De igual forma, fue muy útil aprovechar la experiencia de campo y el conocimiento adquiridos en estudios previos realizados en el PNN El Tuparro (Villarreal y Maldonado 2007).

El área de interés (cuenca baja del caño Matavén) fue estratificada en unidades discretas homogéneas en geoforma y cobertura, que son la expresión integral de las interacciones complejas entre los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas. Las entidades resultantes de esta aproximación se corresponden con el concepto de unidad de paisaje (*sensu stricto*) (Etter 1990, Zonneveld 1979, 1989).

Considerando la heterogeneidad y distribución espacial de los paisajes del centro-oriental de la selva de Matavén, se seleccionaron cinco paisajes para su caracterización integral en el terreno. Por diversas razones (logísticas, operativas y de seguridad de la expedición), los paisajes se concentraron en áreas cercanas a los caños Matavén y Cajaro y al río Orinoco.

En los nombres de los paisajes se utilizaron aspectos descriptivos de sus atributos externos, tales como la fisonomía de la vegetación, la geomorfología, la litología y edad relativa, entre otros (Tabla 2.1).

Tabla 2.1: Paisajes estudiados.

Macrogeoforma		Paisaje
Atilanura residual (Pediplanicie)	Colinas residuales en rocas graníticas (Granito de Parguaza) del Escudo Guayanés (Precámbrico)	Bosque de cerros rocosos residuales (inselberg) en granitos del Escudo Guayanés (Precámbrico) (BR)
	Planicies aluviales menores de río orinoquenses (aguas negras)	Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén (BI-a)
		Bosque alto del plano inundable del caño Matavén (BI-b)
Planicies ligeramente disectadas en arenas derivadas de granitos	Sabanas de planicies arenosas (arenas blancas) ligeramente disectadas (SA)	
	Bosque intervenido de planicies arenosas (arenas blancas) ligeramente disectadas* (BA)	
Planicies amazónicas	Superficies Plio-Pleistocénicas disectadas en sedimentos aluviales	Bosque de planicies sedimentarias antiguas moderadamente disectadas (Plio-Pleistoceno) (BT-a)
		Bosque y arbustos secundarios de planicies sedimentarias antiguas ligeramente disectadas (Plio-Pleistoceno)* (BT-b)

*Paisajes adicionales estudiados a los inicialmente considerados

Durante la etapa de campo se hicieron observaciones generales y detalladas de los paisajes (geomorfología, litología, hidrología, suelos, vegetación natural), según el formato adoptado para el efecto (Anexo 2.1). Igualmente se registraron aspectos relacionados con la ocurrencia y duración de inundaciones e intervenciones antrópicas pasadas, las cuales fueron documentadas con testimonios de los habitantes locales. Vale anotar que durante el desarrollo del trabajo de campo, por interés del equipo de la expedición, se decidió hacer muestreos rápidos parciales adicionales (en todos o en algunos grupos biológicos) en paisajes diferentes a los inicialmente previstos (Tabla 2.1).

La caracterización de los paisajes fue realizada en compañía de tres miembros de las comunidades indígenas locales. Durante la misma se impartieron conceptos básicos y se hicieron ejercicios prácticos de descripción integral de cada uno de los paisajes, confrontando los conceptos con la realidad en campo.

Suelos: En cada paisaje se realizaron observaciones de los suelos en cajuelas (o huecos de 50 cm ancho, 50 cm de largo y 70 cm de profundidad), en las que se identificó el material parental, se hicieron pruebas físicas de campo (textura, color, profundidad) y pruebas químicas de reacción (pH) de cada uno de los horizontes identificados. Igualmente se tomaron muestras de los primeros horizontes para su caracterización química de laboratorio (cuantificación de cationes Ca, Mg, K, Na, pH, aluminio intercambiable, capacidad de intercambio catiónico, fósforo y carbono orgánico). Las muestras fueron analizadas por el laboratorio de suelos del Igac. Mediante chequeos a lo largo de un gradiente de humedad, se dio especial atención a los procesos de hidromorfismo en suelos de sabanas bien y mal drenadas, para determinar la relación suelo-vegetación.

Descripción de los paisajes

Un rasgo sobresaliente en los paisajes caracterizados es el alto contraste fisiográfico. Los paisajes revelan diferencias notables entre sí, por ejemplo, en el origen de las geoformas, en la condición de drenaje y en los materiales parentales de los suelos. Esta apreciación es extensiva a las características estructurales de la vegetación, en virtud de la alta relación suelo-vegetación (Capítulo 3).

a) Bosque de cerros rocosos residuales (inselberg) en granitos del Escudo Guayanés (Precámbrico) (BR):

Este paisaje corresponde a bosques y arbustales desarrollados en el pie y las laderas poco inclinadas de un conjunto de cerros conocidos localmente como Cerro Mono. Está conformado por cadenas de colinas bajas discontinuas de corta longitud en la margen izquierda del río Orinoco, cerca de la boca del caño Matavén, o se expresan a manera de cerros de baja altura (<80m) y aislados (inselberg) en las márgenes de los caños Matavén y Fruta o en las sabanas. Los cerros son de baja altura (hasta 80 m) y pertenecen a relieves residuales del borde occidental del Escudo Guayanés. Conforman los relieves más conspicuos del área de estudio, pues sobresalen claramente dentro las planicies que las rodean. Desde ellos, es posible contemplar extensas áreas de bosque y sabana de la selva de Matavén. El sitio de muestreo se localiza a 6,5 km aguas bajo de la desembocadura del caño Matavén en el río Orinoco y a unos 2 km de la ribera en el sitio de Cerro Mono

Litológicamente, los cerros están compuestos por granitos del basamento precámbrico del Escudo Guayanés (Granito de Parguaza) (Toissaint 1993), enmarcados regionalmente dentro de la altillanura residual (o pediplanicie) del extremo oriental de los departamentos de Vichada y Guainía. Son el resultado de un largo proceso denudativo de antiguos sistemas montañosos. Se caracterizan por presentar formas de base amplia, cimas redondeadas y paredes abruptas con alturas de 20 a 120 m y conforman los relieves más prominentes, rompiendo la continuidad de la llanura. Tales características hacen muy llamativo este paisaje, cuyos cerros tienen especial significado entre las comunidades indígenas locales.

Los suelos se han desarrollado a partir de sedimentos gruesos (gravas) y finos, producto de la meteorización de granitos, erodados y posteriormente depositados en el pie de los cerros, conformando un *glacis* bien drenado (interna y externamente), inclinado (7-12%) a ligeramente inclinado (3-7%). Cerca de los cerros hay presencia de roca en superficie y de piedra subsuperficial de tamaño variable, donde los suelos son de texturas gruesa (arenosa franca-gravillosa) y pobremente estructurados y de evolución incipiente (Entisoles líticos). A medida que aumenta la distancia del pie a los cerros, los suelos adquieren mayor desarrollo (Inceptisoles), son más profundos, tienen texturas más finas (franco-arcillosa y franca) y sus estructuras son más desarrolladas y estables.

Los suelos de mayor desarrollo son moderadamente profundos y presentan un horizonte superficial de 10 a 15 cm de espesor, compuesto por hojarasca en bajo estado de descomposición (Oi). Subyace un horizonte de alteración de granitos (Bw), y bajo éste aparece el material parental parcialmente alterado con estructura de roca (C). El color dominante en todos los horizontes es pardo-amarillento. En este paisaje son comunes los suelos con presencia de una capa delgada de materia orgánica, que descansa directamente sobre la roca (A/R) a pocos centímetros de profundidad.

Taxonómicamente los suelos pertenecen a los Dystropepts Líticos y Típicos, Haplustepts, Dystrudepts (?), Lithic Ustorthents (Udorthents ?), es decir, que son de baja a moderada evolución con contacto lítico antes de 50 cm de profundidad y desaturados (bajos contenidos de bases).

b) Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén (aguas negras) (BI-a):

Se trata de un paisaje ubicado en los planos inundables de la cuenca baja de los caños Matavén y Fruta. La inundación ocurre anualmente y tiene una duración de 6-8 meses al año, iniciándose en el período de máxima concentración de las lluvias, cuando las aguas se desbordan alcanzando su mayor extensión, y se

prolonga hasta entrada la estación seca. En este paisaje en particular, la cercanía al río Orinoco hace que los caños se represen y el nivel de las aguas de inundación alcance su mayor altura (5-8 m), conllevando a un lento descenso del nivel de las aguas de exceso. Este fenómeno adquiere menor incidencia, tanto en la altura como la extensión de la inundación, a medida que aumenta la distancia de la confluencia del caño Matavén con el río Orinoco. En consecuencia, como se anotó atrás, la estructura y composición de la vegetación varían (ver Capítulo 3).

El bosque se caracteriza por ser poco denso y bajo. El rasgo más sobresaliente es la ausencia casi total de sotobosque, debido al prolongado período de inundación. En este estrato prosperan temporalmente unas pocas especies de plantas durante el período en que los suelos están libres de inundación.

En áreas de la selva de Matavén bastante distantes y alejadas aguas arriba, este paisaje conforma una estrecha franja paralela a los caños, donde los procesos de sedimentación, migraciones laterales del río y la meandricación se reducen considerablemente.

Los suelos han evolucionado en un relieve plano (pendientes menores del 1%), a partir de sedimentos aluviales finos. Al estar sujetos al rejuvenecimiento periódico de materiales transportados y depositados por las aguas de inundación, los suelos son muy jóvenes, siendo el mal drenaje su principal rasgo (*Fluvuquents*). En efecto, los horizontes subsuperficiales (>50 cm de profundidad) son gleyzados (Cg) (color gris), lo que evidencia el mal drenaje de los suelos. Igualmente, presentan horizontes enterrados (Ab) como resultado del depósito de nuevas capas de sedimentos. Superficialmente, los suelos presentan una capa gruesa de materia orgánica (22 a 28 cm) en bajo estado de descomposición (Oi).

Los suelos se caracterizan por presentar textura media (franco-limosa) hasta los 63 cm. A profundidades mayores tienden a ser más finas (arcillosa), con estructuras masivas y finas. Los contenidos de materia orgánica son altos en los primeros horizontes. Desde el punto de vista químico, los suelos son desaturados (bajos contenidos de bases), muy ácidos (pH <4,6) y con muy bajos contenidos de fósforo (Anexo 2.1).

c) Bosque alto del plano inundable del caño Matavén (BI-b):

Hemos tratado atrás la relación inversa existente entre las características de la inundación (duración y altura) y el distanciamiento aguas arriba de la confluencia del caño Matavén con el río Orinoco. Aunque este fenómeno es continuo en el espacio, con extremos bien definidos, este paisaje empieza a adquirir su expresión en áreas intermedias entre la boca del caño Cajaro y la boca del caño Matavén. El sitio de muestreo y observación de este paisaje se localizó en la margen derecha del caño Matavén (frente a la boca del caño Cajaro), a unos 300-400 m de la playa.

Este paisaje presenta características similares al anterior en cuanto a los rasgos geomorfológicos, dinámica anual de inundación y sedimentación, pero contrasta notablemente en cuanto a la estructura y composición de la vegetación natural. Ello se interpreta como efecto directo de un período menor de inundación (4-6 meses) y del nivel del agua (3-4 m). La vegetación adquiere rasgos estructurales más complejos, caracterizándose por una mayor altura de los árboles (>20 m) y la presencia de sotobosques denso.

Análogamente, los suelos comparten características semejantes al paisaje anterior: el mal drenaje es el rasgo prevaleciente y más relevante, lo que es evidenciando por el dominio de horizontes blancos o gleyzados (Cg) a partir de los 32-40 cm de profundidad, con textura medias (franco-limosa) y con tendencia a la masividad. Las propiedades químicas son similares: bajos contenidos de bases y fósforo y pH muy ácido (<4,4). Sin embargo, el contenido de materia orgánica (m.o.) es menor (medio) y la capa superficial de residuos orgánicos (hojarasca) (Oi) presenta un menor espesor (15 a 20 cm).

d) Sabanas de planicies arenosas (arenas blancas) ligeramente disectadas (SA):

Comprende este paisaje sabanas bien drenadas y mal drenadas que se distribuyen en un patrón complejo dependiente del relieve, pues se desarrollan en sustratos arenosos similares. Las primeras se presentan en

áreas de relieve plano-convexo; las segundas, en áreas depresionales plano-cóncavas. Este aspecto tiene incidencia en la velocidad (interna y externa) de evacuación de las aguas acumuladas durante la época de lluvias (encharcamiento). Es claro que estas sabanas no están sujetas al régimen de inundación, como ocurre en paisajes anteriores asociados a la dinámica fluvial de los caños. Aquí el drenaje se convierte en un factor determinante de la estructura de la vegetación natural presente en cada una de las condiciones de drenaje referidas. En las primeras dominan los arbustos; en las segundas, las gramíneas.

Es importante anotar que estas sabanas se han desarrollado a partir de arenas blancas, producto de la alteración de rocas graníticas que componen las colinas y cerros aislados pertenecientes al Escudo Guayanés. En tal sentido, Gaviria y Faivre (2006) señalan la presencia de depósitos de arenas blancas cuarzosas de pocos metros de espesor, provenientes del desmantelamiento y la alteración de rocas cristalinas que componen el Escudo y constituyen la altillanura Periguayanesa. Aunque en planicies similares de condiciones de drenaje y de materiales de naturaleza arenosa, hay una clara diferencia en el origen de estas sabanas y las del PNN El Tuparro, pues están compuestas de arenas de origen eólico (Villarreal 2007).

Los muestreos de los grupos biológicos y las observaciones de los suelos se distribuyeron abarcando la variabilidad de condiciones de drenaje presentes en estas sabanas.

Sabanas bien drenadas: Ocupan posiciones altas de relieve plano-convexo, bien drenado y experimentan un déficit de humedad muy agudo durante el período de sequía. Esto se debe a que la capacidad de almacenamiento de agua es baja debido a la naturaleza arenosa de los suelos.

Los suelos son jóvenes (Entisoles), desarrollados a partir de arenas blancas. El perfil del suelo presenta un horizonte superficial (A) muy delgado (5 cm de espesor), de textura arenosa-franca. Subyacen varios horizontes de textura arenosa (C), poco diferenciados y de límites difusos, caracterizados por la ausencia de estructura suelta (no formación de agregados).

Químicamente se caracterizan por ser suelos con una marcada pobreza de nutrientes, de pH muy bajo (3 a 5), con muy bajo contenido de materia orgánica, de bases (Ca, Mg, K, Na) y niveles de fósforo no detectables. A partir de los 5 cm de profundidad, la capacidad de intercambio catiónico es extremadamente baja (Anexo 2.1). En suma, son suelos de muy baja fertilidad. De acuerdo con el criterio de oferta de nutrientes por suma de cationes, dentro de la clasificación propuesta por Sarmiento (1990), estas sabanas son hiperdistróficas, es decir, poseen una condición extrema de pobreza de nutrientes. De acuerdo con las características físicas observadas, son suelos de muy baja evolución y pertenecen taxonómicamente a los *Quartzipsamments* Típicos (Soil Survey Staff 1998).

Sabanas mal drenadas: Ocupan posiciones de relieve plano-cóncavo con pendientes menores al 1%. Debido a esto, el movimiento interno y externo del agua es lento, a pesar de la naturaleza arenosa de los suelos. Un aspecto sobresaliente de este tipo de sabanas es la presencia de zurales (o montículos) de 20 a 30 m de altura, que corresponden a un tipo de erosión característico de común ocurrencia en las sabanas mal drenadas de la Orinoquia.

Aunque las observaciones se hicieron al final de la estación seca, se encontró el nivel freático a 60-70 cm de espesor. Ello evidencia, que aunque ya evacuado el exceso de agua superficial, los suelos permanecen saturados aún durante la estación seca. En consecuencia, los horizontes subsuperficiales muestran colores blancos intensos con abundantes moteados grises (régimen de humedad ácuico), producto de las condiciones reductoras en las que permanecen los suelos.

En todos los horizontes los suelos son de textura arenosa-franca o arenosa y carecen de estructura (suelta). El horizonte (A o superficial) es débilmente estructurado y de color oscuro (gris muy oscuro), con alto contenido de materia orgánica, pero ésta disminuye drásticamente a niveles muy bajos en los horizontes subyacentes. A partir de los 10 cm de profundidad, el color es blanco intenso (Cg1), con desarrollo de moteados grises a los 47 cm de profundidad (Cg2).

Al horizonte A (o superficial) subyace un horizonte de transición más claro de color variegado (gris oscuro 60% y gris 40%) y estructuras débilmente desarrolladas, cuyo rasgo más notable es el color gris (Cg₁) que evidencia condiciones reductoras. A partir de los 60 cm de profundidad aparece un horizonte intensamente gleyzado de color blanco a gris claro (Cg₂), que revela condiciones reductoras aún más drásticas que en el anterior, como resultado del mal drenaje.

De acuerdo con las características de varios perfiles, los suelos pertenecen taxonómicamente a los *Psammaquents* (Soil Survey Staff 1998), es decir, suelos muy jóvenes, sujetos a condiciones reductoras permanentes y de texturas arenosas. No obstante, estudios más exhaustivos en sabanas con características semejantes (de relieve, materiales parentales e hidrológicas) podrían revelar la presencia de suelos más evolucionados (orden de los Espodosoles), registrados por varios autores (Cortés 1986, Botero y Weeda 1977-1978) en levantamientos edafológicos en el sur de Vichada y nororiente de Guainía. Estos suelos resultan muy interesantes, pues su ocurrencia es extraordinaria en condiciones tropicales, pero propios en zonas del mundo con cuatro estaciones (Cortés 1986).

En las áreas de relieve depresional con condiciones extremas de mal drenaje, con agua aún en superficie, se presentan pequeños parches de vegetación a manera de islas, con elementos arbóreos y palmas adaptadas a tales condiciones. Por último, hay que mencionar que entre los extremos de humedad, es decir entre el bien drenado y el mal drenado, existe un gradiente de humedad en donde pueden coexistir elementos de vegetación presentes en los extremos.

e) Bosque de planicies sedimentarias antiguas moderadamente disectadas (Plio-Pleistoceno) (BT-a):

A diferencia de todos los paisajes descritos anteriormente, este es el más antiguo en términos de edad relativa, a juzgar por el grado de disección de las geoformas, por el origen y la naturaleza de los sedimentos (Terciario Amazónico) que los componen y por el alto grado evolutivo de los suelos. Este paisaje presenta su mayor extensión en el centro y occidente de la selva de Matavén, por lo cual fue de baja representatividad dentro del área de estudio considerada (cuenca baja del caño Matavén). Según las observaciones de campo, en el área de estudio, este paisaje se localiza en el extremo noroccidental y localmente en áreas aledañas al caño Fruta.

Se trata de un paisaje desarrollado sobre sedimentos aluviales antiguos (Plio-Pleistoceno) que han experimentado un largo ciclo de meteorización y lavado de nutrientes. Estos fenómenos, bien expresados en las características físicas internas y propiedades químicas particulares de los suelos, son el resultado de procesos pedológicos ligados especialmente a la transformación del aluminio y el hierro (disolución, segregación y concentración de hierro).

En el sitio donde se realizaron las observaciones de los suelos, la morfología del perfil se caracteriza por el desarrollo de colores pardo-rojizos, con horizontes de texturas medias (franco arenosa y franco arcillo arenosa) y estructuras bien desarrolladas. El rasgo más sobresaliente de estos suelos es la concentración de hierro a partir de los 48-58 cm de profundidad, formando un horizonte discontinuo fuertemente endurecido, conocido como petroplintita (9 cm de espesor hasta la profundidad cavada lograda) y de muy difícil penetración por la raíces. El arreglo vertical de los horizontes del perfil revela el siguiente orden: en superficie se desarrolla una capa de hojarasca y residuos orgánicos (Oi) de 9 a 12 cm de espesor; bajo éste aparece un horizonte mineral (A) de 12 a 15 cm de espesor. Subyacen dos horizontes de alteración (Bo₁, Bo₂) de límites difusos que se extienden hasta los 48-60 cm de profundidad y presentan abundantes manchas rojo-oscuras de concentración de hierro; bajo estos aparece el material endurecido ya descrito, discontinuo a juzgar por las observaciones realizadas.

Desde el punto de vista químico, los suelos se caracterizan por la marcada acidez (pH < 4,3), con muy bajos contenidos de materia orgánica, de bases (< 0,05 me/100 gr) (Ca, Mg, K y Na) y de niveles de fósforo, pero

de muy altas saturaciones de aluminio intercambiable (> 90%). Estos les confieren, en suma, una fertilidad natural muy baja (Anexo 2.2).

Por la morfología del perfil y las características químicas de los horizontes subsuperficiales descritos, los suelos pertenecen al orden de suelos más evolucionados (Oxisoles), específicamente a los *Petroferric Hapludox* (que intergradan a los Ustox (?)) o régimen de humedad más seco).

Recapitulando, desde el punto de vista edáfico, se encuentran suelos que se han desarrollado en una amplia y contrastante variedad de sustratos (léase suelos). La mayoría de los suelos descritos en cada paisaje son: a) En paisajes aluviales, suelos de baja evolución (*Fluvaquents* Aquicos) mal drenados e inundables periódicamente, derivados de sedimentos aluviales recientes; b) En sabanas bien drenadas, suelos de baja evolución (*Psammments*) y en sabanas mal drenadas (*Psammquents*), suelos arenosos con dominio de cuarzo (mineral residual) y extremadamente pobres (sabanas hiperdistróficas), desarrollados a partir de la alteración de rocas graníticas del Escudo Guayanés; c) En el pie de cerros rocosos del Escudo (de edad Precámbrica), suelos moderadamente evolucionados (*Dystrudeps*) y poco evolucionados [*Udorthents* (*Ustorthents* (?)) Líticos], bien drenados, superficiales a profundos, derivados de la meteorización de las mismas rocas; d) En planicies antiguas disectadas, suelos muy evolucionados (*Hapludox* Petroféricos), bien drenados, muy pobres y superficiales a moderadamente profundos.

La propiedad común en todos los paisajes es la baja fertilidad natural de los suelos, asociada a la naturaleza de los materiales parentales. Los contenidos de bases (Ca, Mg, K y Na) son bajos a muy bajos, al igual que la capacidad de intercambio catiónico y los contenidos de fósforo, frecuentemente en cantidades no detectables. En todos los suelos hay altas saturaciones de aluminio intercambiable. Los mayores contenidos de materia orgánica (altos y muy altos) los presentan los suelos de las planicies inundables.

f) Bosque intervenido de planicies arenosas (arenas blancas) ligeramente disectadas (BA):

Corresponde este paisaje a planicies arenosas (arenas blancas), resultado de la alteración de rocas graníticas. Se localiza en áreas cercanas a la margen derecha del caño Matavén. El sitio de muestreo se localizó a unos 400 m al sur de ésta. Limita de forma contrastante con el paisaje de planicies arenosas arbustivas bien drenadas (SA). Las características estructurales de la vegetación revelan un estado sucesional (ver capítulo 3), debido a que el área fue utilizada por una comunidad de hábitos migratorios (Urbana La Nueva). Hace 10 años, aproximadamente, el área fue abandonada y desde entonces está en proceso de recuperación natural.

Las propiedades físicas de los suelos son similares a los de la sabana bien drenada, pero a diferencia de estos presentan en superficie una capa de residuos orgánicos (Oi) de 10 cm de espesor.

g) Bosque y arbustos secundarios de planicies sedimentarias antiguas ligeramente disectadas (Plio-Pleistoceno) (BT-b):

Este paisaje está localizado en los caños Fruta-Negro y el río Orinoco, al sur del caserío de Sarrapia. Por corresponder al nivel más alto de las planicies aluviales adyacentes, no está sujeto a la inundación y en consecuencia es el paisaje más intervenido. Es aquí donde se ubica el caserío de Sarrapia, cerca de la confluencia de los caños Matavén y Fruta.

Observaciones en los alrededores de dicho caserío y en taludes expuestos a lo largo del caño Fruta indican que se trata de un paisaje con afinidad geomorfológica y edáfica con las planicies sedimentarias antiguas descritas atrás, distribuidas cerca del caño Cajaro.

Una síntesis descriptiva de las características internas y externas de los paisajes caracterizados en los términos en que han sido expuestos, se presenta en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2: Síntesis descriptiva de las propiedades internas y externas de los paisajes caracterizados en la selva de Matavén (cuena baja del caño Matavén).

Macro-geoforma	Código	Paisaje	Geoforma/relieve	Procesos geomorfológicos y podológicos	Litología/material parental	Características de los suelos	Vegetación natural/uso	Perfil del suelo
Altillanura residual (Pediplanicie) del escudo Guayanés	BR	Bosque de cerros rocosos residuales (inselberg) en granitos del escudo Guayanés (Precámbrico)	Cerros aislados (inselberg) de 50-70 m de altitud. Glacis de ligeramente inclinadas (3-7) a inclinadas (7-12%)	Denudación (erosión, remoción en masa y meteorización de rocas graníticas). Erosión laminar; bajo bosque.	Granitos (Granito de Parguaza)	En el pie de los cerros: suelos poco evolucionados (<i>Typic Dystrudeps Lithic Udorthents, Ustorthents, Haplustepts</i> (?), superficiales (< 50 cm) a moderadamente profundos (60-80 cm); de colores dominantes pardos amarillentos fuertes; texturas medias (FA-A- gravilosa (20-30%), ácidos (pH < 4,9), bajos contenidos de bases y fósforo	Bosque alto denso (15-20 m de altura) con presencia de palmas; arbustos en suelos de menor desarrollo	
	BI-a	Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén	Planicie inundable, pendiente 0-1%	Inundación periódica durante 6-8 meses al año con alturas de 6-8 m; sedimentación, fuerte hidromorfismo; erosión por socavamiento lateral de los bordes de los caños; meandrificación e incisión; aguas negras	Sedimentos aluviales recientes, finos (< 2 mm)	Poco evolucionados (<i>Fluvaquents</i>), mal drenados; de texturas medias (FL), débilmente estructurados; fuerte gleyzación en horizontes subsuperficiales; bajos contenido de base y de fósforo; altos contenidos de materia orgánica. Capa superficial de hojarasca (> 25 cm de espesor)	Bosque medio poco denso (< 10m m de altura), sotobosque ausente; pesca de subsistencia, extracción intensiva de peces ornamentales	
	BI-b	Bosque alto del plano inundable del caño Matavén	Planicie inundable, pendiente 0-1%	Inundación periódica durante 4-6 meses al año con alturas 3-4 m; sedimentación, fuerte hidromorfismo; erosión por socavamiento lateral de los bordes de los caños; meandrificación e incisión; aguas negras	Sedimentos aluviales recientes, finos (< 2 mm)	Poco evolucionados (<i>Fluvaquents</i>), mal drenados; de texturas medias (FL), débilmente estructurados; fuerte gleyzación en horizontes subsuperficiales; bajos contenido de base y de fósforo; altos contenidos de materia orgánica. Capa superficial de hojarasca (15-20 cm)	Bosque alto denso (15-20 m de altura), sotobosque denso; pesca de subsistencia, extracción intensiva de peces ornamentales	

Macro-geoforma	Código	Paisaje	Geoforma/relieve	Procesos geomorfológicos y pedológicos	Litología/material parental	Características de los suelos	Vegetación natural/uso	Perfil del suelo
Altillanura residual (Pediplanicie) del escudo Guayanes	SA	Sabanas de planicies arenosas (arenas blancas) ligeramente disectadas	Relieve plano-concavo y plano-cóncavo	Bien drenadas (sabanas estacionales), fuerte lixiviación de bases	Arenas blancas cuarzosas producto de la alteración de granitos	Suelos poco evolucionados bien drenados (régimen Ustic, Udico?) <i>Quarzipsammens</i> muy pobres en m.o. y en contenidos de bases, muy ácidos y muy baja CIC; niveles de fósforo muy bajos o no detectables. Fertilidad natural muy baja (hiperdistróficos), profundos, de colores blancos; texturas arenosa y arenosa-franca, sin desarrollo de estructura (sueita)	dominio de gramíneas, intervención localizada (construcción de pista de aterrizaje)	
			Relieve plano-cóncavo con pendiente menores de 1% (micro-relieve de zurales)	Mal drenadas hidromorfismo acentuado, lixiviación, erosión en zurales (20-30 de altura) (sabanas hiperestacionales), fuerte lixiviación de bases		Suelos poco evolucionados mal drenados (<i>Psammaquents</i>), de colores blancos y moteados gleyzados (> 60 cm), muy pobres contenidos de m.o. y de bases, y muy baja CIC; muy ácidos (< 4.3); niveles no detectables de fósforo; colores blancos y texturas A y AF. Fertilidad natural muy baja (suelos hiperdistróficos). Nivel freático a 61 cm de profundidad (en estación seca)	dominio de arbustos adaptados al mala drenaje de los suelos. Intervención moderada, localizada (construcción de pista de aterrizaje)	
	BA	Bosque de planicies arenosas residuales (arenas blancas)	Planicie ligeramente disectada, relieve plano (<1%)	Disecación e incisión activas, erosión laminar, lixiviación	Arenas blancas cuarzosas producto de la alteración de granitos		Intervención ligera localizada; cacería	

Macro-geoforma	Código	Paisaje	Geoforma/relieve	Procesos geomorfológicos y podológicos	Litología/material parental	Características de los suelos	Vegetación natural/uso	Perfil del suelo
Planicies amazónicas disectadas	BT-a	Bosque de planicies sedimentarias antiguas moderadamente disectadas (Plio-Pleistoceno)	Planicie moderadamente disectada (Terciario Amazónico), relieve ligeramente ondulado (1-3% y 3-7%)	Disecación e incisión activas, erosión laminar, transformaciones del aluminio y el hierro (disolución, segregación y concentración de hierro), formación de plintita endurecida (petroplintita), lixiviación	Sedimentos finos antiguos (Plio-Pleistoceno)	Suelos muy evolucionados (<i>Petroferric Haplustox</i> , <i>Typic Haplustox</i>); bien drenados, muy baja CIC y muy bajos contenidos de bases y de fósforo (no detectable), bajos en m.o., muy ácidos (pH 4,3), de texturas medias (FA, FArA), alta saturación de aluminio (> 90%), superficies a moderadamente profundas, fertilidad muy baja, de colores pardo-amarillento y pardo-rojizo; formación de petroplintita a partir de 47.6 cm de profundidad.	Intervención localizada mediante extracción selectiva (> 10 años), cacería, extracción de bejuocos con fines comerciales	
	BT-b	Bosque y arbustos secundarios de planicies sedimentarias antiguas ligeramente disectadas (Plio-Pleistoceno)	Planicie moderadamente disectada (Terciario Amazónico), relieve ligeramente ondulado (1-3%)	Disecación e incisión activas, erosión laminar		Suelos muy evolucionados (<i>Haplustox</i>) profundos, de colores pardo-rojizo, bien drenados; de texturas medias (FA)	Áreas fuertemente intervenidas (alrededores del caserío de Sarraipia), vegetación sucesional	

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Existe un alto contraste entre los factores formadores de los paisajes en cuanto a la génesis de las geofomas, la geología, los materiales parentales de los suelos y las condiciones hidrológicas. Cada paisaje contribuye así a la complementariedad geográfica y ecológica total del área estudiada del sector centro-oriental de la selva de Matavén.

De forma análoga, se encuentran contrastes notables en términos del grado evolutivo de los suelos. Por un lado, existen unos muy evolucionados que se desarrollaron a partir de sedimentos muy antiguos (Plio-Pleistocénicos) y que han experimentado un largo proceso de meteorización. Por otro lado, se encuentran suelos muy jóvenes que han evolucionado a partir de sedimentos aluviales muy recientes (Holoceno).

Aunque existen contrastes en la naturaleza de los materiales parentales, sin excepción todos los suelos se caracterizan por una marcada pobreza de nutrientes (oligotrofia), evidenciada en la extrema acidez, alto contenido aluminio de cambio y en contenidos muy bajos de bases (Ca, Mg, K, Na), de fósforo y de materia orgánica; el contenido de este último parámetro mejora notablemente en los paisajes de plano inundable del caño Matavén.

Las condiciones de drenaje (interno y externo) de los suelos de las sabanas permitieron conocer que existe una estrecha relación entre este factor y la estructura de la vegetación. Por este motivo, las especies están altamente adaptadas a la disponibilidad y permanencia del agua en el suelo durante el año.

Las sabanas del extremo oriental de la selva de Matavén se caracterizan por una cobertura continua de espesor variable de arenas blancas cuarcíticas, producto de la alteración de rocas graníticas, la cual sepulta el basamento del Escudo Guayanés. En el PNN El Tuparro existe, igualmente, una cobertura de arenas que sepultan la misma estructura geológica, pero, a diferencia de la selva de Matavén, son de origen eólico.

La ubicación de la selva de Matavén en la transición entre las sabanas de la Orinoquia al norte, y los bosques húmedos de la Amazonia al sur, le confiere un interés biogeográfico de especial interés. La selva de Matavén tiene, sin embargo, una mayor afinidad con los segundos, ante el dominio de amplias y continuas áreas de bosque. Lo anterior contribuye a afianzar aún más su singularidad ecosistémica y paisajística ya reconocida, a pesar del bajo nivel de conocimiento biológico que de ella se dispone.

Recomendaciones

Dada la gran extensión de la selva de Matavén, es necesario hacer extensivo el estudio de otros paisajes localizados al occidente de este territorio, así como hacia los ríos Guaviare y Vichada. En esta oportunidad la caracterización estuvo confinada al extremo centro-oriental de la misma.

Las sabanas localizadas entre el caño Matavén y el río Vichada ofrecen nuevas posibilidades de exploración, ya que se trata de sabanas de arenas blancas, inundables periódicamente, por lo que no se desestima la presencia de suelos de extraordinaria ocurrencia en condiciones tropicales (orden de los Espodosoles), registrados en Santa Rita, Vichada, bajo las mismas condiciones. Lo anterior contribuiría a destacar la singularidad edáfica de la selva de Matavén.

El fenómeno de la inundabilidad en la cuenca baja del caño Matavén abre nuevos espacios de estudio para conocer su dinámica durante el ciclo anual, lo mismo que su relación con el comportamiento de los niveles biodiversidad en los grupos biológicos estudiados.

Aunque con paisajes similares a los del PNN El Tuparro, los paisajes del sector centro-oriental de la selva de Matavén hacen un aporte notable a la complementariedad geográfica y ecológica de la altillanura

residual de la Orinoquia colombiana. Esta subregión está espacialmente confinada al extremo oriental de los departamentos de Vichada y Guainía, y geológicamente localizada en el límite geológico occidental del Escudo Guayanés. Por lo tanto, la selva de Matavén debe ser considerada dentro de los planes de conservación en la Orinoquia.

Bibliografía

- Botero P.J. 1984. Relación fisiografía-suelos-aptitud de uso de la tierra en la Amazonia colombiana. Revista CIAF 9(1):3-23.
- Botero P.J. y Serrano D. 1992. Estudio comparativo de Orinoquia-Amazonia (ORAM) colombianas. Revista CIAF 13(1):87-115.
- Botero P.J. y Weeda A. 1977-1978. Los esodosoles del río Inirida, Amazonia colombiana. Revista CIAF 4(1):91-98.
- Burgos L. 1983. Descripción de los suelos. Pp. 65-127. En: Igac. 1983. Estudio general de suelos de la Comisaría del Vichada. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia. 361p.
- Cortés A. 1986. Las tierras de la Orinoquia. Capacidad de uso actual y futuro. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia. 97p.
- Cortés P.F. y León S.T. 2003. Modelo conceptual del papel ecológico de la hormiga arriera (*Atta laevigata*) en los ecosistemas de sabana estacional (Vichada, Colombia). Caldasia 22(2):403-417.
- Etter A. 1998. Mapa general de ecosistemas de Colombia escala 1:2.000.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Etter A. 1990. Introducción a la ecología del paisaje: un marco de integración para los levantamientos rurales. Igac. Bogotá, Colombia. 90p.
- Etter A. y Botero P.J. 1990. La actividad edáfica de hormigas (*Atta laevigata*) y su relación con la dinámica sabana/bosque en los Llanos Orientales (Colombia). Colombia Amazónica 4 (2):77-95.
- Fandiño M. y van Wyngaarden W. 2005. Prioridades de conservación biológica para Colombia. Grupo Arco. Bogotá, Colombia. 188p.
- FAO-Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1965. Reconocimiento edafológico de los Llanos Orientales de Colombia. Organización de las Naciones Unidas Para La Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. Cuatro volúmenes.
- Gaviria S. y Faivre P. 2006. Génesis y evolución de mineralógica de los oxisoles de los Llanos Orientales. Revista Análisis Geográficos 33:50-63.
- Goosen D. 1971. Physiography and soils of the Llanos Orientales. International Institute for Aerial Survey and Earth Science (ITC). The Netherlands. 199p.
- Goosen D. 1964. Geomorfología de los Llanos Orientales. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 12(46):129-139.
- Igac-Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2003. Espaciomapas (2003). Nos. 239, 239bis, 257, 258, 258bis, 276, 277, 277bis, composiciones en falso color 4, 5, 3. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia.
- Igac-Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1991. Estudio semidetallado de los suelos sector Carimagua-Gaviotas (departamentos de Meta y Vichada). Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia. 336p.
- Igac-Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1985a. Estudio semidetallado de suelos de Marandúa. En: Diagnóstico geográfico del nororiente del Vichada. Proyecto de investigación de la Orinoquia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia.
- Igac-Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1985b. Estudio general de suelos de la Comisaría del Vichada. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia. 462p.
- Igac-Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1983. Atlas regional Orinoquia-Amazonia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia. 162p.
- Igac-Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1979. Proyecto Radargramétrico del Amazonas (Proradam). La Amazonia colombiana y sus recursos. Igac-CIAF-MINDEFENSA. Bogotá, Colombia. 590p.
- Join P. y Torres J. 1985. Geomorfología. pp. 1-82. En: Igac. 1985. Diagnóstico del nororiente de Vichada. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia.
- Khobzi 1981. Los campo de dunas del norte de Colombia y de los llanos de la Orinoquia (Colombia-Venezuela). Revista CIAF. 6(1-3):257-292.

- Khobzi J., Kroonenbrg S., Faivre P. y Weeda A. 1980. Aspectos geomorfológicos de la Amazonia y Orinoquia colombianas. Revista CIAF 5(1):97-126.
- Romero M., Galindo G., Otero J. y Armenteras D. 2005. Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano. Memoria explicativa del mapa (escala 1:1.000.000). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Editora Guadalupe. Bogotá, Colombia. 189p.
- Sarmiento G. 1994. Sabanas naturales, génesis y ecología. pp. 18-45. En: Banco de Occidente. 1994. Sabanas naturales de Colombia. Banco de Occidente. Cali, Colombia. 297p.
- Sarmiento G. 1990. Ecología comparada de ecosistemas de sabanas en América del Sur. Pp. 15-56. En: Sarmiento G. (ed.). 1990. Las sabanas americanas. Aspectos de su biogeografía ecología y Manejo. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana. Caracas, Venezuela.
- Soil Survey Staff. 1998. Keys to soil taxonomy. SMSS technical monograph No. 6. Blacksburg, Virginia, USA. 422p.
- Toussaint J.F. 1993. Evolución geológica de Colombia. Precámbrico y Paleozoico. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 227p.
- Tricart J. 1975. Existencia de médanos cuaternarios en los llanos del Orinoco (Colombia y Venezuela). Colombia Geográfica V (1):69-79.
- Villarreal H. 2007. Contexto y área de estudio. Pp. 25-38. En: Villarreal-Leal H. y Maldonado-Ocampo J. (comp.). 2007. Caracterización biológica del Parque Nacional Natural
- Tuparro (sector noreste), Vichada, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 288p.
- Villarreal-Leal H. y Maldonado-Ocampo J. (comp.). 2007. Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (sector noreste), Vichada, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 288p.
- Zonneveld I.S. 1989. The land unit. A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. Landscape Ecology 3(2):67-86.
- Zonneveld I.S. 1979. Land evaluation and land (scape) science. Textbook VII-4. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede, The Netherlands. 134p.

Capítulo 3: Vegetación





ADRIANA PRIETO-C.

Introducción

Entre los tres componentes de la comunidad ecológica, productores, consumidores y reductores, las plantas verdes son los únicos organismos disponibles para producir materia orgánica a partir de materia inorgánica (productores). Así mismo, contribuyen con la mayoría de la biomasa de los ecosistemas y por esto tienen una gran influencia sobre el microclima y el suelo (Barkman 1979). Debido a que tienen una forma y un lugar fijo, las plantas constituyen la arquitectura de la comunidad biótica. Así, la influencia de la estructura de la vegetación sobre otros organismos es doble: directa en el sentido mecánico e indirecta vía el microclima. Estas influencias actúan tanto sobre los consumidores (la mayoría de animales, plantas parásitas), como los reductores (hongos, bacterias, protozoos).

Los estudios descriptivos y taxonómicos, al igual que aquellos que buscan dilucidar los procesos biológicos, constituyen algunos de los pilares fundamentales para apoyar pautas de desarrollo. Los estudios de vegetación cobran gran importancia, ya que ésta al ser una expresión de las condiciones ecológicas de un área determinada y por estar compuesta de organismos vivos y funcionar como el motor productivo del ecosistema, puede servir como sensible indicador de los procesos tanto biofísicos como antrópicos que se suceden en un contexto espacio-temporal específico (Etter 1994 en Renjifo *et al.* 2003).

Salamanca (1984) realizó una sinopsis de la vegetación de la Orinoquia-Amazonia de Colombia, la cual sintetiza los aportes de diversos trabajos en el área vegetal. Córdoba (1995) caracterizó florística, estructural y biotipológicamente dos tipos de bosque en la serranía de Naquén. Aunque existió la idea generalizada de la homogeneidad en el Amazonia, no sorprende que se reconozca que está surcada por numerosas áreas no boscosas, tales como sabanas y afloramientos rocosos, cuyas características florísticas, edáficas y microclimáticas no corresponden al bosque húmedo que predomina (Sioli 1984). De acuerdo con Carvajal *et al.* (1979), a medida que se avanza de sur a norte en la región amazónica colombiana, se distingue una variación gradual de la fisonomía de la cobertura vegetal, desde una masa forestal muy densa en cercanías del río Putumayo, hasta un bosque bajo muy pobre y sabanas en el Guainía y límites con Vichada. Esta descripción general se ajusta a las condiciones generales encontradas en el área del presente estudio, la cual se encuentra en la transición entre la Orinoquia y la Amazonia colombiana. Los bosques están conformados por varios estratos principales que establecen doseles espesos, lo que dificulta la radiación solar hacia niveles inferiores. Se encuentran bosques heterogéneos no inundables, zonas más bajas muy extensas (donde la laterita se erosionó), recubiertas de arcillas caolínicas o arena y que son llamados “rebalses” o bosques inundables. Por último, existen zonas altas cubiertas de arenales donde crece vegetación arbustiva y herbácea, denominadas localmente sabanas.

Según Sarmiento (1993), la sabana es un ecosistema de las tierras bajas tropicales, dominadas por una cobertura de hierbas consistente principalmente de macollas de gramíneas y cyperáceas de hasta 30

cm de altura en el tiempo de máxima actividad. Muestran una clara estacionalidad en su desarrollo, con un periodo de baja actividad relacionado con el estrés de agua. La sabana puede incluir especies leñosas (arbustos, árboles y palmas), pero estos elementos nunca forman una cobertura continua que se compare con los pastos.

De acuerdo con Solbrig (1996), la diversidad de las sabanas está presente en todas las escalas. Intercontinentalmente, existen diferencias en la estructura de la vegetación y la composición florística. En el continente, las diferencias regionales en suelos y clima determinan los principales tipos de sabanas, mientras que en una escala local, las diferencias en topografía y geomorfología definen la estructura de la vegetación y la composición florística.

De acuerdo con Barkman (1979), el estudio de la estructura de la vegetación agrupa todas las características morfológicas de ésta. Sin embargo, este concepto es muy difícil de aplicar porque éstas incluyen diferentes niveles de detalles. En la práctica se ha hecho la distinción entre la estructura, que se refiere al arreglo espacial (horizontal y vertical) de los elementos que componen la vegetación, y las características morfológicas restantes (textura). En general el estudio de las comunidades vegetales ha incluido el análisis de la distribución espacial, (Unesco-Pnuma-FAO 1980) más que los aspectos de textura.

En Venezuela, se han desarrollado extensos trabajos de caracterización de las sabanas no sólo en cuanto a las características florísticas y estructurales desde el punto de vista ecológicos. Una de las regiones de Colombia menos conocida e investigada es la Orinoquia. Más aún, los estudios profundos y sistemáticos que se han realizado sobre esa inmensa región permanecen en el olvido o en la indiferencia y nunca llegaron al público tanto regional como nacional. Para el colombiano común, este territorio significa “llanura, soledad y viento” (Domínguez 1998). En Colombia, los estudios más extensos fueron los realizados por Unesco-Pnuma-FAO (1980) sobre caracterización general de los ambientes de sabanas en los llanos orientales, por Rangel-Ch. *et al.* (1997) sobre la descripción de los tipos de vegetación y por Rippstein *et al.* (2001) referente a múltiples investigaciones relacionadas en la Estación Científica de Carimagua.

Para el departamento del Vichada, estudios relacionados con vegetación, tanto en composición florística como en aspectos estructurales, son escasos. Se destacan los estudios en el Parque Nacional Natural El Tuparro (Vincelli 1981, Barbosa 1992, Mendoza 2007), y el estudio de la vegetación de Puerto Carreño (Parra-O. 2006).

En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos en la caracterización vegetal del sector centro-oriental de la selva de Matavén. Los paisajes seleccionados fueron estudiados en términos de su fisonomía, composición florística y estructura. Estos son los elementos que permiten la identificación, descripción y definición de cualquier comunidad vegetal.

Métodos

En el área de estudio se realizaron muestreos en seis paisajes: bosque de cerros rocosos (BR), bosque bajo del plano inundable del caño Matavén (BI-a), bosque alto del plano inundable del caño Matavén (BI-b), sabanas en planicies arenosas (SA), bosque de planicies sedimentarias antiguas (BT-a) y bosque de planicies arenosas (BA).

Para plantas leñosas, se utilizó el método de caracterización rápida de la biodiversidad implementado por el Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental-Gema, el cual evalúa el estado de la diversidad de regiones naturales. Esta caracterización se enfoca principalmente en la medición de la diversidad alfa (riqueza de especies) y beta (recambio de especies), además del estado de conservación de los bosques (Villarreal *et al.* 2004).

Se establecieron 10 transectos de 50 m x 2 m en cada paisaje y se censaron todos los individuos con diámetro mayor o igual a 1 cm, para un total de 0,1 ha por paisaje. Se registraron los datos morfométricos (altura y perímetro a 1,3 m de altura) y el morfotipo para cada planta leñosa censada (Tabla 3.1).

Para el bosque de planicies arenosas (BA) y las sabanas (SA), que incluyeron formaciones de mata de monte (MM), bosque de borde de caño (BBC) y sabana sin estrato arbóreo (SA-h), fue aplicada la metodología utilizada por Prieto (2001) y Rudas *et al.* (2002). En éste, se utilizan parcelas cuyo tamaño varía según el fisonómico de vegetación (Rudas *et al.* 2002). En cada parcela, se estimó visualmente la cobertura de cada estrato (herbáceo, arbustivo, arbolitos y arbóreo) y luego se realizó el censo. Para los estratos superiores a 12 m de altura (arbolitos y arbóreo), se registraron los datos morfométricos (altura, cobertura de la copa y perímetro a 1,3 m de altura) y el morfotipo de cada individuo (Prieto *et al.* 1995). Para los estratos arbustivo y herbáceo, se registró la cobertura aérea de todos los individuos por morfoespecie y se colectó el morfotipo (Tabla 3.1).

Adicionalmente, en la localidad de sabana en planicies arenosas (SA) se realizaron los muestreos recogiendo la variación del gradiente hídrico a través de un transecto ideal. Para esto, los muestreos se distribuyeron desde el borde del caño hasta la mata de monte. Se obtuvo así representaciones de los diferentes tipos de sabanas que difieren en la proporción de la cobertura de los estratos herbáceo y arbustivo, además de la presencia de árboles. Las matas de monte son dos y corresponden a la vegetación azonal relacionada con cambios en el relieve y por ende en el drenaje. Así mismo se registró un estadio temprano de mata de monte donde los árboles característicos y los zurales se asemejan a la mata de monte propiamente dicha. Finalmente se censó un bosque en el borde del caño. Este sitio ha sido intervenido y no se puede establecer como influyó en la distribución actual de la sabana, dado que se removió gran parte de la cobertura vegetal para hacer una pista de aterrizaje y establecer varios campamentos.

Tabla 3.1: Síntesis de las técnicas de caracterización de la vegetación según el tipo fisonómico y por paisaje.

Paisaje	Tipo fisonómico	Técnica de muestreo	Descripción	Muestreos	Resultados
BR BI-a BI-b BT-a SA BA	Bosques, bosquitos y sabanas	Descripción de la vegetación	Se describen las características de cada sitio censado.	Cuatro descripciones de bosques, una de sabanas y una de la flora del caño Cajaró.	Elementos florísticos dominantes, características generales de la vegetación.
BR BI-a BI-b BT-a	Bosque	Plantas leñosas (árboles y arbustos)	Censo de todos los individuos de plantas leñosas con DAP > 1 cm en 0,1 ha.	Cuatro levantamientos, uno en cada localidad.	Lista de especies; datos de riqueza y estructurales; clases diamétricas y de altura; familias y especies más importantes y bases de datos; colecciones de herbario.
BA SA	Bosquico	Estimación de coberturas aéreas	En áreas de 10 m x 10 m, se censaron todos los individuos mayores de 5 m de alto y se evaluaron las coberturas de las morfoespecies de los estratos arbustivo y herbáceo.	Cuatro muestreos, uno en bosque sobre arenas, dos en mata de monte (MM) y uno bosque de borde caño (BBC).	Lista de especies; datos de riqueza y estructurales; clases diamétricas y de altura; familias y especies más importantes y bases de datos; colecciones de herbario.
SA	Sabanas (arbustivas y herbáceas)	Estimación de coberturas aéreas	En áreas de 4 m x 4 m, se evaluaron las coberturas de las morfoespecies de los estratos arbustivo y herbáceo.	16 levantamientos a través del gradiente hídrico.	Lista de especies; datos de riqueza y estructurales; clases diamétricas y de altura; familias y especies más importantes y bases de datos; colecciones de herbario.

Análisis de los datos

Descripción de la vegetación

Se presentan las características generales de la vegetación de cada sitio visitado en cuanto a la altura de los principales estratos, las especies que la componen y se ilustra cada muestreo con una foto representativa.

Composición

Para cada tipo fisonómico (bosque, bosquecito y sabana), se establecieron tanto las familias más ricas en géneros y especies, como los géneros más diversos. Para esto, se agruparon los levantamientos de cada tipo fisonómico y se realizaron los cálculos para el conjunto.

Se estableció la representatividad de los muestreos por medio de la comparación del número de especies encontradas y el número de especies esperadas, de acuerdo con la propuesta de Colwell & Coddington (1994). Los estimadores paramétricos están basados en la abundancia de las especies (ACE, Chao1, Jack1). Para los levantamientos de 0,1 ha realizados en BR, BT, BI-a y BI-b, se utilizó el número de individuos por especie. Para los levantamientos realizados en SA y BA, en los cuales el parámetro común en todos los estratos es la cobertura, se utilizó la incidencia de las especies y los estimadores (ICE, Chao2, Jack2).

Se realizaron comparaciones de la riqueza de las especies entre los paisajes muestreados, utilizando curvas de rarefacción con base en los valores de densidad de las especies en BI-a, BI-b, BR y BT-a, y de cobertura de las especies para las matas de monte (MM), bosque de borde de caño (BBC), bosque de planicies arenosas (BA) y sabanas (SA). Las sabanas se incluyeron como un solo grupo en el análisis y luego se dividieron en dos según la presencia (SA-b) o ausencia (SA-h) de estrato arbóreo. El grupo SA-b incluyó bosques de borde de caño (BBC) y matas de monte (MM).

Se analizó el recambio de especies por medio del índice de complementariedad (Colwell & Coddington 1994), que es una medida de cuánto se complementan dos comunidades al juntar y comparar sus especies. Tiene valores entre 0 y 1; cuando el IC entre dos localidades es 0, indica que todas las especies se comparten y no existe complementariedad; por el contrario si el IC es igual o cercano a 1, indica que la mayoría de las especies entre los dos sitios son diferentes, lo que refleja, al juntarlas, una alta complementariedad.

Estructura

Se evaluó la equitatividad de las especies por medio de curvas de dominancia y el cálculo de un índice. Este índice expresa el grado en que se asemeja la abundancia de especies, de acuerdo con un valor ideal, el de estar igualmente representadas.

Para los muestreos de 0,1 ha (BT, BI-a, BI-b, BR) y con base en las medidas de perímetro del fuste, se calcularon los diámetros; se estableció la distribución por clases diamétricas, frecuencia, densidad y área basal por especie y familia. A partir de esto, se calcularon los índices de valor de importancia para familia y para especie (Villarreal *et al.* 2004).

Para los muestreos de estimación de coberturas (sabanas, matas de monte, bosque del borde del caño y bosque de planicies arenosas), se aplicó el índice de corrección de la cobertura por estrato (A. Rudas com. pers.), para ajustar el valor estimado para cada morfoespecie. Para esto, se calcula un factor de corrección, que se aplica después de relacionar la cobertura evaluada por estrato y la encontrada por medio de la sumatoria del total de las coberturas de las especies en el estrato. Además, se calculó el índice de predominio fisonómico para cada levantamiento, con base en el área basal, la densidad y la cobertura relativas. Finalmente, para los muestreos en sabanas (SA), se establecieron las especies más importantes de acuerdo con la cobertura.

Resultados y discusión

Descripción de la vegetación

Los muestreos realizados se localizaron en la franja de transición entre el bosque amazónico y las sabanas típicamente orinoquenses. Así, se registraron bosques asociados a afloramientos rocosos, bosque en zonas inundables y no inundables, matas de monte y sabanas.

Bosque de cerros rocosos (BR): Ubicado sobre un afloramiento rocoso, este bosque está atravesado por cursos de agua pequeños que aumentan de nivel con cada aguacero. En general está poco erosionado y el estado de la comunidad es primario. Durante el muestreo, el bosque estaba en el período reproductivo entre floración y fructificación. Las plantas son generalmente perennifolias con subcoriáceas (Figura 3.1). El dosel es abierto y alcanza los 15 m de altura. Presenta elementos arbóreos emergentes de 20 m o 25 m de altura pertenecientes principalmente a las familias Leguminosae (como *Senna* sp., *Abarema* sp. y *Macrosamanea* sp.), Myristicaceae (como *Virola* sp.) y Moraceae (como *Maquira* cf. *Calophylla*). Son frecuentes las palmas como *Manicaria saccifera* (seje) y árboles como *Pouteria* sp. (Sapotaceae), *Protium* sp. (Burseraceae), *Brosimum* cf. *alicastrum* (Moraceae), así como individuos de las especies emergentes. El sotobosque es denso en algunas partes y alcanza los 6 a 8 m de altura. Lo caracterizan elementos de las familias Arecaceae (palmas) como *Iriartella setigera*, *Astrocaryum gynacanthum* y *Mancaria saccifera*; Bombacaceae como *Pseudobombax* sp., *Matisia* sp. y *Maquira* sp.; Annonaceae como *Anaxagorea* sp.; y Apocynaceae como *Aspidosperma* sp.. El 40% de la superficie tiene la roca madre expuesta. Tanto el sotobosque como el dosel son abiertos. Existen caminos porque el sitio se utiliza para la cacería. De hecho, se encontraron huellas o se avistaron cusumbos, borugas, micos, peces y sapos.

Figura 3.1: Aspecto general del dosel (izquierda) y el sotobosque (derecha) del bosque sobre cerros rocosos (BR). Fotos: Adriana Prieto-C.



Bosque inundable (BI-a): Este tipo de bosque es comúnmente conocido como bosque de rebalse para la zona de estudio; se caracteriza por ser bajo con un sotobosque ralo y elementos arbóreos delgados y con cortezas engrosadas para protegerse de los largos períodos de inundación. Este bosque tiene una zona baja que se mantiene inundada durante largos periodos al año, motivo por el cual no hay un sotobosque desarrollado. En la zona alta, se desarrolla mejor el bosque y encontramos un sotobosque propiamente dicho (Figura 3.2). Presenta elementos emergentes que alcanzan 15-17 m de altura y las familias más características son Chrysobalanaceae (*Licania* cf. *wurdacki*.) y Tiliaceae (*Mollia speciosa*), con leguminosas como *Heterostemon mimosoides*, *Tachigali* sp. y *Swartzia argentea*. El dosel está entre 10-12 m y se encuentran individuos de los elementos emergentes, además de *Bactris bidentula* (Arecaceae), *Pachira sordida* (Bombacaceae) e individuos de familias como Lauraceae, Lecythidaceae (*Eschweilera* sp.) y Myristicaceae (*Virola elonata*). El sotobosque alcanza 5 a 7 m de altura con individuos de las especies que alcanzan el dosel.

Figura 3.2: Aspecto general de la zona alta -menos inundable- (izquierda) y la zona baja -más inundable- (derecha) del bosque bajo del plano inundable (BI-a). Fotos: Adriana Prieto-C.



Bosque inundable (BI-b): Esta formación, comúnmente denominada varillal, tiene cursos de agua intermitentes relacionados con el período de lluvias y el nivel del caño Matavén. El relieve es ondulado y hay lugares que acumulan agua dentro del bosque (Figura 3.3). Presenta elementos emergentes de 17-19 m de altura de las familias Leguminosae, Chrysobalanaceae, Myrtaceae, Sapotaceae, Sterculiaceae y Vochysiaceae; el dosel alcanza los 12-14 m, es abierto y lo componen principalmente *Parinari* sp. (Chrysobalanaceae), las leguminosas *Swartzia schomburgkii*, *Heterostemon mimosoides*, *Macrosamanea pubiramea* y *Tachigali* sp., *Pachira* sp. (Bombacaceae) y *Hevea* sp. (Euphorbiaceae). El sotobosque está caracterizado por individuos de la palma *Leopoldinia pulcra*, las leguminosas *Heterostemon mimosoides*, *Tachigali* sp., *Swartzia schomburgkii*, *Abarema* cf. *Adenophora*, *Inga sertulifera* y *Macrosamanea pubiramea*.

Figura 3.3: Aspecto del bosque alto del plano inundable (BI-b) (izquierda) y los cursos de agua intermitentes- (derecha). Fotos: Adriana Prieto-C.



Bosque sobre planicies sedimentarias (BT-a): Este paisaje presenta dos sectores: uno bajo, aproximadamente a 70 m del caño Cajaro, y otro en una terraza más alta. Las diferencias principales se encuentran en el grosor de los árboles, dado que la parte baja se inunda, en tanto que la parte alta no recibe aporte de aguas del caño (Figura 3.4). Los elementos emergentes alcanzan los 18 a 20 m de altura y lo caracterizan *Xylopia* sp. (Annonaceae), *Sloanea* sp. (Elaeocarpaceae), *Conceveiba* sp. (Euphorbiaceae) y *Micropholis* sp. (Sapotaceae). El dosel se distribuye entre los 10 y 13 m de altura y es abierto dado que presentó un asentamiento humano hace cerca de 20 años atrás y se extrajeron troncos para su establecimiento. Se caracteriza por individuos de *Mancaria saccifera* (Arecaceae); *Ladenbergia amazonensis* y *Ferdinandusa* sp. (Rubiaceae); *Iryanthera* sp. (Myristicaceae); *Caryodendron orinoquense*, *Conceveiba* sp. y *Hevea* sp. (Euphorbiaceae); *Pseudolmedia* sp. (Moraceae) y *Micropholis* sp. (Sapotaceae). El sotobosque está caracterizado por *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae), las palmas *Iryartella setigera* y *Leopoldinia pulcra*, *Protium* sp. (Burseraceae), *Hirtella Guainíae*, *Licania* sp. y *Parinari* sp. (Chrysobalanaceae) y una especie indeterminada de la familia Meliaceae.

Figura 3.4: Aspecto del bosque sobre planicies sedimentarias (BT-A) parte alta (izquierda) y parte baja (derecha). Fotos: Adriana Prieto-C.



Bosque sobre planicies arenosas (BA): Aledaño a este bosque había un asentamiento y se observa que han sido extraídos elementos para la construcción de la casa, leña y manutención (Figura 3.5). Este paisaje tiene individuos emergentes de 17 a 20 m de la familia Apocynaceae. El dosel es discontinuo y presenta individuos de *Parinari* sp. (Chrysobalanaceae), *Protium* sp. (Burseraceae), *Ferdinandusia* sp. (Rubiaceae) y *Qualea paraensis* (Vochysiaceae). El sotobosque alcanza los 5 a 7 m y los elementos florísticos más característicos son: *Ciliosemia pedunculata* y *Ferdinandusia* sp. (Rubiaceae), *Protium aracouchini* y *Protium* sp. (Burseraceae), *Tachigali* sp. (Caesalpinaceae), *Licania* sp. (Chrysobalanaceae) y *Eschweilera* sp. (Lecythidaceae).

Figura 3.5: Aspecto del bosque sobre planicies arenosas (BA). Fotos: Adriana Prieto-C.



Sabanas en planicies arenosas (SA): En este paisaje se registraron tres tipos de vegetación: la vegetación sin dominancia del estrato arbóreo, sabanas propiamente dichas (SA-h), los bosques del borde del caño (BBC) y las matas de monte (MM). Se agruparon en una rama los levantamientos que corresponden a sabanas con estrato herbáceo únicamente (SA-h) y en otra, los muestreos de matas de monte y bosques del borde del caño (SA-b).

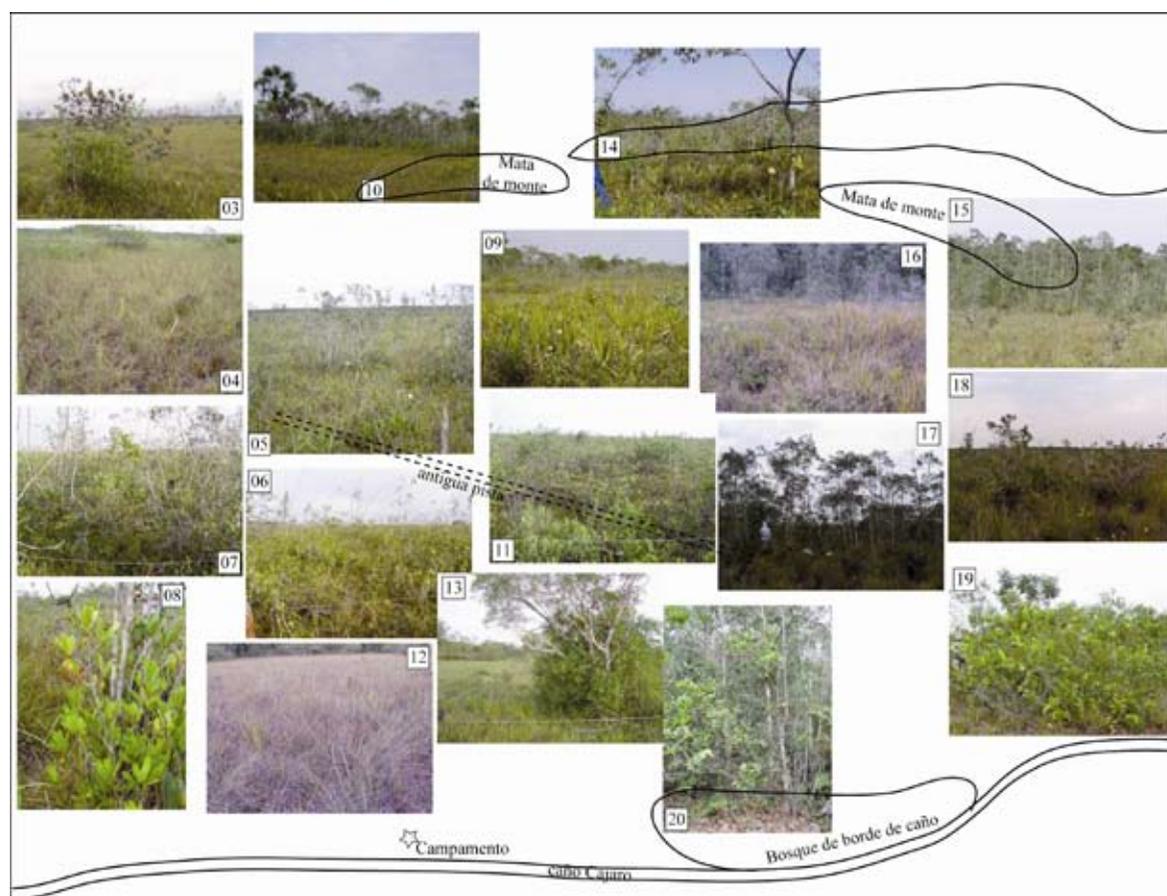
Las sabanas (SA-h) varían de acuerdo con el contenido de agua en el perfil, el microrelieve y de ahí su composición florística. La presencia de zurales se relaciona con el nivel de inundación del sitio y la estrategia que han desarrollado estos tipos de vegetación para sobreponerse al exceso de aguas en el período de lluvias y el almacenamiento de nutrientes y agua para el período más seco. El nivel del agua y la duración de la inundación dependen de la posición en la unidad del paisaje y del desarrollo de los zurales (Smith *et al.* 2006). Fisionómicamente corresponden a sabanas arbustivas, sabanas de hierbas con predominancia de pastos (Poaceae y Cyperaceae) y sin la dominancia de éstas (Rapateaceae y Bromeliaceae). Las especies que la componen dependen del grado de inundación y el microrelieve. Entre los arbustos se encuentra *Byrsonima* sp. (Malpighiaceae), *Bonnetia* sp. (Theaceae), *Ternstroemia* sp. (Thernstroemianeae) y especies de la familia Bombacaceae. En el estrato herbáceo están ampliamente distribuidos *Axonopus schultesii* (Poaceae) y *Paepalanthus* sp. (Eriocaulaceae), que disminuyen su cobertura y presencia a medida que se incrementa el contenido de agua en el sustrato o sobre la superficie de éste (Figura 3.6)

El bosque de borde de caño (BBC) se caracteriza por ser poco denso y presentar elementos emergentes de 12 a 16 m como *Guatteria* sp. (Annonaceae), *Qualea* sp. (Vochysiaceae) y *Caraipa* sp. (Clusiaceae). El dosel alcanza 8 m de altura y tiene individuos de los elementos emergentes, además de *Buchenavia* sp.

(Combretaceae) y *Ormosia* cf. *bolivarenses* (Fabaceae). El sotobosque de 4 a 6 m de altura está compuesto por las especies de los elementos arbóreos y emergentes (Figura 3.6).

Las matas de monte (MM) muestreadas difieren en su estado de desarrollo. Se encontraron desde una bien desarrollada hasta una incipiente que estaba comenzando a fortalecer los individuos arbóreos de *Xylopia* sp. (Annonaceae). La altura y densidad de las especies varían pero corresponden a la misma unidad. Una mata de monte en avanzado estado de desarrollo presenta elementos emergentes de 15-18 m de *Parahancornia oblonga* (Apocynaceae). El dosel está entre los 8-12 m y tiene elementos de *Xylopia* sp. (Annonaceae), *Hevea* sp. (Euphorbiaceae), *Sterigma petalum* sp. (Rhizophoraceae), Lauraceae, Sapotaceae y palmas. El sotobosque está entre 5-7 m y además de los individuos de las especies que conforman el dosel y los elementos emergentes se encuentra *Lacmellea* sp. (Apocynaceae), *Calophyllum* sp. (Clusiaceae) y *Miconia* sp. (Melastomataceae). La abundancia y cobertura de estas especies varían de acuerdo con el estado de desarrollo de la mata de monte (Figura 3.6).

Figura 3.6: Esquema de localización de muestreos en la sabana (SA). Fotos: A. Prieto-C. Los números corresponden a los levantamientos realizados según el tipo fisonómico de vegetación en el paisaje. Sabanas con predominancia de pastos 04, 12; sabanas sin predominancia de pastos 09, 16; sabanas arbustivas 03, 05, 06, 07, 18, 08, 14, 19, 11; sabanas arboladas 13; matas de monte 10, 15, 17; bosque al borde de caño 20.



Composición florística

En total se colectaron 899 ejemplares botánicos, los cuales se herborizaron según los estándares internacionales. Se determinaron al máximo nivel posible de acuerdo con las características de cada excicata. Un duplicado de cada ejemplar fue depositado en el Herbario Federico Medem Bogotá –FMB- del Instituto Humboldt, bajo la numeración de Adriana Prieto (AP). Finalmente se consolidó un archivo digital de la imagen de cada espécimen, para la disposición al público en general en la Galería de Historia Natural del Instituto Humboldt (<http://humboldt.org.co/chmcolombia/servicios/jsp/galeria/>).

Para todo el muestreo se registraron 72 familias. El 84% (754 ejemplares) fue identificado a nivel de familia y el 16% quedaron indeterminadas (145 ejemplares). Se registraron 183 géneros, de los cuales 67% (598) se les asignó un género y 22% quedó plenamente identificado a nivel de especie (198 ejemplares). En total se registraron 121 especies (Anexo 3.1). Los demás ejemplares se unificaron según sus características morfológicas en morfotipos para un total de 688.

El sitio más diverso en cuanto al número de especies, géneros y familias fue la sabana (SA) y esto se relaciona con la variedad de ambientes y tipos fisionómicos de vegetación que agrupa este paisaje. Estos incluyeron bosques del borde del caño (BBC), hasta matas de monte (MM), sabanas arbustadas, sabanas herbáceas gramínoideas y sabanas herbáceas no gramínoideas (Tabla 3.2). Los siguientes dos sitios en cuanto a diversidad de especies son el bosque de cerros rocosos (BR) y el bosque sobre planicies sedimentarias (BT-a), los cuales tienen mayor complejidad vertical, proporcionando así mayor número de nichos disponibles. Los bosques inundables (BI-a y BI-b) tienen el menor número de especies (Tabla 3.2).

Tabla 3.2: Número de familias, géneros y especies registrados por paisaje y en total, en la caracterización de la vegetación.

Localidad	Familias	Géneros	Especies
Bosque de cerro rocoso (BR)	39	64	102
Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén (BI-a)	26	41	67
Bosque alto del plano inundable del caño Matavén (BI-b)	30	47	77
Bosque de planicies sedimentarias (BT-a)	32	64	102
Bosque en planicies arenosas (BA)	20	27	37
Sabanas en planicies arenosas(SA)	31	51	107
Total	72	183	688

En los bosques neotropicales bajos existen diferentes patrones de diversidad beta; particularmente las diferencias se observan entre bosques inundables y no inundables; los primeros son menos diversos que los bosques de tierra firme y ambos tienen relativamente pocas especies en común. También existe una diferencia entre los bosques que crecen sobre suelos arenosos (Mata de monte, bosque sobre planicies arenosas) y los que crecen en suelos arcillosos o aluviales (Berry 2002).

El grupo de las 10 familias con mayor número de géneros por paisaje se muestra en la tabla 3.3 y arrojó un total de 22 familias para todos los muestreos. En la Tabla 3.4 se presentan los grupos de 10 familias con mayor número de especies, dando un total de 29 familias para los seis paisajes muestreados. Familias como Rubiaceae, Melastomataceae, Arecaceae y Leguminosae presentaron un alto número de géneros y especies, resultado encontrado también en un estudio en Prieto-C. (2001).

Tabla 3.3: Las 10 familias con el mayor número de géneros por paisaje.

Familia	BR	BI-a	BI-b	BT-a	BA	SA	Total
Rubiaceae	6	5	3	6	3	4	19
Arecaceae	3	2	2	5		2	6
Caesalpiniaceae	4	2	3	3	1		7
Melastomataceae	3				1	6	11
Apocynaceae	3	1	1		1	4	8
Fabaceae	4	3		3			7
Euphorbiaceae			3	3	3		8

Familia	BR	BI-a	BI-b	BT-a	BA	SA	Total
Mimosaceae		2	3	2		2	
Annonaceae	4		2			2	6
Clusiaceae				3		3	6
Chrysobalanaceae			1	3	2		
Moraceae	4				1		5
Bombacaceae	3	1	1				
Flacourtiaceae	3				1		
Ochnaceae		2				2	
Sapindaceae				3			
Burseraceae				2	1		
Bignoniaceae		1	1				
Eriocaulaceae						2	
Vochysiaceae						2	
Boraginaceae		1					
Lecythidaceae					1		
Total	31	14	17	27	11	25	64
Total géneros en el Muestreo	73	41	47	64	27	51	183

Tabla 3.4: Las 10 familias con mayor número de especies en los diferentes paisaje.

Familia	BR	BI-a	BI-b	BT-a	BA	SA	Total
Rubiaceae	7	5	4	7		7	101
Arecaceae	3	2	2	5		2	
Caesalpiniaceae	4	3	4	4			18
Fabaceae	4	3	2	3			22
Melastomataceae	8		2	3		6	68
Mimosaceae	6		3			2	20
Annonaceae	4		2				14
Apocynaceae						5	20
Clusiaceae				3		3	21
Euphorbiaceae			3	5			19
Bombacaceae	5	2					
Chrysobalanaceae		3		6			
Flacourtiaceae			2				
Lecythidaceae				3			
Moraceae	10						14
Aquifoliaceae						3	
Burseraceae	5						
Combretaceae		2					
Elaeocarpaceae				3			

Familia	BR	BI-a	BI-b	BT-a	BA	SA	Total
Eriocaulaceae						4	
Malpighiaceae		2					
Myristicaceae		2					
Ochnaceae		3					
Vochysiaceae						3	
Xyridaceae						3	
No. total de especies/paisaje	39	13	22	30	0	25	303
No. total especies en el muestreo/paisaje	102	67	77	102	37	107	688

Representatividad

Los bosques BR, BT, BI-a y BI-b se analizaron con base en el número de individuos por especie mientras que las sabanas (SA-b y SA-h) se analizaron con base en la incidencia de las especies y los estimadores (ICE, Chao2, Jack2). La Tabla 3.5 muestra los porcentajes de representatividad de acuerdo con los estimadores utilizados.

Para todos los sitios boscosos (BT, BR, BI-a, BI-b), la representatividad fue mayor a 70%. De ello se deduce que el muestreo fue eficiente. Para el caso del bosque sobre planicies arenosas (BA), la representatividad del muestreo estuvo entre 45 y 57%, lo cual nos indica que ésta es media. Este resultado se explica, por un lado, en que el muestreo fue rápido y por el otro, en que el área cubierta fue baja (100 m²). El muestreo fue entonces insuficiente y se requiere ampliar el tamaño de la muestra (Figura 3.7).

Tabla 3.5: Valores de representatividad de acuerdo con los estimadores utilizados.

	ACE	Chao1	Jack1	ICE	Chao2	Jack2
BI-a	79	81	81			
BI-b	84	79	79			
BT-a	71	72	72			
BR	72	72	72			
BA				46	57	57
SA				47	43	43
SA-b				29	28	28
SA-h				75	74	74

Así mismo, las sabanas arrojaron índices bajos de representatividad, entre 43 y 47%, y esto se explica porque si bien es una sola unidad de paisaje, a la escala de la vegetación alberga diferentes tipos de fisionomías que se relacionan con los gradientes de microrelieve, posición fisiográfica y humedad, entre otros. Teniendo en cuenta estos factores, se agruparon en una rama los levantamientos que corresponden a sabanas con estrato herbáceo únicamente (SA-h) y en otra, los muestreos de matas de monte y bosques de borde de caño (SA-b). Posteriormente se realizaron de nuevo los análisis y la representatividad de la vegetación típicamente sabanera (SA-h) alcanzó el 74-75%, indicando que el muestreo fue representativo. Para el caso de la matas de monte y bosques de borde de caños (SA-b), los índices no alcanzaron un estimado mayor a 30% y se relaciona con el número bajo de muestreos realizados (Figura 3.8).

Figura 3.7: Representatividad de los muestreos por paisaje. Las abreviaturas en cada título corresponden a los paisajes caracterizados.

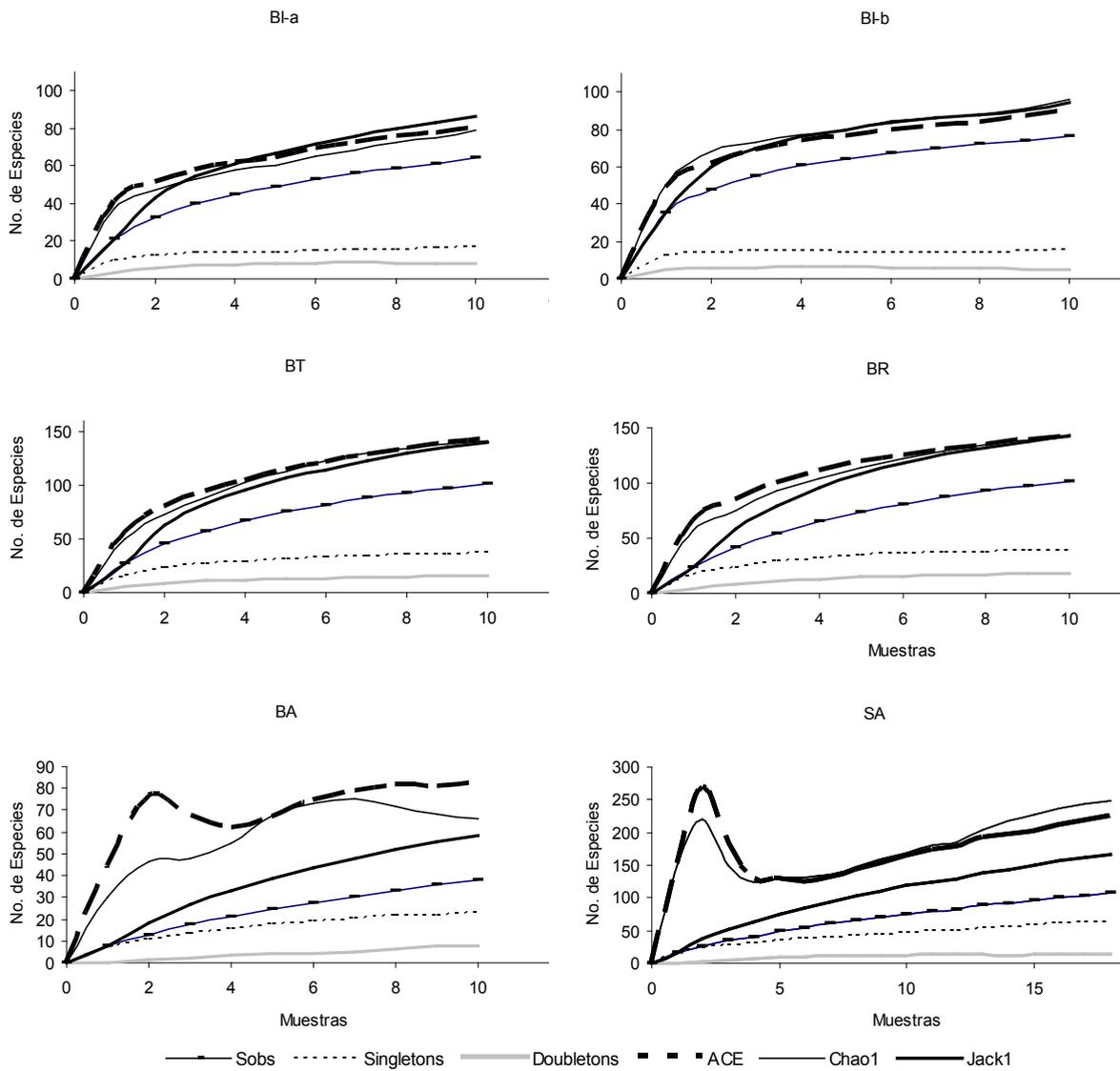
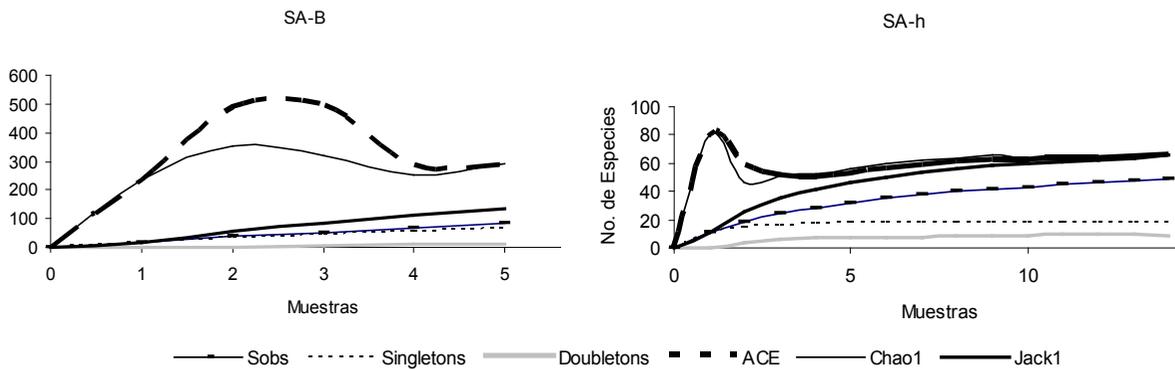


Figura 3.8: Representatividad del muestreo en sabanas de planicies arenosas. Izquierda: los levantamientos en sabana propiamente dicha, sin estrato arbóreo (SA-h) y a la derecha los levantamientos en la vegetación azonal boscosa (SA-b).



Diversidad

Diversidad alfa

El bosque BT-a presentó el índice alfa más alto y una alta dominancia, la cual indica que la distribución de los individuos en las especies no es equitativa: unas pocas especies tienen el mayor número de individuos. El bosque alto del plano inundable (BI-b) fue el más equitativo y el segundo en diversidad alfa. En las sabanas propiamente dichas (SA-h) se observó la dominancia de unas pocas especies, lo que contrasta con los bosques del borde del caño (BBC) y matas de monte (MM) (Tabla 3.6).

Tabla 3.6: Diversidad alfa de los paisajes censados. Para las sabanas en planicies arenosas (SA), se diferenció de acuerdo con los tipos de vegetación: bosque al borde del caño (BBC), mata de monte (MM) y sabanas propiamente dichas (SA-h).

Índice	BI-a	BI-b	BT-a	BR	BA	SA		
						BBC	MM	SA-h
Alpha Fisher	10,40	21,58	47,38	9,55	12,35	4,93	12,81	12,41
Equitatividad	0,79	0,66	0,90	0,644	0,81	0,67	0,75	0,91
Berger-Parker Dominance (d)	0,17	0,43	0,06	0,44	0,34	0,53	0,21	0,12

Diversidad beta

La diversidad beta fue muy alta. Los valores de complementariedad entre los sitios fueron mayores a 95%, lo cual indica que los paisajes son marcadamente diferentes entre sí (Tabla 3.7). Esto es de esperarse dado que la aproximación es paisajista y la vegetación es una de las características más contrastantes del paisaje.

Tabla 3.7: Valores del índice de complementariedad (IC) de plantas leñosas entre los sitios muestreados. La diagonal (gris) corresponde al número de especies; la parte superior a la diagonal corresponde al número de especies compartidas entre las dos localidades; debajo de la diagonal se encuentran los valores del índice de complementariedad (IC).

Paisaje	BA	BI-a	BI-b	BR	BT	SA
BA	37	5	2	0	4	0
BI-a	9,95	67	2	0	0	0
BI-b	0,98	0,99	77	1	3	0
BR	1	1	0,99	102	1	0
BT	1	1	0,98	1	102	0
SA	1	1	1	1	1	107

Conclusiones y recomendaciones

La vegetación de la zona es altamente diversa y los sitios son complementarios; en un área relativamente pequeña se evidencia la amplia gama de ambientes y las diferencias que hay entre ellos, dejando entonces sin sustento la idea de selva como una mancha verde, homogénea y continua.

Los tipos de vegetación como matas de monte y bosque de borde de los caños ameritan un muestreo más intensivo, dado que en esta caracterización quedaron subrepresentados en el ambiente de sabanas. De la misma manera, los bosques sobre planicies arenosas (BA) despiertan un alto interés dada las condiciones de desarrollo y las hipótesis que hay alrededor de su establecimiento y permanencia, y se deberían ampliar los muestreos para tener una mayor representatividad de éstos.

Algunos de los sitios visitados muestran signos de intervención antrópica (p.e. pista de aterrizaje), pero la vegetación se ha recuperado. Sin embargo, para el caso de las sabanas, es difícil establecer cómo

afectó esta transformación antrópica, la distribución natural de ésta, dado que hasta el relieve fue modificado. Los sitios aledaños a las comunidades se observan bastante transformados por las actividades de establecimiento.

En los sitios SA-B, BT-a, BI-a se observaron huellas de mamíferos que sugieren un estado de conservación de estos sitios y que amerita la realización de estudios de mamíferos grandes, tanto acuáticos como terrestres, ya que son un valioso recurso que puede ser una alternativa de desarrollo, seguridad alimentaria y conservación.

Bibliografía

- Barbosa C.E. 1992. Contribución al conocimiento de la flórua del Parque Nacional Natural El Tuparro. Serie de publicaciones especiales del Inderena, Biblioteca Andrés Posada Arango No. 3. Bogotá, Colombia. 271p.
- Barkmann J.J. 1979. The investigation of vegetation texture and structure. Chapter 5:123-160. In: Werger M.J. (ed.). 1979. The study of vegetation. W. Junk publishers The Hague. The Netherlands. 487p.
- Berry P. 2002. Diversidad y endemismo en los bosques neotropicales de Bajura. Pp. 83-96. En: Guariguata M.R. & G. Kattán (eds.). Ecología y conservación de bosques Neotropicales. Ediciones LUR-Libro Universitario regional. Cartago, Costa Rica. 692 p.
- Carvajal F., Posada F., Molina L., Delgado A., Acero L., Araujo O. y Rodríguez F. 1979. Bosques. Pp. 217-322. En: PRORADAM. 1979. La Amazonia colombiana y sus recursos. Igac-CIAF-FFAA. Vol. I. Bogotá, Colombia.
- Colwell R.K. & Coddington J. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* 345:101-118.
- Córdoba M. 1995. Caracterización florístico-estructural y biotipológica de la vegetación en dos tipos de bosque en la parte central de la serranía de Naquén (Departamento de Guainía). Tesis de Biología. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Básicas. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 130p.
- Domínguez C. (ed.) 1998. Colombia Orinoco. Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis”. FEN Colombia. Bogotá, Colombia.
- Huber O. 1995. Vegetation. Pp. 97-160. In: P.E. Berry, Holst B.K. & Yatskievych K. (eds.). 1995. Flora of the Venezuelan Guayana. Vol. 1. Missouri Botanical Garden Press. USA.
- Mendoza H. 2007. Vegetación. Capítulo 3. En: Villarreal H. y Maldonado J. (Comp.). 2007. Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector noreste), Vichada, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 286p.
- Parra-O. C. 2006. Estudios generales de la vegetación nativa de Puerto Carreño (Vichada, Colombia). *Caldasia* 28(2):165-177.
- Prieto-C. A. 2001. Estimación de la estructura de la vegetación por medio de imágenes de satélite en “La Ceiba” Puerto Inírida (Guainía, Colombia). Tesis de Posgrado-Magister Scientiae en Biología. Facultad de Ciencias; línea Ecología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Prieto A., Rangel J.O., Rudas A. y Palacios P. 1995. Aspectos estructurales y tipos de vegetación de la isla Mocagua, río Amazonas. *Caldasia* 18(2):181-197.
- Rangel-CH. J.O., Lowy P. y Aguilar M. (eds.). 1997. Colombia diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, IDEAM. Bogotá, Colombia.
- Renjifo L.M., Lozano F., Ríos C.I., Jiménez E., Caicedo P., Mendoza J.E., Ramírez D.P., Vargas W., Quevedo F.L., Franco L.E. y Cardona P. 2003. Caracterización biológica y socioeconómica de la ventana de paisaje de la cuenca del río Otún (Risarlada). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Risarlada. Armenia, Colombia. 112p.
- Rippstein G., Escobar E. y F. Motta (eds.). 2001. Agroecología y biodiversidad de las sabanas de los llanos orientales de Colombia. Cali, Colombia. 250p.
- Rudas A, Prieto A., Rangel J.O. 2002. Principales tipos de vegetación de la “La Ceiba” (Guainía), Guyana colombiana. *Caldasia* 24(2):343-365.
- Salamanca S. 1984. La vegetación de la Orinoquia, Amazonia, fisiografía y formaciones vegetales. *Colombia Geográfica* 10(2):5-31.
- Sarmiento G. 1993. Patterns of specific and phenological diversity in the grass community of the Venezuelan tropical savannas. *Journal of Biogeography* 10:373-391.

- Sioli H. 1984. Introduction: History of the discovery of the Amazon and of research of Amazonian waters and landscapes. Pp. 1-14. In: Sioli H. (ed.). 1984. The amazon limnology and landscapes ecology of a mighty tropical river and its basin. Junk publishers. The Netherlands. 132p.
- Smith J.K., Chacón-Moreno E.J., Jonhman H.G., Wenting Ph. y Loedeman J.H. 2006. Effect of dyke construction on water dynamics in the flooding savannas on Venezuela. *Earth Surf. Landforms* 31:81-96.
- Solbrig O.T. 1996. The diversity of the savanna ecosystem. Pp. 1-27. In: Solbrig O.T., Medina E. & Silva J.F. (eds.). 1996. Biodiversity and savanna ecosystem processes -a global perspective-. *Ecological studies* vol. 121. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, Germany.
- Unesco-Pnuma-FAO. 1980. Ecosistemas de los bosques tropicales. Informe del estado de desconocimiento. UNESCO-CIFCA. 385p.
- Villarreal H., Álvarez M., Córdoba S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M. y Umaña A.M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia. 243p.
- Vincelli P. 1981. Estudio de la vegetación del territorio faunístico "El Tuparro". *Cespedesia* 10(37-38):7-54.

Capítulo 4: Insectos





MÓNICA HIGUERA-DÍAZ
MÓNICA OSPINA-CORREA

Introducción

Los insectos están agrupados taxonómicamente dentro de la clase Hexapoda del phylum Arthropoda y actualmente constituyen el grupo de fauna dominante en el planeta tierra, tanto en biomasa como en diversidad de especies. Están ampliamente distribuidos y ocupan gran variedad de nichos en hábitat terrestres y acuáticos (Borror *et al.* 1989). Por su diversidad taxonómica y ecológica y por cumplir con muchos de los criterios necesarios para la selección de grupos indicadores de diversidad o de procesos ecológicos, son candidatos ideales para el desarrollo de programas de inventario y monitoreo de la biodiversidad (Brown 1991, Kremen *et al.* 1993).

Sin embargo, no todos los grupos de insectos son igualmente efectivos en la caracterización de la biodiversidad y como indicadores de los cambios ocasionados por actividades antrópicas en los ecosistemas (Brown 1991). Entre los artrópodos terrestres más eficientes para realizar caracterizaciones biológicas, el Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (Gema) del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), escogió tres de ellos: los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) y las mariposas diurnas (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea) (Villarreal *et al.* 2004). En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos en la caracterización de la diversidad de insectos realizada en la selva de Matavén, con énfasis en estos tres grupos.

Escarabajos coprófagos: Los escarabajos coprófagos son conocidos con los nombres comunes de escarabajos peloteros o escarabajos del estiércol. Por sus hábitos alimenticios y de nidificación, estos cucarrones conforman un grupo muy importante desde el punto de vista ecológico. Tanto larvas como adultos se alimentan básicamente de excrementos de vertebrados, en especial de mamíferos (Díaz 1997), y secundariamente de carroña, frutos y restos vegetales en descomposición (Morón 1984, Hanski & Cambefort 1991). Además, muchos de ellos trasportan el estiércol desde la fuente hasta el sitio donde nidifican y ponen sus huevos, dispersando así excrementos y semillas (Halffter & Fávila 1993, Fávila & Halffter 1997).

Debido a su comportamiento, cumplen un importante papel en el reciclaje y reincorporación de nutrientes al suelo (Lobo y Veiga 1990). Al enterrar rápidamente los excrementos, garantizan la estabilidad de los ecosistemas y contribuyen a la retención de nitrógeno, drenaje y aireación del suelo. Igualmente disminuyen la cantidad de residuos orgánicos en los ecosistemas y ejercen control sobre los estadios infecciosos de parásitos gastrointestinales de los mamíferos, acumulados en el excremento.

Estos cucarrones son además áltamente sensibles a diversas perturbaciones en el ambiente, ya que los afectan directa e indirectamente los cambios de temperatura, humedad o las características físicas del

suelo. Esta es la razón principal por la cual son útiles como indicadores del estado de los ecosistemas. Así mismo, por su alta diversidad y abundancia, son muy utilizados en estudios de diversidad a corto y largo plazo (Halffter *et al.* 1992, Halffter & Fávila 1993, Favila & Halffter 1997, Klein 1989 en Vulinec 2000).

Hormigas: Las hormigas, junto con las abejas y las avispas, conforman el orden Hymenoptera, un grupo muy homogéneo dentro de los insectos. Hasta el momento se han descrito más de 15.000 especies en el mundo y, de acuerdo con los estudios realizados en Colombia, se han registrado poco más de 90 géneros y cerca de 1.000 especies (Fernández 2003).

La mayor parte de las especies de himenópteros son sociales, exhibiendo un comportamiento fascinante para los humanos. Las hormigas en particular son altamente sociales y su elaborado comportamiento es denominado “eusociabilidad” o “sociabilidad verdadera” y se caracteriza porque en cada colonia de hormigas existe superposición de generaciones. Esto es, que las madres conviven con sus hijas durante tiempos prolongados, lo cual no es un comportamiento común en otros insectos. Existe división de las actividades en el interior de la colonia, en cuanto al cuidado de las crías y la reproducción: una única hembra fértil cumple con todas las labores de reproducción de la colonia. Para nidificar, las hormigas utilizan una amplia variedad de substratos, como troncos vivos, troncos muertos en pie y en descomposición, al interior del suelo, en hojarasca, en corteza de árboles y plantas epífitas (Wilson 1971, Hölldobler & Wilson 1990).

Los diferentes grupos de hormigas presentan grados de especialización en sus hábitos alimenticios, aprovechando también una amplia variedad de recursos en los ecosistemas. Existen hormigas depredadoras que se alimentan de otros insectos, invertebrados e incluso vertebrados pequeños; omnívoras; herbívoras que utilizan diferentes recursos derivados de las plantas; y fungívoras que se alimentan de hongos. Algunas especies se alimentan sólo de huevos de artrópodos o exclusivamente de otras hormigas (Hölldobler & Wilson 1990). Otras aprovechan semillas, secreciones de homópteros (cigarras y cigarritas), cadáveres de otros invertebrados, detritus, hongos y néctar (Carrol & Janzen 1973). Muchas especies establecen estrechas relaciones con especies vegetales para obtener de ellas recursos alimenticios y espacios para anidar (Wilson 1971, Hölldobler & Wilson 1990).

Junto con las termitas, las hormigas constituyen uno de los grupos más abundantes en los bosques tropicales, especialmente en tierras bajas, en donde pueden llegar a representar hasta la tercera parte de la biomasa animal (Kempf 1972, Hölldobler & Wilson 1990). Su abundancia, su alta diversidad a nivel taxonómico y altos valores de riqueza regional, su diversidad de hábitos y su fácil manipulación en campo y laboratorio hace que las hormigas sean un grupo usado comúnmente en evaluaciones sobre el estado de salud de los ecosistemas y como indicador de diversidad y perturbaciones. Adicionalmente se cuenta con buena información sobre su taxonomía, biología e historia natural (Andersen 1990, 1991, Brown 1991, Majer & Delabie 1994, Longino & Colwell 1997).

Mariposas: Las mariposas están agrupadas, junto con las polillas, dentro del orden Lepidoptera. El Grupo Gema tradicionalmente ha trabajado con “mariposas diurnas”, grupo que puede incluir algunas polillas comunes de hábitos diurnos o crepusculares. Se estima que en Colombia existen unas 3.500 especies de mariposas y de acuerdo con los resultados generales encontrados en inventarios locales o regionales, la mayoría de las localidades de Colombia registran entre 200 y 1.500 especies. Sin embargo, el número de especies observadas en una evaluación rápida es generalmente mucho menor (Villarreal *et al.* 2004).

Las mariposas son ampliamente utilizadas en estudios ecológicos por ser abundantes y fáciles de manejar e identificar en campo y en laboratorio. Es un grupo altamente diversificado especialmente en las zonas tropicales. Los métodos utilizados para su captura permiten obtener buenas muestras en corto tiempo. Por su tamaño y forma, pueden ser marcadas fácilmente, lo que hace que su uso no implique necesariamente su sacrificio (Villarreal *et al.* 2004).

Todas las mariposas presentan alta especificidad hacia las plantas de las cuales se alimentan en estado larval y en estado adulto. Adicionalmente, se dispone en la literatura de buena cantidad de información sobre su biología. Presentan también una fuerte estratificación, incluso a escala local, en cuanto a gradientes de luz, viento, humedad, temperatura y altitud (Ehrlich & Raven 1964, Brown 1991, Fagua 1999 en Villarreal *et al.* 2004). Su diversidad y riqueza local dependen de la diversidad de plantas y cumplen un papel importante en la transformación de materia vegetal y en las cadenas tróficas (Villarreal *et al.* 2004). Por todas estas razones, son consideradas uno de los grupos de insectos más confiables para ser utilizados como bioindicadores y en estudios de inventario o monitoreo de biodiversidad.

Estudios previos: La región de la selva de Matavén es considerada una zona de transición entre los ecosistemas amazónicos y orinoquenses, con unidades de paisajes caracterizadas por la combinación de selva húmeda tropical con diferentes tipos de sabanas. Por lo tanto, esta región reviste especial interés biológico, no sólo por su posición biogeográfica sino por su buen estado de conservación (ver introducción de este informe). Sin embargo, no existen estudios previos sobre la diversidad de insectos en esta localidad específica de la Orinoquia colombiana, razón por la cual el presente estudio se constituye en la primera aproximación al conocimiento de los tres grupos de insectos en la región.

Los insectos de la Orinoquia colombiana han sido poco estudiados y, específicamente, trabajos sobre caracterización, inventario y monitoreo son escasos. Se destacan los realizados por Uribe *et al.* (1998) sobre las especies más comunes y representativas de mariposas del llano. Amézquita *et al.* (1999) compararon la composición y riqueza de especies de escarabajos coprófagos en remanentes de bosque en la Orinoquia colombiana. Escobar (2000) determinó la diversidad de coleópteros coprófagos en un mosaico de hábitat en la Reserva Natural Nukak, en el departamento del Guaviare. Guevara (2004) caracterizó las comunidades de mariposas en cinco unidades de paisaje en los municipios de San José del Guaviare y El Retorno (Departamento de Guaviare). Fernández y Fajardo (2006) caracterizaron la fauna de mariposas en diferentes localidades de los llanos orientales colombianos.

En cuanto a trabajos con insectos desde el punto de vista económico, Fagua *et al.* (2003) evaluaron la factibilidad para la cría de mariposas y coleópteros como alternativa productiva para la regeneración del bosque y la diversificación de actividades productivas de los campesinos en zonas dedicadas a la siembra de cultivos ilícitos. Gómez y Fagua (2003) elaboraron un modelo exploratorio para evaluar la sostenibilidad de la cría de mariposas ornamentales en la comunidad indígena de Peña Roja, que incluye un estudio del ciclo de desarrollo y hospederos de una especie de mariposa promisoría para la cría.

Por otro lado, el Gema realizó una caracterización biológica en el año 2004 en cinco unidades de paisaje en el Parque Nacional Natural (PNN) El Tuparro, en el departamento de Vichada, aplicando la misma metodología del presente estudio (Villarreal y Maldonado 2007). En ese mismo año, la Fundación Biológica Puerto Rastrojo realizó también una caracterización de la fauna de mariposas diurnas en varias coberturas vegetales en el corregimiento de Las Herosas, municipio de Paz de Ariporo, departamento del Casanare (FPR 2005).

Métodos

Los muestreos fueron realizados entre el 4 de marzo y el 4 de abril de 2007. En la zona de estudio se muestrearon las cinco unidades de paisaje descritas en el capítulo 2 y que corresponden a: bosque asociado a cerros rocosos (BR), sabana en planicies arenosas (SA), bosque de planicies sedimentarias (BT-a), bosque bajo del plano inundable del caño Matavén (BI-a) y bosque alto del plano inundable del caño Matavén (BI-b). En cada uno de los sitios anteriormente mencionados y durante cinco días, se

colectaron escarabajos coprófagos, hormigas y mariposas siguiendo la metodología propuesta por el Gema para la realización de inventarios de biodiversidad (Villarreal *et al.* 2004).

Escarabajos coprófagos: Los escarabajos coprófagos fueron capturados en tres transectos lineales de 300 m cada uno. En cada transecto fueron ubicadas 10 trampas de caída, separadas por 30 m entre sí y cebadas con excremento humano, para un total de 30 trampas por sitio de muestreo. Adicionalmente, se colocaron dos trampas de interceptación de vuelo, cebadas con pescado en descomposición y separadas entre sí por 250 m; estas trampas se ubicaron perpendicularmente a 1 m de los transectos lineales. Las trampas de caída y de interceptación de vuelo se montaron durante el primer día de muestreo, permanecieron en campo durante 48 horas y se recogieron en la mañana del tercer día. Para complementar el muestreo se realizó colecta manual por 10 minutos (5 horas en total) en los lugares circundantes a cada una de las trampas de caída (Villarreal *et al.* 2004).

Hormigas: Para la colecta de hormigas se realizaron cuatro transectos lineales de 100 m. En cada transecto, se definieron 10 estaciones separadas por 10 m entre sí, para un total de 40 estaciones. En cada estación, se colocó una trampa de caída, se recogió 1 m² de hojarasca para la trampa *Winkler* y se colocó sobre el suelo un cuadrado de papel absorbente cebado con atún para atraer a las hormigas. En este último método, las hormigas fueron colectadas cada tres horas durante el tercer día de muestreo. Paralelamente se colectó manualmente por espacio de 10 minutos en lugares aledaños a cada estación, para un total de seis horas y 40 minutos. Las hormigas atrapadas por medio de trampas de caída y *Winkler* se colectaron al cabo de 48 horas (Villarreal *et al.* 2004).

Mariposas: Las mariposas fueron muestreadas en cuatro transectos lineales de 100 m separados entre sí por 50 m. En cada transecto se capturaron las mariposas observadas mediante una red entomológica, durante un recorrido de media hora entre las 8:30 y 15:30, exceptuando los días lluviosos. Los transectos se recorrieron durante cuatro días de muestreo y en el quinto día se realizaron colectas en transectos de longitud no definida, cursos de agua, playas y zonas abiertas, con el fin de complementar el muestreo (Villarreal *et al.* 2004).

Adicionalmente, se colocaron 10 trampas *van Someren-Rydon* separadas cada 50 m y cebadas con pescado en descomposición. Las trampas se montaron durante el primer día de muestreo y se revisaron cada tres horas, de las 8:30 a las 15:30 durante 48 horas. Al cabo de este tiempo, las trampas se recibieron permaneciendo durante 48 horas más, debido a la baja efectividad de este método. Por último se realizaron colectas esporádicas en los campamentos, playas, caminos y cursos de agua con el fin de obtener el mayor número de especies de la zona en general.

El trabajo de campo fue apoyado por dos indígenas piapocos: Luis Emilio Gaitán y Saúl Garrido. Estos fueron capacitados en los métodos de campo de insectos.

Laboratorio: Posterior a la salida de campo, se procedió al trabajo de laboratorio durante el cual las muestras de insectos colectadas fueron limpiadas y los grupos específicos separados. Todo el material fue etiquetado y montado en una colección de referencia para cada grupo, la cual se encuentra depositada en la colección entomológica del Instituto Humboldt, en la sede en Villa de Leyva.

En la medida de lo posible y dependiendo de la disponibilidad de claves taxonómicas, todos los ejemplares colectados se identificaron a nivel de especie o fueron separados por morfotipos dentro de los géneros que no poseen revisiones taxonómicas. Para las identificaciones de escarabajos coprófagos, se utilizaron las claves ilustradas de Howden & Cartwright (1963), Vulcano y Pereira (1964, 1967), Jessop (1985), Génier (1996) y Medina y Lopera-Toro (2000). Las hormigas se identificaron con ayuda de las claves taxonómicas ilustradas para subfamilias y géneros de hormigas del mundo (Hölldobler & Wilson 1990), de la región neotropical (Bolton 1994) y de Colombia (Fernández 2003), siguiendo la

propuesta filogenética de Bolton (2003). Para la identificación de las familias de mariposas diurnas, se siguió el arreglo taxonómico propuesto por Ackery *et al.* (1999). Para la determinación de las especies, se utilizaron las claves e ilustraciones de Seitz (1924), Lewis (1974), D'Abbrera (1981, 1984, 1988), DeVries (1987, 1997), Vélez & Salazar (1991), Holzinger & Holzinger (1994), Tyler *et al.* (1994), Neild (1996) y Le Crom *et al.* (2002, 2004). Finalmente se realizó la correspondiente actualización taxonómica según la propuesta de Lamas (2004).

Análisis de los datos: Con base en los especímenes colectados, se elaboraron bases de datos, las cuales se utilizaron para la elaboración de las figuras, tablas y los anexos presentados en este capítulo. La riqueza observada se calculó mediante el número total de especies colectadas. Para obtener la riqueza esperada y evaluar la eficiencia del muestreo (sensu Colwell & Coddington 1996), se utilizaron los estimadores Chao1, Jack1 y MMMean en escarabajos coprófagos, y Chao2, Jack2 y MMMean en el caso de hormigas y mariposas. Para esto, se utilizó el paquete EstimateS 7.5 disponible en internet (<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>).

Para determinar el modelo al que mejor se ajustaba la comunidad estudiada en cada zona de muestreo, se analizó la distribución de abundancias por especie de cada uno de los sitios muestreados (distribución rango-abundancia de especies) (Magurran 1989, Stiling 1999). Adicionalmente se elaboraron matrices de presencia-ausencia de las especies por sitio de estudio, para obtener los índices de similitud entre las localidades, según el coeficiente de Jaccard (Magurran 1989). Las matrices obtenidas se agruparon mediante la opción UPGMA (ligamiento promedio por la media aritmética no ponderada) del programa *Biodiversity-Pro* versión 2 (Brower *et al.* 1989, Magurran 1989, McAleece 1997). Finalmente se calculó el índice de complementariedad, el cual expresa el grado de disimilitud en la composición de especies entre las zonas muestreadas (Colwell & Coddington 1996, Colwell 1999).

Resultados y discusión

Escarabajos coprófagos

Se colectaron 4.068 especímenes de escarabajos coprófagos pertenecientes a 12 géneros y 33 especies. Esto corresponde al 34% de los géneros y al 11% de las especies registradas para Colombia (Medina *et al.* 2001). El 100% de los ejemplares fue separado a morfotipo, el 23% se determinó hasta especie, el 76% hasta género con su morfotipo correspondiente y aproximadamente el 1% corresponde a especies por confirmar. No fue posible tener una mayor proporción de especies identificadas debido a la falta de revisiones taxonómicas en varios géneros de estos escarabajos, especialmente de grupos muy abundantes en zonas bajas, como son *Canthidium*, *Canthon*, *Deltochilum*, *Dichotomius*, *Onthophagus* y *Uroxys*. Dentro de estos grupos, se registraron la mayoría de las especies de este muestreo.

Composición y estructura: En la zona de estudio, los géneros con mayor número de especies fueron *Canthon* con seis y *Dichotomius* y *Eurysternus* con cinco, representando el 18,2% y 15,2% del total de las especies respectivamente (Figura 4.1). En cuanto a la abundancia de escarabajos por género, *Canthon* presentó el mayor número de individuos con 35,5% (1.444 individuos), seguido por *Uroxys* con el 25,8% (1.049). Un poco distantes de estos dos géneros, pero con abundancias no despreciables, se ubicaron *Dichotomius* con el 11,0% (447), *Eurysternus* con el 8,0% (321) y *Onthophagus* con el 7,4% (301) (Figura 4.2).

Los géneros de escarabajos coprófagos que presentaron el menor número de especies fueron *Cantonnella*, *Copris* y *Phanaeus* con una especie cada uno. Esto representa alrededor del 3% de especies colectadas para cada género (Figura 4.1). De igual forma, estos fueron los géneros que presentaron menores valores de abundancia en el muestreo con cinco, dos y un individuo respectivamente, valores que en proporción no alcanzan ni al 1% de los individuos totales capturados (Figura 4.2).

Figura 4.1: Riqueza de especies de escarabajos coprófagos por género en el sector centro-oriental de la selva de Matavén.

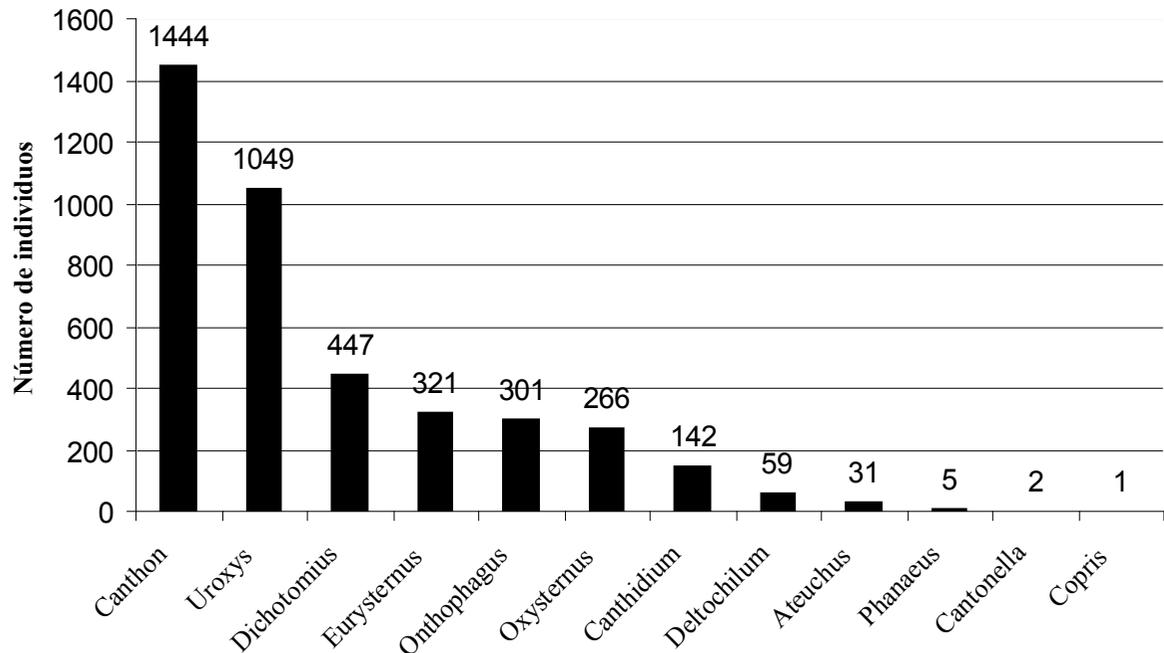
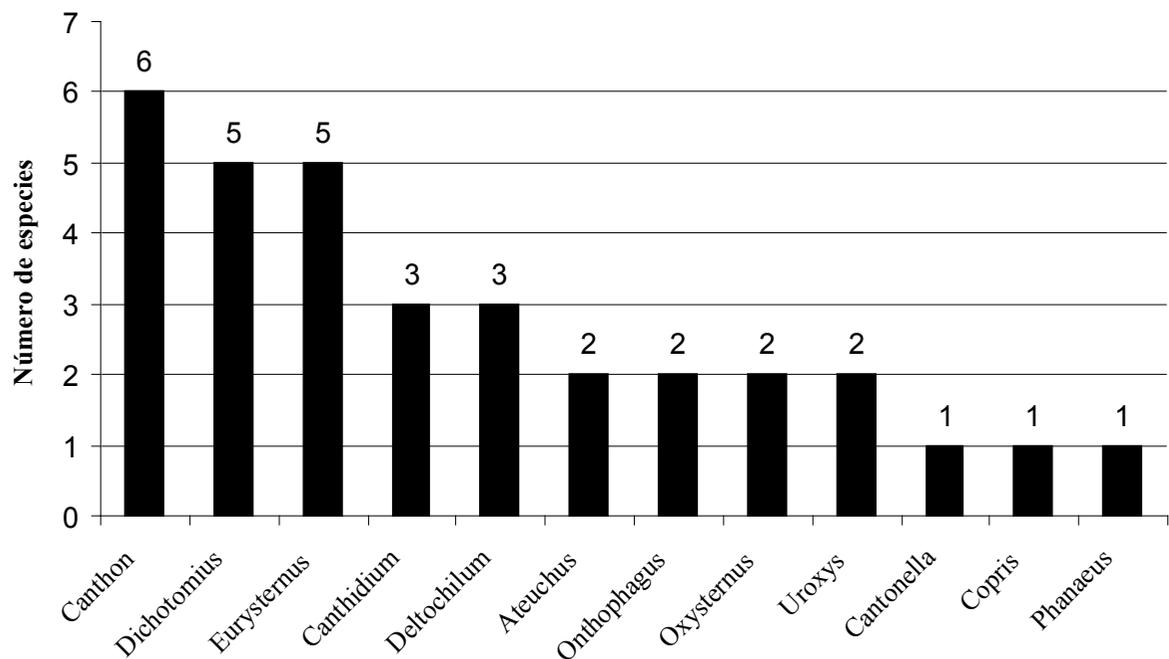


Figura 4.2: Abundancia de escarabajos coprófagos por género en el sector centro-oriental de la selva de Matavén.



Las 33 especies colectadas constituyen un registro muy importante para la región y para el país, pues como ya se mencionó son pocos los estudios realizados en insectos para la Orinoquia y la Amazonia colombiana (Amézquita *et al.* 1999, Escobar 2000, Villarreal y Maldonado 2007) (Anexo 4.1).

En cuanto al número de especies y de géneros, se encontraron menos taxa que en el muestreo realizado en el Parque Nacional Natural (PNN) El Tuparro, en el cual fueron registradas 40 especies. Sin embargo, la composición de escarabajos coprófagos de los dos sitios a nivel de género, fue muy similar (Villarreal y Maldonado 2007).

Como la mayor parte de la identificación de los escarabajos coprófagos encontrados en este estudio se hizo a nivel de morfoespecie, es poco lo que puede decirse en general de la distribución de la fauna encontrada a este nivel taxonómico. Sin embargo, los taxa que pudieron ser identificados a nivel de especie sugieren que la fauna de escarabajos coprófagos presente en la zona, es de distribución típica orinoquense con algunos componentes amazónicos y otros pocos de amplia distribución.

Todas las especies encontradas ya habían sido registradas para la Orinoquia colombiana (Anexo 4.1). Sin embargo, el 88% de las especies son registros nuevos para el departamento del Vichada. El 12% restante que corresponde a *Eurysternus caribaeus* y *Phanaeus bispinus*, son especies que habían sido registradas en el PNN El Tuparro (Villarreal y Maldonado 2007). Las especies *Eurysternus caribaeus*, *Oxysternus smaradignum* y *Phanaeus bispinus* han sido registradas como típicamente amazónicas, asociadas a bosques húmedos tropicales y zonas del Escudo Guayanés (Edmons 1994). Con los muestreos en la Orinoquia, estas especies comienzan a ser registradas también para esta región. *Dichotomius robustus* y *Oxysternus ebenimun* son especies distribuidas típicamente en todas las tierras bajas de la región amazónica y orinoquense.

Para poder inferir más sobre la composición de esta fauna, es necesario realizar una homologación de las morfoespecies apoyándose en las colecciones entomológicas de referencia existentes, ya que es muy probable que entre de los morfotipos encontrados existan varios compartidos con otras regiones de la Orinoquia y Amazonia.

Finalmente, dentro de los grupos que carecen de revisiones, es también probable que aparezcan algunos nuevos registros para Colombia e incluso para Suramérica, y hasta especies nuevas, especialmente dentro de los géneros *Canthidium* y *Uroxys*.

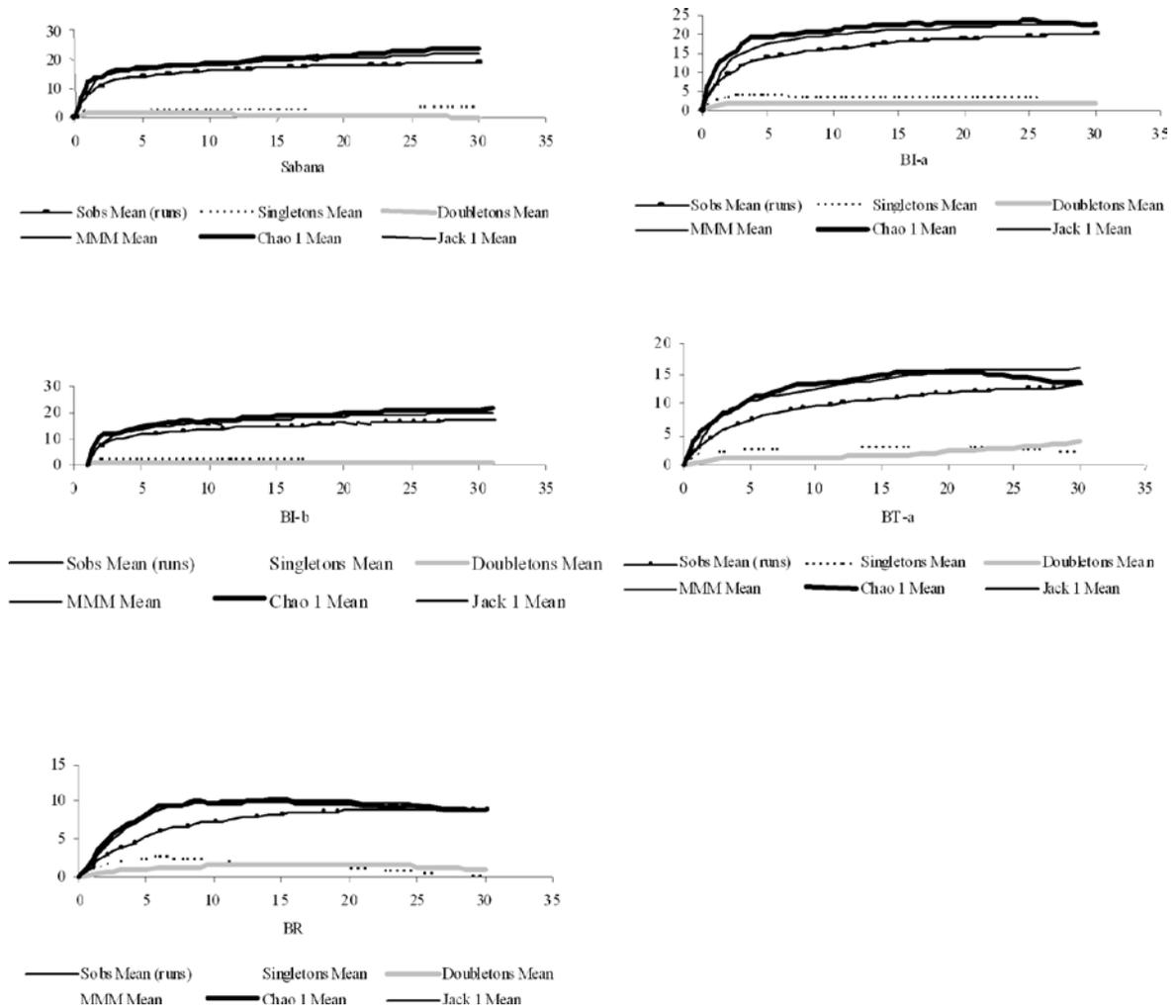
Representatividad de los muestreos: En total se obtuvieron 33 especies de escarabajos coprófagos de 780 muestras, con 156 por sitio de muestreo. Según los estimadores de riqueza utilizados, la representatividad del muestreo se encuentra entre el 54% y el 99 %, lo cual indica que el muestreo fue representativo; esto es, que se obtuvo una buena muestra de la fauna de escarabajos coprófagos presentes en la región (Tabla 4.1).

Sin embargo, es necesario aclarar que los valores más bajos de representatividad se encontraron en los bosques inundables (BI-a y BI-b), con representatividad del 54% al 81%, mientras que en sabanas en planicies arenosas (SA), el bosque de planicies sedimentarias (BT-a) y el bosque asociado a cerros rocosos (BR) presentan valores altos de representatividad, entre el 84% y el 99 % (Tabla 4.1). En estos últimos tres casos, todas las curvas tienen un comportamiento asintótico (Figura 4.3). En síntesis, en todos los sitios muestreados se obtuvo más del 50% de las especies esperadas, lo cual es un resultado bueno debido al corto tiempo de muestreo.

Tabla 4.1. Representatividad del muestreo de escarabajos coprófagos en las unidades de paisaje muestreadas en el sector centro-oriental de la selva de Matavén. (BI-a= Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén, BI-b= Bosque alto del plano inundable del caño Matavén, BR= Bosque asociado a cerros rocosos, BT-a= Bosque de planicies sedimentarias, SA= Sabana en planicies arenosas).

Unidad de paisaje	Riqueza observada	Valores esperados			Únicos	Duplicados	Representatividad %
		Chao1	Jack1	MMMean			
BR	22	26	22,7	26,12	9	2	84 – 97 %
BI-a	14	26	22,7	25,48	9	2	54 – 62 %
BI-b	5	8	7,9	6,15	3	0	62 – 81 %
SA	7	8	7,9	7,18	3	0	87 – 97 %
BT-a	28	35,5	34,8	28,21	6	1	79 – 99 %

Figura 4.3: Curvas de acumulación de especies de escarabajos coprófagos en el sector centro-oriental de la selva de Matavén.



Diversidad por paisaje: En el bosque de planicies sedimentarias (BT-a), se registró la mayor riqueza de especies con 28, seguido por el bosque asociado a cerros rocosos (BR) con 22 especies, el bosque alto del plano inundable del caño Matavén (BI-b) con 14 especies, la sabana en planicies arenosas (SA) con siete especies y el bosque bajo del plano inundable del caño Matavén (BI-a) con cinco especies (Anexo 4.1).

En cuanto al número de individuos, el bosque bajo del plano inundable del caño Matavén (BI-a) presentó la mayor abundancia con 1.215 individuos, seguido por el bosque de planicies sedimentarias (BT-a) con 1.040 individuos, el bosque alto del plano inundable del caño Matavén (BI-b) con 650 individuos, el bosque asociado a cerros rocosos (BR) con 418 individuos y la sabana en planicies arenosas (SA) con 273 individuos (Anexo 4.1).

En cuanto a la distribución de las abundancias, se observó una alta dominancia de dos especies en dos de las unidades de paisaje, que registraron mayores valores de abundancia. En el bosque bajo del plano inundable del caño Matavén (BI-a) se registraron cinco especies y 1.215 individuos, de los cuales 830 pertenecían a la especie *Canthon* sp.1 y 382 a *Uroxys* sp.1. En el bosque alto del plano inundable del caño Matavén (BI-b), la especie dominante también fue *Uroxys* sp.1 con 628 individuos de los 650 colectados en todo el sitio (Anexo 4.1). En los otros tres paisajes muestreados, no se aprecian especies tan dominantes como en los casos anteriores. En el bosque asociado a cerros rocosos (BR) dominó la especie *Oxysternus conspicillatum*, mientras que en el bosque de planicies sedimentarias (BT-a) fue *Canthon* *aequinotalis* y en la sabana en planicies arenosas (SA), *Canthon* sp.6.

Este resultado en los tres paisajes mencionados puede deberse a la constante intervención natural que existe en los ambientes inundables, altamente estacionales, que no permiten el establecimiento de una comunidad estable y permanente. Por el contrario, en el bosque de planicies sedimentarias y el bosque asociado a cerros rocosos, que constituyen ambientes más estables y con una oferta variada de recursos, se observa menos dominancia de especies y mayor equitatividad. En la sabana en planicies arenosas (SA), la dominancia de *Canthon* sp.6 puede evidenciar la oferta abundante de algún tipo de recurso en particular (Escobar 2000).

De acuerdo con el análisis de similitud de Jaccard, la composición de escarabajos coprófagos de las muestras de los cinco paisajes estudiados fue independiente. No se presentó una correspondencia entre ellas en cuanto a la composición de especies. Los valores de similitud obtenidos entre los sitios fueron bajos, al menos por debajo del 50% y oscilaron entre el 14% y el 44%. El promedio de similitud fue del 26,6%. Los dos sitios que compartieron mayor número de especies fueron el bosque de planicies sedimentarias (BT-a) y el bosque asociado a cerros rocosos (BR) (18 especies compartidas, 44% de similitud). Las restantes unidades de vegetación muestreadas tuvieron una composición muy diferente de especies de escarabajos (Figura 4.4, Tabla 4.2).

Figura 4.4: Dendrograma de similitud de Jaccard (UPGMA) para escarabajos coprófagos. BI-a= Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén, BI-b= Bosque alto del plano inundable del caño Matavén, BR= Bosque de cerros rocosos, BT-a= Bosque de planicies sedimentarias, SA= Sabana en planicies arenosas.

Dendrograma de Similitud de Jaccard (UPGMA)

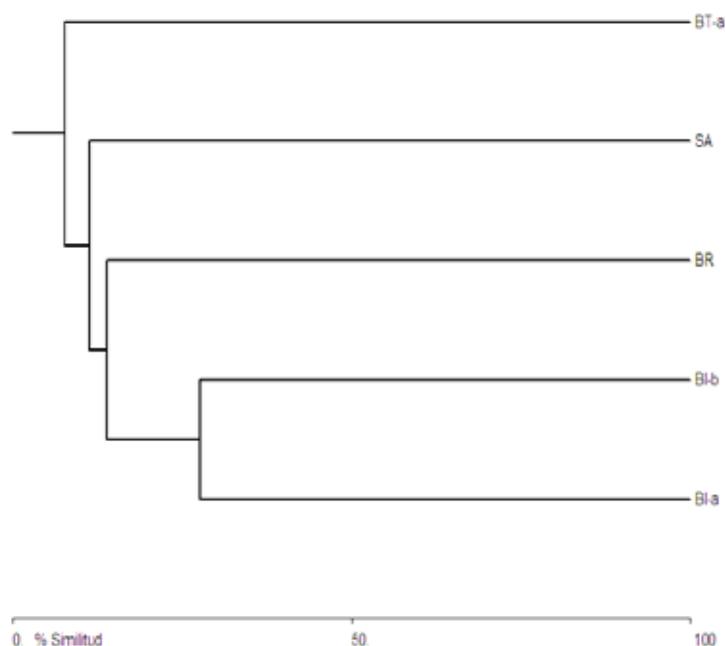


Tabla 4.2: Matriz de similitud de Jaccard para escarabajos coprófagos. BI-a= Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén, BI-b= Bosque alto del plano inundable del caño Matavén, BR= Bosque de cerros rocosos, BT-a= Bosque de planicies sedimentarias, SA= Sabana en planicies arenosas. En gris el número de especies compartidas.

Matriz de similitud	BI-a	BI-b	BR	BT-a	SA
BI-a	*	0,19	0,38	0,37	0,16
BI-b	3	*	0,23	0,15	0,30
BR	10	5	*	0,44	0,30
BT-a	13	5	17	*	0,14
SA	3	3	7	5	*

El índice de complementariedad que usamos en este trabajo es el inverso del índice de similaridad de Jaccard. Por lo tanto, si se obtienen índices de similitud bajos en la composición de las especies entre las zonas muestreadas, es de esperarse que los valores de complementariedad sean altos. En la Tabla 4.3 se muestran los valores de complementariedad entre todas las zonas de estudio, con valores por encima del 56%, presentando así un alto recambio de especies entre todas las unidades de paisaje. Este nivel de complementariedad es similar a los resultados encontrados en áreas similares como el PNN El Tuparro, donde también se presentaron valores muy altos de complementariedad en todos los grupos de insectos, pero particularmente en escarabajos coprófagos (Villarreal y Maldonado 2007).

Tabla 4.3: Valores del índice de complementariedad entre los cinco sitios de muestreo para escarabajos coprófagos del sector centro-oriental de la selva de Matavén. Los números resaltados en gris corresponden al número de especies compartidas entre los sitios y los valores en decimal corresponden al valor de recambio de especies. BR= Bosque asociado a cerros rocosos, BI-a= Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén, BI-b= Bosque alto del plano inundable del caño Matavén, SA= Sabana en planicies arenosas, BT-a= Bosque de planicies sedimentarias.

	BR	BI-a	BI-b	SA	BT-a
Riqueza/Sitio	22	14	5	7	28
BR	—	10	5	7	17
BI-a	0,62	—	3	3	13
BI-b	0,77	0,81	—	3	5
SA	0,70	0,84	0,70	—	5
BT-a	0,56	0,63	0,85	0,86	—

Hormigas

Cuando se utilizan las hormigas en estudios de inventarios de biodiversidad, generalmente no se tienen en cuenta las abundancias de individuos. Debido al carácter social del grupo, se considera como individuo la colonia completa formada de decenas, cientos o incluso miles de individuos. Se trabaja entonces con la frecuencia de captura de cada especie por muestra, lo que constituye un registro.

En este estudio, se obtuvieron 2.056 registros de hormigas pertenecientes a 11 subfamilias, 48 géneros y 196 especies. Esto corresponde al 68,8% de las subfamilias de hormigas presentes en Colombia y en el Geotrópico y el 48,5% de los géneros y 20% de las especies registradas para el país (Bolton 1994, Fernández 2003).

El 100% de los ejemplares colectados fue separado a morfotipo. Se hizo la identificación a nivel de especie del 21%, mientras que el 79% restante fue identificado al nivel de género con su morfotipo correspondiente. Igual que en el caso de los escarabajos coprófagos, no fue posible tener una mayor proporción de especies identificadas, debido a la falta de revisiones taxonómicas en varios géneros, especialmente de grupos muy abundantes en zonas bajas como *Pheidole*, *Solenopsis*, *Crematogaster*, *Paratrechina* e *Hypoponera*. Estos géneros fueron muy diversos y comunes en los muestreos.

Composición y estructura: En la zona de estudio se encontraron representadas 11 subfamilias de hormigas neotropicales: Dolichoderinae, Formicinae, Pseudomyrmecinae, Ponerinae, Ectatomminae, Heteroponerinae, Paraponerinae, Odontomachinae, Ecitoninae, Cerapachyinae y Myrmicinae. La subfamilia más frecuente en el muestreo fue Myrmicinae con 43% de las especies registradas. Esto era de esperarse ya que esta es la subfamilia más diversa dentro de la familia Formicidae (Figura 4.5). De acuerdo con el número de especies, le siguieron las subfamilias Formicinae con 24%, Dolichoderinae con 17% y Ponerinae con 6%. El 10% restante está representado por las subfamilias menos frecuentes en el muestreo (Figura 4.5).

El género más frecuente fue *Pheidole* (Formicidae: Myrmicinae) con 25 especies (12,7%) y 886 registros (43,1%) (Figura 4.6). Wilson (2003) publicó la revisión parcial de las especies de este género, haciendo un interesante análisis de la “hiperdiversidad” del mismo en regiones tropicales. Este resultado era de esperarse a la luz de las teorías de Wilson, quien propone que *Pheidole* es el género más común localmente en todos los ecosistemas tropicales, con colonias también muy numerosas. Otros géneros frecuentes en el muestreo fueron *Crematogaster* (11,5%), *Paratrechina* (9,2%), *Camponotus* (9,1%), *Azteca* (8,7%), *Solenopsis* (7,8%) y *Dolichoderus* (7,2%). Los demás géneros encontrados tienen un porcentaje de especies menor al 6% (Figura 4.7).

Figura 4.5: Riqueza de especies de hormigas por subfamilia en el sector centro-oriental de la selva de Matavén.

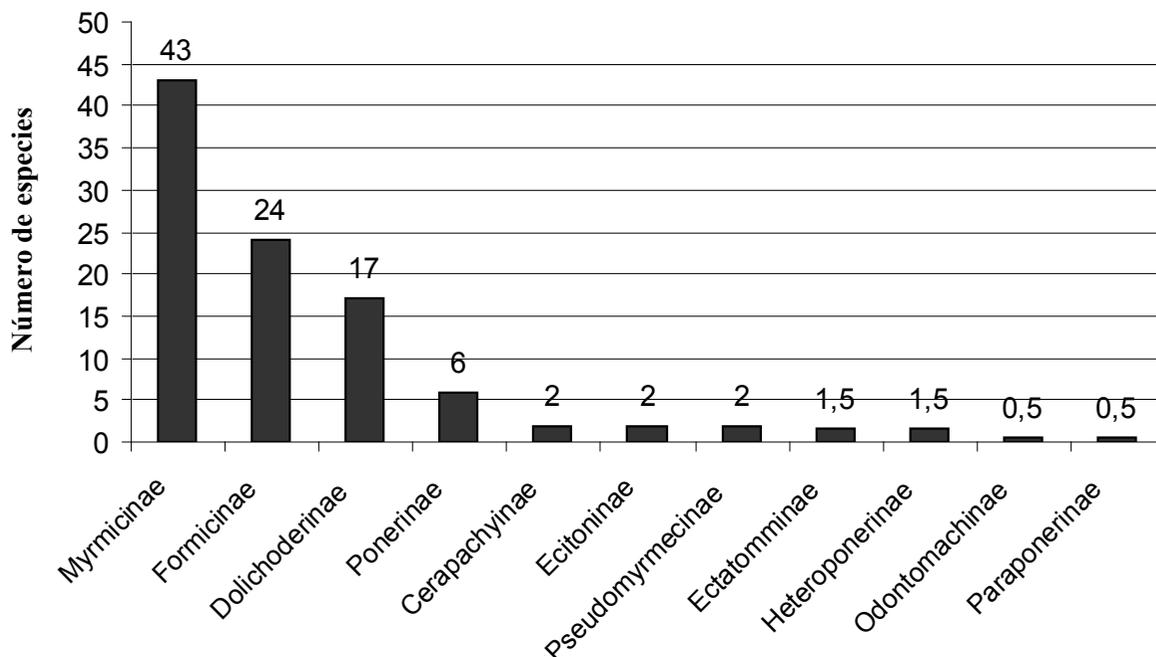


Figura 4.6: Frecuencia de captura de hormigas por subfamilia en el sector centro-oriental de la selva de Matavén.

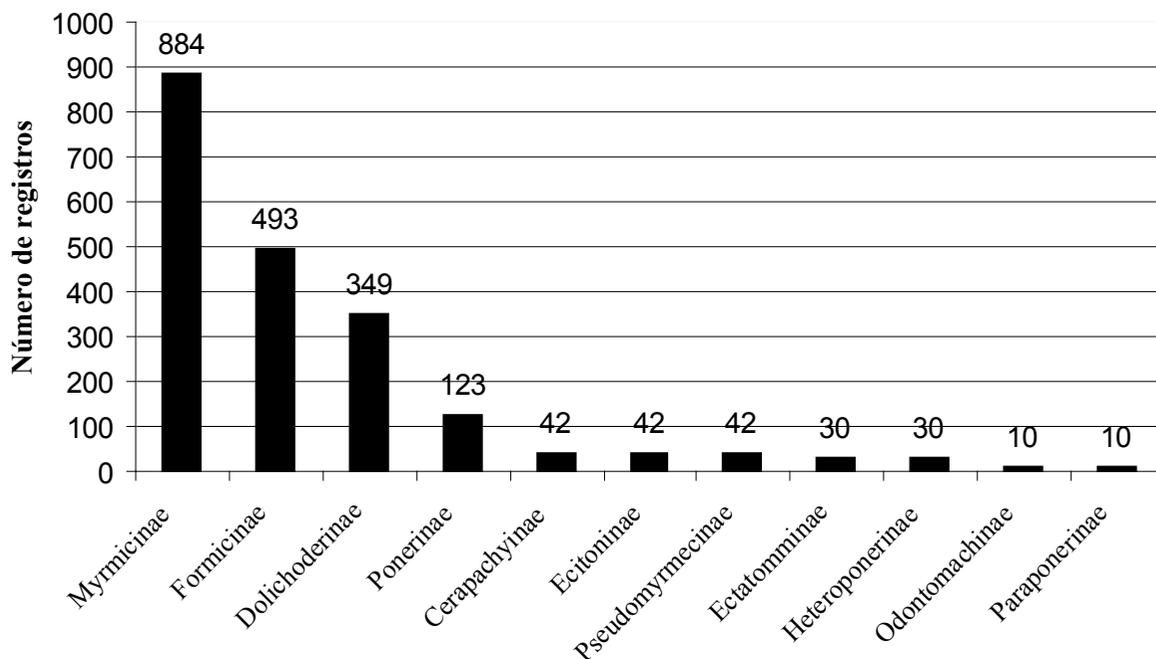
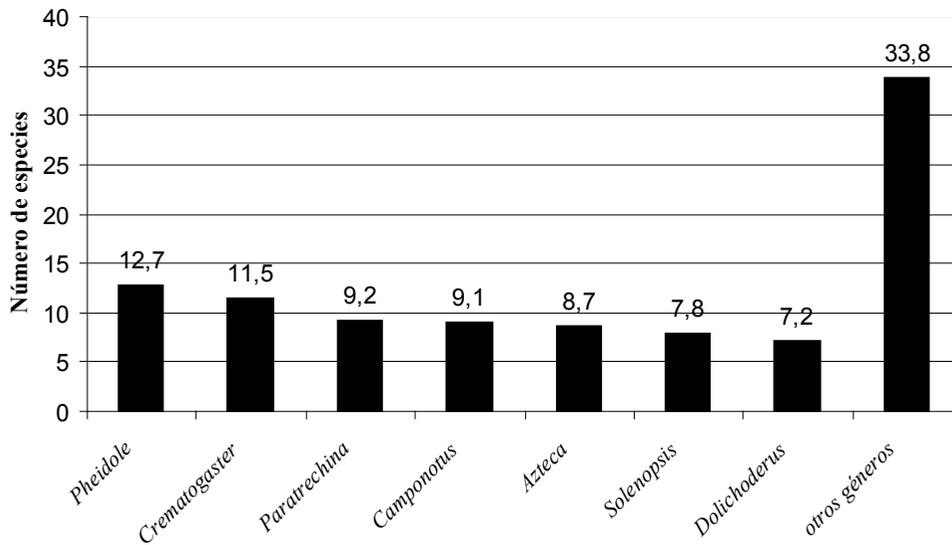


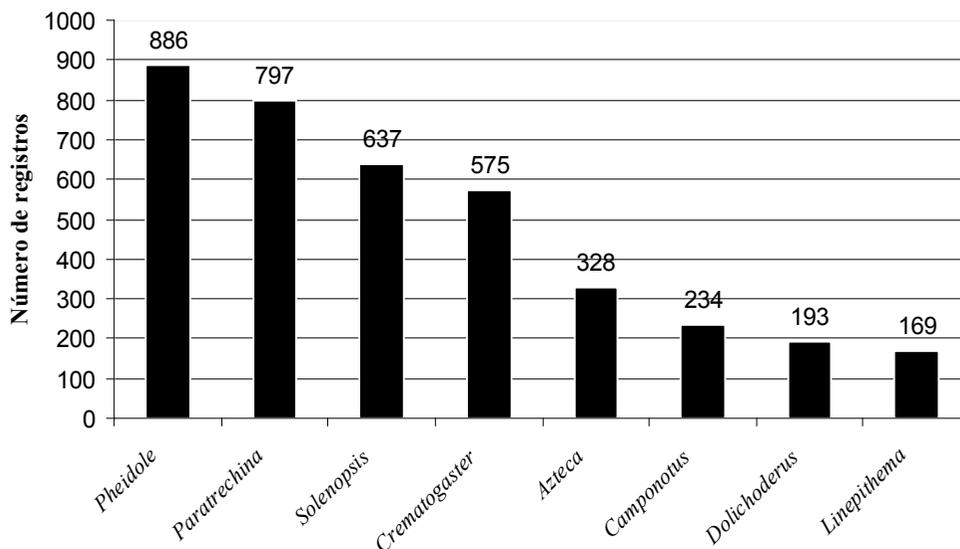
Figura 4.7: Riqueza de especies de hormigas por género en el sector centro-oriental de la selva de Matavén.



En cuanto al número de registros por género, se presentó la misma tendencia que en la riqueza de especies. Esto puede deberse a que existe una relación entre las especies más frecuentes en el muestreo y el número de individuos por colonias de esos grupos, incidiendo tal vez este factor en la aparición de estos registros en el muestreo. *Pheidole* presentó el mayor número de registros con 43,1% (886), seguido por *Paratrechina* con 38,8% (797), *Solenopsis* con el 31,0% (637), *Crematogaster* con 28% (575), *Azteca* con 16,0% (328), *Camponotus* con 11,4% (234), *Dolichoderus* con 9% (193) y *Linepithema* con 8,2% (169) (Figura 4.8).

Los géneros de hormigas que presentaron el menor número de especies fueron los grupos de hormigas crípticas, que anidan y viven prácticamente todo el tiempo dentro del suelo y la hojarasca. Este grupo se restringió en los bosques de tierra firme, esto es, el bosque asociado a cerros rocosos (BR) y el bosque de planicies sedimentarias (BT-a). Este resultado puede deberse a que en estos bosques se pueden presentar las características propicias para que se desarrolle un suelo adecuado para el establecimiento de las colonias de estos grupos de hormigas, las cuales generalmente forrajean en el mismo sitio donde anidan. Estos géneros son: *Acantostichus*, *Dyscothirea*, *Hypoponera*, *Gnamptogenys*, *Acanthoponera*, *Strumigenys* y *Pyramica*.

Figura 4.8: Frecuencia de captura de hormigas por género en el sector centro-oriental de la selva de Matavén.



De la totalidad de especies identificadas plenamente, cerca del 75% que habían sido registradas ya en la región orinoquense colombiana y el 34% están también registradas para la región amazónica. El 14% representa nuevos registros para el departamento del Vichada (Fernández 2003, Fernández y Sendoya 2004, Villarreal y Maldonado 2007). Las identificaciones de hormigas registradas para el departamento del Vichada corresponden exclusivamente a los registros en el PNN El Tuparro (Fernández 2003, Fernández y Sendoya 2004, Villarreal y Maldonado 2007). Es importante anotar que en este muestreo se encontraron menos especies que las que reporta el Gema para el PNN El Tuparro, con 212 especies (Villarreal y Maldonado 2007) (Anexo 4.2).

Al igual que para escarabajos coprófagos, la mayor parte de hormigas encontradas se identificó a nivel de morfotipo. Por lo tanto, no se puede inferir adecuadamente en cuanto a la distribución de las hormigas encontradas. Sin embargo, los taxa que pudieron ser identificados a nivel de especie sugieren que la fauna de hormigas presente en la zona es de distribución típica orinoquense con algunos componentes amazónicos y otros pocos de amplia distribución. Siete de las especies encontradas son nuevos registros para el departamento del Vichada de acuerdo con la literatura publicada. Las especies *Acromyrmex octospinosus*, *Atta cephalotes*, *Cephalotes atratus*, *Cephalotes clypeatus*, *Cephalotes alfaroi*, *Crematogaster pillosa*, *Dolichoderus bispinosus*, *Dolichoderus decorador*, *Odontomachus bauri*, *Pachycondyla apicalis*, *Pachycondyla spininodis* fueron registradas en el PNN El Tuparro (Villarreal y Maldonado 2007) y han sido reportadas en otras zonas de sabana en Venezuela y Brasil y en toda la región amazónica (Anexo 4.2).

Para poder analizar adecuadamente la composición de hormigas, es necesario homologar las morfoespecies apoyándose en las colecciones entomológicas de referencia existentes. Es muy probable que dentro de los morfotipos encontrados existan varios compartidos con otras regiones de la Orinoquia y Amazonia. Finalmente, dentro de los grupos que carecen de revisiones, es probable también que aparezcan algunos nuevos registros para Colombia y para Suramérica, e incluso se encuentren especies nuevas. Estas últimas se esperarían principalmente dentro de los géneros más diversos del muestreo y dentro de las hormigas de hábitos crípticos encontradas en los bosques de tierra firme (BT-a y BR).

Representatividad de los muestreos: En total se obtuvieron 196 especies de hormigas en 800 muestras, 160 por sitio. Según los estimadores de riqueza utilizados, la representatividad de los muestreos se encuentra entre el 54% y el 68%, lo cual indica que el muestreo fue medianamente representativo. Esto indica que se obtuvo poco más del 50% de la fauna de hormigas presentes en la región, de acuerdo con los métodos de captura empleados y los estimadores utilizados (Tabla 4.4; Figura 4.9).

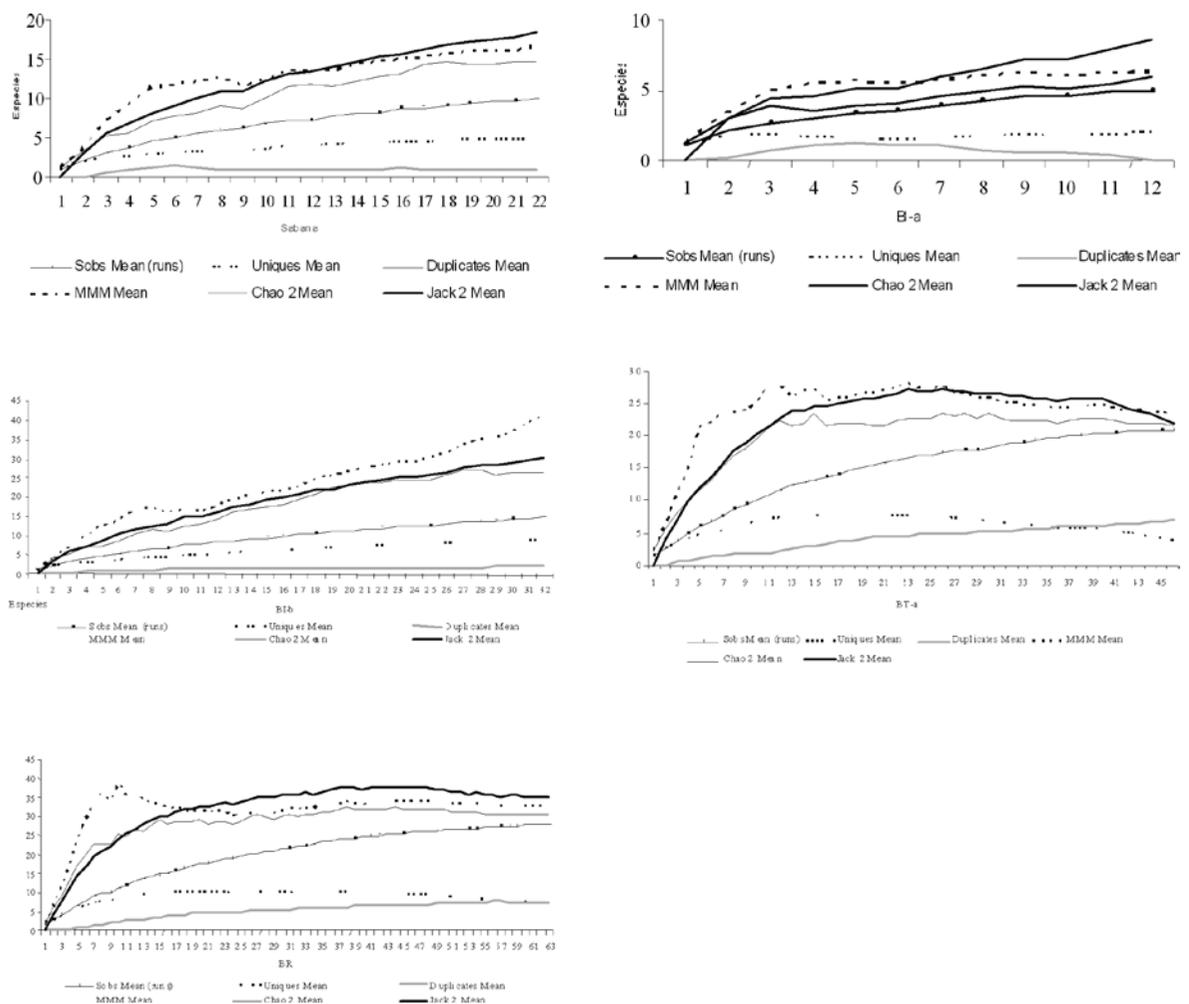
Los valores más bajos de representatividad se encontraron en los bosques inundables (BI-a y BI-b) y en el bosque asociado a cerros rocosos (BR). Este último fue uno de los más diversos, indicando la posibilidad de que sea aún más diverso de lo que se encontró en este trabajo. Los valores más bajos de representatividad se encuentran entre el 54% y el 64%. De acuerdo con los estimadores utilizados, el muestreo más representativo fue el bosque de planicies sedimentarias (BT-a) y la sabana en planicies arenosas (SA), con valores entre el 70% y el 82% (Tabla 4.4). Las curvas no alcanzan la asíntota en ninguno de los casos (Figura 4.9).

En síntesis, en todos los sitios muestreados se obtuvo poco más del 50% de las especies esperadas, lo cual es un resultado aceptable. Sin embargo, este resultado sugiere que al intensificar los muestreos, se puede mejorar la representatividad del mismo. Esto refleja la complejidad y diversidad de las comunidades de hormigas en la zona.

Tabla 4.4. Representatividad del muestreo de hormigas en las unidades de paisaje muestreadas en el sector centro-oriental de la selva de Matavén. BI-a= Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén, BI-b= Bosque alto del plano inundable del caño Matavén, BR= Bosque asociados a cerros rocosos, BT-a= Bosque de planicies sedimentarias, SA= Sabana en planicies arenosas.

Unidad de paisaje	Riqueza observada	Valores esperados			Únicos	Duplicados	Representatividad %
		Chao1	Jack1	MMMean			
BR	52	72,22	81,25	75,28	11	5	64 – 72 %
BI-a	29	42,64	53,70	49,60	11	8	54 – 68 %
BI-b	24	33,80	38,70	35,65	4	2	62 – 71 %
SA	33	42,30	47,14	45,87	6	2	70 – 78 %
BT-a	63	76,82	80,76	78,25	5	3	78 – 82 %

Figura 4.9: Curvas de acumulación de especies de hormigas en el sector centro-oriental de la selva de Matavén.



Diversidad por paisaje: La mayor riqueza de hormigas fue encontrada en el bosque de planicies sedimentarias (BT-a) con 63 especies, seguido por el bosque asociado a cerros rocosos (BR) con 52 especies, la sabana en planicies arenosas (SA) con 33 especies, el bosque bajo del plano inundable del caño Matavén (BI-a) con 29 especies y el bosque alto del plano inundable del caño Matavén (BI-b) con 24 especies (Anexo 4.2). En cuanto al número de registros, se observó la misma tendencia que en la riqueza de especies. El bosque de planicies sedimentarias (BT-a) y el bosque asociado a cerros rocosos (BR) presentaron el mayor número de registros (Anexo 4.2).

De acuerdo con el análisis de similitud de Jaccard, la composición de hormigas de las unidades de paisaje estudiadas fueron independientes, al igual que en escarabajos coprófagos. No se presentó una correspondencia entre ellas en cuanto a la composición de especies. Los valores de similitud obtenidos entre los sitios fueron relativamente bajos (aunque más altos que para escarabajos coprófagos), y oscilaron entre el 19% y el 49%. El promedio de similitud fue del 31,2 %. Los dos sitios que compartieron mayor número de especies fueron el bosque de planicies sedimentarias (BT-a) y el bosque asociado a cerros rocosos (BR) (28 especies compartidas, 49% de similitud) (Figura 4.10, Tabla 4.5).

Figura 4.10: Dendrograma de similitud de Jaccard (UPGMA) para hormigas. BI-a= Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén, BI-b= Bosque alto del plano inundable del caño Matavén, BR= Bosque asociado a cerros rocosos, BT-a= Bosque de planicies sedimentarias, SA= Sabana en planicies arenosas.

Dendrograma de Similitud de Jaccard (UPGMA)

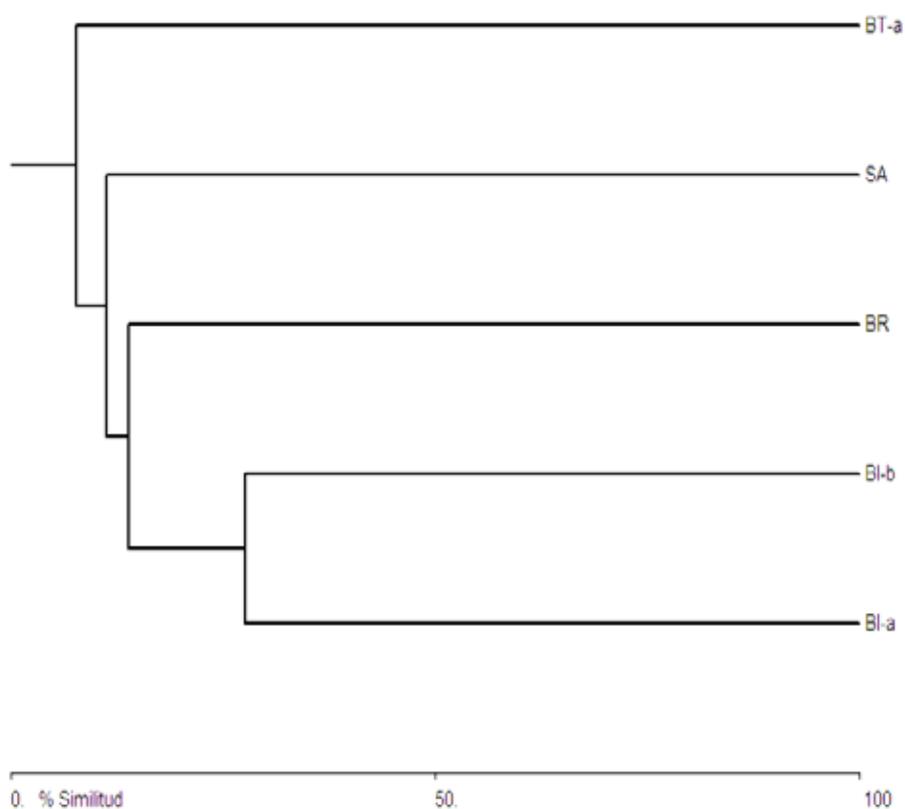


Tabla 4.5: Matriz de similitud de Jaccard para hormigas. BI-a= Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén, BI-b= Bosque alto del plano inundable del caño Matavén, BR= Bosque asociado a cerros rocosos, BT-a= Bosque de planicies sedimentarias, SA= Sabana en planicies arenosas. En gris el número de especies compartidas.

Matriz de similitud	BI-a	BI-b	BR	BT-a	SA
BI-a	*	0,24	0,43	0,42	0,21
BI-b	14	*	0,28	0,20	0,35
BR	21	16	*	0,49	0,35
BT-a	24	16	28	*	0,19
SA	14	14	18	16	*

En la Tabla 4.6 se muestran los valores de complementariedad entre todos los sitios de muestreo, los cuales se encuentran por encima del 51%. Por lo tanto, existe así un alto recambio de especies entre todas las unidades de paisaje muestreadas. Los paisajes con mayor valor de complementariedad entre ellos

fueron la sabana en planicies arenosas (SA) y el bosque de planicies sedimentarias (BT-a), reflejando así sus diferencias en la composición de la mirmecofauna. Las unidades muestreadas con menores valores de complementariedad fueron los dos bosques de tierra firme: el bosque de planicies sedimentarias (BT-a) y el bosque asociado a cerros rocosos (BR). Esta complementariedad se corresponde con otros resultados encontrados en áreas similares, como el PNN El Tuparro, donde también se presentaron valores muy altos de complementariedad en todos los grupos de insectos (Villarreal y Maldonado 2007).

Tabla 4.6: Valores del índice de complementariedad entre los cinco sitios de muestreo para hormigas del sector centro-oriental de la selva de Matavén. Los números resaltados en gris corresponden al número de especies compartidas entre los sitios y los valores en decimal corresponden al valor de recambio de especies. BR= Bosque rocoso, BI-a= Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén, BI-b= Bosque alto del plano inundable del caño Matavén, SA= Sabana, BT-a= Bosque de planicies sedimentarias.

Matriz de similitud	BI-a	BI-b	BR	BT-a	SA
Riqueza/Sitio	24	29	52	63	33
BI-a	*	0,76	0,57	0,58	0,79
BI-b	14	*	0,72	0,80	0,75
BR	21	16	*	0,51	0,75
BT-a	24	16	28	*	0,81
SA	14	14	18	16	*

Mariposas diurnas

Se colectaron 1.033 especímenes pertenecientes a cinco familias, 16 subfamilias, 95 géneros y 198 especies. El 73% de los ejemplares se determinó hasta especie, el 19% hasta género, el 1,5% son especies por confirmar y el 6,5% hasta morfotipo por subfamilia. Este último porcentaje se debe a la escasez de revisiones taxonómicas y determinaciones hasta especie para las subfamilias de Hesperidae y Lycaenidae.

Composición y estructura: las familias con el mayor número de especies fueron Nymphalidae y Lycaenidae, representando cada una el 37,8%, seguidas por Hesperidae con el 18,6%, Pieridae con el 3,5% y Papilionidae con el 2,3% (Figura 4.11, Anexo 4.3). En cuanto a la abundancia por familia, Lycaenidae presentó el mayor número de individuos con 44,7%, seguida por Nymphalidae con el 38,5%, Pieridae con el 11,2%, Hesperidae con el 5,0%, y Papilionidae con el 0,6% (Figura 4.12).

A nivel de subfamilia, Riodininae presentó el mayor número de especies constituyendo el 23,2%, seguida por Biblidinae y Satyrinae, cada una con el 11,6% (Figura 4.13). Las demás subfamilias representaron porcentajes bajos. Theclinae y Riodininae mostraron las mayores abundancias, seguidas por Biblidinae, Satyrinae y Coliadinae (Figura 4.14).

Las 198 especies colectadas constituyen en sí mismas un registro importante para el país, debido a que son pocos pero valiosos los estudios realizados en insectos para la Orinoquia y la Amazonia colombiana (Uribe *et al.* 1998, Amézquita *et al.* 1999, Medina *et al.* 2001, Fagua *et al.* 2003, Guevara 2004, IAVH 2005, Fernández y Fajardo 2006). Adicionalmente, el presente estudio corresponde al primer inventario de lepidópteros papilionoideos y hesperioideos en la selva de Matavén, lo cual es un aporte valioso para el conocimiento de la lepidopterofauna (Anexo 4.3).

De las especies encontradas, el 15% es de distribución Amazónica, el 6% son exclusivas del Escudo Guayanés, el 18% se distribuye del Escudo Guayanés a la base de la Amazonia, el 2% son especies endémicas para Colombia y el 59% restante corresponde a especies con distribución amplia (Anexo 4.3).

Figura 4.11: Riqueza de especies de mariposas por familia en el sector centro-oriental de la selva de Matavén.

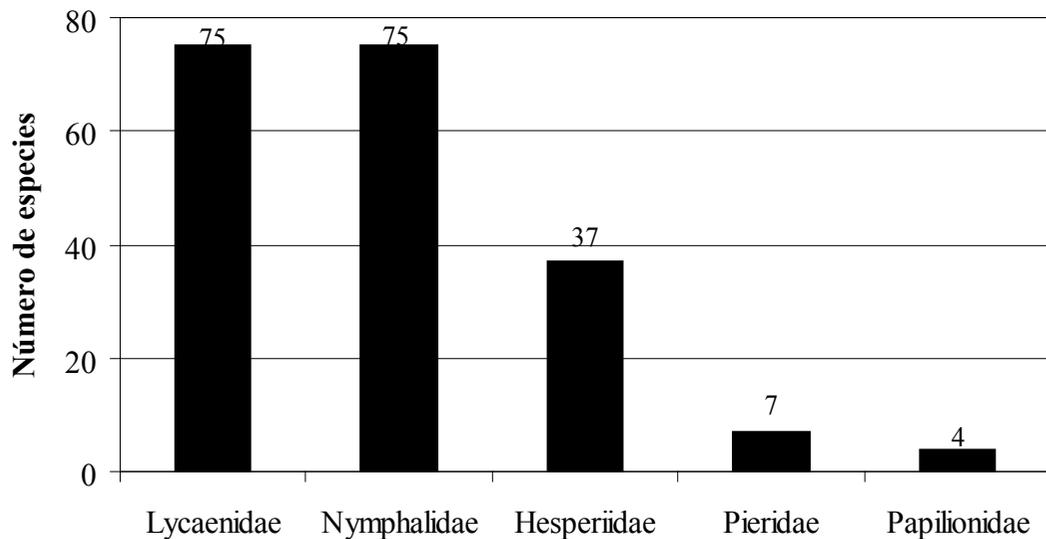


Figura 4.12: Abundancia por familia de mariposas en el sector centro-oriental de la selva de Matavén.

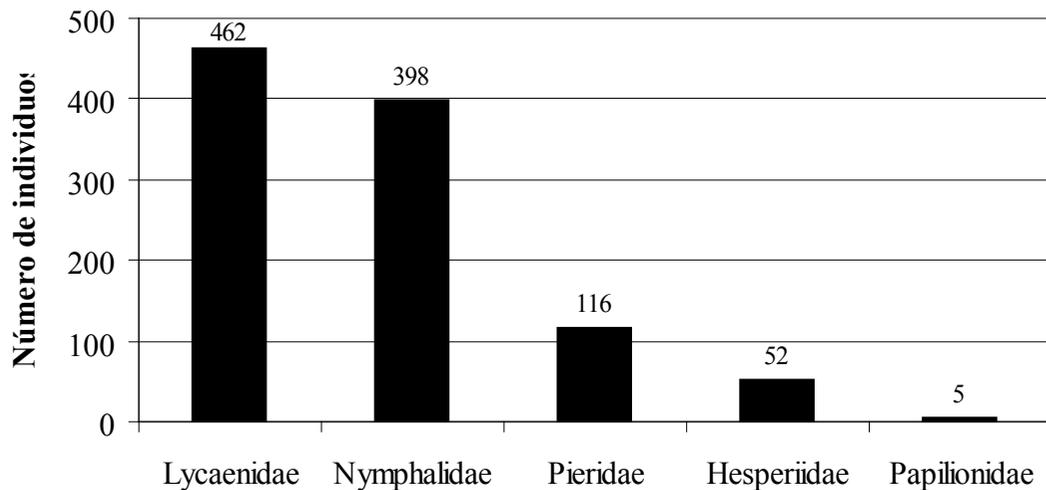


Figura 4.13: Riqueza por subfamilia de mariposas en el sector centro-oriental de la selva de Matavén.

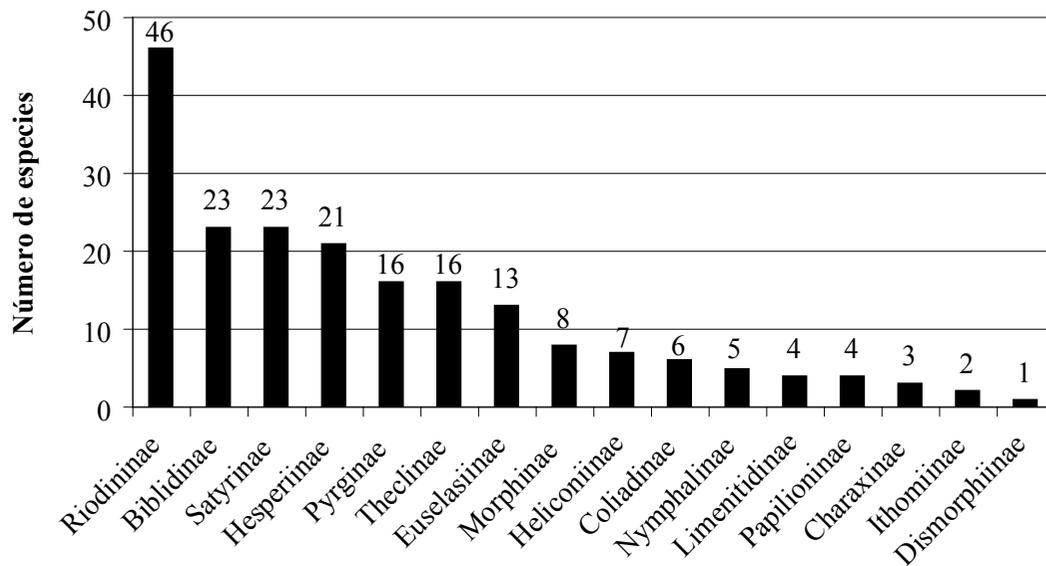
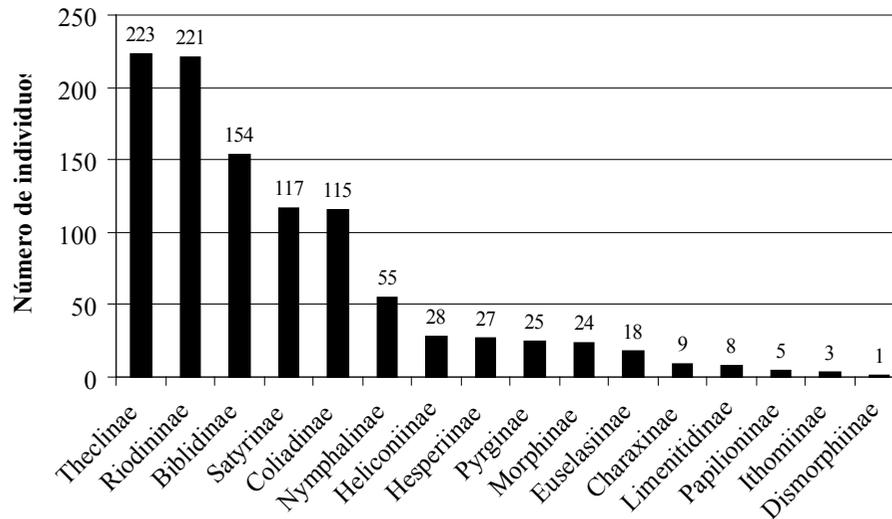


Figura 4.14: Abundancia por subfamilia de mariposas en el sector centro-oriental de la selva de Matavén.



Las especies *Alesa amesis*, *Calospila emylius*, *Euselasia euryone*, *Heliconius numata*, *H. wallacei*, *Magneuptychia tricolor*, *Morpho menelaus*, *Moschoneura pinthous*, *Neruda aoede*, *Nymphidium fulminans*, *Opsiphanes cassina*, *Parides aeneas*, *P. orellana*, *Pierella hortona*, *P. hyalinus*, *P. lena*, *P. lucia* y *Taygetis sosis* son indicadoras de bosques primarios poco intervenidos. Estas especies se encontraron en el bosque de planicies sedimentarias (BT-a), bosque asociado a cerros rocosos (BR) y los dos bosques inundables (BI-a y BI-b) (Anexo 4.3). Las especies *Catonephele antinoe*, *C. numilia*, *Eunica alpais*, *Eunica malvina*, *Hermeuptychia hermes*, *Marpesia egina*, *Memphis oenomais* y *Phoebis argante* son de zonas abiertas e intervenidas, y fueron encontradas en el bosque de planicies arenosas (BA). Es importante destacar que *Catonephele antinoe* y *C. numilia* también se encontraron en el bosque de planicies sedimentarias (BT-a). Sin embargo, por la presencia de las demás especies y el alto número de licénidos en la zona, se evidencia que este paisaje presenta un buen estado de conservación, a pesar de que existen sitios de intervención localizada (antiguo laboratorio para el procesamiento de cocaína). *Eunica bechina*, *Memphis philumena* y *Junonia evarete* son especies típicas de sabana (SA).

Las especies *Euselasia candaria*, *Mesene hyale* y *Oenomaus cyanovenata* son endémicas para Colombia. *Adelpha plesaura*, *Cyrenia martia*, *Eunica tatila* e *Hyphilaria parthenis*, son especies poco representadas en colecciones y presentan una baja abundancia en campo. *Parides orellana*, *Eunica macris* y *E. sydonia* son especies raras. Por último, *Baeotus deucalion* también corresponde a un registro importante porque, además de ser una especie rara, la hembra es poco frecuente y fue colectada en este estudio. Es altamente probable que *Euptychia* sp. 1, *Euptychia* sp. 2, *Ypthimoides* sp. 1 e *Ypthimoides* sp. 2 sean especies nuevas para la ciencia.

Finalmente se realizó una lista de las especies de mariposas con importancia económica *sensu* Guevara (2004) y Gómez y Fagua (2003), para que la comunidad indígena considere la posibilidad de involucrarse a largo plazo en un proyecto de cría sostenible de mariposas (Anexo 4.4).

Representatividad de los muestreos: se obtuvieron 104 muestras y 198 especies. Según los estimadores de riqueza utilizados, se esperaban entre 273 y 347 especies, y por lo tanto la representatividad del muestreo fue del 57-72%, lo cual indica que no están representadas en el muestreo todas las especies de la zona. Sin embargo, se recolectó un número representativo de las mismas según el estimador *MMMean*.

Los valores de representatividad del muestreo para las unidades de paisaje estudiadas oscilaron entre el 36 y el 77% (Tabla 4.7). Para la mayoría de las zonas muestreadas se obtuvo más del 50% de las especies esperadas, lo cual es un resultado satisfactorio debido al corto tiempo de muestreo. La sabana en planicies arenosas (SA) tuvo la mayor representatividad obteniendo el 77% de las especies esperadas para la

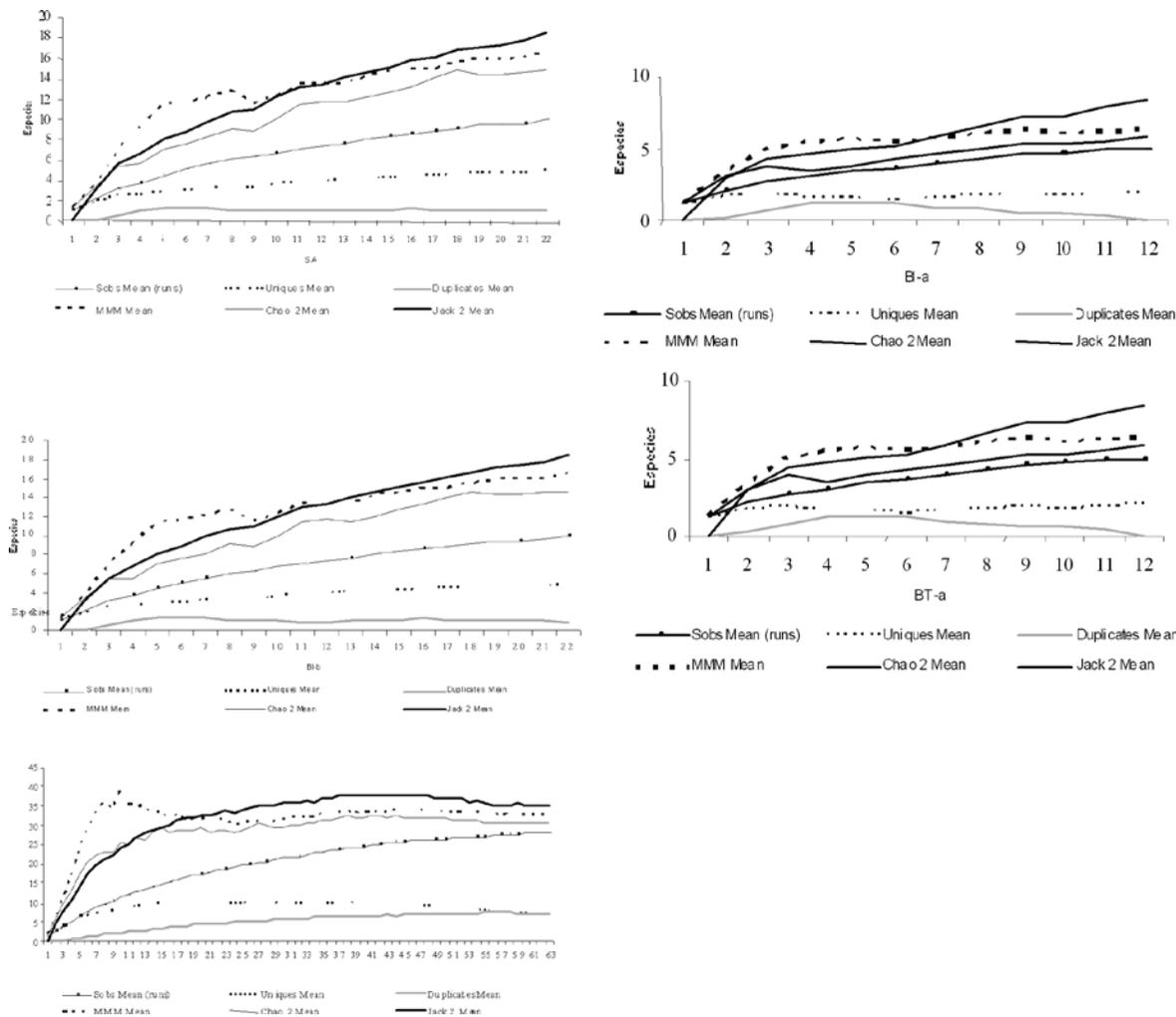
zona, mientras que el número de especies encontradas en los dos bosques inundables fue similar (BI-a y BI-b) (Tabla 4.7). En el bosque de planicies sedimentarias (BT-a) se recolectó un número representativo de especies. Sin embargo, la abundancia de las mismas fue baja, lo cual es una característica de los ecosistemas amazónicos (Tabla 4.7). El bosque asociado a cerros rocosos obtuvo una representatividad del 36-56%. El primer valor, relativamente bajo, indica que es necesario aumentar la intensidad de muestreo con el fin de obtener un mayor número de especies (Tabla 4.7; Figura 4.15).

Tabla 4.7: Representatividad del muestreo de mariposas Hesperioidea y Papilionoidea en las unidades de paisaje muestreadas en el sector centro-oriental de la selva de Matavén. (BI-a= Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén, BI-b= Bosque alto del plano inundable del caño Matavén, BR= Bosque asociado a cerros rocosos, BT-a= Bosque de planicies sedimentarias, SA= Sabana en planicies arenosas).

Unidad de paisaje	Riqueza observada	Valores esperados			Únicos	Duplicados	Representatividad %
		Chao2	Jack2	MMMean			
BR	81	226,80	173,91	144,52*	54	10	36-56%
BI-a	32	64,40	61,13	41,84*	18	5	50-76%
BI-b	28	73,13	55,48*	58,82	19	4	38-48%
SA	26	33,56*	39,11	38,31	11	8	66-77%
BT-a	94	160,27*	176,12	169,73	54	22	53-59%

* Estimador que obtuvo la representatividad más alta

Figura 4.15: Curvas de acumulación de especies de mariposas en el sector centro-oriental de la selva de Matavén.



Diversidad por paisaje: Se registró una mayor riqueza de especies para el bosque de planicies sedimentarias (BT-a) con 94 especies, seguido por el bosque asociado a cerros rocosos (BR) con 81 especies, el bosque bajo del plano inundable del caño Matavén (BI-a) con 32 especies, el bosque alto del plano inundable del caño Matavén (BI-b) con 28 especies, y sabana en planicies arenosas (SA) con 26 especies. Adicionalmente, en la mata de monte se obtuvieron nueve especies, y en los campamentos y otras unidades se recolectaron 29 especies. En el bosque de planicies arenosas (BA) se recolectaron 27 especies, valor alto teniendo en cuenta el reducido tiempo de muestreo. Es importante recalcar que este bosque es secundario y presentó especies indicadoras de ambientes intervenidos (Anexo 4.3).

En cuanto al número de individuos, el bosque de planicies sedimentarias (BT-a) tuvo la mayor abundancia con 294 individuos, seguido por el bosque asociado a cerros rocosos (BR) con 256 individuos, el bosque bajo del plano inundable del caño Matavén (BI-a) con 203 individuos, sabana en planicies arenosas (SA) con 108 individuos y bosque alto del plano inundable del caño Matavén (BI-b) con 68 individuos. Es probable que para este último paisaje, tanto la abundancia como la riqueza sean mayores a las registradas, pues durante el muestreo las condiciones climáticas fueron adversas y llovió la mayoría del tiempo, afectando el número de especies recolectadas.

Las especies *Nymphidium baeotia* y *Thecla* sp. 4 fueron dominantes para el bosque de planicies sedimentarias (BT-a). *Adelotya penthea* y *Glutophrissa drusilla* presentaron la mayor abundancia en el bosque asociados a cerros rocosos (BR). La especie *Thecla* sp. 4 y *Thecla* sp. 6 fueron dominantes para el bosque bajo del plano inundable del caño Matavén (BI-a). *Junonia evarete* y *Theope methemona* fueron las especies dominantes para la sabana en planicies arenosas (SA). Adicionalmente, el alto número de especies recolectadas de Lycaenidae es una característica de las comunidades de mariposas que habitan las sabanas. En el bosque alto del plano inundable del caño Matavén (BI-b) no se encontraron especies dominantes. Sin embargo, *Magneptychia ocypte* presentó el mayor número de individuos (13%).

Según el análisis de similitud de Jaccard, las muestras fueron independientes y no se presentó una correspondencia en la composición de especies entre las zonas estudiadas. Los valores de similitud obtenidos entre los sitios fueron muy bajos y oscilaron entre el 9% y el 16%. Los dos bosques inundables compartieron un valor alto de similitud en la composición de especies, con el 27,6%. Las restantes unidades de vegetación muestreadas tuvieron una composición diferente de especies (Figura 4.16, Tabla 4.8).

Figura 4.16: Dendrograma de similitud de Jaccard (UPGMA) de mariposas. BI-a= Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén, BI-b= Bosque alto del plano inundable del caño Matavén, BR= Bosque asociado a cerros rocosos, BT-a= Bosque de planicies sedimentarias, SA= Sabana en planicies arenosas.

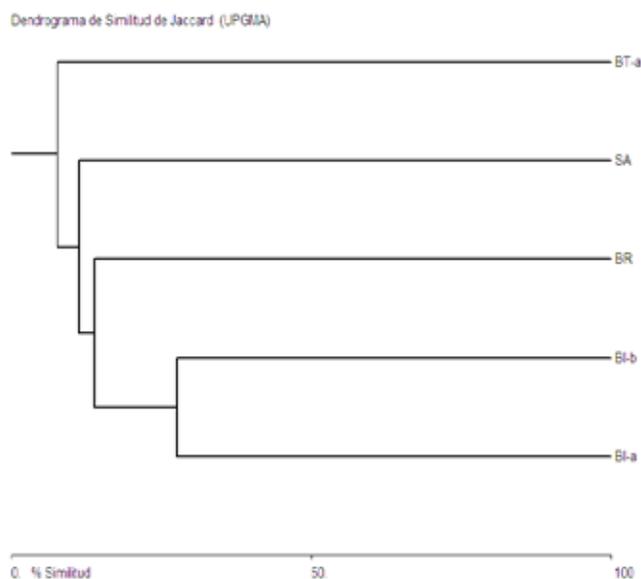


Tabla 4.8: Matriz de similitud de Jaccard para mariposas. BI-a= Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén, BI-b= Bosque alto del plano inundable del caño Matavén, BR= Bosque asociado a cerros rocosos, BT-a= Bosque de planicies sedimentarias, SA= Sabana en planicies arenosas.

Matriz de similitud	BI-a	BI-b	BR	BT-a	SA
BI-a	*	27,6	13,0	7,8	16,3
BI-b	*	*	14,7	9,0	8,2
BR	*	*	*	13,7	10,4
BT-a	*	*	*	*	4,4
SA	*	*	*	*	*

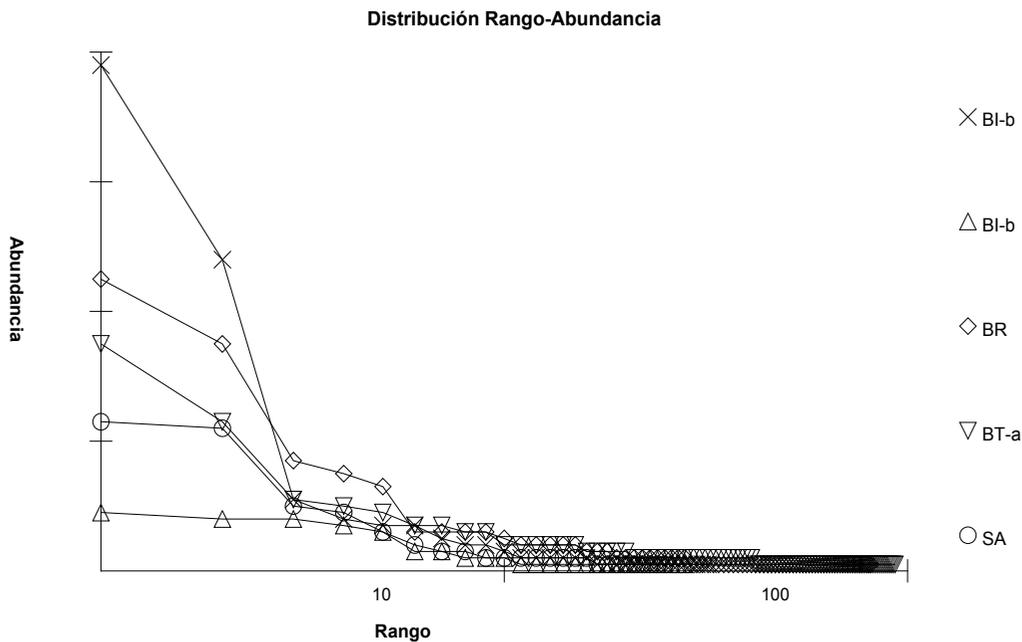
En todos los paisajes estudiados se presentaron valores altos de complementariedad, debido al bajo número de especies compartidas entre estas, y se presentó así un alto recambio de especies (Tabla 4.9). Este resultado es acorde con lo encontrado en el PNN El Tuparro, donde también se obtuvieron valores muy altos de complementariedad. Es importante resaltar que en este estudio se colectaron 53 especies más de las colectadas en el PNN El Tuparro (Villarreal y Maldonado 2007).

Tabla 4.9: Valores del índice de complementariedad entre los cinco sitios de muestreo para mariposas Hesperioidea y Papilionoidea del sector centro-oriental de la selva de Matavén. Los números resaltados en gris corresponden al número de especies compartidas entre los sitios y los valores en decimal corresponden al valor de recambio de especies. BR= Bosque asociado a cerros rocosos, BI-a= Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén, BI-b= Bosque alto del plano inundable del caño Matavén, SA= Sabana en planicies arenosas, BT-a= Bosque de planicies sedimentarias.

	BR	BI-a	BI-b	SA	BT-a
Riqueza/Sitio	24	17	47	11	74
BR	—	13	13	8	18
BI-a	0,87	—	13	8	7
BI-b	0,90	0,72	—	4	10
SA	0,97	0,84	0,92	—	5
BT-a	0,88	0,94	0,91	0,95	—

En cuanto a la distribución, rango y abundancia de especies, el modelo más ajustado a la comunidad de mariposas en cada uno de los sitios de muestreo, fue la distribución logarítmica serial con una probabilidad mayor del 95% (Figura 4.17). En este tipo de distribución, el valor de la abundancia de especies es bajo y se presenta una gran proporción de especies raras. Por lo tanto, la clase de abundancia que contiene un sólo individuo es la mayor (Magurran 1989, Stiling 1999). Para el presente estudio, el tipo de distribución obtenida es un artefacto del muestreo, puesto que este último no presentó una eficiencia alta para las unidades de paisaje estudiadas. Por esta razón, se obtiene una serie logarítmica en la cual se presentan pocos individuos (generalmente uno) por especie, aumentando artificialmente el número de especies raras.

Figura 4.17: Distribución rango-abundancia de especies de mariposas. BR= Bosque asociado a cerros rocosos, BI-a= Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén, BI-b= Bosque alto del plano inundable del caño Matavén, SA= Sabana en planicies arenosas, BT-a= Bosque de planicies sedimentarias.



Conclusiones

- Para los tres grupos de insectos muestreados, la diversidad alfa (número de especies) encontrada en el sector centro-oriental de la selva de Matavén está acorde con los valores de riqueza que reportan otros inventarios de estos grupos en zonas de la Orinoquia colombiana (Uribe *et al.* 1998, Amézquita *et al.* 1999, Escobar 2000, Fagua *et al.* 2003, FPR 2005, Fernández y Fajardo 2006, Villarreal y Maldonado 2007). Es de esperar que estos valores no sean muy altos en relación con otros sitios del país. En Colombia, las zonas más ricas y diversas en insectos se encuentran en los Andes y en las áreas de transición de origen orinoquense, amazónico y andino, como la serranía de La Macarena y todo el piedemonte de la vertiente oriental de la cordillera Oriental.
- La diversidad beta, es decir el recambio de especies, fue alta. En los tres grupos de insectos, las muestras de cada unidad de paisaje fueron independientes, presentando valores bajos de similaridad entre ellos y altos índices de complementariedad. Este resultado era esperado debido a la gran heterogeneidad entre los paisajes escogidos para el muestreo.
- Para los tres grupos de insectos, los sitios de muestreo con mayor riqueza de especies fueron el bosque de planicies sedimentarias (BT-a) y el bosque asociado a cerros rocosos (BR). Los bosques con menor riqueza fueron los del plano inundable del caño Matavén (BI-a y BI-b).
- Aunque se evidencia una alta riqueza de especies, especialmente de hormigas y mariposas diurnas (Hespeioidea y Papilionoidea), los muestreos de estos dos grupos de insectos fueron medianamente representativos, como lo muestran las curvas de acumulación. Por lo tanto, es necesario realizar más muestreos en estos dos grupos de insectos, para así obtener una mejor aproximación de las especies presentes en la zona.
- La selva de Matavén es una zona importante para la conservación de mariposas, ya que alberga una gran riqueza. Contiene un número considerable de especies raras, poco representadas en las colecciones, y tres especies endémicas para Colombia que no están distribuidas solamente en esta zona, pero cuyo carácter endémico le da relevancia al área.

- Quince (15) de las 33 especies de escarabajos coprófagos colectadas fueron nuevos registros para el departamento del Vichada, pero no para la Orinoquia colombiana.
- A nivel de género, las hormigas reflejan componentes típicos de zonas de la Orinoquia y Amazonia colombiana. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, es probable que un trabajo exhaustivo en la identificación de los morfotipos a especie, arroje nuevas distribuciones de las especies para la zona de estudio.

Recomendaciones

- Es necesario continuar los muestreos para la zona de estudio, durante las épocas de mayor y menor precipitación, para determinar si se presentan variaciones estacionales en las comunidades de estos insectos.
- Es necesario incrementar el muestreo en el bosque alto del plano inundable del caño Matavén (BI-b), puesto que el realizado en este estudio fue poco representativo. Esto se debió principalmente a las malas condiciones climáticas que imperaron durante los días de muestreo en este sitio.
- Para el sector centro-oriental de la selva de Matavén, se recomienda realizar muestreos en otras unidades fisiográficas como las matas de monte inmersas en la sabana, puesto que estas presentan comunidades de escarabajos coprófagos, hormigas y mariposas diferentes a las encontradas en las unidades de paisaje estudiadas (Villarreal y Maldonado 2007). Estas unidades no estudiadas pueden llegar a presentar una estructura diferente por su dinámica particular.
- Debido a su gran extensión, se recomienda también realizar muestreos en otros sectores de la selva de Matavén.
- Finalmente se recomienda realizar estudios de ciclos de vida y biología de las especies de mariposas y cucarrones con potencial en zoocria para aprovechamiento económico, con el fin de explorar la cría de insectos como una alternativa comercial en el resguardo.

Literatura citada

- Ackery P.R., De Jong R., Van-Wright R.I. 1999. The butterflies: Hedyloidea, Hesperioidea and Papilionoidea. Pp. (35): i-x. In: Kristensen N.P. (ed.). 1999. Lepidoptera, moths and butterflies. Volume 1: Evolution, systematics, and biogeography. *Handbuch der Zoologie* 44:87p.
- Amézquita S.J., Forsyth A., Lopera A., Camacho A. 1999. Comparación de la riqueza de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en remanentes de bosque de la Orinoquia colombiana. *Acta Zoológica Mexicana* 76:113-126.
- Andersen A.N. 1991. Sampling communities of ground foraging ants: pitfall catches compared with quadrat counts in an Australian tropical savanna. *Australian Journal of Ecology* 16:273-279.
- Andersen A.N. 1990. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. *Proceedings of the Ecological Society of Australia* 16:347-357.
- Bolton B. 2003. Synopsis and classification of Formicidae. *Memoirs of the American Entomological Institute* 71:1-370.
- Bolton B. 1994. Identification guide to the ant genera of the world. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 222p.
- Borror D., Triplehorn C. & Johnson N. 1989. An Introduction to the study of insects. Sixth edition. Saunders College Publishers. Fort Worth, USA.
- Brower J.E., Zar J.H. & von Ende C.N. 1989. Field and laboratory methods for general ecology. Third Edition. Brown Publishers. 237 pp.
- Brown K.S. 1991. Conservation of neotropical environments: Insects as indicators. pp. 349-403. In: Collins N.M. & Tomas J. (eds.). 1991. Conservation of insects and their environments. Academic Press London. London, UK.
- Brown K.S. 1991. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. En: Collins N.M. & Thomas J.A. The conservation of insects and their habitats. Academic Press, 1991. P. 350 – 410

- Carroll C.R. & Janzen D.H. 1973. Ecology of foraging by ants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4:231-257.
- Colwell R.K. 1999. User's guide to EstimateS 5 (static estimation of species richness and shared species from samples). [en línea: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>]. Department of Ecology and Evolutionary Biology. University of Connecticut. USA.
- Colwell R.K. & Coddington J.A. 1996. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. In: Hawksworth D.L. (ed.). 1996. The quantification and estimation of organismal biodiversity. Special volume. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*:101-118.
- D'Abrera B. 1988. Butterflies of the Neotropical region, part V: Nymphalidae (Conc) & Satyridae. Hill House Publishers. Australia. Pp. 680-877.
- D'Abrera B. 1984. Butterflies of South America. Hill House Publishers. Australia. 256p.
- D'Abrera B. 1981. Butterflies of the Neotropical region, part I: Papilionidae & Pieridae. Lansdowne Editions. Australia. Pp. 1 – 172.
- DeVries P.J. 1997. The butterflies of Costa Rica and their natural history. Volume II: Riodinidae. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 288p.
- DeVries P.J. 1987. The butterflies of Costa Rica and their natural history: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 327p.
- Díaz A. 1997. Ecología y comportamiento de escarabajos rodadores del estiércol (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de selvas y pastizales en los Tuxtlas, Veracruz. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México. México D. F., México.
- Edmonds W.D. 1994. Revisions of *Phanaeus* MacLeay, a new world genus of Scarabaeinae dung beetles (Colombia: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Contributions in Science National History Museum of Los Angeles County* 443:105.
- Ehrlich P.R. & Raven P.H. 1964. Butterflies and plants: A study in coevolution. *Evolution* 18:586-608.
- Escobar F. 2000. Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un mosaico de hábitat en la Reserva Natural Nukak, Guaviare, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* 79:103-121.
- Fagua G., Ardila J., Gómez M. del R. 2003. Estudio de factibilidad para la cría de mariposas y coleópteros como alternativa productiva para la regeneración del bosque, en territorios dedicados a la siembra de cultivos ilícitos en San José de Guaviare. Informe Final. Jardín Botánico del Quindío. Plante. Colombia. 48p.
- Favila M.E. & Halffter G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana* 72:1-25.
- Fernández F. (ed.). 2003. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. XXVI + 398p.
- Fernández N.F. y Fajardo G.E. 2006. Caracterización de la fauna del orden Lepidoptera (Rhopalocera) en cinco diferentes localidades de los llanos orientales colombianos. *Acta Biológica colombiana* 11(1):55-68.
- Fernández F. y Sendoya S. 2004. Lista de de las hormigas neotropicales. *Biota colombiana* 5(1):3-93.
- FPR-Fundación Puerto Rastrojo. 2005. Caracterización ecológica rápida corregimiento La Hermosa, municipio de Paz de Ariporo, departamento del Casanare, Colombia. Informe presentado a World Wildlife Fund Colombia y a la Unidad Administrativa Especial del sistema de Parques Nacionales Naturales. Bogotá, Colombia. 50p.
- Génier F. 1996. A revision of the neotropical genus *Ontherus* Erichson (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Memoirs of Entomological Society of Canada* 170:169.
- Gómez M. del R. y Fagua G. 2003. Ciclo de desarrollo y hospederos de *Heraclides anchisiades anchisiades* (Lepidoptera: Papilionidae). Un modelo exploratorio para evaluar la sostenibilidad de la cría de mariposas ornamentales en la comunidad indígena de Peña Roja. *Revista colombiana de Entomología* 28(1):69-81.
- Guevara S.F. 2004. Caracterización de las comunidades de mariposas de cinco unidades de paisaje en los municipios de San José del Guaviare y el Retorno Guaviare (Amazonia colombiana). Trabajo de grado. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 176p.
- Halffter G. & Favila M.E. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera), an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rain forest and modified landscapes. *Biology International* 27:15-21.
- Halffter G., Favila M.E. & Halffter V. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forest and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana* 84:131-156.
- Hanski I. & Cambefort Y. (eds.). 1991. Dung beetles ecology. Princeton University Press, Princeton. New Jersey, USA.
- Kempf W.W. 1972. Catálogo abreviado das formigas da Região Neotropical (Hymenoptera: Formicidae). *Studia Entomologica* 15(1-4):3-344.
- Hölldobler B. & Wilson E.O. 1990. The ants. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 732p.
- Holzinger H. & Holzinger R. 1994. *Heliconius* and related genera. *Sciences Nat. France*. 328p.

- Howden H.F. & Cartwright O.L. 1963. Scarab beetles of the genus *Onthophagus* Latreille, north of Mexico (Coleoptera: Scarabaeidae). *Procedures of the U.S. National Museum* 114:1-135.
- Kempf W.W. 1972. Catálogo abreviado das formigas da região neotropical (Hymenoptera: Formicidae). *Studia Entomologica* 15(1-4):3-344.
- Kremen C., Colwell R., Erwin T., Murphy D., Noss R. & Sanjayan M. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: Their use in conservation planning. *Conserv. Biol.* 7(4):796-808.
- Jessop L. 1985. An identification guide to Eurysternine dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae). *Journal of Natural History* 19:1087-1111.
- Lamas G. 2004. Atlas of Neotropical lepidoptera Volume 5A. Checklist: Part 4A Hesperioidea - Papilionoidea. Association for Tropical Lepidoptera. Scientific Publishers. Gainesville, Florida. USA. 439p.
- Le Crom J.F., Llorente J., Constantino L.M., Salazar J.A. 2004. Mariposas de Colombia. Tomo II: Pieridae. Carlec Ltda. Bogotá, Colombia. 133p.
- Le Crom J.F., Constantino L.M. y Salazar J.A. 2002. Mariposas de Colombia. Tomo I: Papilionidae. Carlec Ltda.. Bogotá, Colombia. 112p.
- Lewis H.L. 1974. *Butterflies of the World*. Harrap, London. 312p.
- Lobo J.M. y Veiga C.M. 1990. Interés ecológico y económico de la fauna coprófaga en pastos de uso ganadero. *Ecología* 4:313-331.
- Longino J. & Colwell R. 1997. Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rainforest. *Ecological Applications* 7:1263-1277.
- Magurran A.E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Primera edición. Ediciones Vedra, España. 179p.
- Majer J.D. & Delabie J.H.C. 1994. Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forests at Trombetas in the Brazilian Amazon. *Insectes Sociaux* 41:343-359.
- McAleece N. 1997. *Biodiversity professional beta*. The Natural History Museum & Scottish Association for Marine Science. Reino Unido.
- Medina C.A. y Lopera-Toro A. 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., Vítolo A., Gill B. 2001. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. *Biota colombiana* 2(2):131-144.
- Morón M.A. 1984. *Escarabajos 200 millones de años de evolución*. Instituto de Ecología, Museo de Historia Natural, México D. F., México.
- Neild A.F. 1996. *The butterflies of Venezuela Part 1: Nymphalidae I (Limenitidinae, Apaturinae, Charaxinae)*. Meridian Publications. Greenwich, London. 144p.
- Seitz A. 1924. *The Macrolepidoptera of the World*. Vol. 5 Alfred Kernen Verlag. Stuttgart. 1139p.
- Stiling P. 1999. *Ecology, theories and applications*. Third edition. Prentice Hall Inc.. New Jersey, USA. 638p.
- Tyler H., Brown Jr. K.S. & Wilson K. 1994. *Swallowtail butterflies of the Americas*. Scientific Publishers. USA. 376p.
- Uribe C., Salazar J., Amarillo A. y Pleiger R. 1998. *Mariposas del llano*. Naturaleza de la Orinoquia. Cristina Uribe Editores. Bogotá, Colombia.
- Vélez J. y Salazar J. 1991. *Mariposas de Colombia*. Villegas Editores. Bogotá, Colombia. 167p.
- Villarreal H. y Maldonado J. (Comp.) 2007. *Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector noreste)*, Vichada, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 286p.
- Villarreal H., Álvarez M., Córdoba S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M. y Umaña A.M. 2004. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236p.
- Vulcano M.A. & Pereira F.S. 1967. Sinópsis dos Passalidae e Scarabaeidae s. str. da região amazônica (Insecta, Coleoptera). *Atas do Simposio sobre a biota Amazônica Zoologia* 5:533-603.
- Vulcano M.A. & Pereira F.S. 1964. Catalogue of Canthonini (Col. Scarab.) inhabiting the western hemisphere. *Ent.Arb.Mus.Frey* 15:570-685.
- Vulinec K. 2000. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), monkeys, and conservation in Amazonia. *Florida Entomologist* 83(3).
- Wilson E.O. 2003. *Pheidole in the new World: A dominant, hyperdiverse ant genus*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 794p.
- Wilson E.O. 1971. *The insect societies*. Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 548p.

Capítulo 5: Aves





JUANITA ALDANA-DOMÍNGUEZ
MAURICIO ÁLVAREZ-REBOLLEDO
ANA MARÍA UMAÑA-VILLAVECES
SOCORRO SIERRA
FERNANDO FORERO

Introducción

La conservación de la biodiversidad es indispensable para el bienestar humano. Es necesario establecer áreas prioritarias para la conservación las cuales se caracterizan por concentrar: una riqueza alta de especies, especies endémicas (no se encuentren en otro lugar), amenazadas, especialistas de hábitat y sensibles a perturbaciones antrópicas (Stotz *et al.* 1996).

Las aves han sido utilizadas como un indicador idóneo del estado de conservación de la biodiversidad de un lugar en particular. Los inventarios de aves son un medio para establecer de forma rápida y certera las características ecológicas y el grado de conservación de la mayoría de las comunidades terrestres. Las razones de esto radican en: que las aves tienen un comportamiento evidente, así que se pueden registrar de forma relativamente fácil; la identificación de las especies es un proceso más sencillo que en la mayoría de otros organismos; el conocimiento sobre la clasificación taxonómica de las especies es superior al resto de los animales y plantas; es un grupo diverso (con muchas especies), con especializaciones ecológicas y las especies suelen ser altamente sensibles a las perturbaciones como la degradación o pérdida de bosques (Stotz *et al.* 1996).

Las aves de la Orinoquia han sido poco estudiadas y están deficientemente representadas en las colecciones ornitológicas. Las pocas expediciones que se han realizado han aportado registros que amplían la distribución de varias especies y subespecies, lo cual es importante desde el punto de vista zoogeográfico (Borrero 1969, McNish 2007). Las recopilaciones más recientes registran entre 714 (McNish 2007) y 816 (Umaña *et al.* 2009) especies de aves en la Orinoquia colombiana.

Específicamente en la selva de Matavén no se han realizado estudios detallados sobre la avifauna y sólo se cuenta con unas pocas colecciones de aves. Según la base de datos sobre registros de aves en la Orinoquia colombiana, compilada por Umaña *et al.* (2009), en la localidad “Matavén” se colectaron algunas especies por Olivares en el caserío de Santa Rita en 1969, B. Ortiz en la finca Mariposo sobre el río Orinoco y otras por von Sneider y Bernal en el caño Matavén (Blake 1961, Biomap 2006). Se obtuvo información sobre una expedición a Matavén que realizaron Thomas Defler y Sara Bennett, en la cual estudiaron las aves. Sin embargo, de esta investigación existe un documento inédito que se encuentra extraviado (Thomas Defler 2007, comunicación personal). También se cuenta con información sobre el uso y las percepciones que las comunidades indígenas de 16 sectores de la selva de Matavén tienen alrededor de las aves (Polanco-Ochoa y Yepes-Guzmán 2003).

Este estudio constituye el primer esfuerzo por realizar un inventario de aves mediante una metodología estandarizada en la selva de Matavén, el cual no sólo aporta al conocimiento y conservación de la avifauna, sino que permite realizar comparaciones con otros sitios que han sido muestreados usando la misma metodología en el Parque Nacional Natural (PNN) Tuparro, La Hermosa (Casanare) y el PNN Serranía de Chiribiquete. Estas comparaciones regionales, útiles para dilucidar y establecer patrones de biodiversidad, se presentan en la segunda sección de este capítulo.

Métodos

En los cinco paisajes seleccionados dentro del área de estudio: bosque de planicies sedimentarias - BT-a, bosque de cerros rocosos - BR, bosques (alto y bajo) del plano inundable del caño Matavén - BI-a y BT-b y Sabanas en planicies arenosas – SA (Tabla 5.1), se utilizó una metodología estandarizada, que permite obtener una buena aproximación de la composición de las comunidades de aves (Villarreal *et al.* 2004). La metodología consiste en emplear tres técnicas simultáneas: capturas con redes de niebla, grabaciones de vocalizaciones y observaciones. .

Adicionalmente, se realizaron muestreos no estandarizados en los alrededores del caserío de la comunidad de Sarrapia (BT-b, SA), el bosque de La Urbana (BA), una madre vieja del caño Matavén (Mv BI-a) y durante los viajes por el río Orinoco, el caño Matavén y el caño Cajaro (R) (Tabla 5.1).

Tabla 5.1: Paisajes, técnicas y esfuerzo de muestreo utilizados en cada paisaje para caracterizar las comunidades de aves

Paisajes caracterizados	Código	Técnica	Esfuerzo de muestreo*
Bosque tierra firme. Bosque de planicies sedimentarias antiguas moderadamente disectadas.	BT-a	Redes	563
		Grabaciones	8
		Observaciones	19,8 (16 Km)
Bosque de cerros rocosos residuales en granitos del escudo Guayanés	BR	Redes	559
		Grabaciones	8
		Observaciones	19 (16 Km)
Bosque inundable sin sotobosque. Bosque bajo del plano inundable del caño Matavén.	BI-a	Redes	532
		Grabaciones	6
		Observaciones	19 (16 Km)
Bosque inundable con sotobosque. Bosque alto del plano inundable del caño Matavén.	BI-b	Redes	586
		Grabaciones	10
		Observaciones	15,8 (16 Km)
Sabanas. En planicies arenosas (arenas blancas) ligeramente disectadas.	SA	Redes	563
		Grabaciones	10
		Observaciones	21,2 (21 Km)
Meandro abandonado del caño Matavén	Mv BI-a	Grabaciones	2
Río Orinoco, caño Matavén, caño Cajaro y caño Fruta	R	Observaciones	2,3
Bosque secundario. La Urbana. Bosque de planicies arenosas (arenas blancas) ligeramente disectadas.	BA	Grabaciones	7
		Observaciones	4 (4 Km)

Paisajes caracterizados	Código	Técnica	Esfuerzo de muestreo*
Rastrojo en Sarrapia. Bosque de planicies sedimentarias antiguas moderadamente disectadas.	BT-b (Sa)	Redes	91
		Grabaciones	4
		Observaciones (no estandarizado)	10 (6 Km)

*El esfuerzo de muestreo para redes se mide en horas-red: una hora-red equivale a una red de 12 m de largo x 2 m de alto abierta durante una hora; el esfuerzo de grabaciones en horas de grabación y el de observaciones en horas de observación por distancia recorrida.

Descripción de los métodos

Captura de aves con redes de niebla. En cada paisaje, durante cuatro días se extendieron 400 m de redes, las cuales permanecieron abiertas dos días entre las 05:30 a.m. y las 10:00 a.m. en dos sitios diferentes dentro del mismo paisaje. La identificación de los ejemplares capturados se realizó mediante la guía de aves de Colombia (Hilty y Brown 1986).

Se realizó una colección de referencia (a lo sumo cuatro individuos de cada especie capturada: dos preparados como pieles de museo y dos conservados en líquido). La colección se encuentra depositada en la colección ornitológica “Jorge Ignacio Hernández-Camacho” del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), en la sede de Villa de Leyva. Adicionalmente, se tomaron muestras de tejidos (músculo, corazón e hígado) de todos los individuos colectados, las cuales están depositadas en el Banco de tejidos de la colección del Instituto Humboldt, en Palmira, Valle.

Grabaciones de vocalizaciones. En cada paisaje, se recorrieron 4 km diarios durante cuatro días, a una velocidad promedio de 0.8 km/h. Los recorridos fueron realizados durante las cinco primeras horas de la mañana.

Las grabaciones de las vocalizaciones de las aves permiten identificarlas, haciendo posible la realización de un inventario en las condiciones de los bosques tropicales, en donde es más fácil escucharlas que verlas. Adicionalmente, las grabaciones constituyen una evidencia física de la presencia de las especies. Las grabaciones realizadas en la selva de Matavén se depositaron en el Banco de Sonidos Animales (BSA) del Instituto Humboldt, donde fueron digitalizadas, catalogadas, identificadas y archivadas en formato digital.

Observaciones de aves. Las observaciones se realizaron simultáneamente con las grabaciones de vocalizaciones. Las observaciones son un método muy utilizado para realizar inventarios de aves debido a su eficiencia, pues permite tener listas de aves completas en poco tiempo. Para cada ave observada se registró la siguiente información: localidad, fecha y hora, el nombre de la especie observada (determinación taxonómica), hábitat, estrato, estructura social.

Análisis de datos

La información proveniente de los muestreos se integró en una base de datos estructurada y georreferenciada. A partir del inventario realizado se establecieron: la representatividad del muestreo, la composición taxonómica (especies, familias, órdenes), la diversidad alfa y beta (riqueza de especies y complementariedad o grado de cambio en la composición de especies, respectivamente) y la estructura de la comunidad de aves en cada paisaje.

La determinación de las especies se realizó mediante la consulta de libros especializados (Hilty y Brown 1986, Scott 1987, Hoyo *et al.* 1997, Hilty 2003, Restall *et al.* 2006a, Restall *et al.* 2006b), y la comparación con pieles de la colección del Instituto Humboldt y del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

La clasificación de las aves registradas (Anexo 5.2) a nivel de especie, familias y órdenes siguió la propuesta de Remsen *et al.* (2007). Las aves colectadas (Anexo 5.1) fueron determinadas hasta nivel de subespecie siguiendo como fuente de información la guía de aves del mundo (Hoyo *et al.* 1997). Con ayuda de los indígenas que hicieron parte del equipo de trabajo se obtuvieron los nombres de algunas especies en puinave, sikuani y piaroa (Anexo 5.3).

Representatividad del muestreo. Para estimar los valores esperados de riqueza y compararlos con los obtenidos en campo se realizaron curvas de acumulación de especies, teniendo en cuenta estimadores no paramétricos como ICE, Chao2 y MMMEAN (Colwell y Coddington 1994). Los análisis fueron realizados mediante el programa EstimateS 7.5 (Colwell 2005).

Composición y estructura de la comunidad de aves. Hace referencia a la composición de la comunidad de aves respecto a las familias y géneros taxonómicos más representativos en las localidades muestreadas. Se presentan además, algunos registros taxonómicos de interés, donde se reasaltan registros valiosos ya sea por ampliación en distribución o por ser registros novedosos para el país.

En cuanto a la estructura de las comunidades muestreadas, se determina si la comunidad estudiada es de tipo generalista o especialista, por medio del uso de número de hábitats que las especies emplean de acuerdo con lo propuesto por Parker *et al.* (1996). Se hace referencia a las especies migratorias encontradas en la zona, a las especies que se encuentran en época reproductiva (evidenciada por la presencia de parche de incubación) y también se realiza un análisis de las curvas de rangos de abundancia o curvas Whittaker (Magurran 2004), donde se muestra la distribución proporcional de las especies dentro de cada ensamble para compararlos entre sí.

Diversidad de las comunidades de aves

- Diversidad alfa o riqueza de especies. La diversidad se estimó para cada paisaje por medio de: la riqueza observada, y el cálculo del índice de Shannon (el cual tiene en cuenta tanto la riqueza como la equidad). El índice de Shannon varía entre 1,5 (diversidad baja) y 3,5 (diversidad alta) y raras veces alcanza 4,5 (Magurran 2004).

Se comparó la riqueza observada (numero de especies) en cada paisaje por medio de un análisis de rarefacción (Magurran 2004). Debido a que las curvas de rarefacción convergen cuando el tamaño del muestreo es pequeño y a que es necesario un muestro adecuado para encontrar diferencias entre los paisajes (Magurran 2004), sólo se incluyeron en el análisis los cinco paisajes que fueron caracterizados con la metodología estandarizada (BT-a, BR, BI-a, BI-b y SA).

- Complementariedad de las comunidades de aves (diversidad beta). La diversidad beta es una medida de la diferencia entre paisajes en términos de la riqueza y abundancia de especies (Magurran 1998). Está asociada a factores como la distancia (en el espacio o en el tiempo) entre los muestreos y la heterogeneidad ambiental (Halffter y Moreno 2005).

Conocer como están repartidas las especies dentro de las comunidades nos permite evaluar como se reemplazan y se complementan en un gradiente. Por medio del Índice de Complementariedad (Colwell y Coddington 1994), se estima la proporción de cambio entre las comunidades de aves en los diferentes paisajes.

Criterios ecológicos para determinar prioridades de conservación. Siguiendo la propuesta de Stotz *et al.* (1996), se analizaron las comunidades de aves según algunos criterios como la especificidad al hábitat, la sensibilidad a las perturbaciones antrópicas y presencia de especies de distribución restringida. La presencia de estas determinadas especies es un indicador del estado de conservación de la zona muestreada. Con el uso de la base de datos recopilada por Parker *et al.* (1996), se categorizaron las especies bajo los siguientes criterios:

- Especificidad en el uso del hábitat: la especialización hace a las especies más vulnerables a la pérdida del hábitat al cual están asociado; por lo tanto, el número de especies restringidas a un solo hábitat es un indicador de la calidad del hábitat.
- Sensibilidad a perturbaciones: las especies de aves muestran diferente grado de sensibilidad a las perturbaciones antrópicas como la tala, la caza, la extracción selectiva, entre otras actividades que afectan la estructura de la vegetación y en este sentido la dinámica de las comunidades que de ella dependen. Las especies altamente sensibles son las primeras en desaparecer cuando el ambiente es alterado; por lo tanto, la presencia de éstas es un indicador de la calidad del hábitat.
- Especies de distribución restringida: este tipo de especies son importantes para la definición de áreas de conservación, pues tienden a ser especialistas y generalmente presentan sensibilidad alta a las perturbaciones. Así mismo la concentración de aves de distribución restringida en un área presenta una alta congruencia con la de otros organismos. Se determinó el registro de especies de distribución restringida a nivel neotropical (Parker *et al.* 1996), a nivel nacional (Stiles 1998), las especies restringidas a áreas de endemismo de aves cuya distribución mundial es de menos de 50.000 km² (Stattersfield *et al.* 1998) y especies restringidas a biomas (BI y CI 2005).
- Prioridad de conservación: de acuerdo con la sensibilidad a perturbaciones antrópicas, su distribución y la especialización al hábitat, las especies presentan diferentes prioridades de conservación, incluso hasta proponer la necesidad de realizar acciones de conservación urgentes para evitar una posible extinción a diferentes escalas: neotropical y nacional.
- A nivel neotropical, las especies se clasifican dentro de cuatro categorías de prioridades de conservación: urgente, alta, media y baja (Parker *et al.* 1996). Sin embargo, hay que tener en cuenta que las necesidades de conservación a un nivel más detallado, por ejemplo a nivel del país o incluso a nivel local puede ser diferente. Se identificaron entonces, las especies de aves amenazadas a nivel nacional basados en la lista de aves en peligro de extinción registradas en el “Libro rojo de aves de Colombia” (Renjifo *et al.* 2002).

Resultados y discusión

Se hicieron 3.030 registros de aves, correspondientes a 242 especies pertenecientes a 56 familias y 20 órdenes (Tabla 5.2, Anexo 5.2). Adicionalmente, durante la fase de campo se obtuvo información sobre la presencia de otras dos especies: el rey de los gallinazos (*Sarcoramphus papa*) y el gallo de roca de Guayana (*Rupicola rupicola*), para un total de 244 especies registradas.

Con las redes de niebla se capturaron 602 individuos, pertenecientes a 98 especies (Anexo 5.1). Las grabaciones y observaciones registraron 151 especies que no fueron capturadas en las redes.

Tabla 5.2: Riqueza taxonómica de las aves en los diferentes paisajes.

Paisaje	Órdenes	Familias	Especies	Registros
Bosque tierra firme. BT-a	13	28	85	536
Bosque rocoso. BR	15	36	83	353
Bosque inundable sin sotobosque. BI-a	11	19	42	261
Bosque inundable con sotobosque. BI-b	16	28	64	351
Sabana. SA	18	36	85	851
Bosque secundario La Urbana. BA	9	20	37	116

Rastrojo Sarrapia. BT-b		36	92	356
Madre vieja de bosque inundable. Mv BI-a	9	11	17	53
Río. R	14	24	38	153
Todo el muestreo	20	56	249	3.030

La colección de especímenes obtenida está compuesta por 254 ejemplares pertenecientes a 97 especies; de éstos, 175 están conservados como pieles de museo y 79 en líquido. En total, se grabaron 55 casetes con cantos, que equivalen a 55 horas de grabación y que corresponden a 1.245 ejemplares bioacústicos. En el anexo 10 se presenta un listado de las especies grabadas.

Representatividad del muestreo

Los paisajes donde se realizó el muestreo estandarizado tuvieron una representatividad entre el 59 y 100% (Tabla 5.3). El paisaje con mayor representatividad fue la sabana (SA), seguido por el bosque rocoso (BR). La representatividad del 100% en la sabana se debe a que todas las especies se registraron al menos dos veces.

La representatividad de los bosques inundables con y sin sotobosque y el bosque de tierra firme (alrededor del 60%) indica que todavía faltan especies por registrar. Tal y como era de esperarse los paisajes que no fueron muestreados con las tres técnicas complementarias obtuvieron una representatividad más baja (Tabla 5.3).

Tabla 5.3: Representatividad del muestreo en los paisajes caracterizados.

Paisaje	No. especies observadas	No. especies esperadas (<i>Chao 2</i>)	Únicos	Duplicados	Representatividad (%)
Bosque tierra firme. BT-a	85	143	33	8	60
Bosque rocoso. BR	83	100	29	22	83
Bosque inundable sin sotobosque. BI-a	42	72	16	3	59
Bosque inundable con sotobosque. BI-b	64	98	28	10	66
Sabana. SA	85	85	0	27	100
Bosque secundario La Urbana. BA	37	47	19	15	79
Rastrojo Sarrapia. BT-b	92	160	46	14	58
Madre vieja de bosque inundable. Mv BI-a	17	36	12	2	47
Río. R	38	72	23	6	53
Todo el muestreo	249	287	53	35	87

*Únicos: especies que se encontraron en sólo una muestra. Duplicados: en dos muestras.

Composición y estructura de las comunidades de aves.:

La gran mayoría de las especies de aves capturadas fueron de las familias *Thamnophilidae* (17%) y *Tyrannidae* (12%).

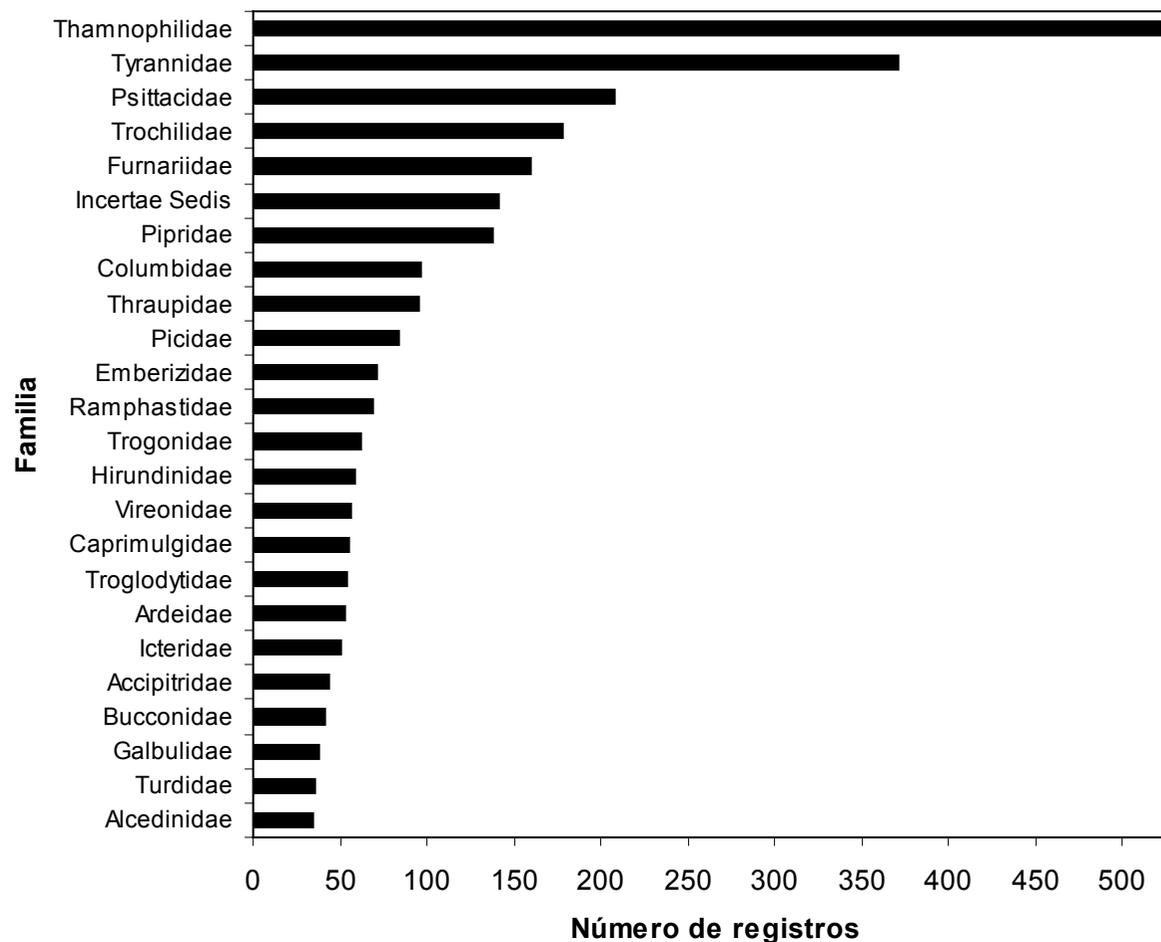
La familia *Thamnophilidae* es conocida como la familia de los hormigueros arbóreos y está muy relacionada con la familia *Formicariidae* que son los hormigueros terrestres (ABO 2000). Los hormigueros se distribuyen desde el sur de México hasta el norte de Argentina y Paraguay, y alcanzan una mayor diversidad y abundancia en las selvas húmedas de la cuenca del Amazonas. Algunas especies son terrestres y difíciles de observar, por lo cual están dentro de las aves menos conocidas de Suramérica. Otras especies

se encuentran desde el suelo hasta el dosel del bosque. Unas pocas especies están asociadas a hormigas, siguen ejércitos de estas y capturan presas que son levantadas al paso de la columna de hormigas (Hilty y Brown 1986). En la selva de Matavén, se capturaron dos especies de hormigueros especialistas en seguir ejércitos de hormigas: el hormiguero rufalbo (*Gymnopithys leucaspis*) y el hormiguero empenachado (*Pithys albifrons*).

Los atrapamoscas (familia Tyrannidae) constituyen la familia más grande de aves en el neotrópico y se distribuyen desde el ártico hasta Tierra del Fuego. En Colombia, se encuentran en todos los hábitat, desde las costas hasta el límite con la nieve, y su comportamiento y apariencia son muy diversos. Generalmente viven en los árboles y capturan insectos mediante vuelos cortos al aire o al follaje. Algunas especies buscan insectos en las hojas o se alimentan de frutas y otras son terrestres (Hilty y Brown 1986).

Las familias más abundantes (con más de 200 registros) fueron los hormigueros, atrapamoscas y loros (Psittacidae). Le siguieron en orden de abundancia la familia de los colibríes (Trochilidae) y horneros (Furnariidae). El quinto lugar en abundancia estuvo constituido por un grupo de siete especies pertenecientes al orden Passeriformes, cuya familia no ha sido establecida con certeza (Figura 5.1).

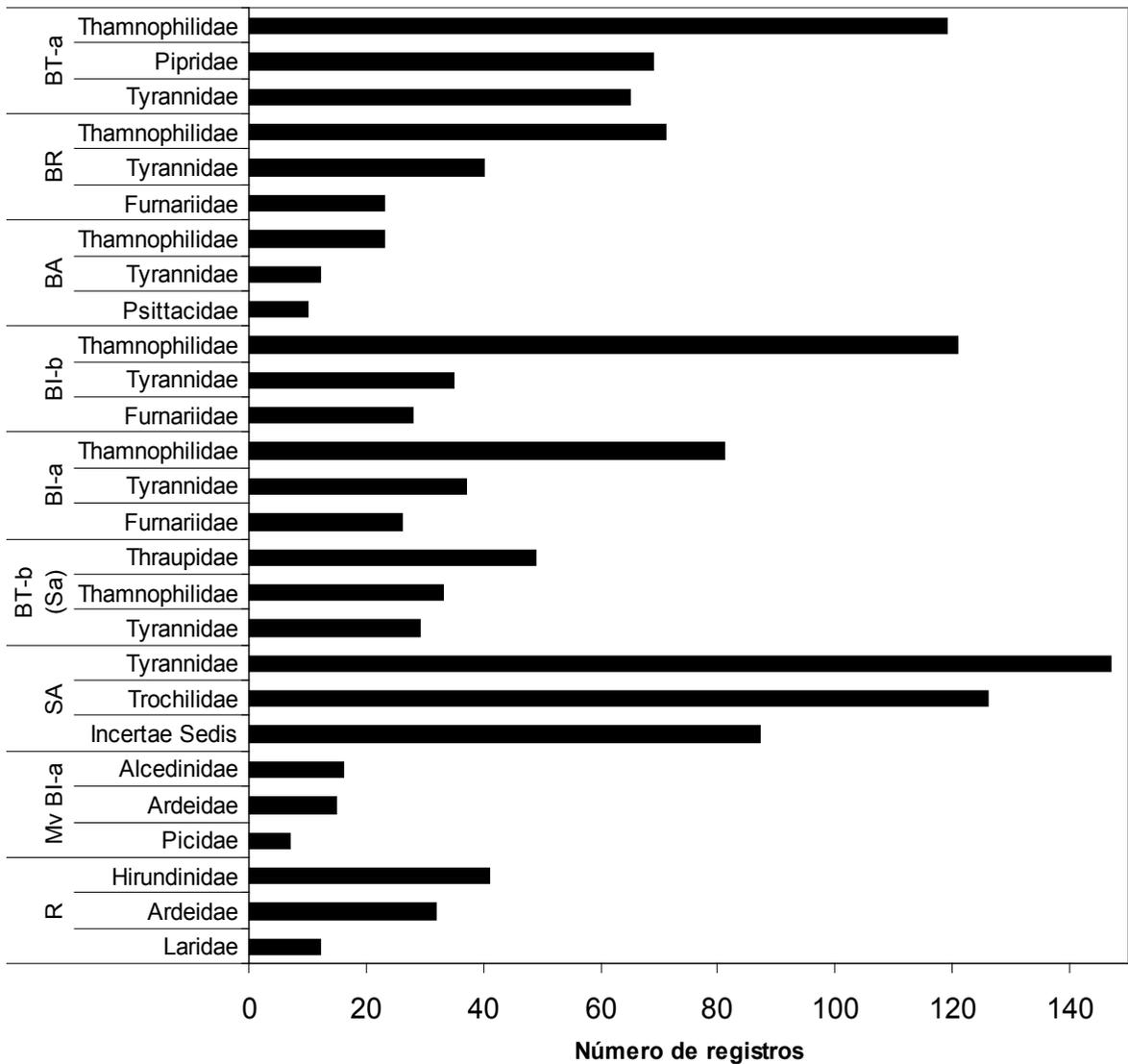
Figura 5.1: Familias de aves con más de 30 registros en Matavén.



En los paisajes boscosos (BT-a, BR, BA, BI-a y BI-b), la familia más abundante (con mayor número de registros) fue la de los hormigueros (Thamnophilidae). En el bosque de tierra firme, la segunda familia más abundante fue la de los saltarines (Pipridae), mientras que en los otros bosques fue la familia de los atrapamoscas (Tyrannidae). En el rastrojo de Sarrapia, la familia más abundante fueron las tángaras (Thraupidae) y en la sabana predominaron los atrapamoscas y colibríes (Trochilidae). En los paisajes

acuáticos, las familias predominantes fueron diferentes a las familias encontradas en el resto de los paisajes; en la madre vieja, los martines pescadores (Alcedinidae) y garzas (Ardeidae) fueron los más abundantes, y en el río, las golondrinas (Hirundinidae) y garzas (Figura 5.2).

Figura 5.2: Familias de aves con mayor número de registros en cada paisaje. BT-a: bosque tierra firme, BR: bosque rocoso, BA: bosque secundario Urbana, BI-b: bosque inundable con sotobosque, BI-a: bosque inundable sin sotobosque, BT-b (SA): rastrojo de Sarrapia, SA: sabana, Mv BI-a: madre vieja de bosque inundable y R: río

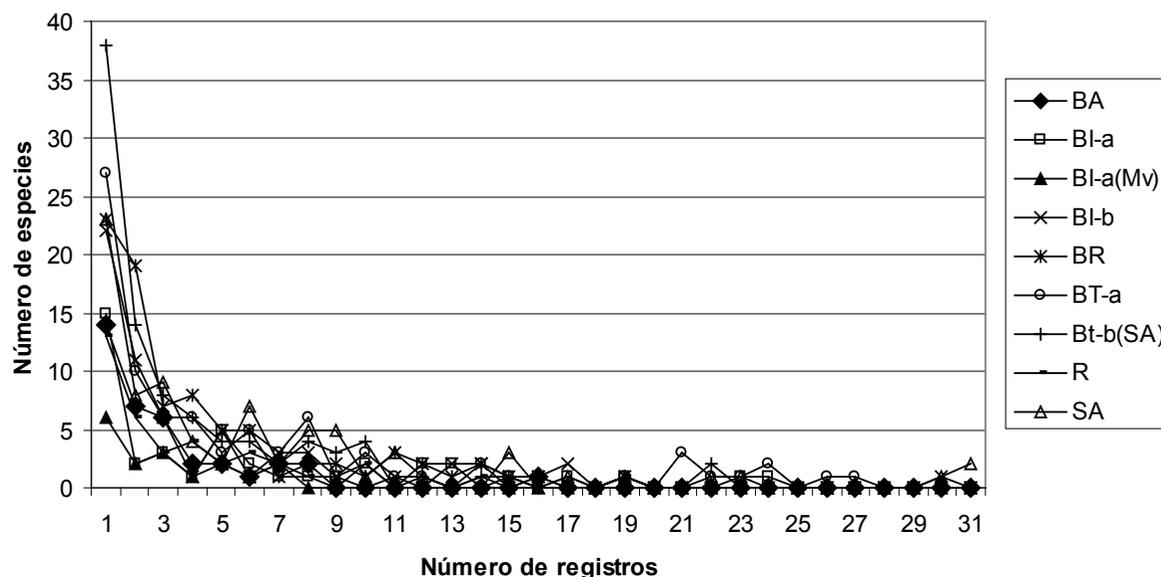


Las comunidades de aves de todos los paisajes están conformadas por unas pocas especies dominantes (con muchos registros) y muchas especies con pocos registros (Figura 5.3). Se registraron 39 especies con un solo individuo y sólo cuatro especies con más de 70 registros. Las especies más abundantes en todo el muestreo fueron: el colibrí coliverde (*Polytmus theresiae*) con 119 registros, el mielero común (*Coereba flaveola*) con 113, el batará amazónico (*Thamnophilus amazonicus*) con 91 y la torcaza morada (*Patagonas cayennensis*) con 73 registros.

Las especies más comunes fueron diferentes en cada paisaje: en la sabana (SA) dominaron el colibrí coliverde y el mielero común. En el bosque de cerro rocoso (BR), el tiranuelo empenachado (*Lophotriccus galeatus*) fue la especie más común. En los dos bosques inundables (BI-a y BI-b) dominó el hormiguero barbinegro (*Hypocnemoides melanopogon*). En el rastrojo de Sarrapia (BT-b (SA)), el asoma sombría (*Ramphocelus carbo*) fue la especie más común, mientras que en el bosque de tierra firme

(BT-a) fue el saltarín enano (*Tyrannetes stolzmanni*) y en el bosque secundario de La Urbana (BA) el batará amazónico. En los paisajes acuáticos dominaron la garza azul (*Egretta caerulea*), en la madre vieja (Mv BI-a) el carpintero real (*Dryocopus lineatus*), y en el río (R) la golondrina aliblanca (*Tachycineta albiventer*).

Figura 5.3: Distribución de las abundancias de registros en las especies. Se muestran las especies con menos de 32 registros. BA: bosque secundario La Urbana, BI-a: bosque inundable sin sotobosque, Mv BI-a: madre vieja de bosque inundable, BI-b: bosque inundable con sotobosque, BR: bosque rocoso, BT-a: bosque tierra firme, BT-b (SA): rastrojo Sarrapia, R: río y SA: sabana



La gran mayoría de las especies registradas en la selva de Matavén (194) utilizan como hábitat principal los bosques tropicales, mientras que las sabanas y matorrales son usados por 29 (12% del total) y los hábitat acuáticos por 26 especies (10% del total). Del total de especies registradas en la selva de Matavén, 62 (25% del total) son especialistas de hábitat, es decir que sólo se encuentran en un hábitat (Stotz *et al.* 1996).

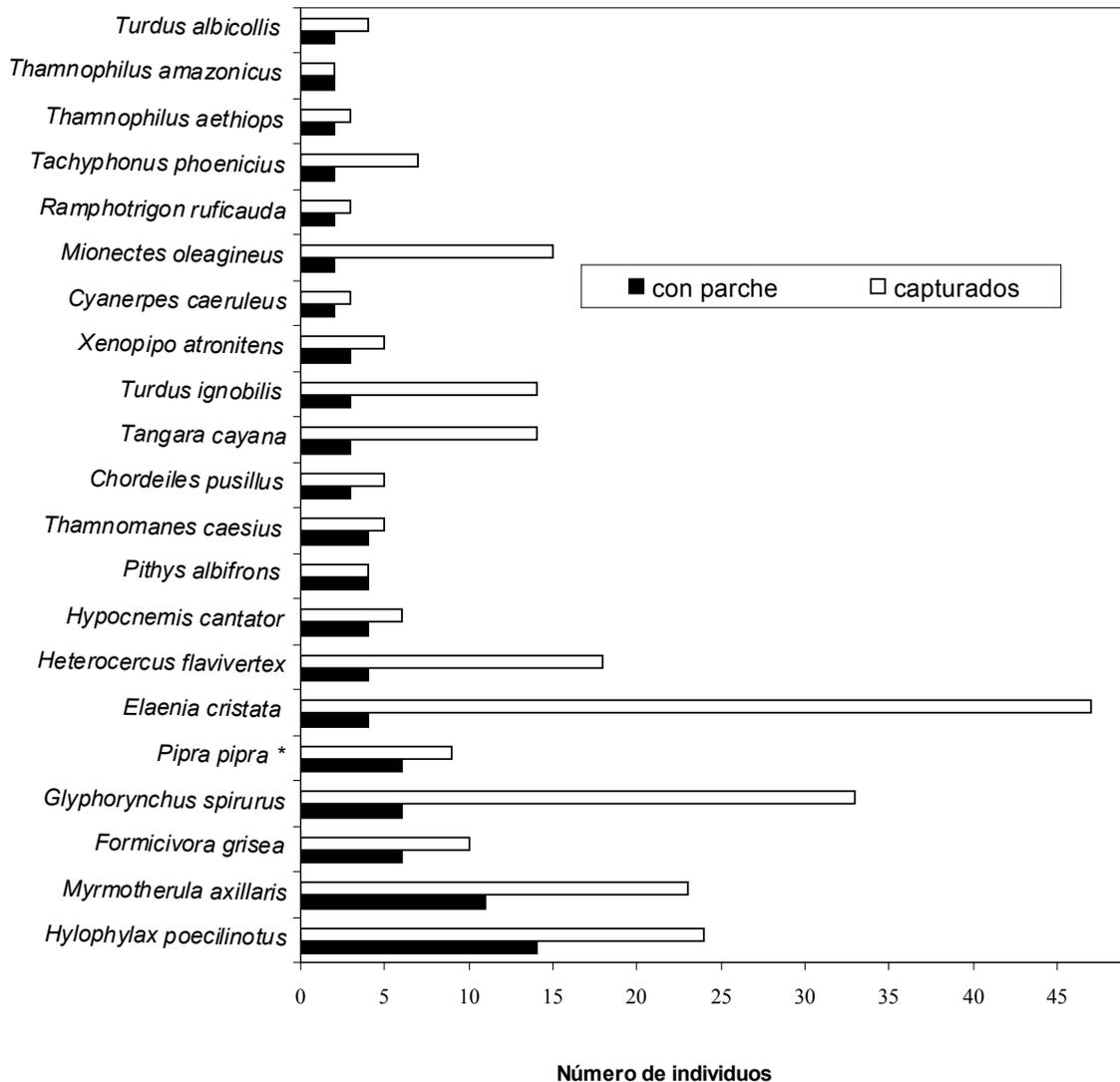
Así mismo la mayoría de especies registradas son residentes. Se registraron solamente ocho especies migratorias. Estas aves se reproducen en Norteamérica y durante el invierno migran a las regiones tropicales. En general las aves migratorias constituyen una porción pequeña de toda la avifauna neotropical y en sus territorios de invierno enfrentan menos riesgos que las especies residentes (Stotz *et al.* 1996).

Las especies migratorias registradas fueron: el atrapamoscas verdoso (*Empidonax virescens*), el zorzal carigris (*Catharus minimus*), la reinita acuática (*Seiurus noveboracensis*), la reinita rayada (*Dendroica striata*), la caica de Wilson (*Gallinago delicada*), el andarríos solitario (*Tringa solitaria*), el andarríos maculado (*Actitis macularius*) y la piranga roja (*Piranga rubra*). Los paisajes en los que se registraron las especies migratorias fueron: los bosques de tierra firme (BT-a) y rocoso (BR), la sabana (S), el rastrojo de Sarrapia (BT-b (SA)) y el río (R).

Durante todo el muestreo se capturaron 43 especies que presentaron parche de incubación, indicando que se encontraban en época reproductiva. Las especies con un mayor número de individuos con parche de incubación fueron el hormiguero escamado (*Hylophylax poecilinotus*) y el hormiguerito flauquiblanco (*Myrmotherula axillaris*) (Figura 5.4)

En el bosque rocoso (BR), el bosque de tierra firme (BT-a) y en Sarrapia (BT-b (SA)), alrededor del 40% de los individuos capturados estaban en época reproductiva, a diferencia de los capturados en los bosques inundables (BI-a y BI-b) y en la sabana (S), donde sólo al alrededor del 20% lo estaban.

Figura 5.4: Especies con más de dos individuos con parche de incubación. Se muestran el número de individuos con parche y capturados por especie. Para *Pipra pipra* se muestran las hembras capturadas y con parche.



Aspectos sobresalientes de algunos registros:

En general, el conocimiento de las aves de esta región del país es escaso. Antes de este estudio, en cercanías a Matavén, sólo se contaba con registros en Puerto Inírida, La Ceiba (Guainía) y Tuparro (Vichada) en Colombia. Debido a la poca información sobre las aves de esta zona del país, se tienen 86 especies con registros novedosos para la zona de estudio; 62 de ellas (Anexo 5.2) no fueron registradas por Hilty & Brown (1986), pero sí por McNish (2007), confirmándose así su presencia en el departamento de Vichada. Las restantes 24 especies presentan registros importantes que se resaltan a continuación:

TAXÓN	COMENTARIO
<i>Tinamus guttatus</i> TINAMIDAE	Especie que según Hilty & Brown (1986) se encuentra en el Vaupés y probablemente su distribución llega hasta el departamento de Guainía. De acuerdo con McNish (2007), esta especie no se encuentra en la Orinoquia colombiana, sin embargo, su vocalización fue escuchada y grabada en el bosque de tierra firme, constituyendo el primer registro de esta especie para la Orinoquia colombiana
<i>Ardea herodias</i> ARDEIDAE	Ampliación de rango. Esta especie sólo estaba registrada para el noreste de Meta y Arauca (Hilty y Brown 1986, McNish 2007). Fue observada varias veces a la orilla del río, con lo que se amplía su rango de distribución y se constituye el primer registro para el departamento del Vichada.

TAXÓN	COMENTARIO
Ictinia plumbea ACCIPITRIDAE	Para Hilty & Brown (1986) la distribución de esta especie en el departamento de Vichada es desconocida y según McNish (2007) sólo se encuentra en Arauca y Meta. Durante este estudio fue observada en el rastrojo de Sarrapia lo que amplía su rango de distribución a esta región de la Orinoquia colombiana.
<i>Micrastur gilvicollis</i> FALCONIDAE	Confirmación de presencia en la Orinoquia colombiana. No es muy conocido y habita los bosques de tierra firme. En Colombia se tienen sólo dos registros, uno en la Sierra de La Macarena y el otro en Mitú. Sin embargo, se conocen reportes de esta rapaz en el lado venezolano del Orinoco y se cree que está más ampliamente distribuida en Colombia (Hilty y Brown 1986). En la selva de Matavén fue capturada en el bosque de tierra firme (BT-a), cuando al intentar cazar un pájaro (<i>Thamnophilus aethiops</i>) que se encontraba en la red, quedó atrapada. Después de haber sido medida y fotografiada, la rapaz huyó.
Odontophorus gujanensis	Ampliación rango de distribución. Especie que sólo estaba registrada desde Guainía hacia el Sur en la Amazonia (Hilty y Brown 1986, McNish 2007). Fue observada en el bosque de tierra firme lo que constituye el primer registro de esta especie en el departamento del Vichada.
Geotrygon montana	Fue capturada y registrada varias veces durante el estudio. Una piel fue colectada como evidencia física de su presencia, comprobando así su registro en el departamento del Vichada y la ampliación de su rango de distribución, ya que sólo se tenía registrada desde Guainía hacia el Sur (Hilty y Brown 1986). Esta especie no fue reportada por McNish (2007)
<i>Polytmus theresiae</i> TROCHILIDAE	Confirmación de presencia en la Orinoquia colombiana. Se distribuye en Vaupés y Guainía y hay registros en el lado venezolano del Orinoco. Su presencia se consideraba presumible en Vichada (Hilty y Brown 1986). Existen registros para la Amazonia pero no para la Orinoquia (Umaña <i>et al.</i> 2009). Habita los bordes de bosque del cinturón arenoso y las sabanas con arbustos dispersos (Hilty y Brown 1986). Esta especie fue la más común en todo el muestreo (119 registros); en la sabana (SA) se registraron 116, en el rastrojo de Sarrapia (BT-b (SA)) dos y en el bosque rocoso (BR) uno.
<i>Monasa morphoeus</i> BUCONIDAE	Primer registro departamento del Vichada. En el Oriente de Colombia se distribuye en el Meta, Vaupés y Guainía (Hilty y Brown 1986, McNish 2007), sin tener registros conocidos en el departamento del Vichada. En la selva de Matavén se registró en el bosque de tierra firme (BT-a); en la sabana (SA), en el rastrojo de Sarrapia (BT-b (SA)) y en el bosque rocoso (BR), confirmando así su presencia en el departamento del Vichada.
<i>Notarchus ordii</i> BUCONIDAE	Confirmación de presencia en la Orinoquia colombiana. Conocido únicamente de la orilla E del río Negro en Venezuela (Hilty y Brown 1986). Según McNish (2007) no había sido registrado para la Orinoquia colombiana. Para Colombia se tiene registro de ella en el PNN Serranía de Chiribiquete (Álvarez <i>et al.</i> 2003). Durante este estudio fue grabada en el bosque de tierra firme, confirmando así su presencia en la Orinoquia colombiana.
<i>Picumnus pumilus</i> PICIDAE	Confirmación de presencia. Es una especie con pocos registros y poco conocida. Se ha registrado en Maipures, Mitú y San José del Guaviare. Se cree que habita en bordes de selva de galería, arbolados de sabana y matorrales (Hilty y Brown 1986). En la selva de Matavén se registraron cuatro individuos, dos en el bosque de La Urbana (BA) y dos en el bosque rocosos (BR).
<i>Xiphorhynchus ocellatus</i> FURNARIIDAE	Primer registro departamento del Vichada. Tres individuos de esta especie fueron capturados y colectados en bosque de tierra firme (BT-a) en la selva de Matavén. Hasta el momento no se conocían registros de esta especie para el departamento del Vichada (Hilty y Brown 1986, McNish 2007).
<i>Dichrozona cincta</i> THAMNOPHILIDAE	Primer registro departamento del Vichada. Especie que hasta el momento sólo había sido registrada desde Meta y Guainía hacia el sur del país (Hilty y Brown 1986), sin contar con registros en el Vichada. Su vocalización fue escuchada y grabada en repetidas ocasiones en en la sabana (SA), el bosque inundable con sotobosque (BI-b) y el bosque de La Urbana (BA).
<i>Thamnophilus cf. tenuipunctatus</i> THAMNOPHILIDAE	Ampliación de distribución altitudinal. Habita en bosques secundarios, bordes de selva con enredaderas y claros enmalezados. Se encuentra principalmente en piedemonte y pendientes bajas. En Colombia se distribuye únicamente en el piedemonte de la cordillera Oriental desde el Catumbo hasta la serranía de La Macarena y Nariño (Hilty y Brown 1986). En la base de datos de aves de la Orinoquia (Umaña <i>et al.</i> 2009), hay siete registros de esta especie en la Macarena. El registro de esta especie en la selva de Matavén constituye una ampliación considerable del rango de distribución. Sin embargo, la identidad taxonómica continúa en estudio pues los ejemplares que se encuentran en colecciones tienen una coloración más pálida que el individuo colectado en la comunidad de Sarrapia. Afortunadamente se cuenta con la grabación del canto y muestras de tejidos que permitirán realizar una determinación taxonómica más precisa. Así se podrá esclarecer si se trata de una nueva especie o de un registro que amplía el rango de distribución de una especie conocida. Esta especie sólo se registró en el rastrojo de Sarrapia.

TAXÓN	COMENTARIO
<i>Myrmeciza disjuncta</i> THAMNOPHILIDAE	Confirmación de presencia en la Orinoquia colombiana. Sólo se había registrado una vez en cercanías a Puerto Inírida (Guainía) (Hilty y Brown 1986). En la selva de Matavén sólo se registró en la sabana. Este constituye el segundo registro para la Orinoquia y el primer espécimen colectado. En Venezuela se ha registrado en el cerro Yapacana, en el alto río Orinoco (Hilty y Brown 1986). El hábitat en que vive es conocido en Venezuela como “monte cerrado”; este es un bosque achaparrado e impenetrable que se desarrolla en suelos de arenas blancas compactas y que se inunda estacionalmente. En la selva del cinturón arenoso, esta especie se encuentra solamente en el monte cerrado; así, su distribución es mucho más restringida de lo que se pensaba, haciéndola una especie más vulnerable que las demás aves de la región (Zimmer 1999).
<i>Myrmotherula ambigua</i> THAMNOPHILIDAE	Confirmación de presencia en la Orinoquia colombiana. Esta especie es conocida únicamente en las selvas de suelos de arenas blancas del alto río Orinoco (Hilty y Brown 1986). Ha sido registrada en el país en la boca de río Guainía y se cree que está en Vaupés debido a un registro en la frontera con Brasil (Hilty y Brown 1986). Se encuentra en el nororiente de Brasil y en el sur de Venezuela, entre el cerro Duida y la confluencia de los ríos Negro y Casiquiare (Hilty y Brown 1986). En la selva de Matavén se registró en el bosque de tierra firme (BT-a) (21 registros) y en el bosque rocoso (BR) (2 registros).
<i>Myrmotherula longipennis</i> THAMNOPHILIDAE	Primer registro departamento del Vichada. Dos individuos de esta especie fueron capturados y colectados en en la selva de Matavén en el bosque de tierra firme (BT-a). Hasta el momento no se conocían registros de esta especie para el departamento del Vichada (Hilty y Brown 1986, McNisch 2007), la cual estaba registrada para el oeste del Caquetá y el sureste de Guainía.
<i>Elaenia cristata</i> TYRANNIDAE	Confirmación de presencia. Se encuentra en Venezuela, Guyanas, Brasil y Perú pero no había sido registrada en Colombia (Hilty y Brown 1986). Está ampliamente distribuida en la región del Orinoco venezolano y presumiblemente se encuentra en Vichada y Guainía (Hilty y Brown 1986). En la Orinoquia se ha registrado en tres lugares: El Tuparro (Vichada), La Ceiba (Guainía) y en Puerto López (Meta) (Umaña <i>et al.</i> 2009). Al parecer es una especie común que ha pasado desapercibida en los muestreos. En la selva de Matavén sólo se registró en la sabana, donde fue muy común (58 registros).
<i>Platyrrinchus platyrhynchos</i> TYRANNIDAE	Confirmación de presencia. Existen pocos registros en Colombia, específicamente en Guainía y Vaupés y probablemente en Vichada (Hilty y Brown 1986). Habita los niveles bajos y abiertos de las selvas del cinturón arenoso. En la selva de Matavén sólo se registró en el bosque de tierra firme.
<i>Attila citriniventris</i> TYRANNIDAE	Confirmación de presencia en la Orinoquia colombiana. Se distribuye en el sur de Venezuela y noroeste de Brasil, Hilty & Brown (1986) afirman que sin duda se encuentra en Colombia en el sureste de Guainía y posiblemente en el este de Vaupés Efectivamente fue registrado en Colombia en el PNN Serranía de Chiribiquete (Álvarez <i>et al.</i> 2003). Su vocalización fue grabada en repetidas ocasiones durante este estudio, en el bosque de tierra firme, confirmando así su presencia en la Orinoquia colombiana.
<i>Rhytipterna immunda</i> TYRANNIDAE	Ampliación de rango de distribución. Sólo se conoce la distribución de esta especie para las bocas del río Guainía y el bajo río Inírida (Hilty y Brown 1986). No fue registrada por McNish (2007) en el libro de aves de la Orinoquia. Por lo que su registro (escuchado y grabado) en la sabana (SA), el bosque inundable sin sotobosque (BI-a) y el de tierra firme (BT-a) amplían su rango de distribución conocida.
<i>Microcerculus marginatus</i> TROGLODYTIDAE	Primer registro departamento del Vichada. Esta especie distribuida desde el W del departamento del Meta y Vaupés hacia el Sur no había sido registrada en el departamento del Vichada (Hilty y Brown 1986, McNish 2007). Fue escuchada y grabada en repetidas ocasiones en el bosque de tierra firme (BT-a), ampliando así su rango de distribución conocida.
<i>Turdus fumigatus</i> / TURDIDAE	Ampliación de rango de distribución. Especie distribuida en el este de los Andes en el departamento de Norte de Santander y el norte del departamento de Arauca (Hilty y Brown 1986). McNish (2007) la reporta como hipotética para el departamento del Vichada. Durante este estudio fue escuchada y grabada varias veces en el bosque de cerro rocoso (BR).
<i>Turdus ignobilis</i> / TURDIDAE	Primer registro departamento del Vichada. Especie que no estaba confirmada para el este de la Orinoquia colombiana (Hilty y Brown 1986, McNish 2007). Fue capturada, observada, grabada y colectada varias veces en la sabana y en el rastrojo de Sarrapia.
<i>Euphonia plumbea</i> THRAUPIDAE	Confirmación de presencia. Considerada como hipotética hasta hace poco pues existía un registro visual en Puerto Inírida en 1978, pero no se colectaron especímenes sino hasta el año 2000, cuando se obtuvo un individuo en la serranía de Chiribiquete. En Venezuela se ha registrado en localidades al occidente del río Orinoco y Negro frente a Colombia (Hilty y Brown 1986). Es común en bordes de selva del cinturón arenoso, especialmente en bordes de grandes masas graníticas emergentes, también en montes de sabana y sabana semiabierta con árboles y arbustos dispersos de noroccidente de Guainía (Hilty y Brown 1986). En la selva de Matavén esta especie se registró en la sabana (SA) (11 registros) y en el bosque inundable sin sotobosque (BI-a) (1 registro); adicionalmente se colectó un solo individuo en la sabana. Este registro y uno en La Ceiba (Guainía) son los únicos para la Orinoquia colombiana.

Diversidad de las comunidades de aves

- Diversidad alfa

El mayor número de especies fue registrado en el rastrojo de Sarrapia (92), a pesar de que en este paisaje se realizó un menor esfuerzo de muestreo (Tabla 5.2); en tanto que el menor correspondió a la madre vieja (17). El bosque de tierra firme (BT-a) y la sabana (SA) fueron los segundos paisajes más ricos (con 85 especies registradas).

La diversidad de especies en un lugar en particular se define por medio de dos conceptos: la riqueza de especies o diversidad alfa (el número de especies) y la equidad (medida de como los individuos se distribuyen entre las especies). A mayor riqueza hay mayor diversidad alfa y a mayor equidad (si las especies están representadas por el mismo número de individuos) hay mayor diversidad (Daniel 1998, Krebs 1999, Magurran 2004).

El índice de Shannon como medida de diversidad, fue mayor a 3,5 en cinco paisajes, llegando a valores muy altos en el bosque rocoso, de tierra firme y rastrojo de Sarrapia, lo que indica la alta diversidad de los mismos. Los paisajes menos diversos fueron: el bosque el inundable sin sotobosque, el bosque de La Urbana, la madre vieja y el río. Es necesario resaltar que los últimos tres paisajes tuvieron un esfuerzo de muestreo menor (Tabla 5.4).

Tabla 5.4: Diversidad alfa de los paisajes caracterizados.

Paisaje	Riqueza (N° especies observadas)	Equidad	Índice Shannon (H')
Bosque de tierra firme. BT-a	85	0,89	3,9
Bosque de cerros rocosos. BR	83	0,92	4,0
Bosque inundable sin sotobosque. BI-a	42	0,88	3,3
Bosque inundable con sotobosque. BI-b	64	0,86	3,6
Sabana. SA	85	0,81	3,6
Rastrojo Sarrapia. BT-b (SA)	92	0,90	4,1
Bosque secundario La Urbana. BA	37	0,91	3,3
Madre vieja de bosque inundable. Mv BI-a	17	0,92	2,6
Río. R	38	0,90	3,3

El análisis de rarefacción mostró que existen diferencias en la diversidad alfa entre los cinco paisajes caracterizados con la metodología estandarizada (BI-a, BI-b, BR, BT-a y SA). El paisaje que presentó la mayor riqueza fue el bosque de cerro (BR), mientras que el menos rico fue el bosque inundable sin sotobosque (BI-a). Los otros paisajes (SA, BT-a y BI-b) mostraron la misma diversidad alfa (Figura 5.5 y 5.6).

La diversidad alfa está asociada a factores ambientales locales y esta determinada por las interacciones entre poblaciones, especialmente la competencia entre especies (Halffter y Moreno 2005). Igualmente, la diversidad de aves está asociada positivamente a una mayor complejidad en la estructura de la vegetación (Karr y Roth 1971). Es por esto que en ambientes pobres estructuralmente como la madre vieja o el bosque inundable sin sotobosque se encontró menor diversidad de aves, lo que puede estar asociado con una estructura de la vegetación más simple que la encontrada en los otros paisajes.

Figura 5.5: Curvas de acumulación de especies de aves y sus intervalos de confianza del 95% en cada paisaje caracterizado con metodología estandarizada. La línea vertical muestra el punto de rarefacción (261).

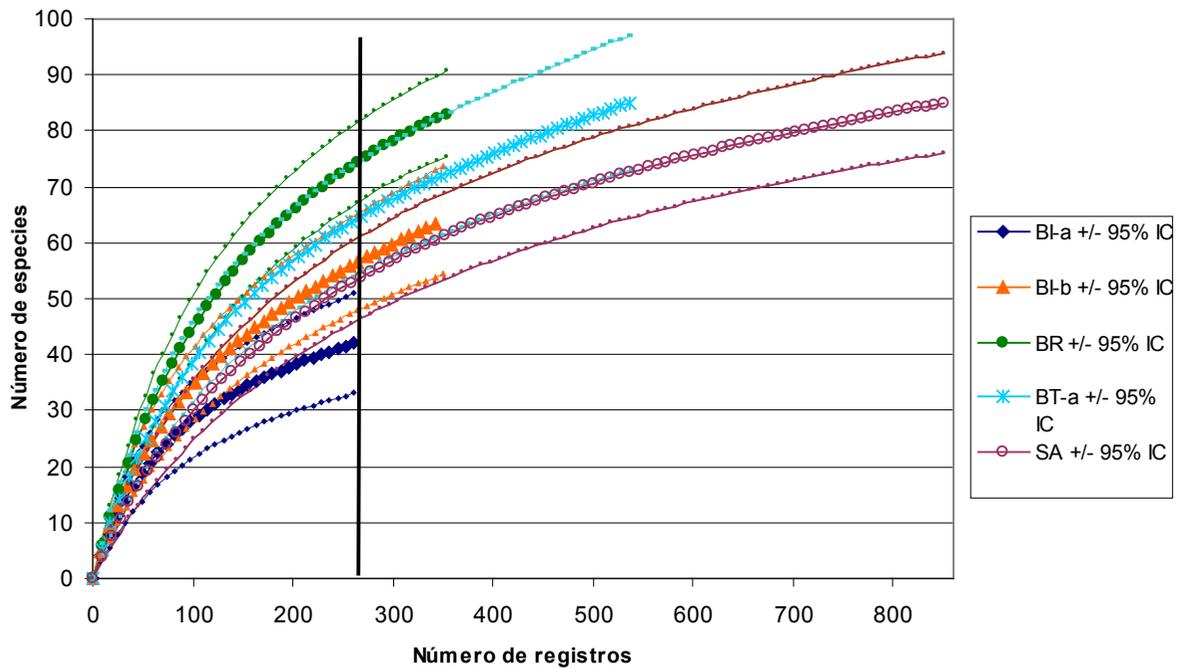
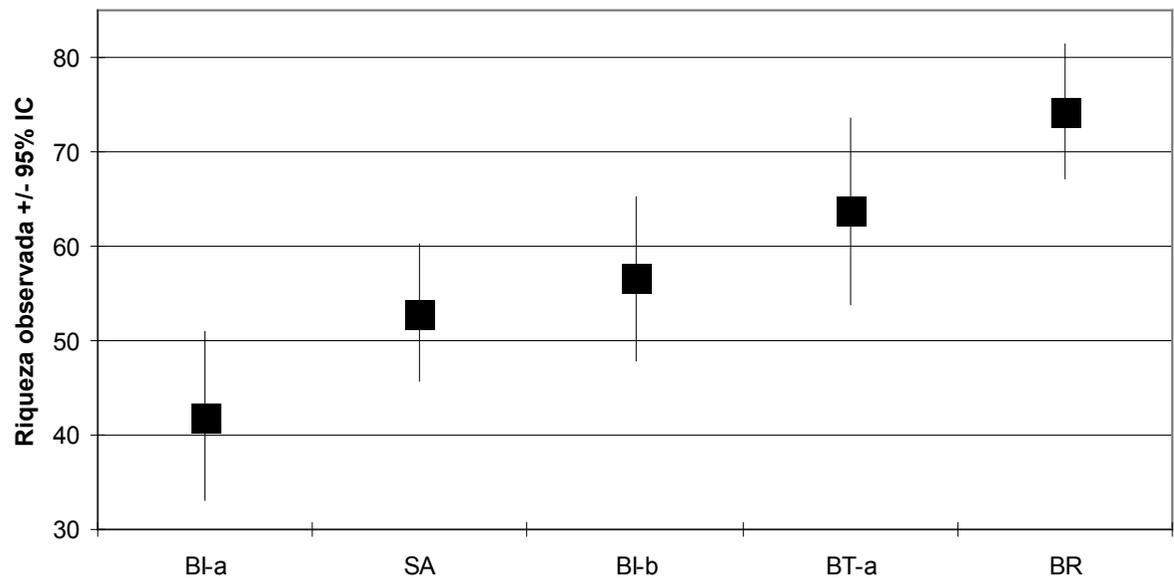


Figura 5.6: Comparación de los valores de riqueza de especies de aves y los intervalos de confianza (95%) en el punto de rarefacción (261 registros), en los paisajes caracterizados con metodología estandarizada. BI-a: bosque inundable sin sotobosque, SA: sabana, BI-b: bosque inundable con sotobosque, BT-a: bosque tierra firme y BR: bosque rocoso.



Las sabanas tropicales, en general, poseen la avifauna menos diversa de todos los hábitat terrestres del neotrópico (Stotz *et al.* 1996). Sin embargo, la sabana caracterizada en la selva de Matavén mostró una diversidad de aves igual a la del bosque de tierra firme y del bosque inundable con sotobosque, por la heterogeneidad de la misma y su asociación con bosques inundables y matas de monte.

Complementariedad de las comunidades de aves (diversidad beta):

Los paisajes en Matavén fueron muy diferentes entre sí y altamente complementarios en cuanto a la composición de especies de las comunidades de aves. Por lo tanto, mostraron altos valores de recambio o diversidad beta (Índice de complementariedad $> 0,5$ y la mayoría muy cercanos a 1) (Tabla 5.5)

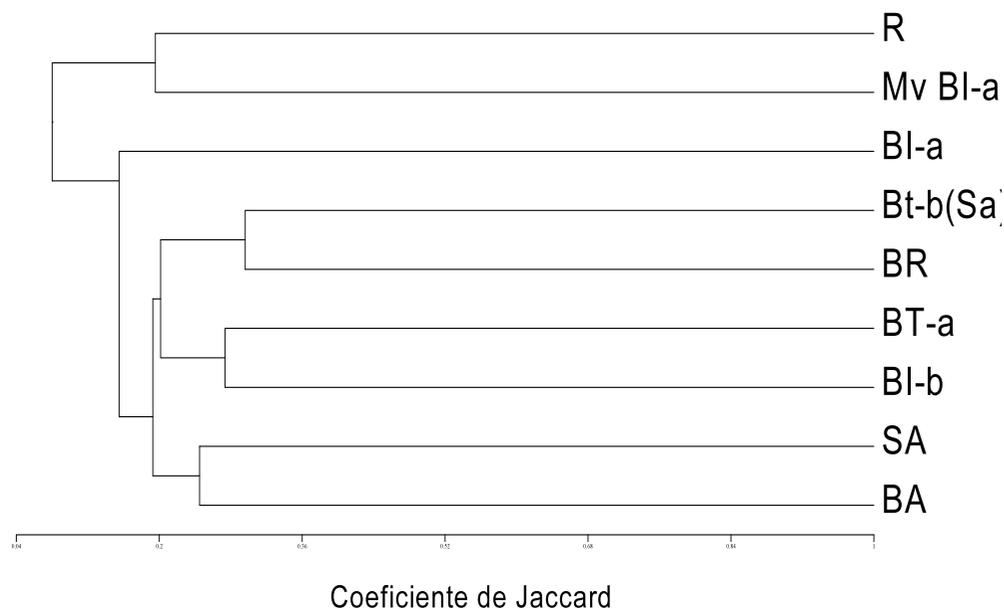
El bosque inundable sin sotobosque (BI-a) contiene la composición de especies más disímil al resto de los paisajes muestreados, presentando los valores más altos del índice de complementariedad (más del 80%). La Sabana (SA) y el bosque de tierra firme (BT-a) también se diferencian en más del 80% de sus especies.

Tabla 5.5: Comparación entre los paisajes caracterizados. En la diagonal se encuentran los valores de la riqueza (número de especie) observada; inferior-izquierda: número de especies compartidas; superior-derecha valores del índice de complementariedad. BI-a: bosque inundable sin sotobosque, BI-b: bosque inundable con sotobosque, BR: bosque rocoso, BT-a: bosque tierra firme y SA: sabana

	BI-a	BI-b	BR	BT-a	SA
BI-a	42	0,78	0,88	0,86	0,85
BI-b	19	64	0,74	0,73	0,75
BR	13	30	83	0,73	0,79
BT-a	16	32	36	85	0,81
SA	17	30	29	27	85

A pesar de poseer comunidades de aves diferentes entre sí, los paisajes se agruparon según sus afinidades que se expresan a través de las especies compartidas. Así, el bosque rocoso (BR) y el rastrojo de Sarrapia (BT-b) fueron los paisajes más similares. El bosque de tierra firme (BT-a) y el inundable con sotobosque (BI-b) constituyeron otro grupo que presentó similitudes; en contraste, el bosque inundable sin sotobosque (BI-a) fue el paisaje más distinto. Por otro lado, la comunidad de aves de la sabana (SA) mostró mayor afinidad a la del bosque secundario de La Urbana (BA). La madre vieja (Mv BI-a) y el río (R) presentaron comunidades similares de aves acuáticas (Figura 5.7)

Figura 5.7: Gráfico de ordenación de los paisajes caracterizados según el índice de similitud de Jaccard. R: río, Mv BI-a: madre vieja de bosque inundable, BI-a: bosque inundable sin sotobosque, BT-b (SA): rastrojo Sarrapia, BR: bosque rocoso, BT-a: bosque tierra firme, BI-b: bosque inundable con sotobosque, SA: sabana y BA: bosque secundario La Urbana.



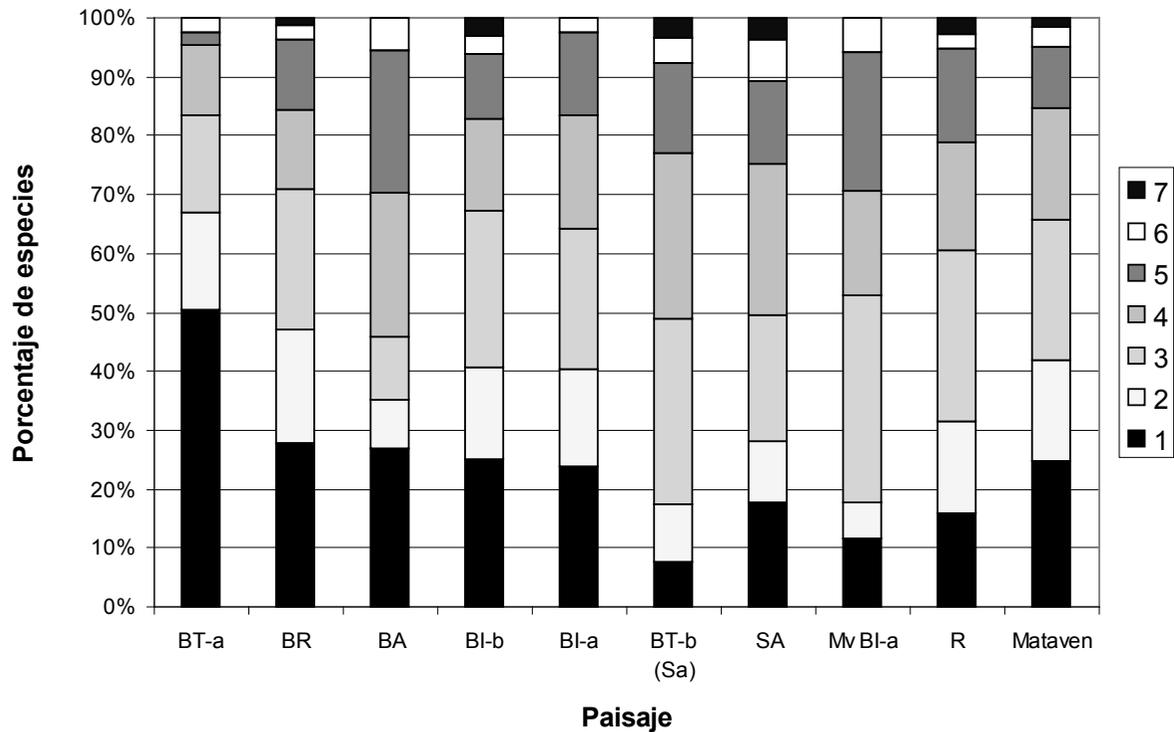
• Criterios ecológicos para determinar prioridades de conservación

- Especificidad en el uso del hábitat. Como se mencionó anteriormente, 25% de las especies registradas en la Selva de Matavén son especialistas de hábitat.

El bosque de tierra firme (BT-a) presentó la comunidad de aves más especialista en el uso del hábitat, pues más de la mitad (51%) de las especies utilizan un sólo hábitat (Figura 5.8). Las comunidades de aves del resto de los bosques (BA, BI-a, BI-b y BR) presentaron comunidades entre el 24 y 28% de especialistas, mientras que en la sabana (S) solamente el 18 % de las especies estuvieron restringidas a un solo hábitat

El resto de los paisajes no boscosos (BT-b, R y Mv BI-a) presentaron comunidades más generalistas (Figura 5.8). Las especies generalistas en el uso del hábitat usualmente viven en los bordes de los bosques, áreas inundables, arbustales, claros de bosques y otros sitios abiertos.

Figura 5.8: Especificidad en el uso del hábitat. Se presentan los porcentajes de especies que usan de 1 a 7 tipos de hábitat. BT-a: bosque tierra firme, BR: bosque rocoso, BA: bosque secundario La Urbana, BI-b: bosque inundable con sotobosque, BI-a: bosque inundable sin sotobosque, BT-b (SA): rastrojo de Sarrapia, SA: sabana, Mv BI-a: madre vieja de bosque inundable y R: río.

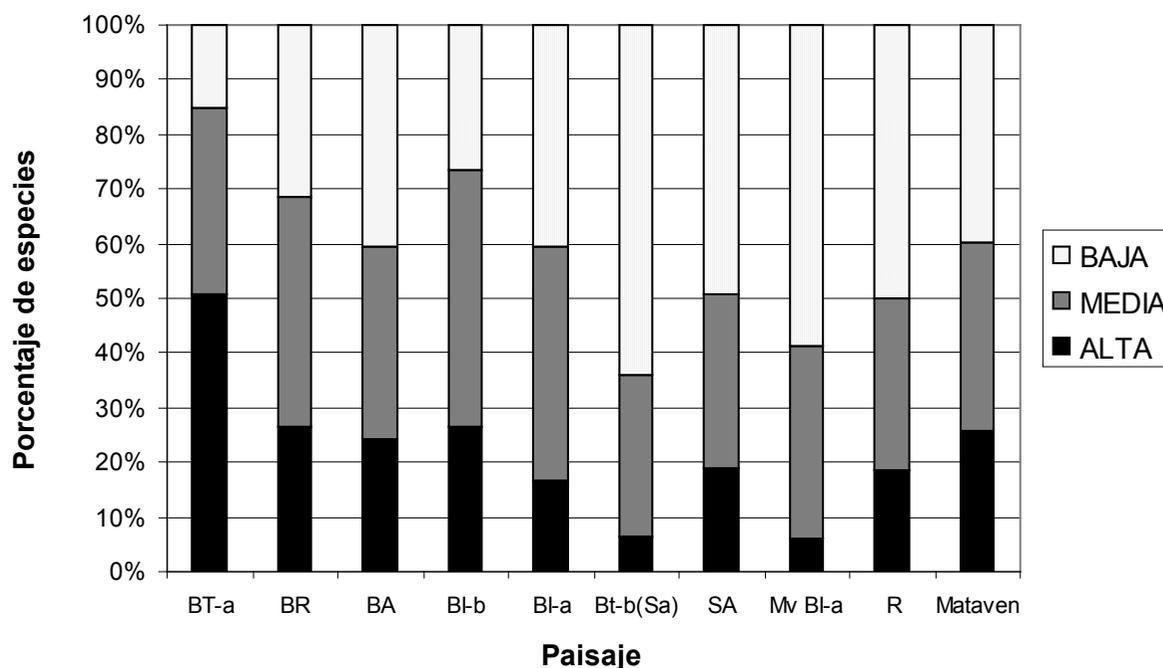


- Sensibilidad a las perturbaciones humanas. La mayoría de las aves registradas en la selva de Matavén tienen sensibilidad media y baja a las perturbaciones (35% y 40% respectivamente), mientras que la minoría presenta alta sensibilidad (26%). En el bosque de tierra firme (BT-a) se encontró la comunidad de aves más sensible a las perturbaciones, mientras que las menos sensibles fueron las de Sarrapia (BT-b) y de la madre vieja (Mv BI-a) (Figura 5.9).
- Especies de distribución restringida. Ninguna de las especies registradas es endémica ni casi endémica del país.

El hormiguero del Yapacana, el carpinterito del Orinoco y el hormiguero barbiamarillo se encuentran restringidos a un área aproximada de 62.000 km² entre Colombia, Venezuela y Brasil. Estas tres especies, junto con otras nueve de rango restringido, habitan una zona de endemismo de aves (EBA por sus siglas en inglés) llamada “selvas de arenas blancas del Orinoco-Negro”, que ha sido identificada como un área prioritaria para la conservación de las aves a nivel mundial (Stattersfield *et al.* 1998). Esta EBA se

extiende desde Puerto Ayacucho a lo largo del río Orinoco y sus tributarios, como el Ventuari (en el sur de Venezuela), Tomo y Vichada (Colombia) y también en los tributarios del río Negro como el Casiquiari (Venezuela), Guainía y Vaupés (Colombia) y el Cauaburi, Xie, Icana, Uapes y Curicuriari (Brasil). La protección de esta EBA se encuentra restringida a la Reserva de la Biosfera del Alto Orinoco-Casiquiare, Reserva Forestal de Río Negro y a varias reservas indígenas en los tres países (Stattersfield *et al.* 1998). La selva de Matavén se encuentra dentro de esta EBA y la conservación de su avifauna contribuye a la conservación a nivel mundial de especies restringidas y probablemente amenazadas.

Figura 5.9: Grado de sensibilidad (alta, media y baja) de las comunidades de aves a los disturbios humanos por paisaje. BT-a: bosque tierra firme, BR: bosque rocoso, BA: bosque secundario La Urbana, BI-b: bosque inundable con sotobosque, BI-a: bosque inundable sin sotobosque, BT-b (SA): rastrojo de Sarrapia, SA: sabana, Mv BI-a: madre vieja de bosque inundable y R: río.



Por otra parte, en la selva de Matavén se registraron 12 especies que se encuentran restringidas al bioma o región zoogeográfica de la Amazonia Norte (AMN) y otras dos especies restringidas al Norte de Suramérica (NSA). Un bioma puede definirse como una comunidad ecológica regional principal caracterizada por formas de vida particulares y especies vegetales propias (BI y CI 2005). En el neotrópico, los biomas se clasifican según la propuesta de Stotz *et al.* (1997) (BI y CI 2005). Las especies restringidas a AMN son: el colibrí ermitaño de pico grande (*Phaethornis malaris*), el jacamar pico de oro (*Galbula albirostris*), el batará ceniciento (*Thamnophilus nigrocinereus*), el pavón nagüirrojo (*Mitu tomentosum*), el saltarín collarero (*Heterocercus flavivertex*), el verderón amazónico (*Hylophilus brunneiceps*), la cotorra pechiblanca (*Pionites melanocephalus*), el tangurú de hombros blancos (*Monasa atra*), la eufonia plumiza (*Euphonia plumbea*), el hormiguerito barbiamarillo (*Myrmotherula ambigua*), el hormiguerito del Yapacana (*Myrmeciza disjuncta*) y el carpinterito del Orinoco (*Picumnus pumilus*). Las especies restringidas al NSA son el atrapamoscas venezolano (*Myiarchus venezuelensis*) y el cuclillo rabicorto (*Coccyzus pumilus*). Estas especies, al encontrarse completamente dentro de un bioma en particular, son de importancia a nivel mundial (BI y CI 2005). Adicionalmente, en la selva de Matavén confluyen los biomas AMN y NSA, lo que hace de esta área una zona de transición zoogeográfica. En estas zonas de transición entran en contacto especies que se encuentran separadas geográficamente, dando como resultado comunidades ecológicas únicas y muy diversas. Por esta razón, su protección es una prioridad (Stotz *et al.* 1996).

- Prioridad de conservación. No se registró ninguna especie que se encuentre bajo alguna categoría de amenaza a la extinción en el país.

Descripción de los paisajes según las comunidades de aves

- En el bosque de tierra firme (BT-a) se registraron 85 especies, de las cuales el 32% fueron exclusivas de este paisaje. Entre ellas se encontraron: seguidores profesionales de hormigas como el hormiguero rufalbo (*Gymnopithys leucaspis*) y el hormiguero empenachado (*Pithys albifrons*) y varias especies que viven en bosques de tierra firme, como el tiranuelo collarejo (*Corythopis torquata*), el halcón ojiblanco (*Micrastur gilvicollis*), el hormiguerito lomicañaño (*Myrmotherula haematonota*), el horasquero gorgiblanco (*Automolus infuscatus*), el pico de pala canelo (*Platyrynchus platyrhynchos*) y el gallito cueillirrojo (*Formicarius colma*). También fueron exclusivos de este bosque los tinamos grande (*Tinamus major*) y gorgiblanco (*Tinamus guttatus*), que son aves robustas, de cuello delgado y cabeza pequeña.

Este bosque se encuentra sobre el caño Cajaro y presenta un dosel de 25 m aproximadamente, un sotobosque denso y mucha hojarasca. El equipo de investigación registró la presencia de jaguares, dantas, venados, zainos, lapas, micos (maiceros y aulladores) y paujiles, lo cual indica junto con la composición de aves encontradas allí que es un bosque que se encuentra en un buen estado de conservación. Sin embargo, se encontraron evidencias de intervención humana y los indígenas comentaron que éste era un rastrojo viejo de 15 a 20 años.

- El bosque de cerro rocoso (BR) se encuentra ubicado sobre el río Orinoco; se caracteriza por tener un dosel de 20-25 m, un sotobosque con palmas de seje y varios árboles en fruto. Los investigadores registraron la presencia de un jaguar y un grupo numeroso de zainos. En este bosque se registraron 83 especies de aves, 14 de las cuales (17%) fueron exclusivas. Este paisaje se caracteriza por tener una diversidad alfa mayor que la del resto de paisajes estudiados. Esto puede estar relacionado con la variedad de tipos de hábitat particulares en este paisaje, y que se asocian con grupos de aves particulares. Algunas áreas están cubiertas por un sotobosque de platanillos en flor donde fueron capturadas tres especies de colibríes: el ermitaño de cuello listado (*Phaethornis rufurumii*), el ermitaño de pico grande (*Phaethornis malaris*) y el zafiro barbablanca (*Hylocharis cyanus*). También se colectó otro colibrí, el coliverde (*Polytmus theresiae*) en una zona abierta de piedra con algunas bromelias y otros arbustos dispersos que se encontraba en cercanías del borde del bosque. En este mismo lugar se colectaron los mieleros patirrojo (*Cyanerpes cyaneus*) y cerúleo (*Cyanerpes caeruleus*). Otro hábitat característico fue las quebradas de piedra dentro del bosque, donde se colectaron la garza del sol (*Eurypyga helias*) y el martín pescador selvático (*Chloroceryle inda*). En este bosque también fue capturado el atrapamoscas real (*Onychorhynchus coronatus*). El macho se caracteriza por tener una cresta roja y la hembra es anaranjada; los dos individuos capturados desplegaron la cresta y al mismo tiempo movían la cabeza de un lado a otro. También se registró la cotinga real (*Cotinga cayana*).
- El bosque secundario de La Urbana (BA) tiene una composición similar al bosque de tierra firme, aunque presenta evidencias de transformación antrópica. Es un gran rastrojo con más de 20 años de abandono. En este paisaje se registraron 37 especies, cinco exclusivas: los bobos picudo (*Notharchus macrorhynchos*) y corbatín (*Bucco macrodactylus*), el dacnis azul (*Dacnis cayana*), el atrapamoscas picudo (*Megarynchus pitangua*) y el tororoi campanero (*Myrmothera campanisona*).
- El bosque inundable con sotobosque (BI-b) se encuentra en la desembocadura del caño Cajaro en el caño Matavén. Posee árboles con raíces que forman una estructura intrincada para la retención de nutrientes; el dosel alcanza los 10 m y en el sotobosque abundan las palmas. El suelo es arenoso y forma zurales amplios. En este bosque se encontraron caños secos con árboles grandes caídos y charcos con agua estancada. Se registraron 64 especies de aves y sólo dos fueron exclusivas: el carpintero cariamarillo (*Piculus flavigula*) y el trepador oliváceo (*Sittasomus griseicapillus*). También se registraron tres especies de martín pescador: el pigmeo (*Chloroceryle aenea*), el chico (*Chloroceryle americana*) y el selvático (*Chloroceryle inda*), los cuales viven en matorrales en arroyos selváticos, várzeas y lagunas de selvas (Hilty y Brown 1986).

- El bosque inundable sin sotobosque (BI-a) se encuentra a orillas del caño Matavén. Es un varizal relativamente seco con una altura de 7-8 m y muy poco sotobosque. La primera estación de muestreo se ubicó en una zona con un dosel de 10 m de árboles secos y separados, sin sotobosque. La segunda estación se localizó en un varizal más denso, de 6 m de altura y con algunas plantas de sotobosque. El interior del bosque era silencioso y de vez en cuando se oían pájaros en el dosel. Dada su menor complejidad estructural, fue el paisaje que presentó la menor diversidad alfa. Se registraron 42 especies, siete de forma exclusiva (17%). Entre ellas, estuvieron los atrapamoscas: carinegro (*Myiarchus tuberculifer*), sepia (*Leptopogon amaurocephalus*), tiranuelo amarillo (*Capsiempis flaveola*) y el atrapamoscas renegrido (*Knipolegus poecilocercus*) que viven en várzeas, selvas bajas, interior de pantanos y bordes de arroyos selváticos o charcas.
- La madre vieja (Mv BI-a) se encuentra rodeada por bosque inundable, que presenta árboles de gran porte y, a diferencia del resto del paisaje, un sotobosque muy denso. Esto puede deberse a que las orillas de la madre vieja están compuestas por sedimentos finos blancos saturados con mucha materia orgánica, dándole la apariencia de barro. En esta madre vieja se concentra un buen número de aves acuáticas, como garzas, martines pescadores, rayadoras, playeros y jacanas. En este paisaje se registraron 17 especies, las cuales fueron observadas también a lo largo del río.
- El rastrojo que se ubica detrás de la comunidad de Sarrapia (BT-b) es una franja de arbustos con algunos árboles emergentes de 10 m donde se encuentran algunas viviendas, la escuela y el cementerio. A continuación de la franja se encuentra una sabana con árboles de chaparro (*Curatela americana*) dispersos que se inunda en el invierno. Este paisaje fue el más rico en especies de aves; se registraron 92 especies, 21 de ellas exclusivas (23%). El batará habado (*Thamnophilus tenuipunctatus*) fue un registro muy importante, pues constituye una ampliación considerable del rango de distribución conocido para la especie. Se obtuvieron 22 registros de esta especie, incluyendo un individuo que fue colectado y varias grabaciones.
- La sabana (SA) se encuentra sobre el caño Cajaro y se caracteriza por tener arbustos dispersos en medio de una sabana abierta. La mayoría de las capturas de aves se presentaron cerca de los arbustos. Además de los parches de arbustos, también se encontraban morichales que crecían sobre zurales y que contenían varias especies de plantas con flores y frutos. En este paisaje se registraron 85 especies, 23 de ellas (27%) de forma exclusiva y se obtuvo la mayor cantidad de registros (851) en todos los paisajes estudiados. Entre las especies se encuentran el atrapamoscas picoplano pechiamarillo (*Tolmomyias flaviventris*), el saltarín negro (*Xenopipo atronitens*), la mirla ollera (*Turdus ignobilis*), el sirirí común (*Tyrannus melancholicus*) y el copetón común (*Zonotrichia capensis*). Estas especies tienen como hábitat los sitios abiertos como las sabanas, los bordes de selvas del cinturón arenoso, los bosques de galería, claros, parques y jardines (Hilty & Brown 1986). El colibrí coliverde (*Polytmus theresiae*) fue la especie más común en todos los muestreo y en este paisaje se registró 116 veces. También fueron comunes el mielero común (*Coereba flaveola*), con 86 registros, y la elaenia crestada (*Elaenia cristata*), con 58. En este paisaje se capturó el hormiguero de Yapacana (*Myrmeciza disjuncta*), registro importante para la zona de estudio como se mencionó anteriormente.
- Los ríos y caños (R) se originan en las planicies y sus aguas negras son pobres en nutrientes. El caño Matavén es un afluente del río Orinoco y los caños Cajaro y Fruta son afluentes del caño Matavén. Las aves registradas en estos ecosistemas acuáticos fueron en su mayoría golondrinas, gaviotas y garzas.

Conclusiones

Con el desarrollo de este trabajo se amplió considerablemente el conocimiento sobre la avifauna de una de las regiones menos conocidas del país y se cuenta con colecciones de pieles, tejidos y grabaciones de vocalizaciones para varias de las especies registradas, que en la mayoría de los casos constituyen las únicas evidencias físicas del registro de estas especies en el área de estudio.

La selva de Matavén es un área de gran importancia para la conservación de las aves a nivel nacional y mundial, pues cumple con varios de los requisitos que han sido identificados para designar estas áreas: se encuentran especies de distribución restringida a zonas biogeográficas (6%), áreas de endemismo (1%), especies especialistas en el uso del hábitat (25%) y especies altamente sensibles a las perturbaciones antrópicas (26%). Así mismo se concentran allí gran cantidad de especies congregatorias y en la época adecuada es posible registrar grandes números de especies migratorias. Adicionalmente, la selva de Matavén se encuentra dentro de un área de endemismo de aves y en la confluencia de dos regiones zoogeográficas.

La diversidad de aves en cada paisaje (diversidad alfa) y su complementariedad (diversidad beta) es muy alta. Los paisajes caracterizados presentaron comunidades de aves muy ricas y diferentes entre sí, lo que tiene implicaciones a la hora de tomar decisiones acerca de la conservación de la zona: no es suficiente conservar algunos paisajes y modificar otros, ya que cada uno es muy particular y diferente y aporta de manera singular a la diversidad de aves de la selva de Matavén.

Recomendaciones

- Ampliar la caracterización biológica para tener información representativa de todo el resguardo: teniendo en cuenta la alta diversidad beta encontrada en el sector oriental del Resguardo Unificado Selva de Matavén, se esperaría que si se estudian otros paisajes de este sector o si se incluyen otras zonas del resguardo, aumente la cantidad de especies de aves y el conocimiento de éstas. Los indígenas pertenecientes a otros sectores del resguardo afirman que las especies encontradas en otras zonas del resguardo son diferentes a las registradas en la zona estudiada. Por lo menos hay dos sectores altamente contrastantes: uno ubicado sobre el río Vichada, donde predominan las sabanas, y otro ubicado sobre el río Guaviare, donde los bosques de tierra firme dominan el paisaje.
- Recopilar el conocimiento que poseen las diferentes comunidades indígenas sobre las aves y en general sobre la biodiversidad presente en cada sector del resguardo: la mayoría de las especies de aves capturadas en las redes no fueron reconocidas por los indígenas que participaron en esta investigación. Sin embargo, algunos aseguran que personas ancianas de su comunidad sí tienen conocimientos sobre las aves. Los estudiantes indígenas que participaron en la capacitación podrían liderar la tarea de recopilar esta información y producir materiales divulgativos y educativos para ser utilizados en las comunidades, principalmente en las escuelas.
- Nominar al resguardo como un Área Importante para la Conservación de las Aves (AICA). Esto sería un reconocimiento internacional a las acciones de conservación que el resguardo está realizando en esta zona. La selva de Matavén sería la segunda AICA del Vichada y conformaría una red con más de 112 áreas en Colombia (Franco y Bravo 2005), y otras 15.000 en el mundo que apoyan el reconocimiento global y el desarrollo de proyectos de conservación para la protección y monitoreo de estas áreas (BI 2007). La nominación es posible ya que se cumple con el criterio A2, es decir que el 33% de las especies restringidas al EBA “selvas de arenas blancas del Orinoco-Negro” se encuentra en la selva de Matavén.
- Finalmente, es recomendable disminuir y limitar las actividades económicas que requieren la modificación de la cobertura de los paisajes para implantar cultivos o ganaderías extensivas. Se deben

preferir las actividades que hacen uso sostenible de los bosques y de los paisajes. La conservación de la cobertura natural (boscosa o de sabana) es la que permite que las especies de fauna, incluidas las aves, se puedan conservar.

Bibliografía

- ABO. 2000. Aves de la sabana de Bogotá. Guía de campo. Asociación Bogotana de Ornitología, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, Colombia. 147 p.
- Álvarez M., Umaña A.M., Mejía G.D., Cajiao J.E., von Hildebrand P. y Gast F. 2003. Aves del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete, Amazonia-Provincia de la Guyana, Colombia *Biota colombiana* 4 (1):46-63.
- BI - BirdLife International. 2007. Conserving biodiversity, improving livelihoods, URL: http://www.birdlife.org/news/news/2007/06/people_and_biodiversity.pdf. *[fecha consulta: 20070615]
- BI - BirdLife International y CI - Conservacion Internacional. 2005. Áreas importantes para la conservación de las aves en los andes tropicales: Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. BirdLife Internacional, Conservacion Internacional. Serie de conservación de BirdLife No.14. Quito, Ecuador.
- Biomap P.d.I.A. 2006. Base de datos Darwin: Proyecto BioMap base de datos de distribución de la avifauna colombiana. Descargado el [20070501]. <http://www.biomap.net>.
- Blake E. 1961. Notes on a collection of birds from northeastern Colombia. *Fieldiana Zoology* 44 (4):25-44.
- Borrero J.I. 1969. Notas sobre aves de la Amazonia y Orinoquia colombianas. *Caldasia* 8 (39):485-514.
- Colwell R.K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 7.5. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- Colwell R.K. y Coddington J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)* (345):101-118.
- Daniel O. 1998. Subsidios al uso del índice de diversidad de Shannon. Congreso latinoamericano IUFRO, 1. Valdivia, Chile.
- Franco A.M. y Bravo G. 2005. Áreas importantes para la conservación de las aves de Colombia. Pp. 117-281. En: BirdLife International y Conservation International. 2005. Áreas importantes para la conservación de las aves en los andes tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Quito, Ecuador. BirdLife Internacional; serie de conservación de BirdLife No.14. 128p.
- Halffter G. y Moreno C.E. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. pp. 5-18 En: Halffter G., Soberón J., Koleff P. y Melic A. (eds.). Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma. SEA. Conabio Conacyt. Diversitas. Zaragoza, España. 5-18 p.
- Hilty S.L. 2003. *Birds of Venezuela*. Second edición. Princeton University Press. Princeton, USA.
- Hilty S.L. y Brown W.L. 1986. *A guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, USA. 836p p.
- Hoyo J., Elliott A. y Sargatal J. 1997. *Handbook of the birds of the world*. Lynx Editions, Birdlife International. Barcelona, España.
- Karr J.R. y Roth R.R. 1971. Vegetation structure and avian diversity in several new world areas *The American Naturalist* 105 (945):423-435.
- Krebs C.J. 1999. *Ecological methodology*. Second edición. Addison-Welsey educational publishers. Inc. Canada. 620 p.
- Magurran A.E. 1998. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University press. Princeton, USA. 179p p.
- Magurran A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell publishing. USA. 256p p.
- McNish T. 2007. *Las aves de los Llanos de la Orinoquia*. Colombo Andina de Impresos S.A. Bogotá, Colombia. 302 p.
- Parker III T.A., Douglas F., Stotz D.F. y Fitzpatrick J.W. 1996. Ecological and distributional databases for Neotropical birds (Diskette). pp. En: Stotz D.F., Douglas F., Fitzpatrick J.W., Parker III T.A. y Moskovits D.K. (eds.). *Neotropical birds: Ecology and conservation*. University of Chicago Press. Chicago, USA.
- Parker T.A., Douglas F., Stotz D.F. y Fitzpatrick J.W. 1996. Ecological and distributional databases for Neotropical birds (Diskette). pp. En: Stotz D.F., Douglas F., Fitzpatrick J.W., Parker III T.A. y Moskovits D.K. (eds.). *Neotropical birds: Ecology and conservation*. University of Chicago Press. Chicago, USA.
- Polanco-Ochoa R. y Yepes-Guzmán A. 2003. Uso de fauna silvestre. Zonificación ambiental e identificación de alternativas productivas sostenibles desde una perspectiva cultural y ambiental en 11 de los 16 resguardos indígenas y en los asentamientos de colonos de la selva Matavén. Informe presentado a Informe final presentado al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH). Bogotá, Colombia. 136p p.

- Remsen Jr J.V., Cadena C.D., Jaramillo A., Nores M., Pacheco J.F., Robbins M.B., Schulenberg T.S., Stiles F.G., Stotz D.F. y Zimmer K.J. 2007. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>
- Renjifo L.M., Franco-Maya A.M., Amaya-Espinel J.D., Kattán G.H. y López-Lanús B., (eds.) 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 562p p.
- Restall R., Rodner C. y Lentino M. 2006a. Birds of Northern South America: An identification guide. Christopher Helm, London & Yale University Press. 880p p.
- Restall R., Rodner C. y Lentino M. 2006b. Birds of Northern South America: An identification guide. Christopher Helm, London & Yale University Press. 656p p.
- Scott S.L., (ed.) 1987. Field guide to the birds of North America. Second ed. National Geographic Society. Washington, USA. 464p p.
- Stattersfield A.J., Crosby M.J., Long A.J. y Wege D.C. 1998. Endemic bird areas of the world. Priorities for biodiversity conservation. BirdLife international.
- Stiles F.G. 1998. Aves endémicas de Colombia. pp. 378-385, 428-432 En: Chaves M.E. y Arango N. (eds.). Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Pnuma, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 378-385, 428-432 p.
- Stotz D.F., Fitzpatrick J.W., Parker III T.A. y Moskovits D.K. 1996. Neotropical birds: Ecology and conservation. University of Chicago Press. Chicago, USA. 502 p.
- Umaña A.M., Murillo J.I. y Restrepo S. 2009. Base de datos de aves de la Orinoquia colombiana: piedemonte orinoquense, sabanas y bosques asociados al norte del río Guaviare. F. consulta 20090313.
- Umaña A.M., Murillo J.I., Restrepo S. y Alvarez M. Aves de la Orinoquia. pp. 56-60 En: Romero M.H., Maldonado-Ocampo J.A., Bogotá-Gregory J.D., Usma J.S., Umaña A.M., Murillo J.I., Restrepo-Calle S., Álvarez M., Palacios-Lozano M.T., María Saralux-Valbuena M.S., Mejía S.L., Aldana-Rodríguez J. y Payán E. (eds.). Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2007-2008: piedemonte orinoquense, sabanas y bosques asociados al norte del río Guaviare. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia. 56-60 p.
- Villarreal H., Álvarez M., Córdoba S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M. y Umaña A.M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Zimmer K.J. 1999. Behavior and vocalizations of the Cura and the Ypacana antbirds. Wilson Bull 111 (2):195-209.

Capítulo 6: Peces





JAVIER A. MALDONADO-OCAMPO
JUAN DAVID BOGOTÁ-GREGORY
FRANCISCO A. VILLA-NAVARRO

Introducción

Importantes avances en el conocimiento de la ictiofauna de la cuenca del río Orinoco se han realizado en años recientes, como resultado de la cooperación entre ictiólogos venezolanos y colombianos (Lasso *et al.* 2004a, 2004b, 2004d, Maldonado-Ocampo 2004). El número actual de especies registradas para la cuenca del Orinoco en la porción colombiana es de 764, siendo la cuenca del río Meta la de mayor riqueza, con 467 especies registradas. Para los principales ríos que drenan el área de la altillanura de la Orinoquia, el número de especies registradas actualmente es de 286 para el río Tomo, 127 el Bitá y 119 para el Vichada (Obs. pers.).

El caño Matavén, que también drena sus aguas en la altillanura de la Orinoquia en el departamento del Vichada, pertenece a lo que preliminarmente, con base los peces, se ha denominado subregión biogeográfica “sabana llanera con afloramiento del Escudo Guayanés” (Lasso *et al.* 2004c). De esta subregión también hacen parte los ríos Bitá, Vichada, Tomo y Tuparro en sus cursos bajos. Los ríos que drenan allí se caracterizan por tener aguas fundamentalmente claras, aunque también se encuentran ríos y quebradas de aguas negras tipo guyanés, pobres en nutrientes (Lasso *et al.* 2004c), lo cual es corroborado para el caño Matavén teniendo en cuenta los datos fisicoquímicos del presente estudio (Anexo 6.1).

No existen estudios previos en cuanto a la ictiofauna del caño Matavén, constituyéndose el presente estudio en la primera aproximación al conocimiento de la misma. Estudios recientes se han llevado a cabo para los ríos Tomo en su curso bajo (Maldonado-Ocampo *et al.* 2006, Maldonado-Ocampo y Bogotá-Gregory 2007) y Bitá (Ortega-Lara 2005), con los cuales el caño Matavén puede tener afinidades ictiofaunísticas como resultado de una historia biogeográfica común. No obstante, esta afirmación debe ser corroborada a través de estudios de biogeografía histórica de peces de agua dulce de la cuenca del río Orinoco.

Métodos

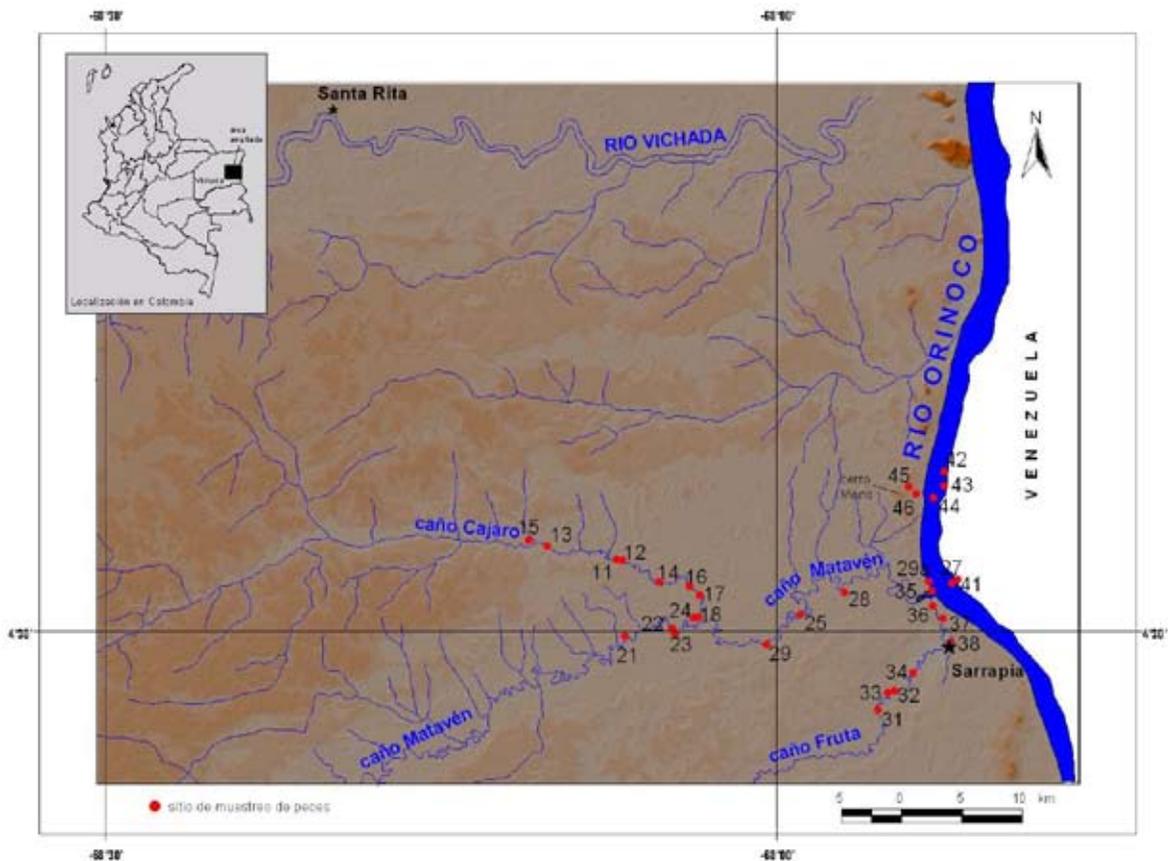
Se establecieron 31 estaciones de colecta en el curso bajo del caño Matavén, abarcando un transecto aproximado de 67,6 km por el cauce principal del caño (Figura 6.1). Las estaciones de colecta se seleccionaron con el fin de abarcar la mayor heterogeneidad de hábitat acuáticos posibles; lo anterior, teniendo en cuenta la gran plasticidad que exhiben los peces en cuanto a su comportamiento y preferencias de hábitat.

A cada estación de colecta se le asignó un código de reconocimiento (ICT + número de estación). Para todas las estaciones se registraron las coordenadas geográficas y la altitud mediante el empleo de un

equipo de geoposicionamiento (GPS). En cada estación de colecta se tomaron los siguientes parámetros físico-químicos del agua: pH, conductividad (μS), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y oxígeno disuelto (mg/L), mediante el empleo de un multiparámetro *Sension TM156 HACH* (Anexo 6.1).

En el trabajo de campo se contó con el apoyo y participación de Hermes Rivera Gaitán, Miguel Garrido García y Luis Carlos Catimay. La colecta del material se realizó empleando diferentes métodos convencionales de pesca: redes agalleras, nasas (consisten en un aro de aluminio y una bolsa que va atada al aro en la cual los peces son capturados; la bolsa varía en el tamaño de ojo de malla), chinchorro, anzuelos y colecta manual. La colecta manual se realizó cada día en cada estación de muestreo durante 45 minutos en troncos con cavidades sumergidos, hábitat predilecto de algunas especies, especialmente las pertenecientes al orden de los Siluriformes. Para la preservación del material en campo y la toma de muestras de tejido en algunos individuos de las especies colectadas, se siguió la metodología descrita por Maldonado-Ocampo *et al.* (2005).

Figura 6.1: Estaciones de colecta de peces en el curso bajo del caño Matavén.



En el laboratorio, el material fue lavado con agua y depositado en frascos de vidrio con alcohol al 70% para su posterior proceso de identificación hasta el mayor nivel taxonómico posible. Una vez identificado el material, se catalogó y depositó en la colección de peces dulceacuícolas del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvHP). Las muestras de tejido colectadas se depositaron en el banco de tejidos del Instituto Humboldt.

El listado de especies sigue la clasificación taxonómica de Reis *et al.* (2003), donde las familias se encuentran en orden sistemático y los géneros y especies de cada familia y subfamilia están listados alfabéticamente. La validez e identificación de todos los géneros y especies citadas se corroboró a través de cuatro fuentes principales: i) Reis *et al.* (2003); ii) Froese & Pauly (2007); iii) consulta con

especialistas; iv) revisiones recientes de grupos específicos: Buckup (1993), Castro-Espinosa (1986), Castro & Vari (2004), Covain & Fisch-Muller (2007), Eigenmann (1912, 1917), Ferraris Jr. *et al.* (2005), Géry (1977), Lasso & Machado-Allison (2000), López-Fernández & Winemiller (2003), Machado-Allison & Fink (1995), Malabarba (2004), Maldonado-Ocampo & Albert (2003), Mees (1974), Retzer (2005), Retzer *et al.* (1999), Schaefer & Provenzano (1993), Taphorn (1992), Toledo-Piza (2000), Vari (1982, 1995), Vari & Ferraris Jr. (2006), Vari & Harold (2001), Vari *et al.* (2005), Weitzman & Cobb (1975) y Zanata & Toledo-Piza (2004).

Existen limitaciones metodológicas que imponen los ecosistemas acuáticos de zonas bajas debido a la gran heterogeneidad espacio temporal, dificultando la estandarización de la unidad de muestreo en peces. Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo para el grupo de peces fue el de disponer de un listado de especies de la parte baja del caño Matavén, siguiendo los lineamientos de un inventario estricto (*sensu* Longino & Colwell 1997). Éste limita el análisis de información que se puede realizar sobre aspectos de la estructura de las comunidades de peces muestreadas (por ejemplo diversidad alfa, beta y gama). De igual forma, debido a que se requirió el empleo de diversos métodos de colecta, dependiendo del hábitat a muestrear, no fue posible estimar la representatividad del muestreo ya que, como se mencionó, no existió estandarización en la unidad de muestreo.

Para estimar el porcentaje que aportó cada método de colecta empleado a la totalidad de las especies colectadas, se realizó una regla de tres en la cual el número de especies colectadas, método de captura se multiplicó por 100 y se dividió por el total de especies capturadas en todo el muestreo.

Resultados y discusión

Se colectaron 7.904 individuos y se registraron 137 especies (Anexo 6.2), agrupadas en ocho órdenes y 28 familias. Los órdenes con mayor representación específica fueron Characiformes (73 spp.), Siluriformes (34 spp.) y Perciformes (21 spp.). Los órdenes restantes presentaron entre cuatro y una especie (Tabla 6.1).

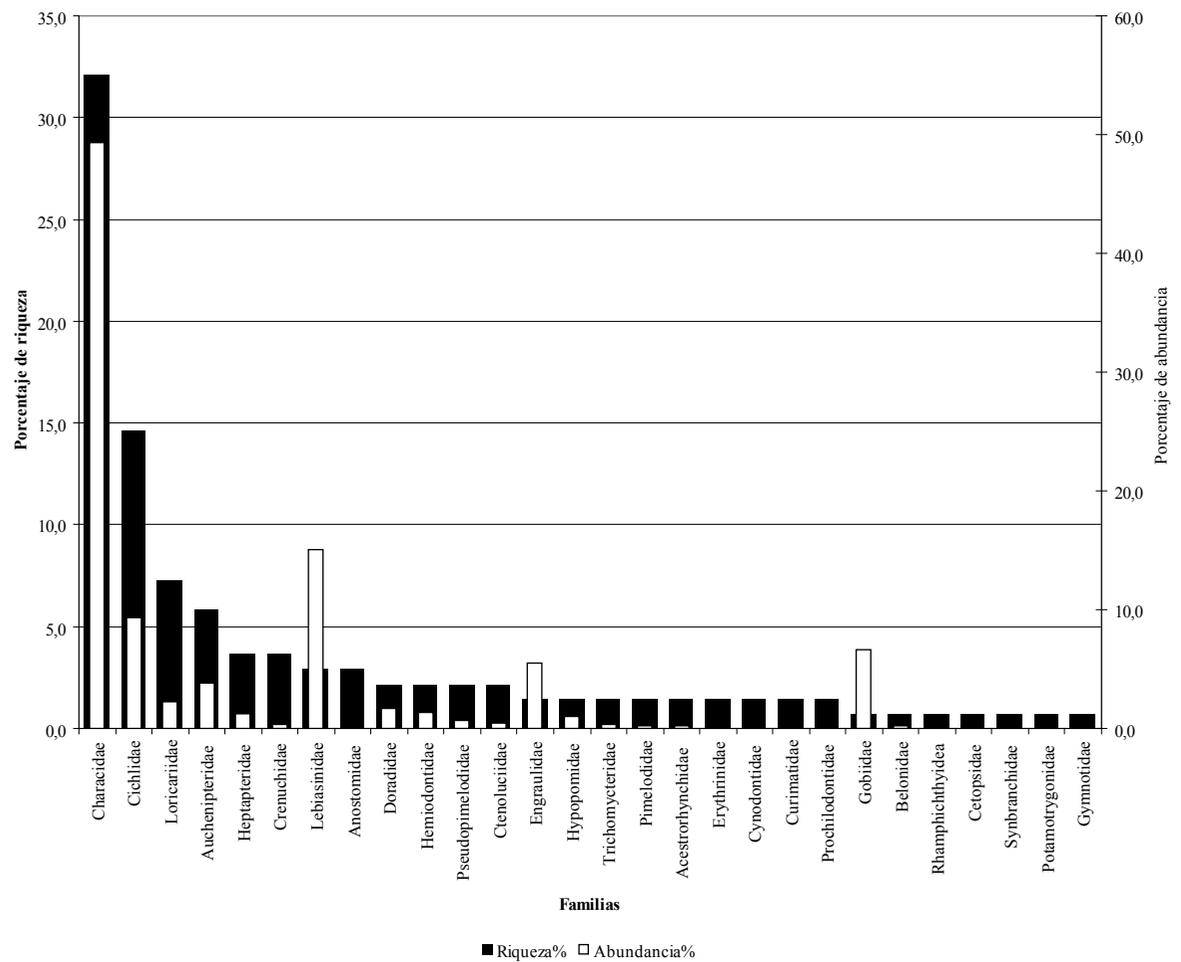
La familia con mayor riqueza fue Characidae (44 spp.), que representa el 32% del total de especies. Le siguen Cichlidae (20 spp.), Loricariidae (10 spp.) y Auchenipteridae (8 spp.). Las restantes 24 familias tienen cinco o menos especies (Figura 6.2). Ocho de las nueve especies son nuevos registros para la Orinoquia colombiana (Anexo 6.2).

Tabla 6.1: Número y porcentaje de familias y especies por orden de peces registrados en el caño Matavén, Vichada.

Órdenes	Número de familias	%	Número de especies	%
Myliobatiformes	1	3,6	1	0,7
Clupeiformes	1	3,6	2	1,5
Characiformes	11	39,3	73	53,3
Siluriformes	8	28,6	34	24,8
Gymnotiformes	3	10,7	4	2,9
Beloniformes	1	3,6	1	0,7
Synbranchiformes	1	3,6	1	0,7
Perciformes	2	7,1	21	15,3
Total	28		137	

En cuanto al número de individuos por familia (abundancia), la familia Characidae presentó la mayor abundancia, seguida de Lebiasinidae, Cichlidae, Gobiidae y Engraulidae (Figura 6.2). Cabe resaltar que el 77% de la abundancia total estuvo representada en 15 especies de las 137 registradas, siendo *Hemigrammus analis* de la familia Characidae y *Nannostomus* sp. de la familia Lebiasinidae las de mayor abundancia (Figura 6.3).

Figura 6.2: Porcentaje de riqueza y abundancia por familias registradas en el caño Matavén, Vichada.

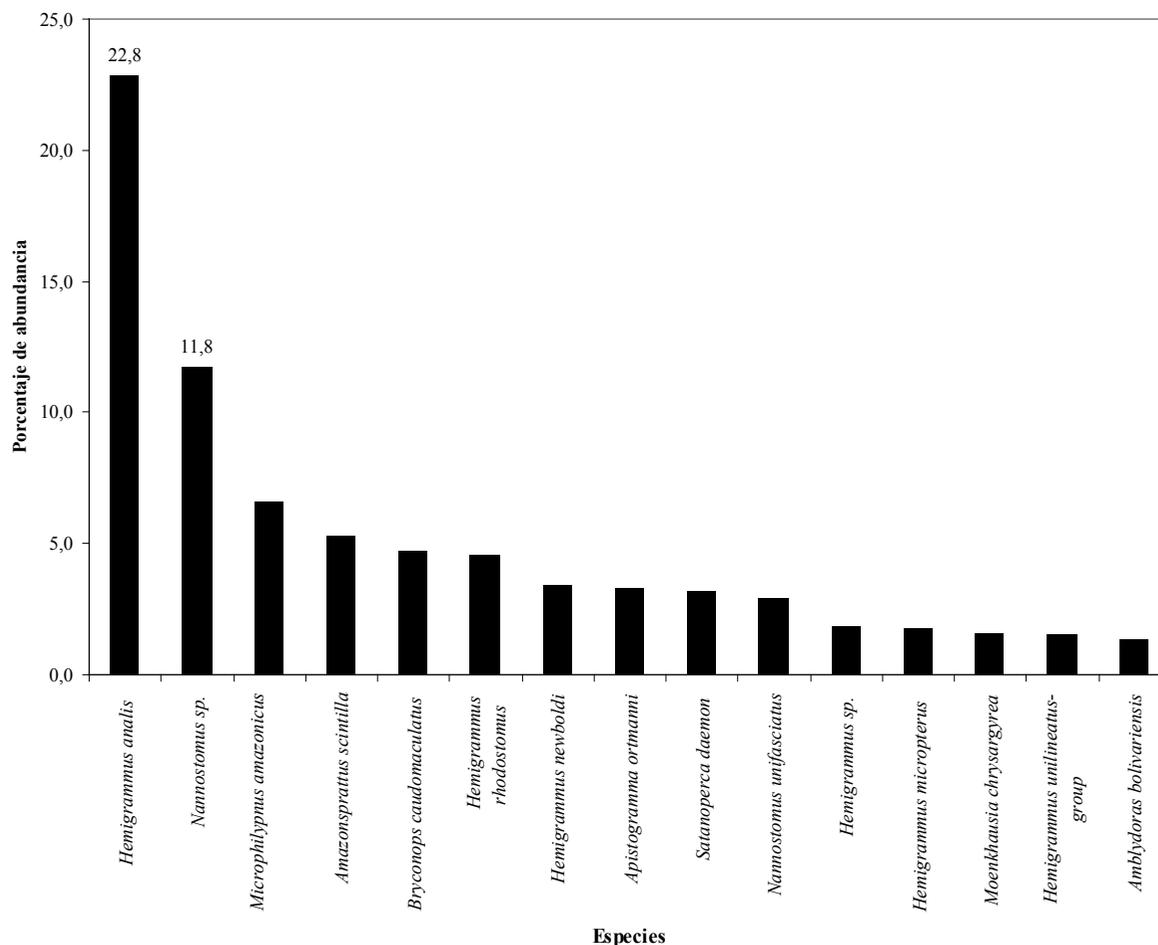


De las 137 especies capturadas, 33 son empleadas con fines de consumo por las comunidades que se encuentran en el caño Matavén, destacándose especies de las familias Prochilodontidae (bocachico), Anostomidae (cabeza de mantecos), Characidae (subfamilia Serrasalminae-pirañas) y Cichlidae (pavones, mataguaros y mojarra). Cincuenta y siete (57) son capturadas para ser comercializadas como peces ornamentales, principalmente de la familia Loricariidae (cuchas y corronchos) y Characidae (tetras y el cardenal) (Anexo 6.2). El cardenal es una de las especies con mayor comercialización a nivel mundial, llegando a participar en el 80% del mercado, y es la de mayor explotación en el área de Puerto Inírida (Guainía), principal centro de acopio de peces ornamentales de la región. A pesar de ser bajo el número de especies capturadas que son utilizadas con fines ornamentales, éste debe ser en realidad mayor en el área de influencia del caño Matavén. Sólo 10 especies son capturadas con ambos fines, consumo y ornamental (Anexo 6.2).

Es importante señalar que de las 137 especies colectadas en el caño Matavén, 82 (60%) igualmente han sido registradas para la cuenca del río Tomo (Maldonado-Ocampo *et al.* 2006), 47 (34%) en el río Bitá y 34 (25%) en el río Vichada (Obs. per.). Este hecho aporta evidencia para reconocer la subregión biogeo-

gráfica denominada “sabana llanera con afloramiento del Escudo Guayanés”, definida por Lasso *et al.* (2004c). No obstante, para determinar si esta subregión realmente constituye una unidad biogeográfica de la cuenca del Orinoco, cuya ictiofauna tiene un origen común, se requiere aún mayor información sobre la composición de la ictiofauna de las cuencas (Bita, Tomo, Tuparro, Vichada, caño Matavén), y estudios filogenéticos de los diversos grupos de peces. A la fecha, sólo se han realizado inventarios ícticos hacia las partes bajas de las mismas. La ictiofauna de sus cabeceras puede albergar un alto porcentaje de endemismos y de esta manera influir en la forma como se relacionan entre ellas y con las demás cuencas del Orinoco.

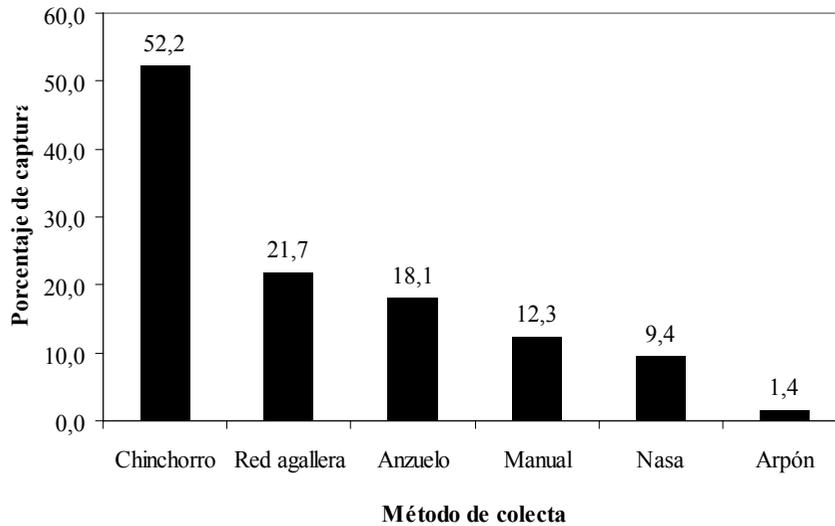
Figura 6.3: Porcentaje de abundancia de las 15 especies con mayor número de individuos respecto al total de individuos colectados en el caño Matavén, Vichada.



Métodos de colecta

Como ya ha sido señalado en inventarios ícticos en la altillanura de la Orinoquia (Maldonado-Ocampo 2001, Maldonado-Ocampo y Bogotá-Gregory 2007), existe gran diferencia en cuanto a las capturas de especies según el método de colecta que se utilice, como consecuencia de la selectividad de las especies por el hábitat según la época climática en que se realice la colecta. Para el caso de las capturas realizadas en el caño Matavén, de nuevo, el método de colecta más efectivo y menos selectivo para la captura de especies en la época de aguas bajas en la región fue el chinchorro (Figura 6.4).

Figura 6.4: Porcentaje de especies capturadas por método de colecta en el caño Matavén, Vichada.



Algunos aspectos de la actividad pesquera en el área del resguardo selva de Matavén

El área del resguardo indígena de la selva de Matavén constituye el límite entre los ecosistemas de sabanas de la Orinoquia y las primeras selvas amazónicas colombianas, como fue señalado por Hernández-Camacho *et al.* (1992). Este carácter transitorio provee un mosaico de recursos naturales a las comunidades que allí habitan, los cuales son explotados con diversos fines y diversas formas dependiendo del área dentro del resguardo donde se encuentren y la etnia que hace uso de ellos.

Los habitantes del resguardo selva de Matavén se han adaptado a la oferta que les brinda la naturaleza. Es así como las comunidades que se encuentran en el sector norte sobre el río Vichada, por ejemplo, basan la elaboración de sus artesanías en las fibras (moriche y cumare) y diversos bejucos. Por el contrario, las comunidades del sur del resguardo, que se ubican sobre las márgenes del bajo río Guaviare, basan su artesanía en el barro que extraen del río en la estación de aguas bajas (Obs. per.).

Lo anterior es un ejemplo claro del proceso de adaptación. La artesanía se puede emplear como indicador de la transformación cultural de los pobladores de estos resguardos, y como estos se han adaptado a las nuevas condiciones que les impone el medio que los rodea, de las sabanas a las selvas. En este mismo sentido, la explotación de los recursos pesqueros tiene igual cantidad de matices, y depende en gran medida de la oferta íctica de los ríos y caños que drenan el área del resguardo, siendo los más representativos los ríos Vichada, Orinoco y Guaviare, y el caño Matavén. Las características fisicoquímicas de estos cuerpos de agua, su origen y los suelos por donde drenan, son factores determinantes para la cantidad y diversidad de especies ícticas que son explotadas con algún propósito (pesca ornamental, autoconsumo o pesca comercial), por los pobladores del resguardo.

El caño Matavén es una fuente importante de especies con gran demanda en el comercio de ornamentales, como aquellas denominadas tetras (varias especies de la familia Characidae), lápices (familia Lebiasinidae), cuchas o corronchos (varias especies de la familia Loricariidae), juan viejos y escalares (familia Cichlidae). Como se pudo observar, varias especies pertenecientes a estas familias fueron las más abundantes en el presente estudio (Figura 6.3).

Los dos principales métodos de colecta empleados por los pescadores de peces ornamentales de las comunidades asentadas en el caño Matavén, así como en el Orinoco y Vichada, son el denominado chinchorro de variedad y el buceo con careta, éste último para la colecta manual de peces de la familia Loricariidae (cuchas o corronchos). El chinchorro de variedad es el mismo chinchorro empleado en este estudio y que arrojó el mayor número de especies entre los métodos empleados (Figura 6.4).

En términos generales se puede mencionar que la pesca de peces ornamentales con fines comerciales se concentra en los ríos Vichada y Orinoco y el caño Matavén, siendo este último de reconocimiento local para esta actividad. De hecho, la boca del caño Matavén es un punto de acopio de peces ornamentales de especies capturadas en el caño y en los ríos mencionados. De allí son transportadas hacia Puerto Inárida, donde continúa la cadena de comercialización hacia el interior del país y el extranjero.

Contrario a lo que sucede con la pesca de ornamentales, en el caño Matavén la pesca comercial de peces de consumo no existe, ya que no se encuentran allí especies de interés con estos fines, ni las condiciones para el almacenamiento del producto pesquero (cuartos fríos o neveras). La pesca desarrollada es netamente para autoconsumo sobre especies como los pavones (varias especies de *Cichla* spp.) y pirañas (*Serrasalmus* spp. y *Pygocentrus* spp.) (Anexo 6.2).

Todo lo contrario sucede en los resguardos ubicados en la parte baja del río Guaviare, donde la pesca comercial de peces de consumo ha sido siempre una actividad preponderante. No obstante, debido al conflicto armado que se presenta en el área desde hace ya varios años, dicha actividad se ha visto afectada, aún cuando la oferta del recurso es alta. El río Guaviare es el primer gran afluente de aguas blancas del río Orinoco proveniente de la cordillera de los Andes, con alta productividad en sus aguas, y favorece la actividad de pesca comercial de consumo a lo largo de su cuenca.

Al igual que con la actividad artesanal, la actividad pesquera al interior del resguardo de la selva de Matavén es un indicador de transformación cultural en las comunidades. Mientras las comunidades localizadas sobre el río Vichada se localizan especialmente lejos del río, y su actividad pesquera es menos intensa y se centra en comercialización de peces ornamentales y pesca para autoconsumo, las comunidades localizadas a orillas del río Orinoco, caño Matavén y río Guaviare son pescadoras y se dedican a la captura de especies ornamentales y comerciales para consumo.

Por último, lo anterior también se evidencia en los métodos de pesca empleados en los diferentes sectores y ríos. Existe una mayor presencia y manejo de artes de pesca como redes agalleras o de ahorque de grandes dimensiones y de gran impacto sobre el recurso (por ejemplo malla rodada), empleadas para la pesca comercial de especies de consumo en las comunidades del río Guaviare. Por el contrario, existe un mayor empleo de chinchorros de variedad en las comunidades del caño Matavén, ríos Orinoco y Vichada que se dedican a la pesca de peces ornamentales.

Conclusiones

- El presente estudio de la ictiofauna del caño Matavén es el primero en realizarse en este cuerpo de agua, estratégico para comprender las relaciones de la ictiofauna de las principales cuencas que drenan la altillanura de la Orinoquia colombiana (ríos Bitá, Tomo, Tuparro y Vichada). El número de especies registradas, 137, lo posiciona como el segundo cuerpo de agua hasta la fecha, con mayor diversidad íctica en dicha región: río Bitá (127 spp.), río Tomo (286 spp.), río Tuparro (sin datos) y río Vichada (119 spp.).
- Se capturaron ocho especies previamente no registradas para la región de la Orinoquia colombiana: *Bryconops magoi*, *Acestridium dichromum*, *Dekeyseria brachyura*, *Auchenipterichthys punctatus*, *Liosomadoras oncinus*, *Trachycorystes trachycorystes*, *Apistogramma ortmanni* y *Mesonauta* aff. *mirificus*.
- El patrón de diversidad encontrado es el registrado para estudios de peces de zonas bajas de la región neotropical, donde los órdenes dominantes son los Characiformes, Siluriformes y Perciformes. Igualmente, la familia Characidae es la dominante en cuanto a riqueza de especies y abundancia. Es importante señalar que el 77% de la abundancia total capturada está representada sólo en 15 (10,9%) especies de las 137 registradas, sobresaliendo *Hemigrammus analis* con 23% del total de los individuos capturados.

- De las 137 especies registradas, 64 son empleadas por las comunidades locales con fines de autoconsumo (por ejemplo bocachico, pavones, cabeza de mantecos, pirañas, mataguaros), 33 para comercializarlas como peces de consumo y 57 como especies comerciales ornamentales (tetas, cardenal, cuchas, juan viejos y escalares). No obstante, se conoce que la cantidad de especies capturadas en el área como ornamentales es mayor. Sólo 10 especies son empleadas con ambos fines, consumo y ornamental.
- Con base en la composición de especies capturadas, se puede decir preliminarmente que la ictiofauna del caño Matavén hace parte de la ictiofauna de la subregión biogeográfica denominada “sabana llanera con afloramiento del Escudo Guayanés” de la cuenca del Orinoco. No obstante, se requiere de mayor información en cuanto a la ictiofauna de todos los cuerpos de agua que están incluidas en dicha subregión, hipótesis filogenéticas de grupos de especies y análisis de biogeografía histórica para definir claramente si ésta realmente constituye una unidad biogeográfica de la cuenca del río Orinoco.
- Se comprueba una vez más que el método de colecta “chinchorro” es el más adecuado para realizar inventarios icticos, cuyo objetivo se base en coleccionar el mayor número de especies en este tipo de ecosistemas de la Orinoquia colombiana en el periodo de aguas bajas, debido a su menor selectividad.
- Al interior del resguardo de la selva de Matavén es evidente una sectorización en la actividad pesquera, condicionada por las características fisicoquímicas de los cuerpos de agua, su origen y los suelos por donde drenan, factores determinantes para la cantidad y diversidad de especies icticas con potencial pesquero. La captura de especies con fines de comercialización ornamental se centra en el río Vichada, Orinoco y caño Matavén, especialmente en los dos últimos, siendo el caño Matavén el primer centro de acopio de peces en el área, para posteriormente seguir la cadena de comercialización hacia Puerto Inírida, y de allí al interior del país y el extranjero. Por el contrario, la pesca de peces de consumo con fines comerciales es restringida en su mayor parte a las comunidades asentadas en la parte baja del río Guaviare, aunque la misma ha sido muy limitada desde finales de la década de los noventa debido al conflicto arman en la región. La pesca de peces de consumo en el caño Matavén es básicamente para suplir las necesidades de proteína animal de las comunidades allí asentadas.
- La actividad pesquera al interior del Resguardo Unificado Selva de Matavén es un ejemplo adicional e indicador de transformación cultural que las comunidades allí han desarrollado frente a los recursos que les brinda la naturaleza para su supervivencia: Desde la relación que existe entre la distancia a la cual se establecen las comunidades de los cuerpos de agua, hasta la adopción y dominio de artes de pesca ajenos a su cultura, como redes agalleras, chinchorro de variedad y careta para buceo.

Recomendaciones

- Se requiere continuar con la exploración ictica a lo largo del caño Matavén y sus diversos afluentes, con el fin de obtener un panorama más detallado de la composición de especies y tener un mejor entendimiento de su relación con otros cuerpos de agua de la cuenca del Orinoco.
- Es necesario desarrollar inventarios a lo largo del ciclo hidrológico que ayuden a determinar la dinámica espacio-temporal de la comunidad de peces del caño Matavén.
- Como se pudo observar, la pesca de peces ornamentales en el área del caño Matavén es una actividad promisoriosa como alternativa productiva para las comunidades ejercen dicha actividad. No obstante, es necesario realizar una aproximación integral al estado actual de esos recursos que permita establecer la viabilidad de esta alternativa. Una opción sería mediante el análisis del sistema de producción, el cual debe enmarcarse dentro de tres etapas: diagnóstico, diseño y experimentación. El análisis

de sistemas de producción cumple un papel fundamental dentro del proceso de planificación territorial, entendiendo este último como el proceso de evaluación del potencial biofísico, tecnológico, social, económico, cultural, y político de un país, una región o un área en particular, con el fin de seleccionar formas óptimas de uso de la tierra (Andrade 1992, Andrade y González 1996).

- Actualmente existen diversos sistemas de producción que están poniendo en peligro la diversidad socio-ambiental del área de Matavén. Entre ellos se destacan la ganadería, cultivos ilícitos entre otros. Estas actividades antrópicas son de gran impacto sobre todos los elementos del paisaje (por ejemplo deforestación, sabanización, contaminación de recursos hídricos, pérdida de nutrientes de los suelos, desplazamiento de fauna), ya que implican la implementación de técnicas y/o prácticas de uso del territorio ajenas y que van en contra de la dinámica natural de los ecosistemas que se distribuyen en esta área.
- La implementación de sistemas de pesca ajenos en un territorio, influye en gran medida en el proceso de aculturación de los sistemas de producción tradicionales, conllevando a un desequilibrio que puede no garantizar la sustentabilidad de esa práctica a largo plazo dentro de un territorio. El desarraigo cultural es una de las grandes amenazas para la pérdida de esos sistemas de producción tradicional.
- Finalmente, es notable que las comunidades indígenas que se asientan en la selva de Matavén sean las directamente afectadas, lo cual es evidente en la pérdida de recursos naturales que forman parte importante de su cotidianidad y de su cultura (recursos alimenticios, artesanales y actividades como la caza y la pesca).

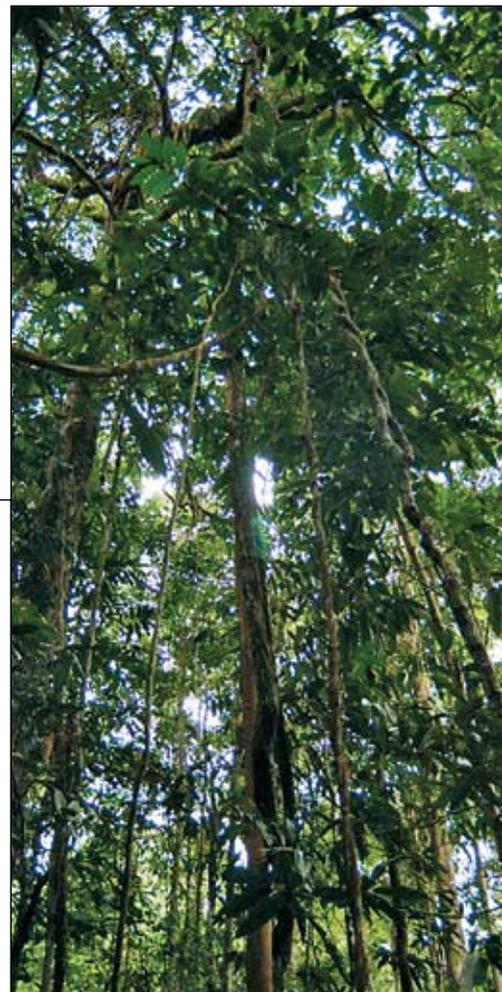
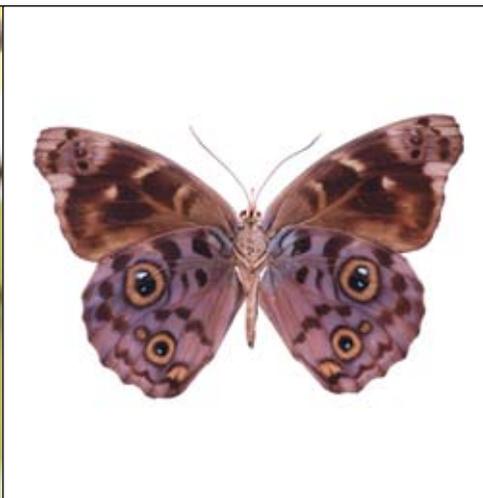
Literatura citada

- Andrade A. 1992. Base para el estudio y diagnóstico preliminar de los sistemas de producción en la Amazonia colombiana. En: Andrade G., Hurtado A. y Torres R. (eds.). 1992. Amazonia colombiana: diversidad y conflicto. CEGA-Colciencias. Bogotá, Colombia.
- Andrade A. y González A. 1996. Aspectos conceptuales y metodológicos para el diseño de bases de datos utilizados en el análisis de sistemas de producción. *Revista del proyecto SIG-PAF* 3 (10-11):88-166.
- Buckup P.A. 1993. Review of the characidiin fishes (Teleostei: Characiformes), with descriptions of four new genera and ten new species. *Ichthyol. Explor. Freshwat.* 4(2): 97-154.
- Castro-Espinosa D.M. 1986. Los bagres de la subfamilia Sorubiminae de la Orinoquia y Amazonia colombiana (Siluriformes – Pimelodidae). *Boletín Ecotrópica* 13:1-40.
- Castro R.M.C. & Vari R.P. 2004. The South American Characiform family Prochilodontidae (Ostariophysi: Characiformes): A phylogenetic and revisionary study. *Smithsonian Contributions to Zoology* 622:1-189.
- Covain R. & Fisch-Muller S. 2007. The genera of the Neotropical armored catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae): a practical key and synopsis. *Zootaxa* 1462:1-40.
- Eigenmann C.H. 1918. The Pygidiidae, a family of the South American catfishes. *Mem. Carnegie. Mus.* 7(5):259-399.
- Eigenmann C.H. 1917. *Pimelodella* and *Typhlobagrus*. *Memoirs of the Carnegie Museum.* VII (4):229-258.
- Ferraris Jr. C.J., Vari R.P. & Raredon S.J. 2005. Catfishes of the genus *Auchenipterichthys* (Osteichthyes: Siluriformes: Auchenipteridae); a revisionary study. *Neotrop. Ichthyol.* 3(1):89-106.
- Froese R. & Pauly D. (Eds.). 2007. Fish base world wide web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2007).
- Géry J. 1977. *Characoids of the world*. T.F.H. Publications, Inc. N.J, USA. 672 p.
- Hernández-Camacho J., Hurtado-Guerra A., Ortiz-Quijano R. y Walschburger T. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. pp. 105–151. En: Halffter G. (compilador). 1992. La diversidad biológica de Iberoamérica. *Acta Zoológica Mexicana volumen especial*, Instituto de Ecología. Xalapa, México.
- Lasso C.A. y Machado-Allison A. 2000. Sinopsis de las especies de peces de la familia Cichlidae presentes en la cuenca del río Orinoco. Claves, diagnosis, aspectos bio-ecológicos e ilustraciones. Serie peces de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 150 p.

- Lasso C.A., Lew D., Taphorn D., Do Nascimento C., Lasso-Alcalá O., Provenzano F. y Machado-Allison A. 2004a. Biodiversidad ictiológica continental de Venezuela. Parte I. Lista de especies y distribución por cuencas. Mem. Fund. La Salle de Cienc. Nat. 159-160:105-195.
- Lasso C., Mojica J.I., Usma J.S., Maldonado-Ocampo J.A., DoNascimento C., Taphorn D., Provenzano F., Lasso-Alcalá Ó., Galvis G., Vásquez L., Lugo M., Machado-Allison A., Royero R., Suárez C. y Ortega-Lara A. 2004b. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: Lista de especies y distribución por subcuencas. Biota colombiana 5(2):95-158.
- Lasso C., Mojica J.I., Galvis G., Taphorn D.C., Provenzano F., Maldonado-Ocampo J.A., Álvarez R., Vásquez L., Escobar M.D., Ortega A., Prada-Pedrerros S., Arias J.A., Cortés G., Sarmiento J.D., Villa F. y Usma S. 2004c. Subregiones biogeográficas. pp. 56-67. En: Capítulo 4: Construcción de visión de la biodiversidad. Memorias de los talleres sobre biodiversidad acuática de la cuenca del río Orinoco 2004. WWF, Fudena. 84 p.
- Lasso C., Taphorn D.C., Galvis G., Provenzano F., Mojica J.I., Maldonado-Ocampo J.A., Vásquez L., Escobar M.D., Ortega A., Prada-Pedrerros S., Álvarez R., Cortés G., Lugo M., Arias J.A., Sarmiento J.D. y Usma S. 2004d. Peces. pp. 19-24. En: Capítulo 4: Construcción de visión de la biodiversidad. Memorias de los talleres sobre biodiversidad acuática de la cuenca del río Orinoco 2004. WWF, Fudena. 84 p.
- Longino J.T. & Colwell R.K. 1997. Biodiversity assement using structured inventory: Capturing the ant fauna of a tropical rainforest. Ecological Applications. 7(4):1263-1277.
- López-Fernández H. & Winemiller K.O. 2003. Morphological variation in *Acestrorhynchus microlepis* and *A. falcatus* (Characiformes: Acestrorhynchidae), reassessment of *A. apurensis* and distribution of *Acestrorhynchus* in Venezuela. Ichthyol. Explor. Freshwat. 14(3):193-208.
- Machado-Allison A. y Fink W.L. 1995. Sinopsis de las especies de la subfamilia Serrasalminae presentes en la cuenca del Orinoco. Claves, diagnosis e ilustraciones. Series peces de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 90 p.
- Malabarba M.C. 2004. Revision of the Neotropical genus *Triportheus* Cope, 1872 (Chraciformes: Characidae). Neotrop. Ichthyol. 2(4):167-204.
- Maldonado-Ocampo J.A. 2004. Peces de la Orinoquia colombiana: una aproximación a su estado actual de conocimiento. pp. 303-368. En: Diazgranados C. y Trujillo F. (eds.). 2004. Fauna acuática en la Orinoquia colombiana. Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo; Departamento de Ecología y Territorio. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Maldonado-Ocampo J.A. 2001. Peces del área de confluencia de los ríos Meta, Bitá y Orinoco en el municipio de Puerto Carreño, Vichada - Colombia. Dahlia – Rev. Asoc. Colomb. Ictiol. 4:61-74.
- Maldonado-Ocampo J.A. & Albert J.S. 2003. Species diversity of gymnotiforms fishes (Gymnotiformes, Teleostei) in Colombia. Biota colombiana 4 (2):147-165.
- Maldonado-Ocampo J.A. y Bogotá-Gregory J.D. 2007. Peces. pp. 237-245. En: Villarreal-Leal H., y Maldonado-Ocampo J.A. (comp.). 2007. Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector NE), Vichada, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 286p.
- Maldonado-Ocampo J.A., Lugo M., Bogotá-Gregory J.D., Lasso C., Vásquez L., Usma J.S., Taphorn D. y Provenzano F. 2006. Peces del río Tomo, cuenca del Orinoco, Colombia. Biota colombiana 7(1):113-127.
- Maldonado-Ocampo J.A., Ortega-Lara A., Usma J.S., Galvis V.G., Villa F.A., Vásquez G.L., Prada S. y Ardila R.C. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 346p.
- Mees G. 1974. The Auchenipteridae and Pimelodidae of Suriname. (Pisces, Nematognathi). Rijksmuseum Ntuurlijke Historie. Leidn, The Netherlands. 256p.
- Ortega-Lara A. 2005. Biodiversidad ictiológica de la Reserva Bojonawi, cuenca del río Orinoco, Municipio de Puerto Carreño – Vichada. Informe presentado a la Fundación Omacha. Santiago de Cali, Colombia. 33p.
- Reis R.E., Kullander S.O. & Ferraris Jr. C.J. (eds.) 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS. Porto Alegre, Brasil. 729p.
- Retzer M.E. 2005. Description of a new species of *Acestridium* (Siluriformes: Loricariidae) from Colombia. Zootaxa 972:1-6.
- Retzer M.E., Nico L.G. & Provenzano F. 1999. Two new species of *Acestridium* (Siluriformes: Loricariidae) from southern Venezuela, with observations on camouflage and color change. Ichthyol. Explor. Freshwat. 10(4):313-326.
- Schaefer S.A. & Provenzano F. 1993. The Guyana shield Paratocinclus: systematics, biogeography and description of a new Venezuelan species (Siluroidei: Loricariidae). Ichthyol. Explor. Freshwat. 4(1):39-56.
- Taphorn D. 1992. The characiform fishes of the Apure river drainage, Venezuela. Rev. Biollania Edición Especial N° 4. 537p.

- Toledo-Piza M. 2000. The Neotropical fish subfamily Cynodontinae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): A phylogenetic study and a revision of *Cynodon* and *Raphiodon*. *American Museum Novitates* 3286:1-88.
- Vari R.P. 1982. *Curimatopsis myersi*, a new Curimatid Characiform fish (Pisces: Characiformes) from Paraguay. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 95(4): 778-792.
- Vari R.P. 1995. The Neotropical fish family Ctenoluciidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): Supra and intrafamilial phylogenetic relationships, with a revisory study. *Smithsonian Contributions to Zoology* 564:1-97.
- Vari R.P. & Ferraris Jr. C.J. 2006. The catfish genus *Tetranematichthys* (Auchenipteridae). *Copeia* (2):168-180.
- Vari R.P. & Harold A.S. 2001. Phylogenetic study of the Neotropical fish genera *Creagrutus* Günther and *Piabina* Reinhardt (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes), with a revision of the cis-andean species. *Smithsonian Contributions to Zoology* 613:1-239.
- Vari R.P., Ferraris Jr. C.J. & de Pinna M.C.C. 2005. The Neotropical whale catfishes (Siluriformes: Cetopsidae: Cetopsinae), a revisory study. *Neotrop. Ichthyol.* 3(2):127-238.
- Weitzman S.H. & Cobb J.S. 1975. A revision of the South American fishes of the genus *Nannostomus* Günther (family Lebiasinidae). *Smithsonian Contributions to Zoology* 186:36.
- Zanata A.M. & Toledo-Piza M. 2004. Taxonomic revision of the South American fish genus *Chalceus* Cuvier (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) with the description of three new species. *Zoological Journal of the Linnean Society* 140(1):103-135.

Capítulo 7: Síntesis y recomendaciones





Síntesis

Los resultados en este estudio destacan varios aspectos, que se presentan a continuación:

1. Las especies registradas para plantas leñosas, aves, insectos y peces estudiados, presentaron componentes típicos de la Orinoquia y la Amazonia colombiana. Este resultado resalta la gran heterogeneidad de la región, reflejo de la localización biogeográfica de la selva de Matavén.
2. El gran contraste fisiográfico entre los cinco paisajes muestreados se reflejó en el bajo número de especies compartidas para cada uno de los grupos de plantas leñosas, insectos y aves muestreados. Por lo tanto, el recambio de especies entre paisajes, es decir la diversidad beta, fue alto.
3. De los cinco paisajes caracterizados, los bosques de planicies sedimentarias (BT-a) y los bosques de cerros rocosos residuales (BR) son los paisajes menos extensos de la zona centro-oriental de la selva de Matavén. Sin embargo, estos fueron los paisajes que mostraron una mayor diversidad alfa para la mayoría de los grupos muestreados.
4. El muestro de peces incluyó un total de 137 especies y de 7.904 individuos. La gran mayoría (77%) de éstos pertenecen a tan sólo 15 de las especies registradas. Ocho especies constituyen nuevos registros para la región de la Orinoquia colombiana.
5. La capacitación realizada a 11 miembros de las comunidades indígenas locales constituyó un valor agregado de este estudio, considerando la percepción general del equipo del Gema sobre el poco conocimiento que las comunidades indígenas adyacentes a los sitios de muestreo tienen sobre su entorno natural. Complementariamente, esta actividad contribuye a crear y afianzar nexos entre la valoración y apreciación del entorno natural y las comunidades locales.

Recomendaciones

A continuación se incluye un conjunto de recomendaciones integrales, que consideramos relevantes, basadas en los resultados del presente estudio y en el análisis de información de fuentes secundarias pertinentes, relacionadas con opciones de conservación y manejo.

1. Debido a la alta heterogeneidad de paisajes presentes en la zona de muestreo (sector centro-oriental) de la selva de Matavén, no fue posible muestrear algunos paisajes que tuvieron que ser excluidos por limitaciones de tiempo. Por lo tanto, se recomienda realizar muestreos en otras sabanas parcialmente inundables identificadas al norte del caño Matavén, que por sus características podrían llegar a presentar una composición y estructura diferentes en los grupos biológicos estudiados.
2. Debido a la gran extensión del Resguardo Unificado de la selva de Matavén y teniendo en cuenta el deseo de Acatisema de caracterizar todo el resguardo, se recomienda ampliar este tipo de estudio a otros sectores del mismo, con el fin de obtener información representativa de todo el resguardo. Para más detalle de otros tipos de paisajes presentes en el resguardo y de interés para futuras caracterizaciones, se presenta a continuación la Tabla 8.1.

Tabla 8.1: Tipos de vegetación identificados y su extensión.

ID	Descripción	Área (ha)
Bl2	Bosque estacionalmente inundable de altura media, con dosel semidenso a abierto y sotobosque semidenso a muy denso, sobre plano de inundación de ríos y caños mayores.	62.871
Bl1	Bosque estacionalmente inundable de altura media-alta a media, con dosel abierto a semidenso y sotobosque denso a semidenso, sobre plano de inundación de ríos y caños.	30.775
Bl3	Bosque estacionalmente inundable de altura media-alta a media, con dosel semidenso y sotobosque semidenso a abierto, sobre orillares y bordes de basin (parte baja del río Matavén y sur del río Guaviare) y entre Bl1 y límites de sabanas.	51.261
BOI	Bosque ocasionalmente inundable de altura media-alta a alta, con dosel semidenso a abierto y sotobosque denso a muy denso, sobre la zona más alta del plano de inundación del río Matavén y en rebalses de drenajes menores.	43.333
Total Bosques inundables		188.240
BR	Bosque ripario de altura media-alta a alta, con dosel abierto a semidenso y sotobosque semidenso a denso, asociado a drenajes menores que disectan las sabanas, en especial, al sur del caño Fruta y, ocasionalmente, en el interfluvio caño Fruta-río Matavén.	13.710
BTF1	Bosque de tierra firme, de altura media-alta a alta, con dosel abierto a semidenso y sotobosque desde abierto a muy denso, sobre planos ligeramente ondulados amazónicos (lgac 1999) y, en especial, sobre la llanura de pedimentos ondulada (lgac 1999), al sur del río Matavén.	135.993
BTF2	Bosque de tierra firme alto, con dosel denso a semidenso y sotobosque abierto a denso, sobre la llanura de pedimentos ondulada (lgac 1999) y, en especial, sobre planos ligeramente ondulados amazónicos (lgac 1999) al norte del río Matavén.	117.332
Total bosque ripario y bosques de tierra firme		267.035
Total bosques		455.275
S1	Sabana cerrada. Suelo totalmente cubierto por vegetación rastrera; herbazal de cyperáceas y cortadera, muy denso en zonas inundables y denso, por sectores, en zonas no inundables. Matorral denso, en zonas inundables, y abierto, en zonas no inundables; arbolitos ocasionales o formando parches dispersos, en zonas inundables, y ausentes u ocasionales en zonas no inundables. Suelo superficial de material aluvial sobre arenas bancas, con surales densos a muy densos (profundidad mayor a 30 cm) en zonas inundables, y suelo superficial de arenas blancas, con surales dispersos y poco profundos, en zonas no inundables.	34.180
S2	Sabana de transición cerrada a abierta. Suelo cubierto entre 75% y 100% por vegetación rastrera; herbazal denso a abierto, en zonas inundables, y abierto, en zonas no inundables. Matorral denso a abierto, en zonas inundables, y disperso, en zonas no inundables. Arbolitos ocasionales a ausentes. Suelo superficial de arenas blancas con síntomas de encharcamiento leve, en zonas no inundables, y con surales ocasionales y poco profundos, en zonas inundables.	46.801
S3	Sabana abierta. Suelo totalmente cubierto por vegetación rastrera en zonas inundables y entre 50% y 75%, en zonas no inundables. Herbazal y matorral disperso a ausente; arbolitos ausentes. Suelo superficial de arenas blancas, que en zonas inundables están cubiertas por material aluvial de hasta 50 cm de espesor, por sectores. En estos se observan surales densos.	30.344
PH	Complejo de pastizales y herbazales. Suelo totalmente cubierto por vegetación rastrera, en zonas inundables, y tan solo en un 50% en zonas no inundables. Herbazal denso a muy denso y matorral abierto a disperso; arbolitos formando aglomeraciones dispersas, en zonas inundables, y ocasionales o ausentes en zonas no inundables. Suelo superficial de arenas blancas cubiertos por capa de material aluvial y con surales densos de hasta 50 cm de profundidad, en sectores de zonas inundables, y arenas bien drenadas en zonas no inundables.	17.371
Total sabanas y herbazales		128.696
Agp y R1	Cultivos y rastrojos	27.139
Gran total área considerada		611.110

Teniendo en cuenta la alta diversidad beta encontrada, con una ampliación de los muestreos se esperaría encontrar un aumento en la diversidad de especies registradas para los grupos de interés. De hecho, indígenas pertenecientes a otros sectores del resguardo comentaron que en las zonas donde ellos viven, las especies son diferentes a las encontradas en la zona estudiada.

Sin embargo, es importante mencionar que, debido a la dificultad de acceso, nuevas expediciones implicarían costos elevados. Por lo tanto, es esencial priorizar los paisajes y lugares de muestreo, posible-

mente de acuerdo con criterios tales como paisajes contrastantes, exclusividad, distribución, presiones antrópicas y costos para la realización de las caracterizaciones biológicas.

3. Es necesario ampliar la exploración íctica a lo largo del caño Matavén y sus diversos afluentes. Esto permitiría obtener un panorama más acertado de la composición de especies, y un mejor entendimiento de su relación con otros cuerpos de agua de la cuenca del Orinoco.
4. La creación y declaración de un parque natural nacional es un proceso largo y riguroso, que requiere la aprobación de varias instancias, entre ellas la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). El manejo del resguardo-parque sería responsabilidad de las comunidades indígenas asentadas en él y de la autoridad ambiental, específicamente de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN). Por lo tanto, un parque declarado sobre un área de resguardo afectaría la autonomía del mismo, pues limitaría el poder de decisión de las comunidades.
5. Se sugiere nominar al resguardo como un Área Importante para la Conservación de las Aves (AICA). Esta figura de conservación no afectaría la autonomía de las comunidades indígenas asentadas, pero sería un reconocimiento nacional e internacional a las acciones de conservación que el resguardo estaría realizando en esta zona.

Como se mencionó en el capítulo 5 de aves, la selva de Matavén sería la segunda AICA del Vichada y conformaría una red con más de 112 áreas en Colombia (Franco y Bravo 2005), y otras 15.000 en el mundo que apoyan el reconocimiento global y el desarrollo de proyectos de conservación para la protección y monitoreo de estas áreas (BI 2007). La nominación es posible ya que se cumple con el criterio A2, el cual establece que las especies de aves deben estar restringidas a una zona de endemismo. En este caso, el 33% de las especies están restringidas a una zona de endemismo de aves, denominada “selvas de arenas blancas del Orinoco-Negro”, ubicada en la selva de Matavén.

6. Se recomienda avanzar en los procesos de consolidación e integración del resguardo que se han venido adelantado hasta el momento, como son alternativas económicas, manejo de recursos naturales y búsqueda y establecimiento de alianzas para la ejecución de proyectos de interés. La articulación con universidades, por ejemplo, podría ser una alternativa interesante para la realización de investigaciones a largo plazo, con enfoques variados pero que suplan las necesidades identificadas por Acatísema, en beneficio del resguardo y las etnias que en él conviven.
7. Debido a la posición geográfica de la región selva de Matavén, la conservación y el uso adecuado de los recursos naturales requiere de esfuerzos bilaterales entre Colombia y Venezuela. El manejo integrado y coordinado de las vedas de pesca, por ejemplo, son esenciales para que las medidas de conservación, manejo aprovechamiento de los recursos pesqueros sean coherentes y exitosas.
8. Por último, y como se ha mencionado a lo largo de este informe, la selva de Matavén es una región importante en términos biológicos y ambientales. Es responsabilidad de todos, pero principalmente de sus pobladores, mantener los recursos naturales así como los bienes y servicios que el entorno genera, para garantizar el presente y futuro de las generaciones venideras.

Literatura citada

- BI-BirdLife International. 2007. Conserving biodiversity, improving livelihoods, URL: http://www.birdlife.org/news/news/2007/06/people_and_biodiversity.pdf. *[fecha consulta: 20070615]
- Defler T., Defler S.B. y Rodríguez J.V. 1994. Reconocimiento biológico del río Matavén (Vichada) con énfasis especial en primates y aves, y algunos comentarios sobre otros puntos geográficos en el departamento (octubre de 1993). En: Defler T.R.. 1994. Biodiversidad en la Amazonia colombiana. Reconocimientos biológicos en tres áreas con énfasis en los primates. Inderena y Fundación Natura. Bogotá, Colombia.
- Etter A. 1998. Mapa general de ecosistemas de Colombia. En: Chaves M.E. y Arango N. (eds.). 1998. Informe nacional sobre la biodiversidad-Colombia (Tomo 1). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt-Pnuma-Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

- Franco A.M. y Bravo G. 2005. Áreas importantes para la conservación de las aves de Colombia. Pp. 117-281. En: BirdLife International y Conservation International. 2005. Áreas importantes para la conservación de las aves en los andes tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Quito, Ecuador. Birdlife Internacional; serie de conservación de BirdLife No.14. 128p.
- Fundación Etnollano. 2004a. Manejemos con respeto los recursos naturales de la Selva de Matavén. Convenio Acatiseма-Fundación Etnollano. Bogotá, Colombia.
- Fundación Etnollano. 2004b. Responsabilidad y compromiso de los sicuani en la Selva de Matavén. Convenio Acatiseма-Fundación Etnollano. Bogotá, Colombia.
- IGAC-Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1999. Paisajes fisiográficos de Orinoquia-Amazonia (ORAM), Colombia. Cuadernos Geográficos Nos. 27-28. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Bogotá, Colombia.
- Fundación Etnollano. 2002. Matavén: Selva corazón de la Salud. Primera edición. Fundación Etnollano. Bogotá, Colombia.
- Müller S. 1952. Beyond civilization. Chico (California): Brown Gold/New Tribes Mission. USA.
- Romero M., Galindo G., Otero J. y Armenteras D. 2004. Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano. Instituto de Investigaciones de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 189p.
- Sioli H. 1975. Tropical rivers as expressions of their terrestrial environments. Pp. 275-288. En: Golley F. & E. Medina (eds.). Tropical ecological systems: Trends in terrestrial and aquatic research. Springer-verlag Berlin.

