



Bio
diversidad
en Cerrejón

Lina Báez y Fernando Trujillo - Editores

Bio
diversidad
en Cerrejón



Página legal

Cítese como:

Obra completa: Báez, L. y F. Trujillo (Eds.). 2014. *Biodiversidad en Cerrejón*. Carbones de Cerrejón, Fundación Omacha, Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez. Bogotá, Colombia. 352 p.

Capítulos:

Blanco-Torres, A. y J. M. Rengifo. Herpetofauna de Cerrejón. Pp. 150-169. *En*: Báez, L. y F. Trujillo (Eds.). 2014. *Biodiversidad en Cerrejón*. Carbones de Cerrejón, Fundación Omacha, Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez. Bogotá, Colombia. 352 p.

Revisión científica

José Vicente Rodríguez Mahecha
Conservación Internacional

Revisión Editorial

Julio García Robles

Asistencia editorial

Margarita Moreno Arocha

Cartografía

Fernando Sierra

Diseño y diagramación

Luisa Fda. Cuervo
zOOm diseño S.A.S.

Impresión

Unión gráfica Ltda.

ISBN: 978-958-8554-36-5

Fotografías

Fernando Trujillo, Lina Báez, Juan Manuel Rengifo, Julio García Robles, Mario Olaciregui

Escalante, Juan Fernando Alzate, Santiago Cañón, José Camilo Costa, Viviana Delgado, Alex Báez, INVEMAR, Lilia Lastra, BIOMA Consultores, John Jairo Gómez, Luis Alonso Merizalde, División de Comunicaciones de Cerrejón, Carlos Jaramillo, Mary Luz Cañón, Mauricio Jaramillo P. y Laura Feged R.

CERREJÓN

Roberto Junguito Pombo

Presidente de Cerrejón

Luis Germán Meneses

Vicepresidente Ejecutivo de Operaciones

Gabriel Bustos

Gerente Gestión Ambiental

Lina Báez

Especialista Biodiversidad

FUNDACIÓN OMACHA

Dalila Caicedo Herrera

Directora Ejecutiva

Fernando Trujillo González

Director Científico

FONDO PARA LA ACCIÓN AMBIENTAL Y LA NIÑEZ – FONDO ACCIÓN

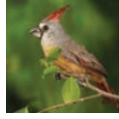
José Luis Gómez

Director Ejecutivo

Alejandro Silva Espinosa

Coordinador Ambiental

Tabla de contenido



5

Prólogo



33

Historia de La Mina



7

Presentación



39

Diversidad fósil en el valle de Cerrejón



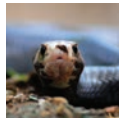
9

Perfiles institucionales



57

Componente botánico



17

Agradecimientos



89

Entomofauna



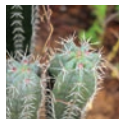
19

Introducción



121

Hidrobiología



21

Gestión ambiental



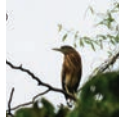
135

Ictiología



151

Herpetofauna



171

Avifauna



199

Mastofauna



225

Primates



233

Ecosistemas marinos



251

Manejo y centro de rehabilitación de fauna



275

Manejo de aguas de lastre para control de especies invasoras



281

Programa de especies amenazadas



281

Acuerdo de conservación de tortugas marinas en la Alta Guajira con las comunidades de bahía Hondita y Punta Gallinas



302

El kayuüshi (*Crocodylus acutus*) en Bahía Portete: aportes al conocimiento del estado de conservación



317

Conectividad y paisaje en el valle del Cerrejón



331

Áreas protegidas



347

El futuro

Prólogo

Aunque este libro termina con un capítulo denominado “El futuro”, donde se describe el destino de las cerca de 18.000 hectáreas intervenidas; releendo sus páginas, no puede uno dejar de sentirse transportado a ese escenario ancestral, exhuberante y pletórico de diversidad de vida que habitó esa región del Paleoceno hace 60 millones de años. Un mundo donde todo lo existente actualmente, tanto seres vivos como recursos minerales, tuvieron sus orígenes; demostrándose también la cercana relación entre la riqueza de vida de ese entonces, con la riqueza mineralizada que hoy se encuentra en Cerrejón y que ha conformado un tesoro energético que se ha venido extrayendo desde el inicio de las operaciones en 1984, y que continuará hasta el cierre de la mina previsto para 2034.

Es bien conocido que la biodiversidad con la que convivimos se originó en esas épocas, en un mundo de gigantes, pues parte de los moradores de ese entonces eran organismos de grandes dimensiones; baste mencionar, con el asombro que nos embarga, lo que la ciencia actual ha querido plasmar en un nombre, haciendo alusión a la dimensión de un organismo que vivió en esa era geológica, la *Titanoboa*. Este epíteto genérico hace referencia a ese colosal reptil relacionado con nuestras actuales boas y anacondas, que si bien es cierto siguen siendo grandes para los estándares actuales, parecerían bebés ante los 13 metros de longitud del gigante que les precedió.

Fueron en esos tiempos remotos donde tuvieron auge las selvas neotropicales, las cuales generaron un mundo exhuberante de vida, no solo por el tamaño de sus componentes, sino por la densidad de las poblaciones. Esta majestuosidad de sistemas de vida y el increíble número de millones de años transcurridos originó el enorme patrimonio energético y económico que hoy conocemos, que fue mineralizado a través de la compleja dinámica geológica que lo acumuló en sus pliegues y que se manifiesta en

forma de carbón e hidrocarburos líquidos y gaseosos en las entrañas de La Guajira y el César.

Estas páginas exponen múltiples evidencias fósiles de la grandeza de los bosques y humedales que existieron en ese paleoclima, mucho más lluvioso que el actual; ecosistemas que generaron una impresionante cantidad de sedimentos que gradualmente fueron acumulándose en un medio pantanoso y que, al pasar el tiempo, en millones de años, propiciaron, como en un mecanismo de ahorro bancario, los depósitos de riqueza energética que hemos estado retirando. Evidencias científicas señalan que los bosques ancestrales del Cerrejón no eran muy diferentes en su composición a los actuales, pero en su época sobrevivieron en un medio saturado por niveles de más del doble de uno de los actuales gases de efecto invernadero, el bióxido de carbono. Este hecho dió origen a un bosque tremendamente productivo, el cual fue soporte de una alta diversidad de animales y plantas con una gran capacidad adaptativa frente a situaciones incluso más extremas que las condiciones medioambientales actuales. Ello podría haber generado modificaciones en el genoma que a lo largo del proceso evolutivo llegaron a las actuales plantas, seguramente sin perder su fortaleza adquirida por millones de años de exposición y cambio. Este hecho nos deja con una herencia en los relictos boscosos que aún subsisten, tanto o más valiosa que la riqueza mineral generada en el pasado.

Respecto a la fauna, pocos exponentes de esa megafauna quedan hoy en día en La Guajira continental y sus costas, pero es conocido que los grandes caimanes, entre ellos el caimán aguja (*Crocodylus acutus*), y las grandes tortugas marinas, como la tortuga canal (*Dermochelys coriacea*), son fósiles vivientes e igualmente deben poseer esas cualidades adaptativas que les permitirán sobrevivir.

Tenemos pues un escenario ancestral y uno moderno con presencia humana, con un potencial para

revertir parte de los efectos y redefinir ese futuro deseable para La Guajira con presencia de importantes relictos continentales de la vegetación predominante, el bosque seco tropical, que prácticamente está circunscrito a los manglares de la Bahía Portete, Montes de Oca y a las riberas del río Ranchería; todos ellos dentro o relacionados con la concesión y el área de influencia del proyecto minero integrado del Cerrejón. Entonces, podemos señalar que la compañía tiene una notable responsabilidad en

la recuperación de la biodiversidad de La Guajira, dimensionada en estas páginas, que exige, además de la señalada a través de los importantes programas ambientales expuestos ampliamente en este libro, la conservación sin límites de estos espacios del territorio, pues allí se encuentra el verdadero tesoro, su banco genético, cuyos recursos pueden garantizar un desarrollo futuro de la rica biodiversidad y de los servicios ecosistémicos proveídos por esta importante región de Colombia.

JOSÉ VICENTE RODRÍGUEZ-MAHECHA

Presidente Asociación Colombiana de Zoología

Director Científico

Conservación Internacional Colombia

Presentación

La biodiversidad es la variedad de vida en nuestro planeta, de especies animales y vegetales en su medio ambiente. Se refiere entonces, tanto a los ecosistemas y a sus componentes vivos como a los procesos ecológicos y evolutivos que los mantienen en funcionamiento.

El término fue creado en 1986 por Walter G. Rosen, como contracción de la expresión *biological diversity*, y ha ido evolucionando hasta congregarse diferentes enfoques y disciplinas científicas para dar respuesta al deterioro del medio ambiente.

En un mundo cada vez más desarrollado, con necesidades crecientes, cobra relevancia la biodiversidad en todo su sentido, impulsando una nueva perspectiva para la conservación de la naturaleza. Si bien no se trata de un concepto desconocido, ya que los términos diversidad biológica, variedad natural y naturaleza han estado presentes desde hace tiempo, su importancia reside en que, bajo la sombra de biodiversidad, todos estos temas se han reagrupado para unir esfuerzos hacia la conservación.

Este libro hace un recorrido juicioso por la biodiversidad presente en Cerrejón y en el área de influencia de la Mina, el Ferrocarril y Puerto Bolívar, pues estamos convencidos de que el conocimiento de la fauna y flora es el primer paso para su conservación. Antes de comenzar las operaciones, se adelantaron estudios que permitieron conocer en profundidad esta región e identificar cuáles serían los posibles impactos medioambientales producidos, paso indispensable para trazar los planes de manejo que permiten prevenir, mitigar y compensar la operación que hoy desarrollamos.

Es muy grato para nosotros presentar este estudio, el cual da cuenta de un liderazgo importante en la industria y del desarrollo de prácticas de avanzada, que pueden ser replicadas por otras empresas e inclusive por otras industrias. Esta publicación se ha enriquecido con el trabajo de muchos años y con el

desarrollo efectivo de programas de rescate y reubicación de fauna, así como por la implementación de indicadores de sostenibilidad de las áreas en proceso de rehabilitación, y con la evaluación y seguimiento de las sucesiones vegetales que se han ido promoviendo en este nuevo entorno.

La gestión de la biodiversidad está en el centro de lo que hacemos en Cerrejón y se constituye en evidencia de nuestra actividad minera responsable. Reconocemos que nuestro reto no solo radica en la producción y exportación de carbón de la mejor calidad, sino también en la generación de bienestar para nuestro entorno y nuestras comunidades.

En síntesis, la conservación de la biodiversidad contribuye a mejorar el ambiente y, en esa medida, a incrementar la calidad de vida de las comunidades. Por ello, desde el comienzo de sus operaciones, Cerrejón ha desarrollado prácticas responsables e innovadoras que apuntan a la protección de esa diversidad existente. Ejemplo de ello es el programa de rehabilitación de tierras, gracias al cual contamos con más de 3.400 hectáreas rehabilitadas; o los programas de conservación, tales como los realizados con las tortugas marinas o con el caimán aguja, que han permitido desarrollar alianzas con comunidades y ONG en beneficio de estas especies.

En Cerrejón sabemos que el bienestar de nuestro entorno exige el desarrollo de iniciativas de conservación que, en definitiva, se traducen en programas que mejoran la calidad de vida, es decir, favorecen la construcción de una región sostenible.

Esperamos que este libro permita a muchos conocer mejor la región donde operamos, y así sumar esfuerzos y programas en pro de la biodiversidad, que redunden en la consolidación de oportunidades y bienestar para La Guajira y nuestro país, Colombia.

ROBERTO JUNGUITO
Presidente de Cerrejón



Cardenal guajiro (*Cardinalis phoeniceus*)

Perfiles institucionales



CERREJÓN es una empresa integrada de minería, transporte y embarque en La Guajira, departamento ubicado en el extremo norte de Colombia; está conformada por:

- Una mina de carbón térmico a cielo abierto que produce más de 33 millones de toneladas al año.
- Una línea férrea de 150 km de largo.
- Un puerto marítimo capaz de recibir buques de hasta 180.000 toneladas de capacidad.
- Emplea a más de 14.000 personas, de las cuales el 99% son colombianas; es el exportador privado más grande de Colombia y uno de sus más importantes contribuyentes en materia de impuestos.
- Es una operación conjunta, de gestión independiente, perteneciente en tres partes iguales a BHP Billiton, Anglo American y Glencore Xstrata.



FUNDACIÓN OMACHA es una organización no gubernamental enfocada a la investigación y conservación de la biodiversidad, con especial énfasis en especies y ecosistemas acuáticos. Su trabajo se sustenta en cuatro programas: investigación y monitoreo, desarrollo e implementación de medios de vida sostenibles, conservación de áreas protegidas, educación y conservación. Cuenta con más de 20 años de trabajo en el territorio colombiano, y ha asesorado proyectos en varios países de Suramérica y Asia. En Colombia tiene tres áreas focales de trabajo: la Orinoquia, la Amazonia y el Caribe.

La Fundación cuenta con una estación biológica en el Amazonas y administra una reserva privada de 4.680 hectáreas en la Reserva de Biósfera El Tuparro, en la Orinoquia. En los últimos años ha diseñado e implementado varios planes de manejo con socios estratégicos para especies amenazadas (mamíferos acuáticos, peces ornamentales, tortugas, jaguares), ecosistemas (humedales), regiones (Plan de Biodiversidad de la Orinoquia) y promovido acuerdos de manejo con comunidades locales, enfocados especialmente a la pesca. Su presencia a largo plazo en diversas regiones ha permitido un trabajo continuo con comunidades locales, especialmente indígenas y pescadores, desarrollando estrategias de manejo de recursos y alternativas económicas.



La Corporación Autónoma de la Guajira, CORPOGUAJIRA, es la máxima autoridad ambiental en el Departamento de La Guajira, encargada de administrar los recursos naturales renovables y el ambiente, generando desarrollo sostenible en el área de su jurisdicción. Propende por la satisfacción de sus clientes, sin distinción de etnia, ubicación geográfica o condición social, a través de servicios de calidad que involucran la mejora continua.



CONSERVACIÓN INTERNACIONAL - CI es una organización sin ánimo de lucro, fundada en 1987 y con programas en 32 países de los cuatro continentes, donde se encuentran las áreas de mayor riqueza biológica del mundo. En Colombia inició sus actividades en 1991 y, con la cooperación de organizaciones nacionales e internacionales, trabaja en el diseño y ejecución de programas que integran la conservación de los recursos naturales con el desarrollo socioeconómico en el ámbito nacional, regional y local.

Con una visión institucional enmarcada por el concepto de “institución de soporte”, apoya técnica y financieramente iniciativas nacionales tanto públicas como privadas. Desde este marco, el objetivo de CI-Colombia es fortalecer el desarrollo institucional de iniciativas no gubernamentales ambientales, apoyar sus actividades y servir de punto de contacto internacional para canalizar los esfuerzos en beneficio del logro de los objetivos conservacionistas del país.



FUNDACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN Y EL MANEJO DE LOS RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS DE LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA GEORGE DAHL es una organización no gubernamental sin ánimo de lucro, de carácter investigativo, dedicada a la conservación de especies de fauna y flora silvestre con algún grado de amenaza en la región Caribe de Colombia, mediante la vinculación participativa de las comunidades usuarias de los recursos a través de procesos de mejoramiento bidireccional de las poblaciones silvestres y la calidad de vida de los lugareños.

Dentro de sus logros más importantes se cuenta la firma del primera acuerdo para la protección de las tortugas marinas de los sectores de Bahía Hondita y Punta Gallinas con la comunidad indígena wayúu, para carbones del Cerrejón Limited; la recuperación de las poblaciones de caimán aguja de Bahía Portete y Dibulla en la Guajira colombiana; el programa de ordenamiento pesquero de la ciénaga de Sahaya (Cesar) para Indupalma S.A. y la formulación de los convenios para la conservación de la nutria, el chavarrí y la hicotea con las poblaciones de San Bernardo, Costilla y Pueblo Nuevo en la Ciénaga de Sahaya.



ASESORÍAS Y ESTUDIOS AMBIENTALES J.D.B. S.A.S. es una empresa que ofrece servicios integrales para la elaboración de planes de manejo ambiental y preservación de reservas naturales, evaluaciones ecológicas rápidas, inventarios de flora y fauna, elaboración de proyectos productivos de especies promisorias en acuicultura, agricultura y pecuarios, estudios sobre calidad de agua y de aire. Además brinda soluciones ecológicas que contribuyen al mejoramiento continuo a nivel local, regional y nacional, lo cual se realiza bajo los más altos estándares de calidad desarrollados a partir del mejoramiento continuo, comportamiento ético óptimo y la competencia idónea de nuestro equipo de trabajo.



El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” - INVEMAR es una corporación civil, científica y tecnológica sin ánimo de lucro, que desde hace más de 30 años estudia los recursos naturales renovables, marinos y costeros, con el fin de aportar el conocimiento científico que permita contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos.

El INVEMAR tiene como encargo principal la investigación ambiental básica y aplicada de los recursos naturales renovables y el medio ambiente y los ecosistemas costeros y oceánicos de los mares adyacentes al territorio nacional. El INVEMAR emite conceptos técnicos sobre la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos marinos, y presta asesoría y apoyo científico y técnico al Ministerio, a las entidades territoriales y a las corporaciones autónomas regionales.



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT - IAvH

Creado en 1993, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt es el brazo investigativo en biodiversidad del Sistema Nacional Ambiental (SINA). El Instituto es una corporación civil sin ánimo de lucro vinculado al Ministerio de Ambiente, y Desarrollo Sostenible. Como parte de sus funciones, el Instituto se encarga de realizar, en el territorio continental de la nación, investigación científica sobre biodiversidad, incluyendo los recursos hidrobiológicos y genéticos. Así mismo, coordina el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia y la conformación del inventario nacional de la biodiversidad.

En el contexto del Convenio sobre la Diversidad Biológica, ratificado por Colombia en 1994, el Instituto Humboldt genera el conocimiento necesario para evaluar el estado de la biodiversidad en Colombia y para tomar decisiones sostenibles sobre la misma.

El Instituto tiene cuatro programas de investigación:

1. Política, legislación y apoyo a la toma de decisiones.
2. Dimensiones socioeconómicas del uso y la conservación de la biodiversidad.
3. Biología de la conservación y el uso de la biodiversidad.
4. Sistema Nacional de Información sobre biodiversidad de Colombia.



FUNDACIÓN ECÓSFERA es una organización no gubernamental sin ánimo de lucro. Su nombre se encuentra en concordancia con nuestra filosofía, puesto que el concepto “Ecósfera” reconoce al ser humano como administrador y responsable del mundo en que vivimos. Nuestro planeta nos provee bienes y servicios, pero al mismo tiempo demanda nuestra responsable atención y manejo.

Bajo este enfoque, Fundación Ecósfera trabaja desde el año 2001 con las comunidades rurales del país, quienes desarrollan actividades correspondientes principalmente al sector primario de la economía. Nuestro trabajo está encaminado a generar empoderamiento de las comunidades a través de la identificación conjunta de las prioridades a atender, definición de los medios para lograr los objetivos propuestos por las comunidades locales y aplicación de las estrategias para generar sostenibilidad a largo plazo.

En este camino, reconocemos a todos los actores y partes interesadas como elementos fundamentales del desarrollo, es por ello que colaboramos con instituciones y entes territoriales del país. Igualmente, trabajamos de manera conjunta con organizaciones y empresas privadas, y además contamos con el apoyo y respaldo de agencias internacionales.

Aunque Fundación Ecósfera es una ONG que trabaja en pro de la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, nuestro centro de acción son las comunidades usuarias. Esto tiene profundas implicaciones, ya que nuestro principal medio para lograr los objetivos de conservación lo constituye la armonización de los intereses económicos, el reconocimiento cultural, respeto del desarrollo social y la participación constante de los usuarios locales. En este sentido, nosotros estimulamos la generación de conocimiento tradicional y científico, promovemos la formación de las comunidades locales y el crecimiento académico y profesional de quienes trabajan en nuestra fundación. Reconocemos que la investigación es un elemento esencial para lograr nuestros objetivos, y hacer frente a condiciones dinámicas y cambiantes.



THE NATURE CONSERVANCY es una organización global líder que tiene como misión la conservación de tierras y aguas ecológicamente importantes para la gente y la naturaleza. TNC desarrolla en Colombia, junto con sus socios, evaluaciones del estado de los ecosistemas y determina objetos de conservación a escala del paisaje. Esta información se constituye en una herramienta básica para proponer alternativas y evitar, mitigar o compensar el daño que se hace sobre los ecosistemas del país.

En la actualidad, han sido identificadas las áreas prioritarias de conservación en las zonas marinas del mar Caribe y el océano Pacífico, el Caribe y el Pacífico continental, los Andes colombianos, la cuenca del río Magdalena y los Llanos orientales.

Este ejercicio proporciona a todos los sectores del país información invaluable sobre donde está la biodiversidad del país y cómo se debería conservar. Así, permite la planificación informada y la inclusión de la biodiversidad en los primeros pasos del ciclo de megaproyectos de infraestructura y desarrollo en el país, incluyendo actividades como hidrocarburos, minería, carreteras, hidroeléctricas y puertos.



FONDO ACCIÓN es una fundación privada sin ánimo de lucro, creada en el 2000 por los Estados Unidos gracias a un acuerdo bilateral con el Gobierno de Colombia. El Fondo Acción administra, acompaña y gestiona recursos que son invertidos en proyectos y programas dirigidos a la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales y a la diversidad biológica; y a la protección y desarrollo de la niñez con énfasis en la primera infancia.

Esta fundación administra un sistema de cuentas creadas con recursos de terceros y las asigna mediante convocatorias competitivas y transparentes. También invierte de manera directa en programas y proyectos.

El Fondo Acción cree que las organizaciones de la sociedad civil colombiana tienen el poder creativo para transformar condiciones y generar posibilidades de desarrollo social sostenible, por esa razón promovemos y cofinanciamos sus iniciativas en las áreas de medio ambiente y niñez.



PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA es una entidad adscrita al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que ejerce como autoridad ambiental en las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, lidera procesos de conservación, administración y coordinación de áreas protegidas, contribuyendo al ordenamiento ambiental del país, con el propósito de conservar *in situ* la diversidad biológica y ecosistémica, proveer y mantener bienes y servicios ambientales, proteger el patrimonio cultural y el hábitat natural donde se desarrollan las culturas tradicionales como parte del patrimonio nacional y aportar al desarrollo humano sostenible.

En la actualidad, el Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia está conformado por 56 áreas protegidas, que ocupan 12.602.320,7 de hectáreas y el porcentaje del territorio que se conserva en los parques nacionales es 1,30% territorio marino y 9,98% territorio terrestre. En estas áreas se

protege gran parte del tesoro natural del país que a su vez es riqueza irremplazable para todo el planeta: 10% de la biodiversidad mundial, Colombia es el primero en el mundo en diversidad de aves, segundo en diversidad de plantas y anfibios, y tercero en diversidad de reptiles.

En el Sistema de Parques Nacionales Naturales están representados 28 de los 41 distritos biogeográficos del país. Se mantiene cerca del 40% de los 58 centros de biodiversidad local única. Incluye el 12% de los refugios húmedos y secos de Latinoamérica y dos de las más importantes zonas de alta biodiversidad mundial: el corredor del Chocó biográfico y los bosques amazónicos. Más de 25 millones de personas dependen del agua suministrada por las áreas protegidas, es decir de manera directa a 31 por ciento de la población colombiana y, de manera indirecta a 50%. Las áreas protegidas son responsables del 20% de los recursos hídricos que abastecen de energía eléctrica al país y contribuyen al crecimiento vegetal y la producción de oxígeno.

Casi la mitad de los 82 pueblos indígenas del país están directamente relacionados con las áreas protegidas existentes. Con ellos se conserva el patrimonio histórico y cultural de los diferentes grupos humanos de Colombia.

En sus territorios están incluidas cuatro de las seis estrellas hidrográficas más importantes. Más del 62% de los acuíferos de Colombia se originan en áreas del sistema y allí se protege el 75% de las lagunas y ciénagas naturales. El 76% de los parques nacionales naturales contiene ecosistemas de humedales. Al menos, 40 pueblos indígenas y decenas de comunidades afrocolombianas utilizan las áreas protegidas en el sistema de parques nacionales naturales para garantizar su supervivencia y el mantenimiento de sus culturas.



La **UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA**, como institución de Educación superior estatal de mayor cobertura en el departamento, se nutre de diferentes campos de la ciencia y la tecnología; forma profesionales que perciben, aprenden, aplican y transforman los saberes y la cultura a través de las funciones que le son propias: el desarrollo y la difusión de la Ciencia y la Tecnología y la formación de científicos; el fomento y el desarrollo de la actividad económica y la formación de emprendedores; el desarrollo y la transmisión de la cultura; la profesionalización y el compromiso social; con una organización académico-administrativa soportada en procedimientos que la dinamizan para proyectarse hacia el entorno.

Se autocontrasta en la multiculturalidad con miras al etnodesarrollo, por lo cual diseña y ejecuta estrategias que la hacen competitiva, eficiente y eficaz. En consecuencia, ante los problemas sociales y culturales forma y educa técnicos, tecnólogos y profesionales comprometidos consigo mismos, con el entorno local, regional, nacional e internacional, afianzando la colombianidad.



La **UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO** es una universidad pública que forma profesionales integrales e investigadores en ejercicio autónomo de la responsabilidad social y en búsqueda de la excelencia académica para propiciar el desarrollo humano, la democracia participativa, la sostenibilidad ambiental y el avance de las ciencias, la tecnología, la innovación y las artes en la región Caribe de Colombia y el país.



Caimán aguja (*Crocodylus acutus*)

Agradecimientos

El Plan de Manejo de Fauna de Cerrejón se ha desarrollado como una estrategia integradora de diversos programas de conservación durante todo el ciclo de minería, mitigando los impactos generados no solo mediante el cumplimiento de requerimientos ambientales corporativos, sino también con proyectos voluntarios que posicionan a Cerrejón con iniciativas aplicables al sector industrial del país.

Es por ello que es significativo reconocer este crecimiento gradual, obtenido a lo largo de varios años de trabajo y esfuerzo a través del involucramiento de múltiples personas y organizaciones. Vale la pena destacar a todos los empleados y contratistas de Cerrejón, quienes día a día contribuyen mediante sus reportes a salvaguardar la fauna Guajira. También, especialmente a la alta gerencia de la Compañía, quienes han sido los pioneros en el establecimiento de procedimientos de manejo de biodiversidad incluidos en el SIO (Sistema de Integridad Operacional): Roberto Junguito, Presidente; Luis Germán Meneses, Vicepresidente Ejecutivo de Operaciones; Fernando Chávez, Vicepresidente de Producción; Andrés Soto, Vicepresidente de Expansión; Miguel Ramírez, Vicepresidente de Soporte a la Operación; y Steven Sides, Vicepresidente de Servicios Técnicos. A Oscar Londoño, Jaime Amarís, Aldo Black, Juan Carlos Consuegra, Miguel Gómez, Gabriel Bustos y a los gerentes de los departamentos involucrados con procesos de rescates de fauna como el Departamento Técnico y de Producción, Soporte a Operaciones, Seguridad Industrial, Mantenimiento y Manejo de Carbón. Al equipo de plan minero Milcíades Soto, Ciro Benítez, Rafael Machado y José Mendoza por sus coordinaciones en los avances de minería con el equipo de fauna. A Hugo Díaz, Regulo de Lavallo y su equipo de Ks, Jairo Muñoz, Javier Ortiz y su equipo de TAEs, Rafael Mazzilli

y su equipo de Xs. A todo el equipo del Centro de Desarrollo Ambiental, Luis Murgas, Julio Valdeblánquez, Donald Canchila, Elpidio Arrieta y a todo el equipo auxiliar del Centro de Fauna de hace años: Mojarro, Babillo, Tiburón y Bobby. Al de ahora: Jony, Pedro, José, Edwin, Carolina, Silvia, Agustín, Jasson, Juan y todos los estudiantes de diferentes universidades que han pasado por allí. Al equipo Ambiental de Cerrejón, especialmente a Juan Pablo Lozano, Luis Chávez, Raúl Moscote, Daniel Dávila, Darío Sarmiento, Eduber Herrera, Osiris Durán, Angélica Oñate, Blanca Collazos, Luis Martínez, Nerys Díaz, Rafael Macías, Diana Perez, Andrés Isaza y Armando Perez.

A la División de Comunicaciones: David Valencia, Lilia Lastra, Adriana Molinares y Sandra Ocampo. A los periodistas de La Guajira: Betty Martínez, Hermes Francisco Daza, Sandra Guerrero. A la División de Protección: Carlos Armando Mejía, René Guzmán, Eliécer Ávila, Pablo Gómez y todos los asistentes mina Norte y Sur, igualmente Sepecol y vigilancia Guajira.

Al doctor Luis Medina, director de Corpoguajira, Fernando Prieto y Gregoria Fonseca. A Conservación Internacional: Fabio Arjona, José Vicente Rodríguez, María Claudia Diazgranados y Alejandro Roselli.

En los inicios, a Jorge Alberto Velasquez, Ramón Gualdrón, Alfredo Jiménez, Abraham Korman y León Teicher, fieles contribuyentes para materializar las iniciativas.

Las investigaciones del registro fósil fueron posibles gracias a la inmensa generosidad del departamento de La Guajira, de Carbones del Cerrejón Limited,

del Instituto Colombiano del Petróleo-Ecopetrol S.A. y del Servicio Geológico Colombiano; la financiación de estos estudios se dio gracias a la colaboración de la Fundación del Banco de la República para la Promoción de la Investigación y la Tecnología, USA National Science Foundation, la Corporación Geológica Ares, Dr. Mark Tupper, Dr. David Coffrin; y el Instituto Smithsonian, que ha sido la institución eje que ha permitido la realización de estos estudios fósiles.

La producción y edición de este libro se realizó gracias a la alianza Fondo Acción y Fundación

Omacha. A todos los autores de los diferentes capítulos en especial a Fernando Trujillo, Dalila Caicedo, Juan Alzate, Fernando Sierra y Argelina Blanco.

Agradecimiento especial a José Vicente Rodríguez por su tiempo en la revisión científica y apoyo en la importancia de este documento para la región y el país; a la Fundación Hidrobiológica George Dahl, Invemar, Fundación Ecósfera, Instituto Alexander von Humboldt, Ministerio de Medio Ambiente, Universidad de La Guajira y Universidad del Atlántico, guardacostas de Puerto Bolívar y a la comunidad indígena de Bahía Hondita y Punta Gallinas.

Introducción

Cerrejón está ubicado en el departamento de La Guajira, entre la Serranía de Perijá y las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, localizado en el punto norte del extremo de Colombia y Suramérica. Esta ubicación, si bien permite que predominen ambientes secos, ofrece diferentes ecosistemas desde bosques de galería hasta pequeñas extensiones de páramo, conformando una biodiversidad particular. Teniendo en cuenta esta riqueza, ha sido compromiso de Cerrejón desde sus inicios establecer políticas claras encaminadas hacia la mitigación, control y compensación de los impactos generados en el ciclo de vida del proceso minero. La minería es una importante actividad económica a nivel mundial y es por esto que mientras esta actividad continúe, es necesario integrar en las políticas corporativas la preservación y manejo de la biodiversidad como una oportunidad de mejoramiento en prácticas ambientales, sostenibles y responsables.

De esta forma, el Plan de Manejo de Fauna que desarrolla Cerrejón, contempla diferentes estrategias que comprenden el rescate de fauna en avances de minería, procesos de rehabilitación, liberación y monitoreos periódicos, así como también diversas estrategias de conservación de especies amenazadas de la región con la participación de las comunidades locales.

Actualmente los programas de monitoreo son usados para evaluar tendencias espaciales y geográficas de la biodiversidad local, enfatizando en la eficiencia de estos programas de manejo. Estos resultados permiten establecer vínculos entre las acciones y políticas empresariales y las mejoras en el manejo futuro.

Los resultados no solamente permiten conocer la ocurrencia de especies en la zona e incrementar los listados regionales de fauna, sino que también posibilitan la implementación de nuevas prácticas que permiten enfocar las estrategias de conservación, gracias al mayor entendimiento de las dinámicas poblacionales y adaptativas por la influencia e intervención de hábitat que genera el proceso minero. Esto permitirá enfocar los planes de cierre de mina y de uso de la biodiversidad mediante estrategias sostenibles, así como también enfocar esfuerzos en aquellos altamente amenazados y críticos. Así pues, los otros programas mencionados en esta edición, como rescates, liberaciones de fauna y las diferentes iniciativas de conservación, pretenden registrar y orientar experiencias de manejo desarrolladas e implementadas hace ya varios años por la empresa, de tal forma que puedan ser utilizadas en otros sectores, como componentes fundamentales en la mitigación de impactos generados a la biodiversidad.



Resbalamono (*Bursera simaruba*)

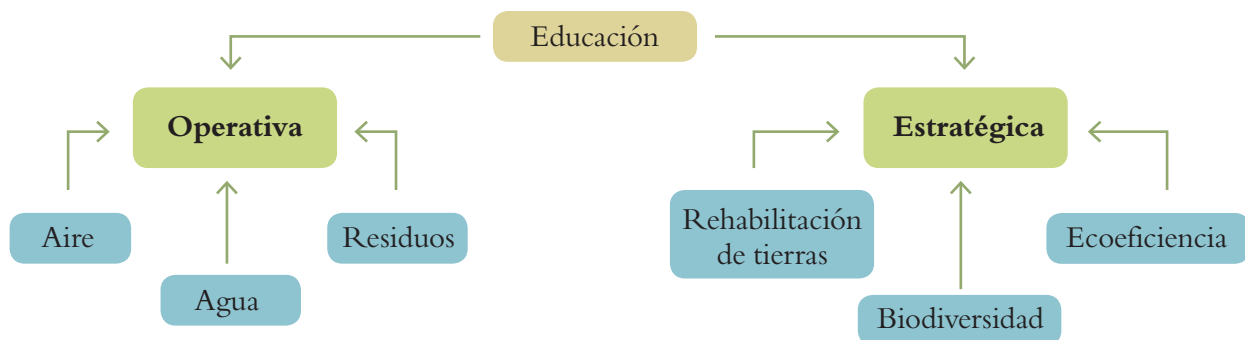


Gestión Ambiental

Departamento de Gestión Ambiental, Cerrejón

El respeto por el medio ambiente es uno de los aspectos más importantes para llevar a cabo una operación de minería responsable. Consciente de esto, Cerrejón tiene una política de gestión orientada a conducir sus negocios en armonía con el medio ambiente y la sociedad, a contribuir al desarrollo, bienestar y cultura de las comunidades en su área de influencia, así como a trabajar para implementar las mejores prácticas de la industria minera.

La prioridad de Cerrejón en el tema consiste en garantizar una operación que sea responsable con el medio ambiente y que vaya más allá del cumplimiento de la legislación vigente, mediante la adopción de estándares y uso de tecnologías que contribuyan a la utilización racional de los recursos naturales (agua, energía y materias primas relevantes para la operación), gestión de vertimientos, control de emisiones atmosféricas (polvo y gases), rehabilitación de



tierras, protección de fauna y manejo y disposición final de residuos sólidos ordinarios y peligrosos.

El Sistema de Gestión Ambiental de Cerrejón se enfoca en dos líneas de acción, una operativa y otra estratégica, integradas por los siguientes aspectos:

1. La línea de gestión operativa se relaciona directamente con las decisiones diarias, en las cuales hay una normativa y parámetros de control establecidos por la ley.
2. La línea de gestión estratégica abarca los aspectos que corresponden a la sostenibilidad de la

Objetivos, metas y desafíos del Departamento de Gestión Ambiental, 2014.

OBJETIVOS DE LA GESTIÓN	METAS	DESAFÍOS 2015
<ul style="list-style-type: none"> • Cuidar la calidad del aire en la zona de influencia del proyecto. • Usar racional y eficientemente los recursos naturales. • Rehabilitar las tierras intervenidas por la minería. • Implementar proyectos dentro del marco del desarrollo sostenible. • Tramitar oportunamente los permisos y licencias requeridos para la operación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener en sus áreas de influencia directa las concentraciones de material particulado suspendido total y respirable en valores inferiores a 90 ug/m³ para TSP* y a 45 ug/ m³ para PM10**. • Reutilizar el 83 % de las aguas residuales domésticas tratadas en lagunas de estabilización. • Recuperar el 58 % del aceite usado. • Separar para reciclaje el 47% del volumen total de residuos sólidos generados. • Rehabilitar 180 ha en áreas liberadas por la operación minera. • Reducir las emisiones de CO_{2e}*** en 383 toneladas. • Asegurar el desarrollo de estudios y trámites oportunos de los permisos y licencias de acuerdo con los requerimientos operativos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener las concentraciones de material particulado respirable por debajo de los límites fijados por la legislación colombiana, a pesar de las adversas condiciones climáticas de extrema sequía. • Desarrollar un modelo de balance hídrico predictivo que permita mejorar la gestión del recurso hídrico en Cerrejón. • Afianzar la gestión integral de residuos de acuerdo con las nuevas exigencias ambientales. • Adecuar y estabilizar 200 ha de tierras, 100 de las cuales son en taludes del botadero Potrerito. • Monitorear el consumo energético de la operación de Puerto Bolívar. • Continuar con los procesos de declaratoria de dos áreas protegidas en el departamento de La Guajira (delta del río Ranchería y una zona de transición del bosque seco tropical en los municipios de Albania, Riohacha y Maicao). • Tramitar ante la autoridad regional ambiental los permisos de uso y aprovechamiento de recursos, y ante la autoridad nacional ambiental la solicitud de modificación del Plan de Manejo Ambiental Integral necesario para el proyecto de expansión de 35 a 41 MTPA.

* TSP: Partículas Suspendidas Totales, por su sigla en inglés Total Suspended Particles.

** PM₁₀: Partículas de polvo con tamaño menor o igual a 10 micras.

*** CO_{2e} (CO₂ equivalente): unidad universal para indicar el potencial de calentamiento global de cada uno de los seis gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs y SF₆) de una unidad de dióxido de carbono (CO₂). Se utiliza para evaluar la emisión de los distintos gases de efecto invernadero respecto a una base en común.



Cuerpo de agua en el Cerrejón.



Talleres de la operación de Cerrejón.

operación y de la región, en la cual la normativa no posee medidas de control visiblemente implantadas, sino que depende del contexto regional; sus acciones se basan en la investigación científica y en estudios de caso, y las decisiones apuntan a lograr efectos a mediano y largo plazo.

El tercer elemento vital de la gestión ambiental de Cerrejón es la educación, como instrumento de divulgación, concienciación y multiplicación de las buenas prácticas ambientales tanto en los empleados como en las comunidades vecinas.

Gestión de la calidad y manejo del agua

Cerrejón utiliza para sus actividades domésticas, industriales y mineras agua proveniente de diferentes fuentes, las cuales están clasificadas como de alta¹

¹ En Cerrejón se considera agua de alta calidad la proveniente del río Ranchería, de su acuífero aluvial, sus tributarios y agua potable.

calidad y baja calidad. Mediante el programa de ahorro y uso eficiente del agua, establecido formalmente desde 2010, se busca disminuir la captación de agua de alta calidad con el fin de preservar el recurso hídrico de la región y remplazarlo por agua de baja calidad donde sea factible. Así mismo, Cerrejón verifica la eficiencia de las medidas de control para proteger el recurso hídrico mediante el monitoreo de la calidad del río Ranchería y sus tributarios, lo mismo que las aguas subterráneas del acuífero superficial, las aguas costeras de Puerto Bolívar y demás sistemas de control de aguas residuales domésticas e industriales, como las lagunas de retención y de estabilización.

El agua captada por Cerrejón tiene tres tipos de uso formalmente establecidos:

- **Doméstico.** Se usa para el consumo humano y doméstico en las áreas residencial e industrial (talleres y oficinas).



- **Industrial.** Se utiliza en las instalaciones de los talleres, lavaderos de equipos y planta de emulsión. Solo se requiere un pretratamiento en la planta de agua sin potabilización.
- **Minero.** Se consideran aguas de minería aquellas que se generan dentro de las áreas de operación minera, tanto superficiales (escorrentía) como subterráneas (despresurización de mantos de carbón), las cuales son almacenadas en lagunas, sumideros y embalses y se utilizan para el control de polvo en la mina.

El objetivo de Cerrejón es disminuir el consumo de agua de alta calidad, con el propósito de reducir la demanda de agua del río Ranchería y buscar la preferencia del consumo de agua de baja calidad.

Gestión de la calidad del aire

Uno de los aspectos ambientales más relevantes en Cerrejón es la gestión de la calidad del aire, debido a que las operaciones mineras generan emisiones de material particulado suspendido (polvo), las cuales deben controlarse adecuadamente para no constituirse en un riesgo para el ambiente y las comunidades vecinas.

Este material particulado presenta diversas características, de acuerdo con su tamaño y naturaleza. Su tiempo de suspensión² depende de su peso, forma y tamaño, de la topografía del lugar, la velocidad y dirección del viento, la humedad, la temperatura y demás factores climáticos.

Las partículas generadas por la operación minera son en mayor proporción gruesas³ y provienen principalmente de las vías de acarreo de material estéril y carbón. Por tal razón, la empresa ha implementado un sistema de gestión que permite predecir, para diferentes escenarios de minería, las concentraciones de polvo, al igual que evaluar su estado actual, planear y aplicar las medidas de prevención y mitigación, así como monitorear y verificar su efectividad.

Con el Sistema de Gestión de Calidad del Aire, Cerrejón va más allá de la normativa ambiental

2 Tiempo de suspensión: tiempo que permanece el material particulado en el aire.

3 Diámetro superior.

existente para la industria. Por medio de un modelo matemático de dispersión se predicen concentraciones de partículas en el aire para los planes de minería y proyectos, al tiempo que se determinan las medidas de control requeridas utilizando información meteorológica histórica y topográfica del área de Cerrejón, así como cálculos de las emisiones generadas por cada una de las actividades de la operación.

Las medidas de control están orientadas a mantener los niveles de emisión dentro de los rangos permitidos, con el fin de cumplir la normativa ambiental relacionada y las metas operativas internas, metas más restrictivas que las establecidas por la ley.

Para el control de las emisiones de polvo, Cerrejón tiene un programa en las áreas de minería y de manejo de carbón (La Mina y Puerto Bolívar), ajustado periódicamente de acuerdo con el avance minero y con los resultados de la simulación. La operación se encarga de ejecutar el programa en el número de equipos y medidas de control definidos como:

- Las vías de acarreo de La Mina son regadas constantemente: con agua industrial para mitigar la generación de polvo, mediante una flota de treinta tanqueros de 20.000 galones de capacidad y carro tanques de 10.000 galones de capacidad, que incluyen aditivos químicos que mejoran el control de emisiones.
- Las áreas de tajos cuentan con aspersores, que humectan las zonas de avance donde se realiza el cargue con palas. Así mismo, se han implementado cañones de niebla para evaluar su efectividad, como medida de mitigación de la emisión de polvo.
- Todas las áreas de manejo del carbón disponen de los sistemas, instrumentos y técnicas necesarios para controlar las emisiones de partículas al aire, tales como la humectación en el proceso de trituración del carbón durante la operación de apilamiento-reclamación en los patios de almacenamiento de carbón en Puerto Bolívar.
- Los sitios de descargue de carbón disponen de sistemas supresores y colectores de polvo.
- Las bandas transportadoras y los silos de carbón están cubiertos. En los sitios de transferencia se tienen sistemas de adición de agua.
- El cargue de trenes se hace de tal manera que la capa superior del carbón no sobrepase por más

de 10 cm el borde superior del vagón. Además, la carga es humedecida, nivelada y compactada para prevenir la emisión de partículas durante su transporte de La Mina hasta Puerto Bolívar.

- El funcionamiento de una Red de monitoreo de material particulado suspendido total (TSP) y respirable (PM10) con 18 estaciones: en La Mina (12) y Puerto Bolívar (6).

Cerrejón cuenta con un programa de seguimiento para verificar la eficiencia de las medidas de control y el cumplimiento de las normas, al igual que los puntos adicionales dentro de la red de monitoreo, que generan alertas anticipadas en las zonas de mayor vulnerabilidad. De este modo se pueden corregir situaciones anómalas en el desarrollo diario de la operación.

Manejo de residuos sólidos

Cerrejón cuenta con un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, cuyo objetivo es maximizar el aprovechamiento y el reciclaje mediante el fortalecimiento de cada una de las etapas comprendidas en este manejo. La gestión integral de residuos de Cerrejón establecida en este plan está orientada a lograr el manejo adecuado y seguro de los residuos producidos en el desarrollo de sus operaciones y actividades asociadas, con énfasis en lo siguiente:

- Manejo segregado por tipo de residuo.
- Tratamiento y disposición final acorde con la legislación vigente.
- Maximización de la separación de residuos para reciclar con un enfoque social.

Las etapas del manejo de residuos que se efectúan dentro del estricto marco legal y ambiental vigente en el país comprenden un ciclo que comienza en la generación del residuo y termina en su disposición final.

- Separación.
- Recolección y transporte.
- Acopio⁴.
- Tratamiento o gestión externa.
- Disposición final.

4 Para ser aprovechado por terceros.



Tren carbonero llegando a Puerto Bolívar.



La gestión de residuos generados en Cerrejón se realiza de manera autónoma, esto es, que no depende del servicio público de aseo para darles un adecuado manejo a los residuos producidos. Se cuenta con el personal, instalaciones *landfarming*, escombrera y equipos especializados compactadores para llevar a cabo los procedimientos relacionados con su manejo.

Una fracción de residuos peligrosos se envía fuera del complejo minero para su tratamiento o disposición final; entre estos se encuentran los vidrios de las lámparas fluorescentes, filtros de aceite, baterías de autos, pilas, residuos de pinturas y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Los procedimientos tercerizados se hacen con gestores legalmente autorizados y con previa comprobación de su idoneidad mediante visitas y verificación de permisos ambientales.

Educación ambiental

Se desarrollan actividades encaminadas a mejorar el conocimiento y la conciencia ambiental de empleados, contratistas y comunidades hacia una

responsabilidad individual por el cuidado del medio ambiente dentro del desarrollo de sus actividades diarias, al igual que promover el uso racional y eficiente de los recursos naturales.

El objetivo principal del Programa de Educación Ambiental es divulgar el conocimiento de la gestión ambiental de Cerrejón tanto a empleados como a contratistas, de tal modo que los involucrados sean conscientes de su responsabilidad en esta gestión. Adicionalmente, se busca promover en los empleados actitudes responsables con el medio ambiente y empoderarlos para que actúen con ética y conciencia ambiental clara en el manejo de su cotidianidad.

Durante el 2013 se dictaron 444 actividades de capacitación sobre gestión ambiental en Cerrejón, con 10.958 participantes entre empleados y contratistas.

Rehabilitación de tierras

La conservación de la productividad de los ecosistemas terrestres es una tarea de grandes dimensiones

Actividades que se realizan para divulgar la educación ambiental.

GRUPO DE INTERÉS	MEDIOS DE DIVULGACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL
Externo	<p>Visitas ambientales. Acorde con el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA), se reciben permanentemente visitas de divulgación de la gestión ambiental, en las cuales se presenta a las comunidades del área de influencia y las autoridades municipales toda la gestión que realiza la empresa en materia ambiental.</p> <p>Estas visitas incluyen al final una sesión de preguntas y respuestas para aclarar todas las dudas e interrogantes que tengan los visitantes respecto a la gestión ambiental que desarrolla Cerrejón. Así mismo, se hace una encuesta para conocer la opinión de los visitantes sobre su visita a Cerrejón, y los temas tratados en esta.</p> <p>Las principales inquietudes de las comunidades visitantes se centran en temas relacionados con la calidad de aire, el efecto de las voladuras y sus medidas de control, cómo va a quedar La Mina después de que se extraiga el carbón, las posibilidades de empleo, etc.</p> <p>Durante 2013, 976 personas - distribuidas entre 43 visitas de comunidades del área de influencia e instituciones educativas- fueron objeto del Programa de Visitas Ambientales.</p> <p>Publicidad masiva. Mediante vallas en las vías, comercial de televisión, cuñas radiales, la revista Mundo Cerrejón y avisos de prensa, se da a conocer la gestión que realiza la empresa.</p> <p>Comité Veedor de la Calidad del Aire. Empezó labores el 17 de octubre de 2008. Lo conforman representantes de las comunidades donde se encuentran localizadas las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de Cerrejón.</p> <p>Objetivo. Permitir que las comunidades en las cuales se hallan tales estaciones conozcan el tipo de información que se recoge de cada una, el procesamiento de esta información, la legislación ambiental relacionada con la calidad del aire, y las medidas de manejo y control ambiental que aplica Cerrejón en el tema de la calidad del aire.</p>
Interno	<p>Medios masivos y campañas ambientales. Se emplean diferentes medios de comunicación tanto para los trabajadores como para los residentes de la unidad residencial. Entre estos medios están las vallas en el área de mina, cartelera corporativa que se divulga a través del correo electrónico a todos los empleados y se publica en todas las áreas administrativas y operativas, revistas tales como Cerrejón al Día, NotiMushaisa (para la unidad residencial) y artículos ambientales que se publican mensualmente en el denominado Notiambiental, vía intranet.</p> <p>Adicionalmente se realizan charlas por Radio Cerrejón, donde se desarrollan tertulias para cubrir con los cuatro turnos los temas relacionados con fechas ambientales importantes en cada mes.</p>



Trabajadores responsables, prioridad del Cerrejón.

y forma parte integral de las operaciones de minería en Cerrejón.

La rehabilitación de tierras consiste en recuperar las áreas intervenidas alcanzando unas condiciones, en cuanto a oferta de bienes y servicios ecosistémicos, similares o superiores a las originalmente encontradas.

A diciembre de 2013, se habían intervinieron 13.012 ha, de las cuales 3.321 estaban en proceso de rehabilitación.

El proceso de rehabilitación de tierras que adelanta Cerrejón abarca un conjunto de actividades y

trabajos, producto de las enseñanzas y aprendizajes obtenidos durante 23 años continuos de experimentación y validación en campo, en un ambiente semiárido, sin antecedentes en cuanto a minería de carbón y rehabilitación de ecosistemas, incorporando criterios de optimización de los recursos naturales utilizables, prácticas apropiadas de manejo de suelos, acciones precisas y sustentabilidad ambiental

Recuperación de suelos

- Se evalúan el perfil y la calidad del suelo, el cual es removido y transportado con traíllas hasta bancos de suelo para su preservación. Los bancos de suelo están ubicados en varios sitios en las tres grandes áreas de minería, Zona Centro,

Patilla y Nuevas Áreas de Minería, de donde posteriormente se toman para la etapa de adecuación de suelos.

Adecuación de tierras

- Hace referencia a la reconfiguración del espacio intervenido por la actividad minera, con el objetivo de tener un medio apropiado para el crecimiento sostenible de plantas y organismos asociados a ellas. Esta etapa consiste en generar las pendientes necesarias en el terreno, para que sea posible el crecimiento de la capa vegetal.
- Se realiza con equipos de minería tales como tractores de oruga y motoniveladoras. Luego, se hace el acarreo de suelo y finalmente, se extiende el suelo con los equipos mencionados.

Estabilización del suelo

- La capa de suelo esparcida es transformada en el medio físico adecuado para el crecimiento de las plantas.
- Se establecen coberturas pioneras conformadas por semillas y plantas de rápido crecimiento, adaptadas al clima y a los suelos de la región, para que actúen como protectores contra la erosión hídrica y como acondicionadores de suelo.
- En las áreas planas, esta etapa se realiza con tractores agrícolas que llevan arado de cincel y en las pendientes, se utilizan bueyes también con arado de cincel.

Revegetación

- Es el conjunto de actividades que buscan conformar sobre el suelo estabilizado una comunidad vegetal diversa y productiva.
- Siembra de las especies forestales (árboles pequeños) producidas en el vivero de Cerrejón, utilizando herramientas manuales
- Recolección de semillas de especies nativas seleccionadas para adaptarlas y multiplicarlas mediante prácticas de germinación y producción en épocas de siembra.

Monitoreo y seguimiento

- Las áreas en proceso de rehabilitación son monitoreadas para evaluar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo como también la dinámica de su cobertura vegetal. Los resultados de este monitoreo y su análisis se reporta anualmente a la autoridad ambiental regional y nacional.

El Programa de Rehabilitación de Tierras de Cerrejón se ha consolidado como un ejemplo al preservar cerca de cuarenta millones de metros cúbicos de suelo, además de contar hoy con suficientes reservas en el banco de suelos como para rehabilitar de manera efectiva y devolver a la región un ecosistema sostenible de todas las áreas actualmente utilizadas en sus operaciones de minería.

Iniciativas para reducir las emisiones de GEI

Cuatro proyectos reportaron reducciones de CO_{2e} en el año 2013:

Uso de gas natural en equipos livianos. El objetivo es incrementar el porcentaje de consumo del gas natural comprimido (GNC), el cual emite menos emisiones de CO₂ que la gasolina. En 2010, la flota de equipo liviano consumía un 48% de gas natural. Gracias al seguimiento del consumo por superintendencias y gerencias se aumentó a un 53,4%, lo cual dio como resultado una reducción en las emisiones GEI de 120 toneladas CO_{2e} con respecto a los años anteriores.

Proyecto de reducción de tiempo de espera para tanqueo en las islas de combustible de la flota de 320 toneladas. Gracias a la continuidad que se le dio a este proyecto, se logró una disminución de 93 toneladas de CO_{2e} con respecto a 2010.

Dosificación de diésel en camiones mecánicos. En las flotas de camiones de 190 y 240 toneladas se viene desarrollando una prueba piloto, que consiste en instalar un dispositivo con *software* que controla la dosificación óptima de diésel al motor de los camiones, según la potencia requerida. Mediante tal iniciativa se consiguió una reducción de 114 tCO_{2e}.

Seguimiento al consumo energético en plantas de carbón. El seguimiento constante al consumo de energía eléctrica por tonelada triturada y por tonelada lavada en las plantas de carbón (kWh/t-triturada y kWh/t-lavada) permitió un ahorro energético (ver *Consumo de energía eléctrica y medidas de ahorro implementadas*) que representó una disminución de 465 tCO_{2e}.



Cobertura vegetal propia de bosque seco.



Cargue directo de carbón en Puerto Bolívar.



Historia de La Mina

Cerrejón

Cerrejón es una empresa que ejecuta una operación integrada de minería, transporte y embarque en La Guajira, departamento ubicado en el extremo norte de Colombia; está conformada por una mina a cielo abierto de carbón térmico que produce más de 33 millones de toneladas al año, un ferrocarril de 150 km de largo y un puerto marítimo capaz de recibir buques de hasta 180.000 toneladas de capacidad.

Cerrejón hace referencia a la operación minera de Carbones del Cerrejón Limited y Cerrejón Zona Norte S.A., compañías que operan en el país en virtud de la asociación existente entre ellas para la explotación de dos de las cinco áreas mineras y del acuerdo de integración de operaciones suscrito con el Gobierno colombiano:

Contrato de Asociación Zona Norte (Carbones del Cerrejón Limited, Cerrejón Zona Norte S.A. y el Estado colombiano)

Contrato de Gran Minería del Área de Patilla (Carbones del Cerrejón Limited, Cerrejón Zona Norte S.A. y el Estado colombiano)

Contrato de Gran Minería del Área de Oreganal (Carbones del Cerrejón Limited y el Estado colombiano)

Contrato de Gran Minería del Área del Sur (Carbones del Cerrejón Limited y el Estado colombiano)

Contrato de explotación minera con la comunidad del Cerrejón (Carbones del Cerrejón Limited)

1973	El presidente Misael Pastrana, durante su gobierno, traspasa a Ecopetrol las reservas de carbón de la zona del Cerrejón y se inician los estudios para realizar proyectos de minería de carbón.
1975	El Gobierno colombiano invita a 17 firmas de diferentes partes del mundo a participar en la licitación para la explotación de 32.000 ha que actualmente componen el Cerrejón Zona Norte. Solo cinco de estas compañías se presentaron y únicamente tres cumplieron con los requisitos.
1976	Se firma el Contrato de Asociación entre Carbones de Colombia S.A. (Carbocol) e Intercor, para desarrollar las reservas carboníferas del Cerrejón Zona Norte.
1983	Inicio de la operación de minería, dos años antes de lo previsto.
1985	Implementación del sistema de cargue directo en Puerto Bolívar e inicio de las exportaciones de carbón hacia el mercado mundial.
1986	El presidente Belisario Betancur inaugura el complejo minero.
1995	Se cumple una década de exportaciones con un acumulado de cien millones de toneladas de carbón.
2001	Se vende la participación de Carbocol en el Cerrejón Zona Norte (50%) a la sociedad conformada por subsidiarias de BHP Billiton plc, Anglo American plc y Glencore International AG, que conforman la Sociedad Cerrejón Zona Norte S.A.
2002	Estas mismas subsidiarias adquieren el 50% restante del Cerrejón Zona Norte, mediante la compra de la participación de Exxon Mobil en Intercor, que cambió su razón social a Carbones del Cerrejón Limited.
2006	Glencore vende su participación a la empresa europea Xstrata plc, cuyas subsidiarias son actualmente propietarias de Cerrejón, junto con subsidiarias de BHP Billiton y Anglo American.
2008	Se constituye el Sistema de Fundaciones Cerrejón para promover e impulsar el desarrollo sostenible en La Guajira.
2010	Cerrejón logra penetrar en el mercado asiático por primera vez en 25 años.
2012	Cerrejón supera las 3.000 hectáreas rehabilitadas y alcanza el rescate de 30.000 animales.
2014	Se instala el segundo cargador de buques de Puerto Bolívar (con sistema de cargue directo).





Tren de transporte de carbón del Cerrejón.

Carbones del Cerrejón Limited (antes International Colombian Resources Corporation, Intercor) es una sociedad extranjera con domicilio en Anguila (Indias Occidentales Británicas) y una sucursal establecida en Colombia, con domicilio en Bogotá.

Cerrejón Zona Norte S.A. (CZN) es una sociedad anónima colombiana, con domicilio principal en Bogotá, a la que mediante la firma del Contrato de Explotación Minera y Transferencia (CEMT) se le transfirió el interés contractual de Carbocol S.A. en el contrato de asociación suscrito originalmente con Intercor (hoy Carbones del Cerrejón Limited).

Ambas sociedades pertenecen por partes iguales a compañías subsidiarias de Glencore Xstrata plc, Anglo American plc y BHP Billiton plc. Es considerada el exportador privado de carbón más grande del país y actualmente genera más de 14.000 empleos, de forma directa y a través de empresas contratistas.

En 2013, Cerrejón alcanzó una producción de 33 millones de toneladas (Mt) y exportaciones por 33,5 Mt. La organización contribuyó al Estado con el pago de 1,2 billones de pesos colombianos entre impuestos y regalías.

La responsabilidad social es compromiso de Cerrejón, por lo que cuenta con una política integral dirigida a conducir su negocio en armonía con el medio ambiente y la sociedad, proteger la seguridad y salud de los trabajadores, y contribuir con el desarrollo, bienestar y cultura de las comunidades en su área de influencia, así como trabajar para implementar las mejores prácticas de la industria minera en materia de seguridad, salud, medio ambiente y comunidades.

Durante el 2013, Cerrejón invirtió más de 25.200 millones de pesos colombianos para el fortalecimiento de programas sociales dirigidos a prevenir,

LOCALIZACIÓN GENERAL MINA CERREJÓN

Departamento de
La Guajira, Colombia



Mapa general de ubicación de La Mina del Cerrejón, departamento de La Guajira, Colombia.

mitigar y compensar los posibles impactos de la operación en las comunidades cercanas a La Mina, la Línea férrea y Puerto Bolívar, enfocados en temas de salud, educación, cultura y deportes y emprendimiento.

El Sistema de Fundaciones trabaja en cuatro aspectos relevantes para el desarrollo de la región:

1. **La Fundación Cerrejón para el Agua en La Guajira**, que busca contribuir en solucionar los problemas de abastecimiento, saneamiento e higiene del recurso hídrico.
2. **La Fundación Cerrejón para el Fortalecimiento Institucional**, que promueve el desarrollo de una gestión pública transparente y participativa.
3. **La Fundación Cerrejón Guajira Indígena**, que impulsa el desarrollo integral y cultural de las etnias del departamento.
4. **La Fundación Cerrejón para el Progreso de La Guajira**, dedicada al fomento del desarrollo económico del departamento.

Conscientes de que el cuidado del entorno permite un mejor desarrollo sostenible de las actividades que se lleven a cabo en él, Cerrejón destinó más de 100.000 millones de pesos colombianos para el fortalecimiento de su gestión ambiental enmarcada en programas de:

- Gestión de calidad y manejo del agua.
- Gestión de la calidad del aire.
- Manejo de residuos sólidos.
- Gestión de la biodiversidad.
- Educación ambiental.
- Rehabilitación de tierras intervenidas por la minería.

Para Cerrejón, su principal compromiso es hacer posible que una vez la empresa haya dejado de producir carbón, la población del área de influencia de su operación esté en capacidad de generar riqueza y mejorar su calidad de vida; dejando la certeza a la región y al país que fue un buen vecino y que contribuyó a la sostenibilidad social, ambiental y económica de La Guajira.



Tanquero realizando riego de vías en La Mina.



Hoja fosilizada de ejemplar del orden Zingiberales, familia Musaceae.

Reconstrucción del ámbito de depósito, fauna y flora de la Formación Cerrejón.
Ilustración de Jason Bourque.



Diversidad fósil en el valle de Cerrejón

Carlos Jaramillo, Edwin Cadena y Fabiany Herrera

Introducción

Los bosques neotropicales son los más diversos del planeta, poseen más de 90.000 especies de plantas, siendo la mayoría angiospermas o plantas con flor (Thomas, 1999). Cómo, cuándo y por qué se originaron estos bosques y la fauna que los habitan es aún un misterio; una gran cantidad de hipótesis han sido propuestas para explicar su gran diversidad (Gaston, 2000; Hoorn *et al.*, 2010; Jablonski, 1993; Leigh *et al.*, 2004; Leighton, 2005; Moritz *et al.*, 2000), desde considerar a los trópicos como regiones donde la extinción es mínima y las especies se van acumulando con el tiempo, hasta proponer que la alta diversidad es un fenómeno muy reciente y que ocurrió en los últimos dos millones de años como producto de las glaciaciones recientes (Haffer, 1969). Una característica prominente del bosque lluvioso neotropical es su carácter multiestratificado, es decir, compuesto por varios estratos de vegetación, con un dosel dominado por angiospermas. Cuándo y por qué esta estructura emergió es también un gran misterio, y su evolución pudo haber tenido consecuencias

drásticas en la dinámica hídrica, de nutrientes y de carbono para los ecosistemas tropicales, como lo indican algunos modelos climáticos (Boyce & Lee, 2010; Burnham & Graham, 1999; Burnham & Johnson, 2004). Esta serie de preguntas aún permanecen sin respuesta, a pesar de ser particularmente relevantes para entender el cambio climático actual.

La evolución de una especie ocurre a lo largo de grandes escalas de tiempo y por tanto, para poder entender los cambios en la diversidad, composición y estructura de las comunidades, y como estos se relacionan con cambios climáticos en el pasado se requieren herramientas que preserven la información del pasado, tales como el registro fósil. Las investigaciones paleontológicas en el Neotrópico han sido muy escasas, a pesar de que este territorio abarca una extensión casi tan grande como la de Estados Unidos y Canadá combinados. Siempre se había asumido que la falta de fósiles en el trópico era principalmente debido a que la preservación de materia orgánica es más baja que en zonas templadas. Sin

embargo, el registro fósil del Cerrejón ha demostrado que esto no es cierto, y que en el trópico la preservación de fósiles puede ser excelente.

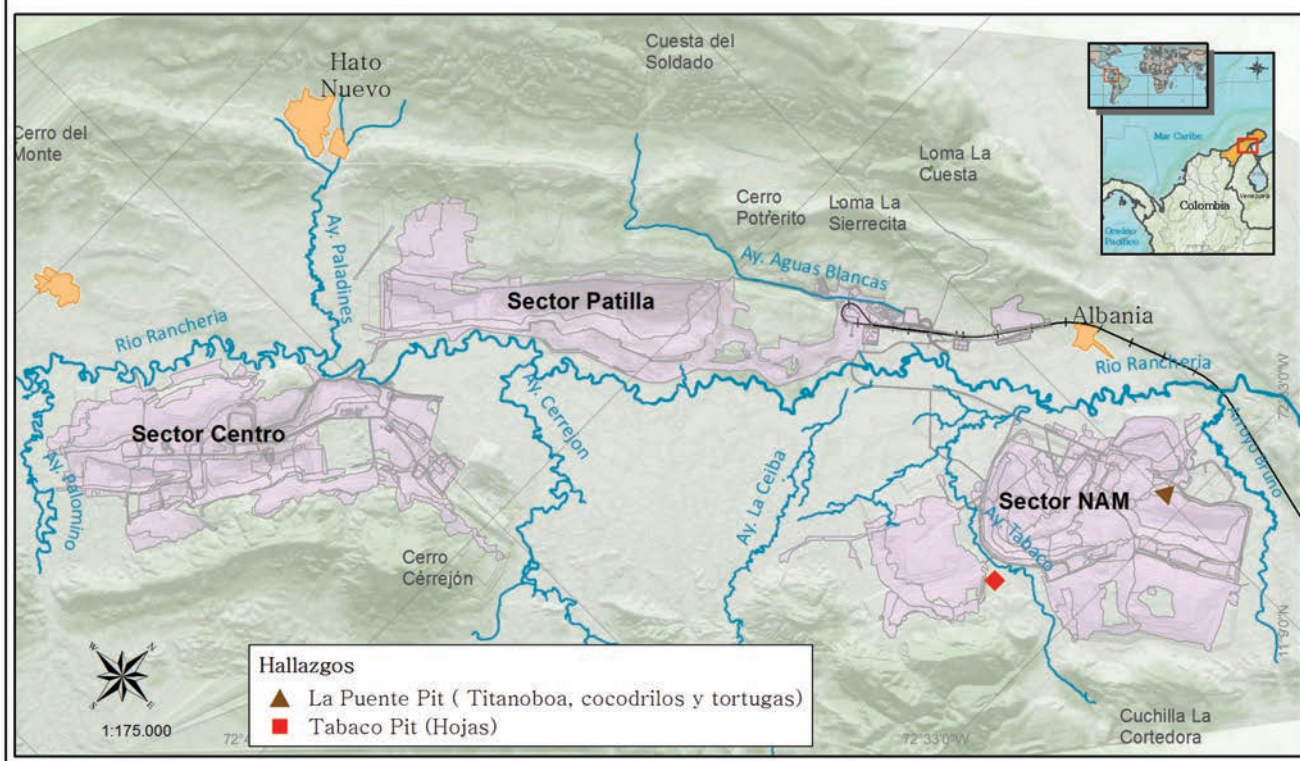
Desde 2004, se ha adelantado un intenso programa de investigación, estudiando los restos fósiles que se han encontrado en los diversos tajos de la mina, lo que ha derivado en variadas publicaciones científicas (Anexo 1). El resultado de estos estudios indican que los fósiles, y el carbón mismo del Cerrejón, constituyen el bosque tropical más antiguo que se conoce hasta el momento en cualquier lugar del mundo (Wing *et al.*, 2009). Los fósiles indican que durante el Paleoceno, hace 60 millones de años, que es la edad de las rocas que se encuentran en el Cerrejón, el bosque era muy productivo y mantenía animales de gran tamaño, como tortugas, cocodrilos, peces y

serpientes (Bayona *et al.*, 2011; Cadena *et al.*, 2010, 2012a; Cadena *et al.*, 2012b; Hasting *et al.*, 2010; Hasting *et al.*, 2011; Head *et al.*, 2009a; Head *et al.*, 2009b). El bosque estaba además dominado por las mismas familias de plantas que dominan el trópico hoy (Carvalho *et al.*, 2011 ; Doria *et al.*, 2008; Gomez *et al.*, 2009; Herrera *et al.*, 2008; Herrera *et al.*, 2011 ; Jaramillo, 2011; Jaramillo & Cardenas, 2013; Jaramillo *et al.*, 2010; Jaramillo *et al.*, 2007; Jaramillo & Rueda, 2013; Pons, 1988; Stull *et al.*, 2012; Wing *et al.*, 2009).

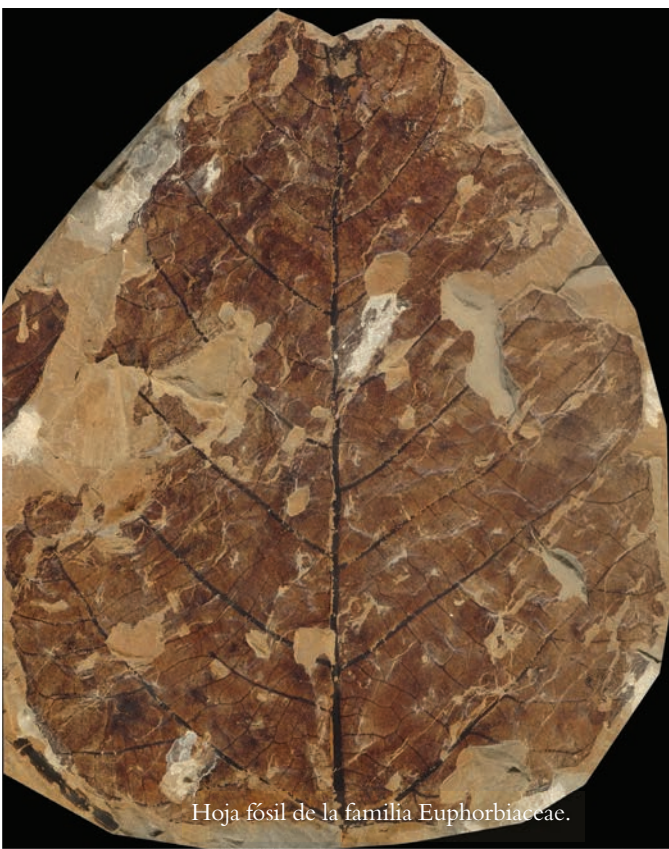
Aunque el bosque fósil encontrado en el Cerrejón es muy similar a los bosques húmedos tropicales modernos, la temperatura y niveles de CO₂ en el cual vivieron no tenía condiciones como las actuales,

Hallazgos Arqueológicos

Valle del Cerrejón – Departamento de La Guajira – Colombia.



Mapa de ubicación de los hallazgos arqueológicos realizados en el valle del Cerrejón.



Hoja fósil de la familia Euphorbiaceae.



Hoja fosilizada de la familia Sapotaceae.



Hoja fósil de angiosperma indeterminada.

con una temperatura de $1,5^{\circ}\text{C}$ más alta y un nivel de CO_2 50% más alto que los niveles modernos (Jaramillo & Cardenas, 2013). A pesar de las altas temperaturas y niveles de CO_2 , el bosque era muy productivo, lo que podría sugerir que las plantas modernas poseen ya la variabilidad genética para soportar temperaturas y niveles de CO_2 altos, como los que estamos viviendo actualmente.

El registro fósil es útil precisamente porque permite observar las consecuencias que han tenido los cambios en las condiciones climatológicas que ha sufrido el planeta. Es imposible encapsular un bosque entero para simular el calentamiento global, pero se puede usar la historia geológica de la tierra para aprender de los experimentos naturales y entender cómo la biota ha respondido a estos cambios.

El clima

Una variedad de técnicas han sido utilizadas para determinar el paleoclima (temperatura, niveles de CO_2 y precipitación) del Cerrejón durante el Paleoceno (hace 60 millones de años). Para estimar la temperatura media anual, se utilizaron tres técnicas distintas: la primera de ellas está basada en la gigante serpiente fósil *Titanoboa*, ya que la longitud de una serpiente es directamente proporcional a la

temperatura ambiental en la cual vive, es decir, que a mayor temperatura ambiental, mayor será la longitud (Head *et al.*, 2009a; 2009b). Una segunda técnica utilizó las hojas fósiles, ya que la temperatura ambiental está directamente relacionada a la proporción de hojas con bordes enteros: una mayor presencia de hojas con borde entero o liso en un bosque, es indicio de una mayor temperatura ambiental (Peppen *et al.*, 2011 ; Wing *et al.*, 2009). Y una tercera técnica, llamada TEX_{86} , que consiste en analizar el número de anillos ciclopentanos en las membranas lipídicas del picoplancton marino Crenarchaeota, en la que un mayor número de anillos revela una mayor temperatura ambiental (Jaramillo *et al.*, 2010; Schouten *et al.*, 2007). Los estimados realizados indican una paleotemperatura media anual de $\sim 29,5^{\circ}\text{C}$ para el Cerrejón y regiones cercanas, que es $1,5\text{-}2^{\circ}\text{C}$ más caliente que la temperatura media de la región de la mina en la actualidad. El Paleoceno se caracterizó además por tener altos niveles de CO_2 ($\sim 400\text{-}450$ ppm), superiores a los niveles actuales (270 ppm en la etapa preindustrial) (Royer, 2010).

Los niveles de precipitación han sido estimados usando el método del área de las hojas (Wilf *et al.*, 1998). La cantidad de precipitación anual está directamente relacionada al tamaño de las hojas, siendo

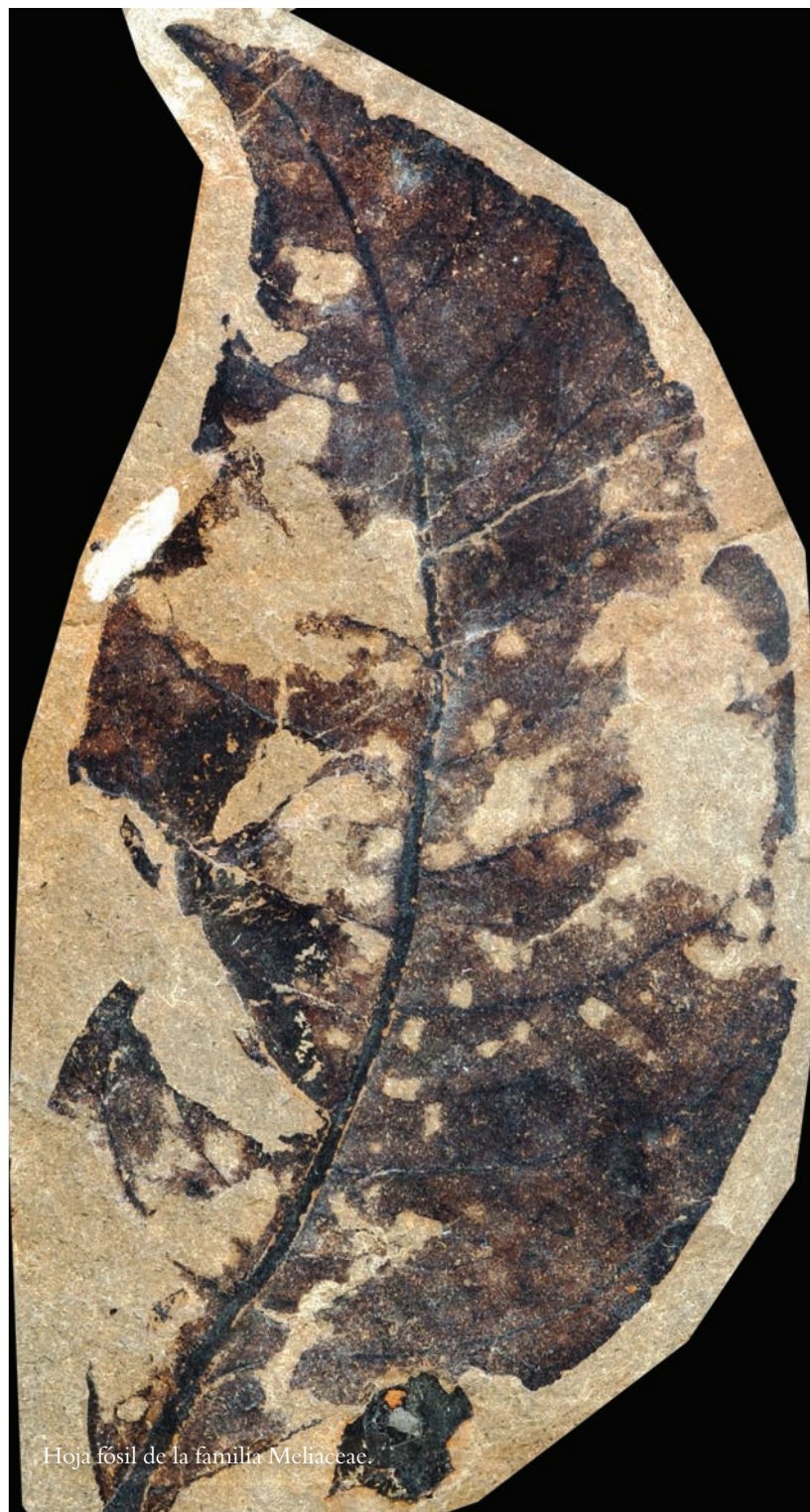
que mayor presencia de hojas de gran tamaño indica mayor precipitación. Usando esta correlación, se estimó una precipitación para el bosque fósil del Cerrejón de ~ 4 metros anuales (Wing *et al.*, 2009), valor similar a lo observado en bosques húmedos modernos de la Amazonia y la región del Chocó. Es probable que esta alta precipitación haya sido vital para la supervivencia de los bosques bajo altas temperaturas ambientales.

La composición florística del bosque, el paleoclima del Cerrejón y las condiciones geológicas que se encontraban en la Guajira hace 60 millones de años fueron la combinación perfecta para la acumulación de incalculables cantidades de materia orgánica que dieron lugar a las vastas capas de carbón que son explotadas hoy en la región.

Dos de las grandes preguntas aún por resolver, son ¿Cuándo y por qué la región del Cerrejón se transformó del bosque lluvioso que estaba presente durante el Paleoceno a los bosques xerofíticos con bajas precipitaciones que existen en la actualidad? Es posible que este cambio tan radical del paisaje haya ocurrido hace apenas unos pocos millones de años, como lo sugieren las nuevas investigaciones que se están adelantando en la Alta Guajira, donde el registro fósil indica que la península de la Guajira tenía unos niveles de precipitación mucho mayor a los actuales hasta hace apenas unos 3-5 millones de años, y su transformación hacia ambientes mucho más secos pudo haber sido el producto del comienzo de la glaciación en el hemisferio norte hace 2,7 millones de años (Moreno *et al.*, 2013).

El bosque

La primera evidencia de plantas fósiles en la mina del Cerrejón fue reportada en 1970 a partir de algunos restos de hojas hallados en núcleos de roca. El esfuerzo de colección se ha incrementado notoriamente durante la última década, con la colección de cerca de 5.000 especímenes de plantas fósiles, que incluyen abundantes hojas, frutos, semillas, troncos, flores y polen. La preservación de los fósiles del Cerrejón es excelente, lo que ha facilitado su estudio e identificación, de hecho más de 15 artículos científicos relacionados a las plantas fósiles del Cerrejón han sido publicados en los últimos 10 años (Tabla 1). Estos estudios han permitido avanzar en el conocimiento de tres grandes tópicos: el origen y la



Hoja fósil de la familia Meliaceae.



Hoja fosilizada de ejemplar de la familia Arecaceae.

Tabla 1. Publicaciones científicas derivadas de los fósiles del Cerrejón.

- Bayona, G., Cardona, A., Jaramillo, C., Mora, A., Montes, C., Valencia, V., Ayala, C., Montenegro, O., and Ibañez, M. 2012. Early Paleogene magmatism in the northern Andes: insights on the effects of Oceanic Plateau-continent convergence. *Earth and Planetary Science Letters* 331-332: 97-111.
- Cadena, E., Bloch, J., and Jaramillo, C., 2012. New Bothremydid turtle (Testudines, Pleurodira) from the Paleocene of North-Eastern Colombia. *Journal of Paleontology* 86: 689-699.
- Cadena, E., Bloch, J., Jaramillo, C. 2010 New Podocnemidid turtle (Testudines; Pleurodira) from the middle-late Paleocene of tropical South America. *Journal of Vertebrate Paleontology* 30: 367-382.
- Cadena, E., Ksepka, D.T., Jaramillo, C., Bloch, J.I. 2012 New pelomedusoid turtles (Testudines, Panpleurodira) from the late Palaeocene Cerrejón Formation of Colombia and implications for phylogeny and body size evolution. *Journal of Systematic Paleontology* 10: 313-331.
- Carvajal-Ortiz, H., Mora, G., and Jaramillo, C. 2009 A molecular evaluation of bulk organic carbon isotope chemotratigraphy for terrestrial correlations: an example from two Paleocene-Eocene tropical sequences. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 277: 173-183.
- Carvalho, M., Herrera, F., Jaramillo, C., Wing, S., and Callejas, R. 2011 Paleocene Malvaceae from northern South America and their biogeographical implications. *American Journal of Botany* 98: 1337-1355.
- Cernusak, L. A., Winter, K., Dalling, J. W., Holtum, J. A. M., Jaramillo, C., Körner, C., Leakey, A. D. B., Norby, R. J., Poulter, B., Turner, B. L., and Wright, S. J., 2013, Tropical forest responses to increasing atmospheric CO₂: current knowledge and opportunities for future research: *Functional Plant Biology* v. 40, p. 531-551.
- Doria, G., Jaramillo, C., and Herrera, F. 2008 Menispermaceae from the Cerrejón formation, middle to late Paleocene. *American Journal of Botany* 95: 954-973.
- Feild, T.S., Brodribb, T.J., Iglesias, A., Chatelet, D.S., Baresh, A., Upchurch, G.R., Gomez, B., Mohr, B.A.R., Coiffard, C., Kvaček, J., and Jaramillo, C. 2011 Fossil evidence for Cretaceous escalation in angiosperm leaf vein evolution. *PNAS* 108: 8363-8366.
- Gómez, N., Jaramillo, C., Herrera, F., Wing, S.L., and Callejas, R. Palms (Arecaceae) from a Paleocene rainforest of northern Colombia. 2009 *American Journal of Botany*, 96: 1300-1312.
- Hasting, A., Bloch, J., and Jaramillo, C. 2011 A new longirostrine dyrosaurid (Crocodylomorpha, Mesoeucrocodylia) from the Paleocene of north-eastern Colombia: biogeographic and behavioral implications for New World Dyrosauridae. *Palaeontology* 54: 1095-1116.
- Hasting, A., Bloch, J., Cadena, E., and Jaramillo, C. 2010. A new small short-snouted Dyrosaurid (Crocodylomorpha, Mesoeucrocodylia) from the Paleocene of northeastern Colombia. *Journal of Vertebrate Paleontology* 30: 139-162.
- Hasting, A., Bloch, J., Cadena, E., and Jaramillo, C., 2010, A new small short-snouted Dyrosaurid (Crocodylomorpha, Mesoeucrocodylia) from the Paleocene of northeastern Colombia: *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 30, p. 139-162.
- Head, J., Bloch, J., Hasting, A., Bourque, J., Cadena, E., Herrera, F., Polly, P.D., and Jaramillo, C. 2009, Reply. *Nature* 460: E4-E5, doi:10.1038/nature08225.
- Head, J., Bloch, J., Hasting, A., Bourque, J., Cadena, E., Herrera, F., Polly, P.D., and Jaramillo, C. 2009 Giant Boine Snake From A Paleocene Neotropical Rainforest Indicates Hotter Past Equatorial Temperatures. *Nature* 457: 715-718.
- Herrera, F., Jaramillo, C., Dilcher, D., Wing, S.L., Gomez, C. 2008 Fossil Araceae from a Paleocene neotropical rainforest in Colombia. *American Journal of Botany*, 95: 1569-1583.
- Herrera, F., Manchester, S.R., Hoot, S.B., Wefferling, K., Carvalho, M. and Jaramillo, C. 2011 Phytogeographic Implications of fossil endocarps of Menispermaceae from the Paleocene of Colombia. *American Journal of Botany* 98: 2004-2017.

Tabla 1. Continuación.

Hoorn, C., Wesselingh, F., Steege, H.t., Mora, A., Sevink, J., Sanmartin, I., Sanchez-Meseguer, A., Anderson, C.L., Figueiredo, J., Jaramillo, C., Riff, D., Negri, F.R., Hooghiemstra, H., Lundberg, J.G., Stadler, T., Sarkinen, T., and Antonelli, A., 2011, Origins of Biodiversity, *Response: Science* 331: 399-400.

Hoorn, C., Wesselingh, F., Steege, H.t., Mora, A., Sevink, J., Sanmartin, I., Sanchez-Meseguer, A., Anderson, C.L., Figueiredo, J., Jaramillo, C., Riff, D., Negri, F.R., Hooghiemstra, H., Lundberg, J.G., Stadler, T., Sarkinen, T., and Antonelli, A., 2010, Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution and biodiversity: *Science* 330: 927-931.

Jaramillo, C. 2008 Five Useful Techniques To Analyze Palynological Data. 2008 *The Palaeobotanist* 57: 529-537.

Jaramillo, C. 2009 How global warming affects tropical rainforests? A Paleogene perspective. *GNS Science Miscellaneous Series* 18: 81-83.

Jaramillo, C. 2012 Historia Geológica del Bosque Húmedo Neotropical. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 36: 59-80.

Jaramillo, C. and Cardenas, A. 2013 Global Warming and Neotropical Rainforests: A historical perspective. *Annual Reviews of Earth and Planetary Sciences* 41: 741-766.

Jaramillo, C., and Rueda, M., 2013, A Morphological Electronic Database of Cretaceous-Tertiary Fossil Pollen and Spores from Northern South America V. 2012-2013, Colombian Petroleum Institute & Smithsonian Tropical Research Institute.

Jaramillo, C., Hoorn, C., Silva, S., Leite, F., Herrera, F., Quiroz, L., Dino, R., and Antonioli, L. 2010 The origin of the modern Amazon rainforest: implications from the palynological and paleobotanical record. In: Hoorn, M.C. and Wesselingh, F.P. (Eds.) *Amazonia, Landscape and Species Evolution*. Blackwell, Oxford: 317-334.

Jaramillo, C., Ochoa, D., Contreras, L., Pagani, M., Carvajal-Ortiz, H., Pratt, L.M., Krishnan, S., Cardona, A., Romero, M., Quiroz, L., Rodriguez, G., Rueda, M., De la Parra, F., Moron, S., Green, W., Bayona, G., Montes, C., Quintero, O., Ramirez, R., Mora, A., Schouten, S., Bermudez, H., Navarrete, R.E., Parra, F., Alvaran, M., Osorno, J., Crowley, J.L., Valencia, V., and Vervoort, J., 2010, Effects of Rapid Global Warming at the Paleocene-Eocene Boundary on Neotropical Vegetation: *Science* 330: 957-961.

Jaramillo, C., Pardo-Trujillo, A., Rueda, M., Harrington, G., Bayona, G., Torres, V., and Mora, G. Palynology of the Upper Paleocene Cerrejón Formation, Northern Colombia. 2007. *Palynology* 31: 153-189.

Jaramillo, C., Rueda, M., and Torres, V. 2011. A Palynological Zonation for the Cenozoic of the Llanos and Llanos Foothills of Colombia. *Palynology* 35: 46-84.

Montes, C., Guzman, G., Bayona, G., Cardona, A., Valencia, V., and Jaramillo, C. 2010 Clockwise Rotation of the Santa Marta Massif and Simultaneous Paleogene to Neogene Deformation of the Plato-San Jorge and Cesar-Ranchería Basins. *Journal of South American Earth Sciences* 29: 832-848.

Peppen, D., Royer, D., Cariglino, C., Oliver, S., Newman, D., Leight, E., Enikolopov, G., Fernandez-Burgos, M., Herrera, F., Adams, J., Correa, E., Currano, E., Hinojosa, F., Hoganson, J., Iglesias, A., Jaramillo, C., Johnson, K., Kraft, K., Levelock, E., Lusk, C., Niinemets, U., Peñuelas, J., Rapson, G., Wing, S., and Wright, I. 2011 Sensitivity of leaf size and shape to climate: global patterns and paleoclimatic applications. *New Phytologist* 190: 724-739.

Stull, G.W., Herrera, F., Manchester, S., and Jaramillo, C. 2012 Fruits of an "Old World" tribe (Phytocreneae; Icacinaceae) from the Paleogene of North and South America. *Systematic Botany* 37: 784-794.

Wing, S.L., Herrera, F., Jaramillo, C., Gomez, C., Wilf, P., and Labandeira, C.C. 2009. Late Paleocene fossils from the Cerrejón Formation, Colombia, are the earliest record of Neotropical Rainforest. *PNAS* 106: 18627-18632.



Fruto de ejemplar de la familia Fabaceae.

composición del bosque húmedo tropical, su diversidad y el paleoclima durante el Paleoceno.

Los actuales bosques húmedos de tierras bajas en Colombia poseen una variada diversidad y composición de plantas, donde dominan familias de angiospermas tales como Annonaceae (guanábana), Arecaceae (palmas), Araceae (anturios), Fabaceae (leguminosas), Lauraceae (aguacate), Malvaceae (cacao), Menispermaceae (curare) y Zingiberales (bananas). El origen de estas familias y el desarrollo de los bosques húmedos en el trópico, han permanecido como grandes incógnitas. El trabajo realizado con los fósiles del Cerrejón ha determinado que las plantas que hoy en día dominan los bosques húmedos, aparecieron en la región por primera vez durante el Paleoceno (Tabla 2) (Carvalho *et al.*, 2011; Doria *et al.*, 2008; Gómez *et al.*, 2009; Herrera *et*

Tabla 2. Plantas fósiles reportadas para el Cerrejón.

Morfotipo fósil	Familia
CJ62	Amaryllidaceae?
CJ34	Anacardiaceae
CJ50	Annonaceae?
CJ13	Apocynaceae?
<i>Montrichardia aquatica</i>	Araceae
<i>Petrocardium wayúuorum</i>	Araceae
<i>Petrocardium cerrejonense</i>	Araceae
CJ47	Araceae
CJ63	Araceae
CJ80	Araceae
CJ64	Araceae?
CJ58	Araliaceae?
CJ67	Arecaceae
CJ68	Arecaceae
CJ69	Arecaceae
<i>Nip</i> sp.	Arecaceae
<i>Cocos</i> sp.	Arecaceae
<i>Stenochlaena?</i>	Blechnaceae
CJ60	Coniferales
CJ43	Elaeocarpaceae?
CJ24	Euphorbiaceae

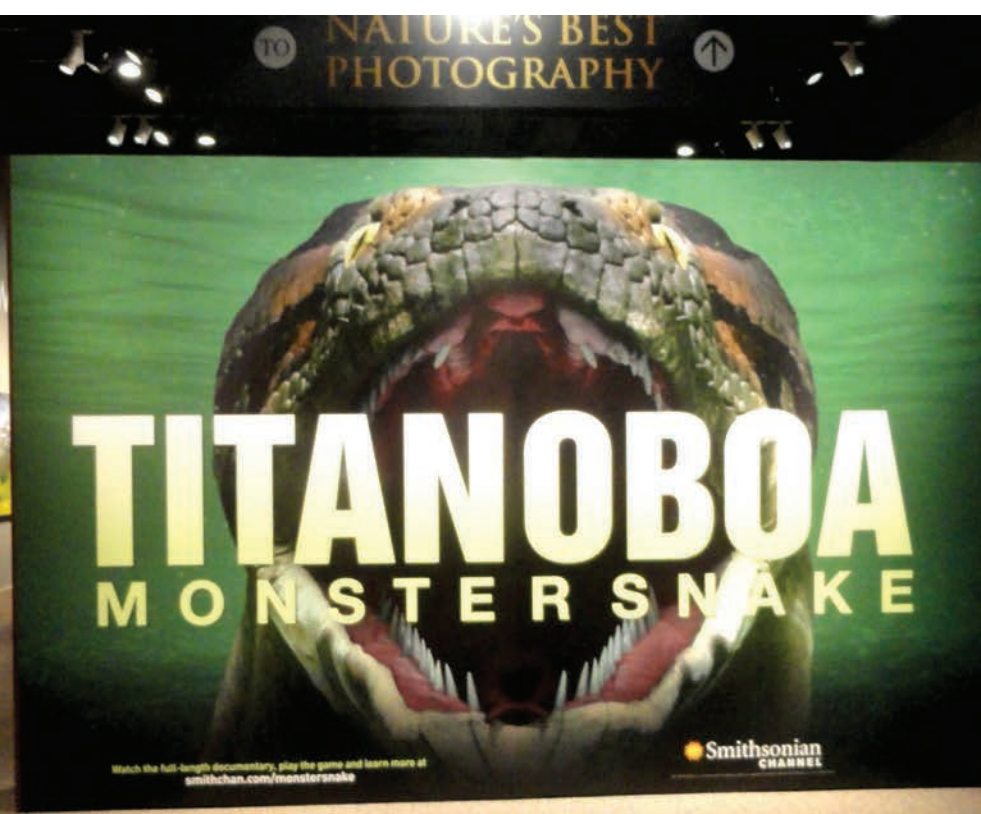
Tabla 2. Continuación.

Morfotipo fósil	Familia	Morfotipo fósil	Familia
CJ10	Euphorbiaceae?	CJ87	Indeterminado
CJ1	Fabaceae	CJ91	Indeterminado
CJ19	Fabaceae	CJ92	Indeterminado
CJ38	Fabaceae	CJ97	Indeterminado
CJ55	Fabaceae	CJ27	Indeterminado
CJ76	Fabaceae	CJ53	Indeterminado
CJ98	Fabaceae	CJ54	Indeterminado
CJ99	Fabaceae	CJ84	Indeterminado
CJ100	Fabaceae	CJ15	Indeterminado
CJ103	Fabaceae	CJ16	Indeterminado
CJ106	Fabaceae	CJ18	Indeterminado
CJ107	Fabaceae	CJ20	Indeterminado
CJ30	Fabaceae?	CJ21	Indeterminado
CJ40	Fabaceae?	CJ28	Indeterminado
CJ81	Helecho	CJ33	Indeterminado
<i>Phytocene</i> sp.	Icacinaceae	CJ37	Indeterminado
CJ5	Lauraceae	CJ41	Indeterminado
CJ22	Lauraceae	CJ83	Indeterminado
CJ25	Malvaceae	CJ59	Indeterminado
<i>Malvaciphyllum macondicus</i>	Malvaceae	CJ77	Indeterminado
<i>CJ11</i>	Malvaceae	CJ78	Indeterminado
CJ36	Malvaceae	CJ72	Indeterminado
CJ17	Malvaceae?	CJ73	Indeterminado
CJ2	Meliaceae	CJ75	Indeterminado
<i>Menispermites cerrejonensis</i>	Menispermaceae	CJ86	Indeterminado
<i>Menispermites guajiraensis</i>	Menispermaceae	CJ89	Indeterminado
<i>Menispermites horizontalis</i>	Menispermaceae	CJ90	Indeterminado
<i>Menispermites cordatus</i>	Menispermaceae	CJ93	Indeterminado
<i>Stephania palaeosudamericana</i>	Menispermaceae	CJ94	Indeterminado
CJ12	Moraceae?	CJ95	Indeterminado
<i>Acrostichum?</i>	Pteridaceae	CJ101	Indeterminado
Salicaceae	Salicaceae	CJ102	Indeterminado
CJ56	Salicaceae?	CJ104	Indeterminado
<i>Salvinia</i>	Salviniaceae	CJ105	Indeterminado
CJ8	Sapotaceae?	CJ74	Indeterminado
<i>Lygodium</i>	Schizaeaceae	CJ96	Indeterminado
CJ79	Ulmaceae	<i>Aglaoreidia? foveolata</i>	Indeterminado
CJ4	Violaceae?	<i>Apiculatasporites obscurus</i>	Indeterminado
CJ32	Violaceae?	<i>Araucariacites</i> spp.	Araucariaceae
Zingiberales	Zingiberales	<i>Arecipites regio</i>	Aracaceae
Zingiberales	Zingiberales	<i>Baculapollenites</i> sp.	Indeterminado

Tabla 2. Continuación.

Morfotipo fósil	Familia
<i>Baculatisporites</i> “maculosus”	Indeterminado
<i>Bombacacidites</i> “poloanularis”	Bombacoideae
<i>Bombacacidites</i> “pseudoannae”	Bombacoideae
<i>Bombacacidites annae</i>	Bombacoideae
<i>Bombacacidites nacimientoensis</i>	Bombacoideae
<i>Bombacacidites</i> sp.	Bombacoideae
<i>Chomotriletes minor</i>	Indeterminado
<i>Cingulatisporites</i> “felipe”	Indeterminado
<i>Clavatisporites mutisii</i>	Indeterminado
<i>Clavatricolpites densiclavatus</i>	Indeterminado
<i>Colombipollis tropicalis</i>	Indeterminado
<i>Corsinipollenites</i> sp.	Onagraceae?
<i>Ctenolophonidites lisamae</i>	Ctenolophonaceae
<i>Ctenolophonidites</i> sp.	Ctenolophonaceae
<i>Curvimonocolpites inomatus</i>	Araceae
<i>Duplotriporites arianii</i>	Indeterminado
<i>E. trianguliformis</i> var. <i>orbicularis</i>	Indeterminado
<i>Echinatisporis minutus</i>	Indeterminado
<i>Echistephanoporites</i> “lafontanus”	Indeterminado
<i>Echitriletes</i> “tuberosus”	Indeterminado
<i>Echitriporites suescae</i>	Proteaceae
<i>Echitriporites trianguliformis</i>	Proteaceae
<i>Ephedripites vanegensis</i>	Araceae
<i>Foveotricolpites perforatus</i>	Indeterminado
<i>Foveotricolporites</i> aff. <i>fossulatus</i>	Indeterminado
<i>Foveotriletes</i> “microfoveolatus”	Indeterminado
<i>Foveotriletes margaritae</i>	Ophioglossaceae
<i>Foveotriletes ornatus</i>	Indeterminado
<i>Gemmamonocolpites</i> aff. <i>ovatus</i>	Indeterminado
<i>Gemmamonocolpites dispersus</i>	Araceae
<i>Gemmamonocolpites gemmatus</i>	Araceae
<i>Gemmamonocolpites</i> sp.	Araceae
<i>Gemmastephanocolpites gemmatus</i>	Indeterminado
<i>Ischyosporites problematicus</i>	Indeterminado
<i>L. proxapertitoides proxapertitoides</i>	Araceae
<i>L. proxapertitoides reticuloides</i>	Araceae
<i>Laevigatosporites</i> sp. 1	Indeterminado
<i>Laevigatosporites tibuensis</i>	Indeterminado
<i>Laevigatosporites?</i> “spongy”	Indeterminado
<i>Longapertites</i> aff. sp. 1	Araceae
<i>Longapertites</i> aff. <i>vaneendenburgi</i>	Araceae

Morfotipo fósil	Familia
<i>Longapertites marginatus</i>	Araceae
<i>Longapertites microfoveolatus</i>	Araceae
<i>Longapertites perforatus</i>	Araceae
<i>Longapertites proxapertitoides</i>	Araceae
<i>Longapertites</i> sp.	Araceae
<i>Longapertites vaneendenburgi</i>	Araceae
<i>M. f. pachyexinatus</i> (long spines)	Araceae
<i>Magnotetradites magnus</i>	Indeterminado
<i>Margocolporites</i> “reticulatus”	Fabaceae
<i>Margocolporites</i> sp.	Fabaceae
<i>Matonisporites</i> sp.	Indeterminado
<i>Mauritiidites franciscoi franciscoi</i>	Araceae
<i>Mauritiidites franciscoi minutus</i>	Araceae
<i>Momipites africanus</i>	Moraceae
<i>Monocolpopollenites ovatus</i>	Indeterminado
<i>Monoporopollenites annulatus</i>	Poaceae
<i>Perfotricolpites?</i> sp.	Indeterminado
<i>Planisporites?</i> sp.	Indeterminado
<i>Podocarpidites</i> sp.	Podocarpaceae
<i>Poloretitricolpites</i> aff. <i>absolutus</i>	Indeterminado
<i>Polyodiaceoisporites</i> sp.	Pteridaceae
<i>Polyodiaceoisporites?</i> <i>fossulatus</i>	Pteridaceae
<i>Polyodiisporites</i> sp.	Indeterminado
<i>Proteacidites</i> spp.	Proteaceae
<i>Proxapertites</i> aff. <i>operculatus</i>	Araceae
<i>Proxapertites</i> aff. <i>tertiaria</i>	Annonaceae
<i>Proxapertites</i> aff. <i>verrucatus</i>	Araceae
<i>Proxapertites cursus</i>	Araceae
<i>Proxapertites humbertoides</i>	Annonaceae
<i>Proxapertites minutus</i>	Araceae
<i>Proxapertites operculatus</i>	Araceae
<i>Proxapertites psilatus</i>	Araceae
<i>Proxapertites</i> sp. (<i>magnus?</i>)	Annonaceae
<i>Proxapertites terciaria</i>	Annonaceae
<i>Proxapertites verrucatus</i>	Araceae
<i>Psilabrevitricolpites</i> sp.	Indeterminado
<i>Psilabrevitricolporites annulatus?</i>	Indeterminado
<i>Psilabrevitricolporites simpliformis</i>	Indeterminado
<i>Psilabrevitricolporites</i> sp.	Indeterminado
<i>Psilamonocolpites</i> “marginatus”	Araceae
<i>Psilamonocolpites grandis</i>	Araceae

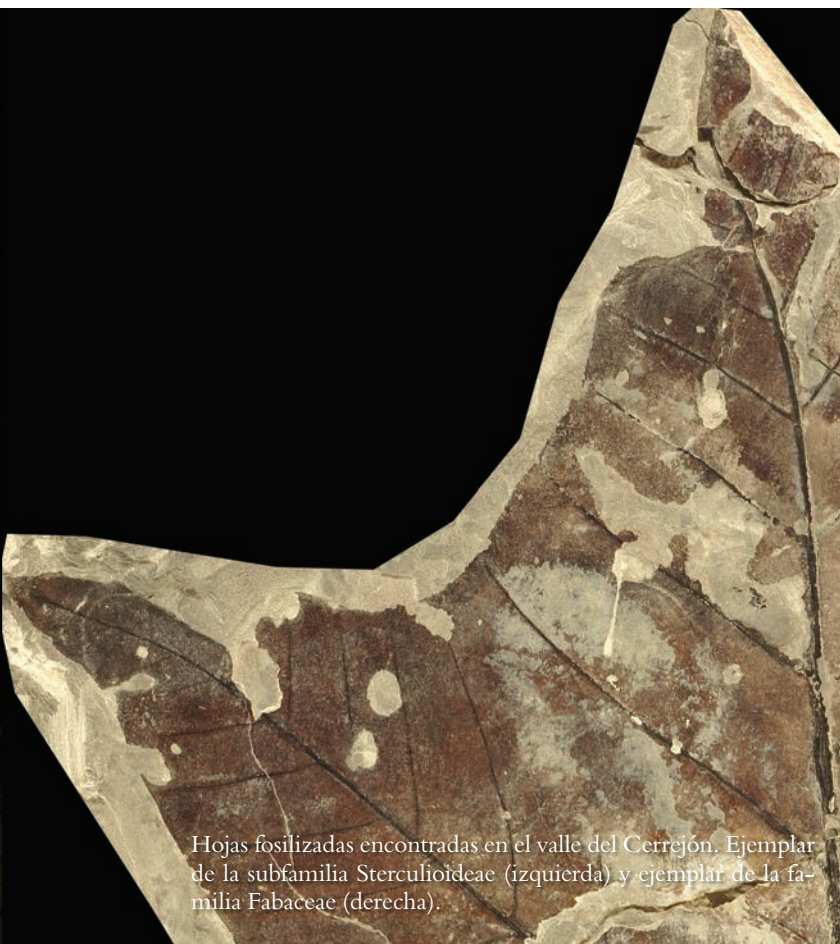


Exhibición itinerante sobre *Titanoboa* en el Museo de Historia Natural en Washington DC; exhibición de SITES, división del Instituto Smithsonian.

Tabla 2. Continuación.

Morfotipo fósil	Familia
<i>Psilamoncolpites medius</i>	Aracaceae
<i>Psilamoncolpites minutus</i>	Aracaceae
<i>Psilamoncolpites operculatus</i>	Indeterminado
<i>Psilastephanoc fissilis</i>	Polygalaceae
<i>Psilastephanocolpites globulus</i>	Indeterminado
<i>Psilatricolpites "felipoides"</i>	Indeterminado
<i>Psilatricolporites "binocularis"</i>	Indeterminado
<i>Psilatricolporites marginatus</i>	Indeterminado
<i>Psilatricolporites pachyexinatus</i>	Indeterminado
<i>Racemonocolpites racematus</i>	Aracaceae
<i>Retibrevitricolporites "bombaxoides"</i>	Indeterminado
<i>Retidiporites "operculatus"</i>	Indeterminado
<i>Retidiporites botulus</i>	Indeterminado
<i>Retidiporites magdalenensis</i>	Proteaceae
<i>Retimonocolpites aff. claris</i>	Indeterminado
<i>Retimonocolpites retifossulatus</i>	Indeterminado
<i>Retitricolpites "communis"</i>	Indeterminado
<i>Retitricolpites "defnidus"</i>	Indeterminado
<i>Retitricolpites "grandis"</i>	Indeterminado
<i>Retitricolporites "polopsilatus"</i>	Indeterminado

Morfotipo fósil	Familia
<i>Retitricolporites "semiesponjosus"</i>	Indeterminado
<i>Retitricolporites "surinamensis"</i>	Indeterminado
<i>Retitriletes "cristatus"</i>	Indeterminado
<i>Retitriporites simplex</i>	Indeterminado
<i>Scabratricolporites "triangularis"</i>	Indeterminado
<i>Spinizonocolpites echinatus</i>	Aracaceae
<i>Spinizonocolpites sp.</i>	Aracaceae
<i>Stephanocolpites "scabratus"</i>	Apocynaceae
<i>Striatricolporites digitatus</i>	Indeterminado
<i>Striatricolporites "elegantis"</i>	Indeterminado
<i>Syncolporites lisamae</i>	Myrtaceae
<i>Tetracolporopollenites aff. transversalis</i>	Sapotaceae?
<i>Tetradites aff. umirensis</i>	Indeterminado
<i>Tetradites "psilatus"</i>	Indeterminado
<i>Tetradites "reticulatus"</i>	Indeterminado
<i>Ulmoideipites krempii</i>	Ulmaceae
<i>Verrutricolpites "gemmaus"</i>	Indeterminado
<i>Verrutriletes "echinatus"</i>	Indeterminado
<i>Verrutriletes "radialis"</i>	Indeterminado
<i>Verrutriletes "viruelensis"</i>	Indeterminado



Hojas fosilizadas encontradas en el valle del Cerrejón. Ejemplar de la subfamilia Sterculioideae (izquierda) y ejemplar de la familia Fabaceae (derecha).



al., 2008; Jaramillo *et al.*, 2007; Pons, 1988; Wing *et al.*, 2009). Los fósiles de valiosos y abundantes frutos de leguminosas, hojas de palma que alcanzan hasta 5 metros de longitud, diminutos frutos de curare, cientos de hojas de las familias del cacao y el banano y miles de microscópicos granos de polen, proporcionan la evidencia necesaria para sugerir que el primer bosque húmedo tropical en el norte de Suramérica floreció en lo que hoy constituye la península de la Guajira. Los fósiles de plantas del Cerrejón también muestran la presencia de grupos de plantas que hoy en día solo crecen en bosques húmedos de África y Asia, tales como la palma de manglares (*Nypa*), el género de enredaderas *Stephania* y la familia Icacinaceae (pera blanca). Cómo y cuándo estos grupos de plantas se extinguieron en Suramérica es aún desconocido.

A pesar de que la composición florística del bosque fósil del Cerrejón es similar a la actual, su número de especies es mucho menor. Esto se puede deber a que estos bosques se desarrollaron apenas 5 millones después del impacto del asteroide en la península del Yucatán que ocasionó la extinción de los dinosaurios, plantas, animales marinos y muchos otros

organismos en todo el planeta (Nichols & Johnson, 2008); por lo que es posible que aún no había transcurrido el tiempo suficiente para que el bosque recuperara los niveles de diversidad previos al impacto. La comprobación de esta hipótesis requerirá del estudio de floras fósiles más antiguas que las estudiadas en el Cerrejón.

La fauna

Los primeros vertebrados fósiles del Cerrejón fueron colectados durante los años 80 por el geólogo Henry García, estos fósiles correspondían a una mandíbula y un fémur de cocodrilo, los cuales fueron puestos en exhibición en las oficinas del edificio administrativo 1 de la mina del Cerrejón. Sin embargo, fue solo hasta el año 2004 que este descubrimiento cobró relevancia, cuando paleontólogos del Museo de Historia Natural de la Florida y el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales revisaron el material fósil y se dieron cuenta del potencial que la mina del Cerrejón podría tener para entender la evolución de los vertebrados en el norte de Suramérica y la biodiversidad de los ecosistemas actuales. En la última década, intensas campañas de búsqueda y colecta de vertebrados fósiles se han llevado a



Caparazón de la tortuga *Puentemys mushaisaensis*.



Hoja de planta de la familia Lauraceae.

cabo en los diferentes tajos de la mina, contando con la participación de una decena de paleontólogos de vertebrados de diferentes instituciones tanto de Colombia, como de otros países. Hasta la fecha se han encontrado cerca de unos 100 especímenes de vertebrados incluyendo tortugas, cocodrilos, peces pulmonados y serpientes de gran importancia científica (Tabla 3) (Cadena *et al.*, 2010, 2012a; Cadena & Jaramillo, 2006; Cadena *et al.*, 2012b; Hasting *et*

al., 2010; Hasting *et al.*, 2011; Head *et al.*, 2009a; Head *et al.*, 2009b).

Sin lugar a dudas, el descubrimiento paleontológico más importante del Cerrejón es el hallazgo de la serpiente más grande que ha existido en la Tierra. Con sus aproximados 13-14 metros de largo y una tonelada de peso, la *Titanoboa cerrejonensis*, representada en vertebras, costillas, y fragmentos de cráneo, se ha

Tabla 3. Fauna fósil reportada para el Cerrejón.

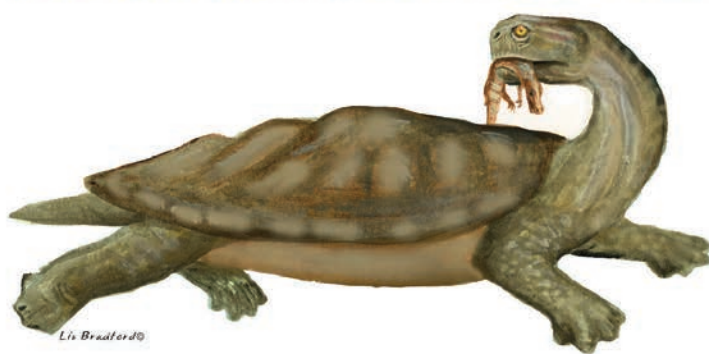
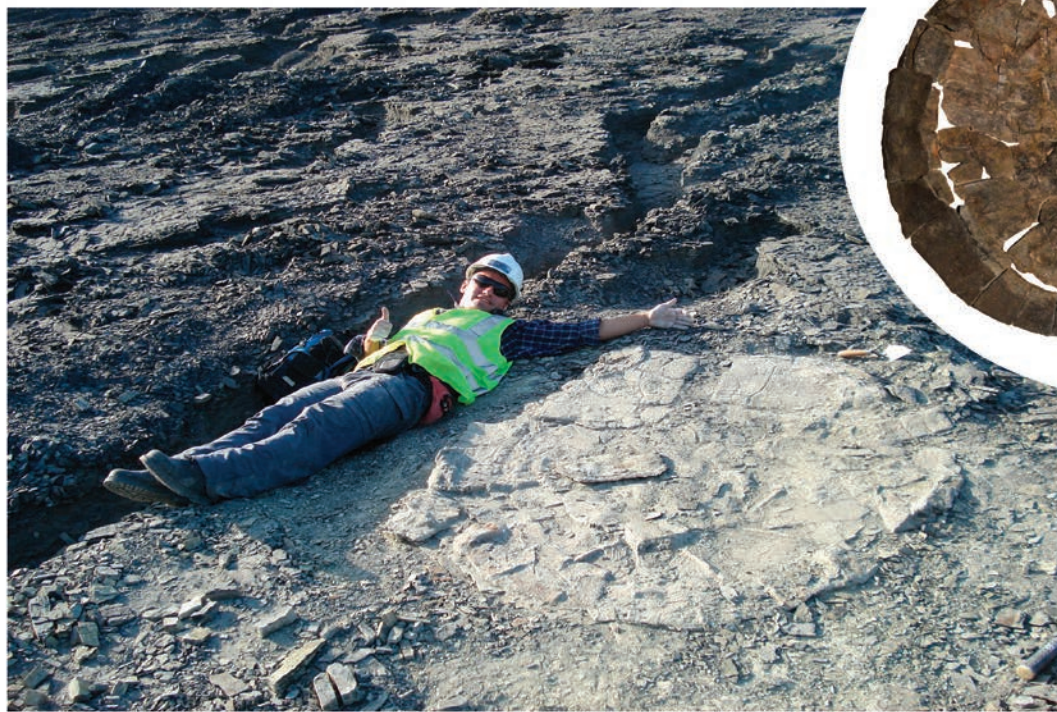
Grupo	Especie	Familia	Tajo
Serpiente	<i>Titanoboa cerrejonensis</i>	Boidae	La Puente
Cocodrilo	<i>Cerrejonisuchus improcerus</i>	Dyrosauridae	La Puente/Expanded West Pit
Cocodrilo	<i>Acherontisuchus guajiraensis</i>	Dyrosauridae	La Puente
Cocodrilo	<i>Anthracosuchus balrogus</i>	Dyrosauridae	La Puente
Tortuga	<i>Cerrejonemys wayúunaiki</i>	Podocnemidae	La Puente
Tortuga	<i>Carbonemys cofrinii</i>	Podocnemidae	La Puente
Tortuga	<i>Puentemys mushaisaensis</i>	Bothremydidae	La Puente, Tabaco high deep, Expanded West Pit
Tortuga	Pelomedusoides Taxon A	Pelomedusoides	La Puente
Tortuga	Pelomedusoides Taxon B		La Puente
Peces	Aún por describir	Lepidosirenidae	La Puente



Vértebras de *Titanoboa cerrejonensis* halladas en el valle del Cerrejón.



Cráneo y vértebra de cocodrilo encontradas en el Cerrejón.



Fósiles de tortuga encontrados en el Cerrejón.

convertido en el fósil más famoso de Colombia, y puede establecer la temperatura del ambiente en el cual la fauna y flora del Cerrejón se desarrolló hace 60 millones de años. Pero no solo las serpientes fueron gigantes en el ecosistema fósil del Cerrejón, sino también los cocodrilos que incluyen varias nuevas especies como *Cerrejonisuchus improcerus*, un cocodrilo primitivo perteneciente a un grupo extinto de cocodrilos conocido como dyrosauridos, caracterizados por tener un hocico muy corto en comparación con el de los caimanes y cocodrilos actuales; y *Acherontisuchus guajiraensis*, que con un tamaño estimado de 6 metros de largo, alcanza o supera un poco a los cocodrilos que habitan hoy en día el río Nilo en África. Sumado a los cocodrilos y las serpientes, la tortugas no solo alcanzaron también gran tamaño, son además el vertebrado fósil más abundante en el Cerrejón.

Tres nuevas especies de tortugas han sido descritas: la primera de ellas denominada *Cerrejonemys wayúunaiki*, en honor a la etnia wayúu que habita la Guajira Colombiana, es la más cercana a un género de tortugas comúnmente conocidas como charapa o galapa que habitan hoy en día los grandes ríos del norte de Suramérica incluidos el Magdalena, Orinoco y el Amazonas entre otros; esto muestra que han habitado el Neotrópico durante los últimos 60 millones de años. La segunda especie de tortuga del Cerrejón es llamada *Carbonemys cofrinii* y es la tortuga más grande que se conoce de esa época, con un caparazón que llegó a los 1,7 metros de largo, y la segunda tortuga más grande de agua dulce que se conoce hasta el día de hoy. Finalmente se encuentra *Puentemys mushaisaensis*, bautizada por ser muy abundante en el Tajo La Puente, una tortuga que alcanzó los 1,10 m de largo, con la particularidad de tener un caparazón casi circular parecido a un aro. Todas las tortugas fósiles encontradas en el Cerrejón pertenecen al grupo de los pleurodiras, tortugas que retraen el cuello en forma lateral cuando se sienten amenazadas y que actualmente solo habitan en Suramérica, África y Australia.

La fauna fósil del Cerrejón no solo representa la más completa que se conoce hasta la fecha de la edad del Paleoceno en el norte de Suramérica, sino que también muestra que unos pocos millones de años después del evento de extinción producto de la caída del

meteorito en Yucatán hace 65 millones de años, los principales habitantes de los ecosistemas tropicales fueron grandes reptiles, representados por serpientes, cocodrilos, y tortugas; algunos de ellos sobrevivientes de la extinción como los cocodrilos dyrosauridos, y algunos otros de nuevos linajes como el de la tortuga *Cerrejonemys*. Aunque es probable que pequeños mamíferos hayan también habitado el paleoecosistema del Cerrejón hace 60 millones, a la fecha no se ha encontrado evidencia fósil.

Conclusiones

La fauna y flora actual del Cerrejón son, en gran parte, el producto de una serie de accidentes históricos como cambios climáticos a diversas escalas temporales y procesos geológicos; es necesario estudiar estos procesos para entender los ecosistemas tropicales y poder predecir cómo ellos responderán a los cambios climáticos en un futuro cercano. Una de las implicaciones más interesantes de los estudios realizados en el Cerrejón es que, por primera vez, se registra un bosque húmedo tropical dominado por las mismas familias de plantas que dominan los bosques modernos, pero que creció en un ambiente con temperaturas ambientales superior a cualquiera de sus contrapartes modernas, y con mayores niveles de CO₂, demostrando que los bosques húmedos han podido adaptarse a calentamientos y enfriamientos globales.

La exploración y estudio de vertebrados fósiles en el Cerrejón sentó un precedente único en la paleontología en Colombia, en el cual las actividades mineras de gran escala como las llevadas a cabo en este lugar se combinaron con la búsqueda y estudio del registro paleontológico, algo que no hubiese sido posible sin la inmensa colaboración y apoyo del equipo de geólogos de la mina, operarios de los tajos y directivos de la misma. Los hallazgos de vertebrados y plantas fósiles en el Cerrejón han permitido resolver dos interrogantes que llevaban décadas intrigando a paleontólogos de todo el mundo: qué animales y plantas vivieron en el norte de Suramérica justo después de la extinción de los dinosaurios, y qué relación tendrían estos con la extrema biodiversidad actual de esta región. Pero aún con todos estos grandes descubrimientos, el conocimiento sobre el origen y evolución de la fauna tropical de Suramérica y en particular de Colombia sigue siendo muy



Hoja fosilizada de una planta de la familia Menispermaceae.

bajo, generado una gran motivación para continuar explorando y encontrando fósiles, no solo en el Cerrejón sino en otras partes del país, fósiles de los cuales todo colombiano debería sentirse orgulloso ya que son una parte del legado histórico de nuestro planeta.

Bibliografía

- Bayona, G., Montes, C., Cardona, A., Jaramillo, C., Ojeda, G., & Valencia, V., 2011, Intraplate basin response to oceanic-arc collision & subsequent subduction-related continental magmatism; a case from the southern Caribbean-South America plate margin: *Basin Research*, v. 23, p. 403-422.
- Boyce, C. K., & Lee, J.-E., 2010, An exceptional role for flowering plant physiology in the expansion of tropical rainforests & biodiversity: *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 277, p. 3437-3443.
- Burnham, R. J., & Graham, A., 1999, The history of neotropical vegetation: new developments & status: *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 86, p. 546-589.
- Burnham, R. J., & Johnson, K. R., 2004, South American palaeobotany & the origins of neotropical rainforests: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B Biological Sciences*, v. 359, p. 1595-1610.
- Cadena, E., Bloch, J., & Jaramillo, C., 2010, New Podocnemidid turtle (Testudines: Pleurodira) from the middle-upper Paleocene of South America: *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 30, p. 367-382.
- -, 2012a, New Bothremydid turtle (Testudines, Pleurodira) from the Paleocene of North-Eastern Colombia: *Journal of Paleontology*, v. 86, p. 689-698.
- Cadena, E., & Jaramillo, C., New Podocnemididae fossil turtles from the late Paleocene Cerrejón formation, Guajira Peninsula, Colombia, *in* *Proceedings 66th Annual Meeting of the Society of Vertebrate Paleontology*, Ottawa, Canada, 2006.
- Cadena, E., Ksepka, D. T., Jaramillo, C., & Bloch, J. I., 2012b, New pelomedusoid turtles (Testudines, Panpleurodira) from the late Palaeocene Cerrejón Formation of Colombia & implications for phylogeny & body size evolution: *Journal of Systematic Paleontology*, v. 10, p. 313-331.
- Carvalho, M., Herrera, F., Jaramillo, C., Wing, S., & Callejas, R., 2011, Paleocene Malvaceae from northern South America & their biogeographical implications: *American Journal of Botany*, v. 98, p. 1337-1355.
- Doria, G., Jaramillo, C., & Herrera, F., 2008, Menispermaceae from the Cerrejón formation, middle to late Paleocene, Colombia: *American Journal of Botany*, v. 95, p. 954-973.
- Gaston, K. J., 2000, Global patterns in biodiversity: *Nature*, v. 405, p. 220-227.
- Gomez, N., Jaramillo, C., Herrera, F., Wing, S. L., & Callejas, R., 2009, Palms (Arecaceae) from a Paleocene rainforest of northern Colombia: *American Journal of Botany*, v. 96, p. 1300-1312.
- Haffer, J., 1969, Speciation in Amazonian Birds: *Science*, v. 165, p. 131-137.
- Hasting, A., Bloch, J., Cadena, E., & Jaramillo, C., 2010, A new small short-snouted Dyrosaurid (Crocodylomorpha, Mesoeucrocodylia) from the Paleocene of northeastern Colombia: *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 30, p. 139-162.
- Hasting, A., Bloch, J., & Jaramillo, C., 2011, A new longirostrine dyrosaurid (Crocodylomorpha, Mesoeucrocodylia) from the Paleocene of north-eastern Colombia: biogeographic & behavioural implications for New-World Dyrosauridae: *Palaeontology*, v. 54, p. 1095-1116.
- Head, J., Bloch, J., Hasting, A., Bourque, J., Cadena, E., Herrera, F., Polly, P. D., & Jaramillo, C., 2009a, Giant boid snake from the Palaeocene neotropics reveals hotter past equatorial temperatures: *Nature*, v. 457, p. 715-718.
- Head, J., Bloch, J., Hasting, A., Bourque, J., Cadena, E., Herrera, F., Polly, P. D., & Jaramillo, C., 2009b, Reply: Giant boid snake from the Palaeocene neotropics reveals hotter past equatorial temperatures: *Nature*, v. 460, p. E4-E5.
- Herrera, F., Jaramillo, C., Dilcher, D., Wing, S. L., & Gomez, C., 2008, Fossil Araceae from a Paleocene neotropical rainforest in Colombia: *American Journal of Botany*, v. 95, p. 1569-1583.
- Herrera, F., Manchester, S. R., Hoot, S. B., Wefferling, K., Carvalho, M., & Jaramillo, C., 2011, Phylogeographic Implications of fossil endocarps of Menispermaceae from the Paleocene of Colombia: *American Journal of Botany*, v. 98, p. 1-14.
- Hoorn, C., Wesselingh, F., Steege, H. t., Mora, A., Sevink, J., Sanmartin, I., Sanchez-Meseguer, A., &erson, C. L., Figueiredo, J., Jaramillo, C., Riff, D., Negri, F. R., Hooghiemstra, H., Lundberg, J. G., Stadler, T., Sarkinen, T., & Antonelli, A., 2010, Amazonia through time: &ean uplift, climate change, landscape evolution & biodiversity: *Science*, v. 331, p. 399-400.
- Jablonski, D., 1993, The tropics as a source of evolutionary novelty through geological time: *Nature*, v. 364, p. 142-144.
- Jaramillo, C., 2011, Historia Geológica del Bosque Húmedo Neotropical: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, v. in press.
- Jaramillo, C., & Cardenas, A., 2013, Global Warming & Neotropical Rainforests: A historical perspective: *Annual Reviews of Earth & Planetary Sciences*, v. 41, p. 741-766.
- Jaramillo, C., Ochoa, D., Contreras, L., Pagani, M., Carvajal-Ortiz, H., Pratt, L. M., Krishnan, S., Cardona, A., Romero, M., Quiroz, L., Rodriguez, G., Rueda, M., De la Parra, F., Moron, S., Green, W., Bayona, G., Montes, C., Quintero, O., Ramirez, R., Mora, A., Schouten, S., Bermudez, H., Navarrete, R. E., Parra, F., Alvaran, M., Osorno, J., Crowley, J. L., Valencia, V., & Vervoort, J., 2010, Effects of Rapid Global Warming at the Paleocene-Eocene Boundary on Neotropical Vegetation: *Science*, v. 330, p. 957-961.
- Jaramillo, C., Pardo-Trujillo, A., Rueda, M., Harrington, G., Bayona, G., Torres, V., & Mora, G., 2007, Palynology of the Upper Paleocene Cerrejón Formation, northern Colombia: *Palynology*, v. 31, p. 153-189.
- Jaramillo, C., & Rueda, M., 2013, A Morphological Electronic Database of Cretaceous-Tertiary Fossil Pollen & Spores from Northern South America V. 2012-2013, Co-

- ombian Petroleum Institute & Smithsonian Tropical Research Institute.
- Leigh, E. G., Davider, P., Dick, C., Puyravaud, J., Terborgh, J., ter-Steege, H., & Wright, S., 2004, Why Do Some Tropical Forests Have So Many Species of Trees?: *Biotropica*, v. 36, p. 447-473.
 - Leighton, L. R., 2005, The latitudinal diversity gradient through deep time: testing the “Age of the Tropics” hypothesis using Carboniferous productidine brachiopods: *Evolutionary Ecology*, v. 19, p. 563–581.
 - Moreno, J. F., Martinez, C., & Jaramillo, C., Late Pliocene–Pleistocene climate change from La Guajira Peninsula (Colombia) 2013, Volume 45, Geological Society of America Abstracts with Programs.
 - Moritz, C., Patton, J. L., Schneider, C. J., & Smith, T. B., 2000, Diversification of rainforest faunas: An Integrated Molecular Approach: *Annual Review of Ecology & Systematics*, v. 31, p. 533–563.
 - Nichols, D. J., & Johnson, K. G., 2008, *Plants & the K–T Boundary*, Cambridge, UK, Cambridge University Press, 292 p.:
 - Peppen, D., Royer, D., Cariglino, C., Oliver, S., Newman, D., Leight, E., Enikolopov, G., Fernandez-Burgos, M., Herrera, F., Adams, J., Correa, E., Currano, E., Hinojosa, F., Hoganson, J., Iglesias, A., Jaramillo, C., Johnson, K., Kraft, K., Levelock, E., Lusk, C., Niinemets, U., Peñuelas, J., Rapson, G., Wing, S., & Wright, I., 2011 Sensitivity of leaf size & shape to climate: global patterns & paleoclimatic applications: *New Phytologist* v. 190, p. 724–739.
 - Pons, D., 1988, *Le Mesozoique de Colombie : macroflores et microflores*, Paris, Editions du Centre national de la recherche scientifique : Diffusion Presses du CNRS, Cahiers de paleontologie. Travaux de paliontologie est-africaine,, 168 p.:
 - Royer, D. L., 2010, Fossil soils constrain ancient climate sensitivity: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 107, p. 517–518.
 - Schouten, S., Forster, A., Panoto, F. E., & Sinningh-Damsté, J. S., 2007, Towards the calibration of the TEX86 palaeothermometer for tropical sea surface temperatures in ancient greenhouse worlds: *Organic Geochemistry* v. 38, p. 1537–1546.
 - Stull, G. W., Herrera, F., Manchester, S., Jaramillo, C., & Tiffney, B. H., 2012, Fruits of an “Old World” tribe (Phytocreneae; Icacinaceae) from the Paleogene of North & South America: *Systematic Botany*, v. 37, p. 784–794.
 - Thomas, W. W., 1999, *Conservation & monographic research on the flora of Tropical America: Biodiversity & Conservation*, v. 8, p. 1007–1015.
 - Wilf, P., Wing, S. L., Greenwood, D. R., & Greenwood, C. L., 1998, Using fossil leaves as paleoprecipitation indicators: An Eocene example: *Geology*, v. 26, p. 203–206.
 - Wing, S. L., Herrera, F., Jaramillo, C., Gomez, C., Wilf, P., & Labandeira, C. C., 2009, Late Paleocene fossils from the Cerrejón Formation, Colombia, are the earliest record of Neotropical Rainforest: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 106, p. 18627–18632.



Cactus (*Cereus repandus*)



Uvito (*Cordia* sp.)

Componente Botánico

Gabriel Jaimes y Margarita Moreno Arocha

Introducción

Los bosques tropicales se ven afectados aceleradamente por la deforestación y la pérdida de hábitat asociada a las actividades humanas (Wright & Muller-Landau 2006). Este proceso de transformación incluye la sustitución de áreas boscosas por zonas destinadas a la agricultura, ganadería o uso humano, problemática que comparte el bosque seco tropical con otros ecosistemas. Adicionalmente, los bosques secos tropicales se encuentran en áreas con condiciones apropiadas para la agricultura y la ganadería con condiciones ambientales que favorecen la colonización humana (Wright & Muller-Landau 2006), siendo uno de los ecosistemas más utilizados, perturbados, menos conservados y poco estudiados de los bosques del neotrópico y del mundo (Sánchez-Azofeifa *et al.* 2005, Janzen 1983, IAvH 1997).

Existen muchas definiciones de lo que constituye un bosque seco tropical (BsT) (Mendoza, 1999). No obstante, una de las principales características es el estrés hídrico que presentan por una

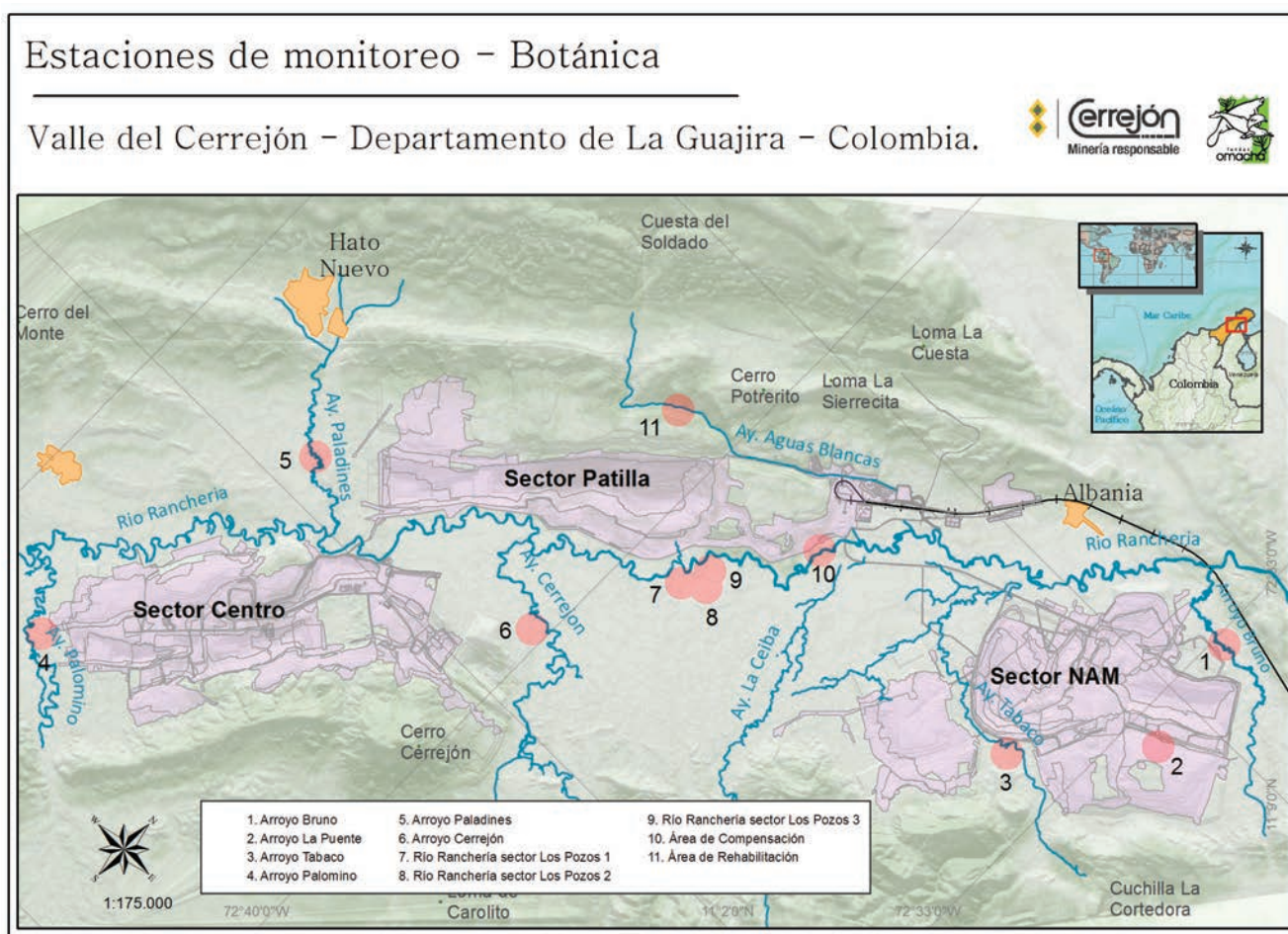
pronunciada época seca con poca o ninguna precipitación (Mooney *et al.*, 1996); una precipitación inferior a los 2000 mm (Cabrera *et al.* 2006); una elevación igual o inferior a 1.000 m y una temperatura entre los 17 y 35°C (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 1998). Los bosques secos han recibido mucha menos atención científica y de gestión para su conservación en comparación a los bosques húmedos (Prance, 2006).

En Colombia, el bosque seco tropical es considerado como uno de los tres ecosistemas más degradados, fragmentados y menos conocidos (IAvH 1997, Sánchez-Azofeifa *et al.* 2005). Según datos reportados por Etter (1993), en Colombia solo existe cerca del 1,5% de la cobertura original estimada en 80.000 km². Han sido ubicadas tres grandes regiones; la de mayor cobertura es la llanura del Caribe, incluyendo el sur de la Guajira, en segundo lugar está la región seca del valle del río Magdalena, en los departamentos del Tolima, Cundinamarca y Huila

y en tercer lugar está el valle geográfico del río Cauca, en donde solo existen pequeños parches remanentes aislados (AvH 1997).

En el bosque seco se encuentra la mayor variabilidad en los tipos de cobertura vegetal, debido a las condiciones climáticas y edáficas, particulares en distintas áreas; es decir, son formaciones vegetales azonales. En partes de la costa, especialmente en los departamentos de Atlántico, Bolívar y La Guajira se desarrollan bosques con rasgos de zonas más secas, puesto que poseen elementos florísticos con características xerofíticas como cactáceas, arbustos espinosos; los árboles dominantes presentan tallas menores que en otros lugares y permanecen sin hojas más de la mitad del año.

Los bosques secos de la parte sur del departamento de La Guajira son relativamente extensos y poco densos y están fuertemente intervenidos por el pastoreo de ganado caprino y vacuno y la extracción de leña. Los parches relictuales en mejor estado se encuentran en los Montes de Oca y en el sector del Cerrejón y cubren una extensión total de poco más de 20.000 ha que constituyen una franja de transición entre los arbustales espinosos y la vegetación xerofítica semidesértica hacia los bosques húmedos de los piedemontes de la Sierra de Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta. Predominan árboles y arbustos de leguminosas, como el ébano, el dividivi y el trupillo y son frecuentes el indio desnudo, el jobo y el guayacán de bola.



Mapa de localización de las estaciones de monitoreo del componente botánico en el valle del Cerrejón.



Ceiba blanca (*Hura crepitans*)



Tuna blanca (*Opuntia caracasana*)

Para el manejo de los ecosistemas tropicales, la información de un inventario florístico constituye uno de los principales soportes, al permitir realizar análisis al nivel específico, recambios y estructura, lo que en conjunto determinan el estado de conservación de las áreas naturales; el estado de los fragmentos boscosos constituye el principal indicador de seguimiento en áreas susceptibles de conservación. El suministro de hojas, flores y frutos en las diferentes épocas del año, dan una aproximación de la oferta alimenticia que mantiene una determinada fauna vertebrada local (Bailey, 1989).

Metodología

Área de estudio

En un principio, cuando se iniciaron las evaluaciones biológicas en el valle del Cerrejón, el componente botánico se abordaba como una simple descripción general de las diferentes coberturas presentes en la zona, sin ahondar en la composición o riqueza específica de cada uno de los sitios muestreados. Es

por esto que la comparación multitemporal de este importante componente de la biodiversidad del Cerrejón solo es posible con los resultados obtenidos a partir del monitoreo realizado en 2004–2005 y hasta el ejecutado en 2012–2013.

A partir del 2004, inició la caracterización de la vegetación del área de influencia de Cerrejón, en las 11 estaciones en las que se hacían los monitoreos de fauna silvestre, con pequeñas variaciones en cada monitoreo debido a los permisos de acceso a los predios o al avance de la explotación minera. Los sitios monitoreados son: río Ranchería (sector Los Pozos 1, Los Pozos 2, Los Pozos 3), arroyo Bruno, arroyo La Puente; arroyo Tabaco; arroyo Cerrejón, arroyo Palomino, arroyo Paladines, área de compensación de Mushaisa y la zona de rehabilitación del sector de Aguas Blancas.

Métodos

Para el estudio de la estructura y composición de la vegetación presente en el valle del Cerrejón, se

implementó el método de parcelas de muestreo rápido (RAP) para estudios florísticos de bosques tropicales descrito por Gentry (1982), el cual consistió en el muestreo de 0,1 hectárea, subdividida en 10 parcelas de 50 m x 2 m (100 m²) cada una. Cada parcela fue dividida en dos secciones de 50 m², de un lado se registraron solo los individuos con DAP mayor o igual a 2.5 cm, del otro lado se registraron todos los individuos presentes sin discriminar diámetro del DAP o altura. Se tomó la precaución de iniciar el segundo lado desde el mismo vértice en que se terminó la colecta de información y muestras del primer lado en sentido contrario. Para cada parcela se registró su ubicación geográfica y puntos de referencia de las diferentes localidades que permitieran ubicarla fácilmente. Igualmente, para este trabajo se consideraron los siguientes tipos de hábitos de crecimiento: árboles, como las plantas leñosas adultas con un tronco definido y mayores de 5 m de altura; arbustos, como las plantas leñosas adultas con altura entre 2 y 5 m; hierbas, como las plantas no leñosas o sufrútices menores de 2 m de altura; lianas, como

las plantas leñosas y herbáceas trepadoras y de tallos flexibles.

Para cada individuo presente dentro de las parcelas se registró la siguiente información:

- Altura: para ello se utilizó una brújula con clinómetro y una vara graduada cada 10 cm con una longitud total de 3 m.
- Diámetro del tallo a la altura del pecho (DAP = 1,30 m): para esta medición se utilizó una cinta métrica y un vernier para los individuos de tallos delgados.
- Cobertura o radio de la copa: es la medición del radio de la copa proyectada por los árboles y arbustos, se utilizó una cinta métrica y una vara graduada cada 10 cm con una longitud total de 3 m. A los individuos juveniles y de hábitos escandentes no se les registraba la cobertura, por la imposibilidad para medirla.
- Se colectó información botánica *in situ* de características como presencia de exudados, olores, colores de flores y frutos, las cuales se pierden en



Fabaceae sp.

el proceso de herborización y es necesaria para la determinación de las especies.

La identificación taxonómica de las especies se realizó directamente en campo con claves taxonómicas, guías y catálogos ilustrados, para llegar hasta el nivel de especie (Judd 2002; Steyermark *et al.* 1978; Mora-Osejo 1984), así como con las de las series Flora de Colombia (vols. 1; 3; 5-6; 11-19; 23-26) y Flora Neotrópica. Se tomaron muestras para procesar los ejemplares no identificados en campo.

Con el fin de caracterizar las diferentes áreas y censar fenofases de las especies vegetales, se realizaron transectos de longitud y dirección variables en todas las localidades de estudio, realizando colectas aleatorias de muestras florecidas y/o fructificadas.

Análisis de los datos estructurales y florísticos

La caracterización de la vegetación, con respecto a la fisionomía de las comunidades (bosque de galería y bosque xerófito), se realizó para cada levantamiento teniendo en cuenta el establecimiento de intervalos de clase, según valores máximos y mínimos del conjunto total de datos obtenidos en todas las parcelas en los parámetros de abundancia altura, cobertura y frecuencia.

Caracterización de la estructura y composición florística

Durante la temporada de lluvias (noviembre 20 – diciembre 15 de 2012) y la temporada seca (abril 17 – mayo 2 de 2013) se realizó un barrido de la vegetación en sentido sur-norte, con el fin de evitar la exclusión y/o el sobreconteo de individuos dentro de cada cuadrante. Se registraron datos cuantitativos de abundancia, altura, DAP y cobertura, en cada muestreo.

Estructura horizontal

Es la forma como se organizan y distribuyen las especies y sus poblaciones sobre la superficie del bosque. La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque (Melo, Huertas, Martínez. 1997). Como parámetros de evaluación se utilizan los índices convencionales, los cuales expresan la ocurrencia y el número de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y

dominancias, cuya suma relativa genera el índice de valor de importancia (IVI).

Estructura vertical

Es la forma como se organizan y distribuyen las especies y sus poblaciones entre el dosel del bosque y la superficie del suelo. La estructura vertical permite realizar la evaluación de los individuos del bosque desde el suelo, hasta la parte superior o dosel (Melo, Huertas, Martínez. 1997); para esta evaluación se trazan transectos que permiten la construcción de perfiles y dispersión de individuos. Las variables que se identifican son diámetro normal, altura total, altura hasta la base de la copa, diámetro de la copa y las coordenadas (X, Y).

Manejo de la información

Abundancia: es el número de individuos por especie, registrados en cada unidad de muestreo. Puede ser absoluta (Aa) que representa el número total de individuos por especie, o relativa (Ar) que es la relación porcentual de la especie frente al número total de árboles):

$Aa = \text{Número de individuos por especie}$

$$Ar = \frac{\# \text{ individuos por especie}}{\# \text{ total de individuos en el área}} \times 100$$

Frecuencia: es la presencia o ausencia de una especie en cada una de las unidades de muestreo. Puede ser absoluta (Fa), que se refiere a la relación porcentual correspondiente al número de unidades de muestreo en que ocurre una especie entre el número total de las unidades de muestreo; o relativa (Fr), que es la relación porcentual de la frecuencia absoluta de una especie entre la sumatoria total de las frecuencias absolutas de todas las especies registradas en el inventario.

$$Fa = \frac{\# \text{ de unidades de muestreo en que ocurre una especie}}{\# \text{ total de unidades de muestreo}} \times 100$$

$$Fr = \frac{\text{Frecuencia absoluta de la especie}}{\text{Suma total de las frecuencias absolutas}} \times 100$$

Área basal: es la superficie de una sección transversal del tallo del individuo a la altura del pecho



(DAP), es decir aproximadamente a 1,3 m del suelo; se expresa en metros de material vegetal por unidad de superficie de terreno. La estimación del área basal puede realizarse a partir de la medición del diámetro o del perímetro (Rangel & Velásquez, 1997). Esta técnica es rápida y proporciona resultados adecuados. Se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$ARB = \frac{\pi}{4} \times DAP^2$$

Donde:

ARB: área basal

π : número pi (3,14)

DAP: diámetro a la altura del pecho

Dominancia relativa (Dr): es el porcentaje de la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies.

$$Dr = \frac{ARB_{sppi}}{\Sigma ARB} \times 100$$

Donde:

ARB_{sppi} : área basal de la especie i

ΣARB : área basal total

Riqueza de especies (Re): tomada como el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad (Moreno, 2000).

Índice de Shannon (H): Expresada para este caso a través del índice de abundancia y equidad, donde la equidad expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies que aparecen en la muestra.

En este índice se asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies se encuentran representadas en la muestra; puede adquirir valores entre cero (cuando se presenta una sola especie) y el logaritmo de S^1 (cuando todas las especies

1 Donde S es el número total de especies.



Yaguar (*Caesalpinia mollis*)

se encuentran representadas por el mismo número de individuos). Se halla mediante la fórmula:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Los valores de interpretación según el índice de Shannon se encuentran en la siguiente tabla:

VALOR	INTERPRETACIÓN
< 1	Muy baja diversidad
1 – 1,8	Baja diversidad
1,9 – 2,1	Diversidad media
2,2 – 2,3	Diversidad alta
> 2,3	Muy alta diversidad

Índice de dominancia de Simpson (D): es una medida de la dominancia que se enfatiza en las especies más comunes y reflejan más la riqueza de especies. El índice de Simpson se refiere a la probabilidad de que dos individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie. Se puede calcular con cualquiera de las siguientes fórmulas:

$$D = \sum p_i^2$$

$$D = \sum \left[\frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)} \right]$$

Donde:

p_i = Abundancia proporcional

n_i = Número de individuos de pésima especie

N = Número de individuos totales

Índice de Sorensen (Cj): este índice está diseñado para ser igual a 1 en casos de similaridad completa o igual a 0 si las estaciones son disimilares y no tienen especies en común. Se calcula aplicando la ecuación:

$$\beta = \frac{2C}{S_1 + S_2}$$

Donde:

S_1 es el número de especies de la comunidad 1,

S_2 es el número de especies de la comunidad 2,

C el número de especies comunes a ambas comunidades.

Resultados y discusión

En los levantamientos de florística realizados en los monitoreos de los años 2004-2005, 2009-2010



Vegetación de bosque ripario en el valle del Cerrejón.



Sterculiaceae

y 2012-2013 se encontró un total de 242 especies diferentes de plantas, distribuidas en 60 familias; se identificaron 142 especies en el primer monitoreo, 82 en el segundo, de las cuales 57 eran nuevos reportes y 133 en el tercero, de las cuales 43 fueron nuevos reportes (Figura 1).

En el primer muestreo todos los reportes son nuevos, pues no se habían hecho estudios de este tipo anteriormente; en los siguientes monitoreos, se sigue la tendencia esperada, donde el número de nuevos reportes va disminuyendo, pues ya se conoce un gran número de especies con anterioridad y se está estudiando un mismo sitio.

La familia dominante en todos los estudios es la Fabaceae, lo cual coincide con la preferencia de las

subfamilias Mimosoideae y las Caesalpinioideae por hábitats semidesérticos de los bosques tropicales. Es de resaltar que las familias presentes y con mayor valor ecológico (Fabaceae, Bignoniaceae, Cappara-ceae, Sapindaceae) son comunes en la mayoría de los bosques secos de Colombia, de acuerdo con lo encontrado en levantamientos realizados en otras áreas estudiadas de bosque seco (Phillips & Miller 2002).

Composición florística

La composición florística se refiere a las especies de flora presentes en un tipo determinado de cobertura vegetal. Con base en la información que se registró en cada uno de los monitoreos realizados entre 2004 y 2013, se procedió a elaborar el listado de especies presentes en estos sitios de muestreo que se encuentra en el Anexo 1 de este capítulo.

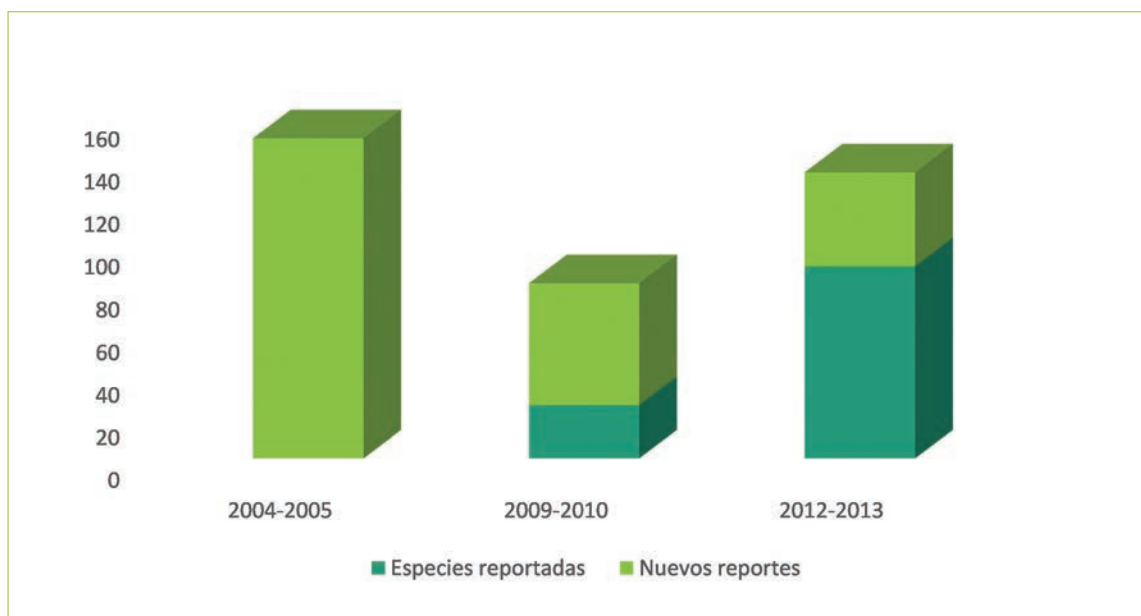


Figura 1. Total de especies de plantas reportadas en cada uno de los estudios realizados en el valle del Cerrejón.

En todos los monitoreos se encontraron pequeñas diferencias entre las dos temporadas (seca y lluviosa), las cuales se pueden explicar por la aparición o desaparición de plantas herbáceas de ciclos reproductivos cortos. Es por esto que las especies de mayor abundancia tienden a ser siempre las mismas: el mulato (*Acacia glomerosa*, Fabaceae), el trupillo (*Prosopis juliflora*, Fabaceae), el guayacán (*Bulnesia arborea*, Zygophyllaceae) y el sajarito (*Bourreria exsucca*, Boraginaceae).

Caracterización y parámetros evaluados por tipo de cobertura vegetal en el valle de Cerrejón

Vegetación de bosque xerofítico en el valle del Cerrejón

Esta vegetación es considerada como una transición hacia el bosque seco tropical, siempre se localiza detrás del bosque de galería y, en consecuencia, tanto el porte como la composición varían en forma considerable debido al estrés hídrico al que se ven sometidas las comunidades que lo conforman. Esta formación boscosa se encuentra en las estaciones La Puente, Bruno, Tabaco, Ranchería 3, Paladines,

Palomino y Rehabilitación, y destacan las especies *Prosopis juliflora*, *Bulnesia arborea*, *Platymiscium pinnatum*, *Cereus repandus* y *Pereskia guamacho* como las dominantes y codominantes del dosel del bosque xerofítico, seguidas de especies como *Bourreria essouca*, *Phytocellobium fortex*, *Vachellia tortuosa*, *Tabebuia billbergii*, *Lonchocarpus punctatus*, *Mimosa arenosa*, *Haematoxylum brasiletto* y *Capparis odoratissima*.

Las especies con mayor abundancia fueron el trupillo (*P. juliflora*), *Bourreria exsucca*, el olivo (*C. odoratissima*), el guayacán de bola (*B. arborea*) y *Haematoxylum brasiletto* (26 individuos). La estructura encontrada –DAP entre 1 y 20 cm y altura promedio entre 4,5 y 10 metros– corresponde a una sucesión natural temprana donde las especies más agrestes conforman una estructura homogénea al tomar la delantera en la competencia por la luz y el suelo.

Vegetación de bosque de galería en el valle del Cerrejón

Los bosques de galería son el hábitat de muchas especies de vertebrados e invertebrados, además de ser la fuente de alimento para unos y otros, en zonas



Capparidaceae

áridas como la del presente estudio constituyen una fuente de agua y frescor, pues atrapan el agua que se evapora de los ríos conservándola en el sistema. Adicionalmente, cuando tienen una buena extensión y se encuentran en ambientes fragmentados, cumple un papel de puente entre los fragmentos. También es de anotar el valor paisajístico y de recreación que representan estas formaciones boscosas. Este tipo de vegetación se encontró en las estaciones de Tabaco, Cerrejón, Bruno, Los Pozos 1,2 y 3, Paladines y Palomino.

En su estructura se pudieron definir tres estratos: el dosel dominado por especies como *Acacia glomerosa*,

Sterculia apetala, *Pithecellobium saman*, *Albizia niopoides*, *Ceiba pentandra*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Pseudobombax septenatum*, *Hura crepitans* y *Anacardium excelsum*; un segundo estrato representado por *Brauvaisia Integerrima*, *Nectandra concinna*, *Aspidospermum polyneuron*, *Guazuma ulmifolia*, *Brosimum alicastrum*, *Tabebuia rosea* y *Vitex cymosa*; y un estrato arbustivo donde se encuentran *Triplaris americana*, *Tabebuia serratifolia*, *Lecythis minor*, *Cordia alba*, *Calliandra* sp., *Cordia gerascanthus*, *Crataeva tapia*, *Achatocarpus nigricans*, *Tabebuia chrysea* y *Tabermaemontana amydalifolia*. El mulato (*A. glomerosa*) es la especie de mayor peso ecológico en esta formación debido al gran área que ocupa en este tipo de bosque, también representan

un gran valor ecológico el camajón (*S. apetala*), el samán (*P. saman*) y el guacamayo (*A. niopoides*).

Caracterización de la vegetación del complejo carbonífero de Cerrejón por estaciones de muestreo

Arroyo Bruno (11°09'47,8" N y 072° 32'34,4" W)

Este arroyo fluye de la serranía del Perijá y hace parte de los tributarios permanentes de la cuenca hidrográfica del río Ranchería (IGAC, 1992); el arroyo Bruno se encontró con un cauce bajo y con poca movilidad, con estructura de relieve que se encuentra entre plano-ondulado, su capa edáfica es oscura, moderadamente húmeda y cubierta de hojarasca.

Cuenta con una amplia franja de bosque de galería representado por especies como el camajón (*S. apetala*), el roble rosado o apamate (*T. rosea*), el samán

(*P. saman*), el carrito (*A. polyneuron*) y el guáimaro (*B. alicastrum*), que ocupan alrededor del 70% del dosel; el estrato siguiente, con alturas entre 11 a 17 metros, está representado por especies como *Parinari pachyphylla*, *Albizia niopoides*, *Acacia glomerosa* y *Platymiscium hebestachyum*; le siguen en la composición de estratificación especies como *Inga vera*, *Calliandra* sp., *Cordia alba*, *Capparis verrucosa*, *Bravaisia integerrima* con alturas 4 a 8 metros; y culmina su formación con plantas arvenses y lianas donde se destacan *Sida* sp., *Celtis iguaneae*, *Paullinia* sp., *Memora aspericarpa*. En este muestreo se destaca la inclusión de la especie *Bactris major*, es una palma pequeña de la familia de las Arecaceae que se encuentra en bosques de hábitat húmedos o más frecuentemente en áreas cerca de caños o ríos.

Aledaña a la franja de galería, se desarrolla una formación xerofítica de tipo arbóreo con altura entre 0,5 y 14 metros y cobertura aproximada del 80%,

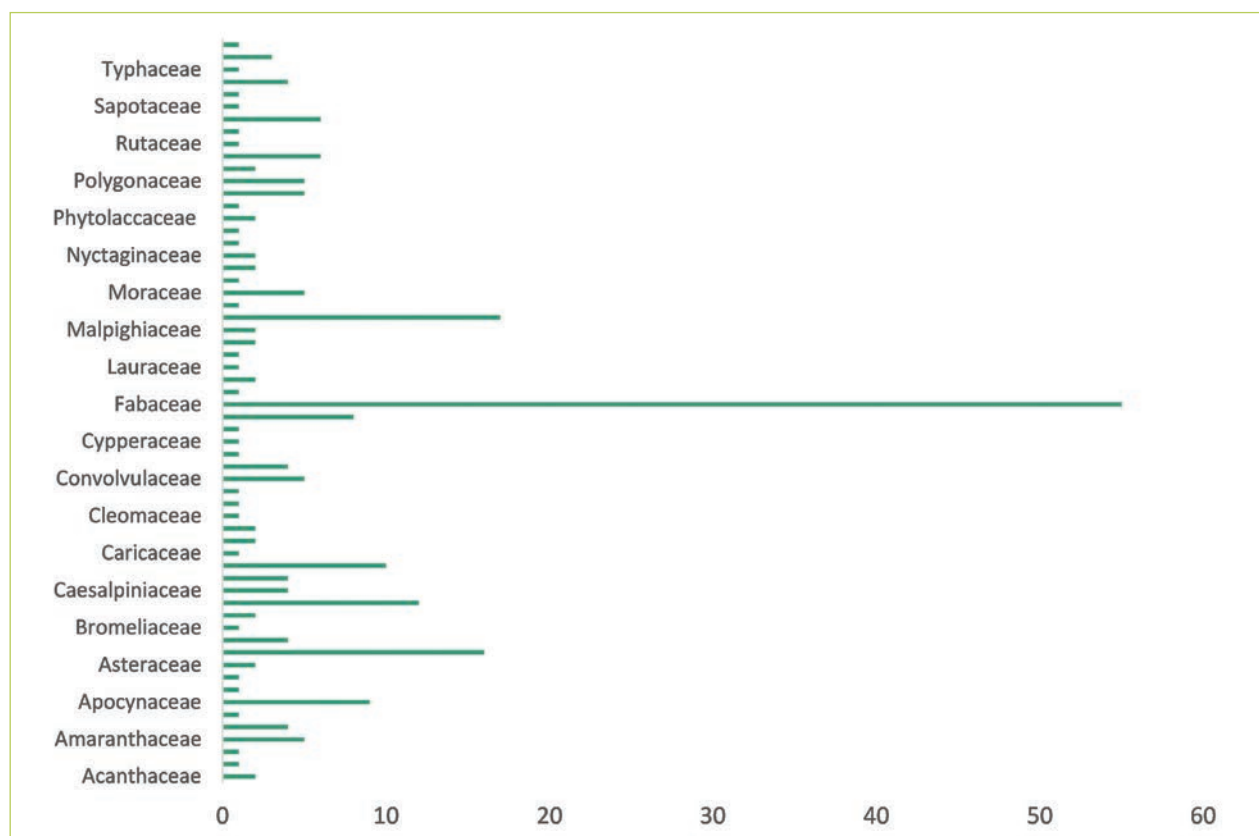


Figura 2. Número de especies reportadas para cada familia de plantas en el valle del Cerrejón.

el cambio de cobertura marca claramente esta transición del bosque de galería a la formación xerofítica; este sistema cuenta con un dosel entre 9 y 14 metros dominado por el sajarito (*B. exsucca*), el pui (*T. bilbergii*), el quebracho (*A. graveolens*), el trupillo (*P. juliflora*) y el corazón fino (*P. hebestachyum*), entre los 4 y 7 metros esta comunidad presenta arbustos como *Haematoxylum brasiletto*, *Mimosa arenosa*, *Albizia niopoides* y *Bourreria exsucca*. Acabando con una franja herbácea dominada por la especie *Heliotropium angiospermum* y *Ayenia magna*; esta franja se vio bastante reducida en el muestreo de la temporada seca debido a las altas temperaturas y el estrés hídrico que éstas representan. También se encontraron lianas como *Paullinea* sp, *Cissus trifoliata*, *Memora aspericarpa* y *Serjania* sp.

Arroyo Cerrejón (11° 03' 05,5" N - 72° 40' 14,1" W)

La estación que se había usado en otros estudios para este arroyo está ubicada en predios ajenos al Cerrejón, por lo cual fue necesaria la elección de una zona similar y cercana para realizar el muestreo. En este arroyo se encuentra una pequeña franja de bosque de galería cuyo tamaño está delimitado por asentamientos de comunidades cercanas, allí se pueden identificar cuatro estratos vegetativos: el dosel que supera los 22 metros de altura con especies como el orejero (*E. cyclocarpum*), el samán (*P. saman*), la ceiba blanca (*H. crepitans*), la ceiba bruja (*C. pentandra*) y el mulato (*A. glomerosa*); lo sigue un estrato de cuya altura oscila entre los 12 y 19 metros con especies como el sanco araña (*B. integerrima*), el guásimo (*G. ulmifolia*), el guayacán (*B. arborea*), el carrito (*A. polyneuron*) y el camajón (*S. apetala*); hay estrato arbustivo donde dominan las especies *Tabebuia chrysea*, *Tabernaemontana amygdalaefolia*, *Capparis frondosa*, y *Achatocarpus nigricans*; y el estrato herbáceo que es dominado por *Petiveria alliacea* y *Sida* sp. Las lianas de las especies *Paullinia cururu*, *Arrabidaea Corallina*, *Magfadyena uncata* y *Bauhinia* sp. Se encuentran en todos los estratos vegetativos de esta formación boscosa. También se encontró junco (*T. latifolia*), una especie que crece como plantas emergentes en aguas estancadas o pantanosas.

Arroyo Paladines (11° 02' 39,1" N, 072° 44' 16,5" W)

Es una cuenca con baja regulación hídrica y un alto nivel de degradación que se ve reflejado en la



Comelinaceae



Uvito (*Cordia* sp.)



discontinuidad del ecosistema debido a la tala de especies maderables. Cuenta con un bosque de galería de tres estratos: un dosel discontinuo y con una cobertura aproximada de solo el 50%, dominado por especies como el quebracho (*A. graveolens*), el jobo (*S. mombin*), el carrito (*A. polyneuron*) y la ceiba blanca (*H. crepitans*) que alcanzan alturas entre los 16 y 26 metros; le sigue un estrato de entre 8 y 15 metros de altura con especies como el trupillo (*P. juliflora*), el jobito (*C. alba*), el guayacán (*B. arborea*) y el guásimo (*Guazuma ulmifolia*); por último, se encuentra un estrato conformado por el barrigo de culebra (*A. nigricans*), el corazón fino (*P. hebestachyum*), el sajarito (*Bouyeria exsucca*) y el caranganito (*Senecioia atomaria*), con promedio de altura 3 a 7 metros. También se encontraron lianas como la pata de vaca (*B. glabra*) y el bejuco cadena (*B. guianensis*).

Su vegetación xerofítica se encuentra codominada por las especies guayacán (*B. arborea*), espinito colorado (*M. arenosa*), trupillo (*P. juliflora*), olivo santo (*C. odoratissima*), corioto (*P. fortex*) y guacamayo (*A. niopoides*) que se apoderan del dosel con alturas 10 a 15 metros; su sotobosque se encuentra representado por las mismas especies mencionadas, y el paisaje se adorna con la especie maya (*B. chrysantha*), la cual alcanza alturas de casi 2 metros, se observan también las cactáceas *Cereus repandus*, *Opuntia caracasana* y *Acanthocereus pitajaya*.



Arroyo Palomino (10°58' 02" N- 72° 45' 18" W)

En las dos temporadas de muestreo, este arroyo se encontraba sin agua superficial y es bastante evidente la intervención antropogénica en la tala para construcción de potreros. El bosque de galería de esta estación, en el cual abundan las lianas de las especies *Paullinia pinnata*, *Merremia umbellata* y *Momordica charantia*, se pueden diferenciar tres estratos de vegetación: el dosel, que con una altura de entre 20 y 28 metros está representado por especies como el orejero (*E. cyclocarpum*), el caracolí (*A. excelsum*), el guacamayo (*A. niopoides*), el camajón (*S. apetala*), el samán (*P. saman*), la ceiba bruja (*C. pentandra*) y el mulato (*A. glomerosa*); seguido de un estrato de entre 8 y 16 metros, donde están la barriga de culebra (*A. nigricans*), el guásimo (*G. ulmifolia*), el cañaguatate (*T. chrysea*) y el corazón fino (*P. hebestachyum*); por último, hay un estrato subordinado conformado por especies como *Jacquinia aristata*, *Cordia alba*,

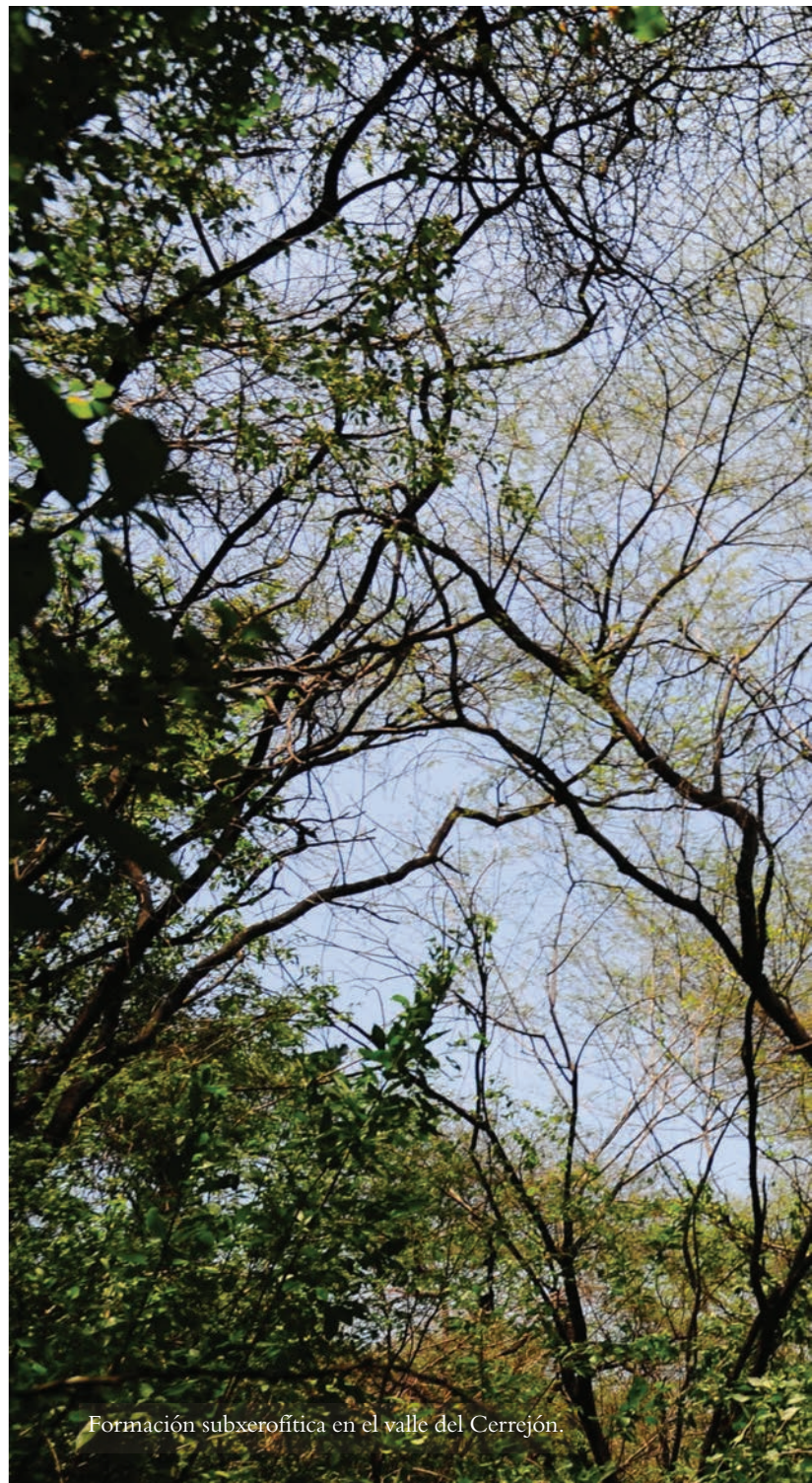
Tabernaemontana amydalifolia, *Crescentia cujete* y *Senna reticulata* que oscilan entre los 3 y 7 metros de altura.

En esta estación de muestreo también se encuentra una formación xerofítica muy reducida, dominada por especies cuya altura fluctúa entre los 12 y 17 metros como el trupillo (*P. juliflora*), el mulato (*A. glomerosa*), el carrito (*A. polyneuron*) y el guayacán (*B. arborea*); acompañadas por especies como el barrigo de culebra (*A. nigricans*), el cacho de cabra (*V. tortuosa*), el aroma (*V. farnesiana*) y el olivo macho (*Capparis baducca*). La formación está muy reducida por su proximidad a la explotación minera y a las comunidades aledañas, la cual es evidente por la presencia de animales de pastoreo.

Arroyo Tabaco (11° 6' 38,91" N-72° 33' 59,52" W)

Las coordenadas usadas en monitoreos anteriores para esta estación estaban deforestadas, debido a que hacían parte de la explotación minera, por esta razón se ubicaron los puntos de muestreo en otro lugar de este arroyo. El caudal fue muy bajo en el muestreo en el periodo de lluvias y no tenía agua en la temporada seca; cabe anotar que este arroyo también tiene un flujo constante de aguas subterráneas. Cuenta con un bosque de galería con especies que alcanzan hasta los 28 metros de altura y una formación xerofítica en los límites con la explotación minera.

En el bosque de galería se pueden identificar tres estratos vegetativos: el dosel que alcanza alturas entre 18 y 28 metros con especies como el camajón (*S. apetala*), el laurel (*N. concinna*), el mulato (*A. glomerosa*), el guacamayo (*A. niopoides*) y la ceiba blanca (*H. crepitans*); le sigue un sotobosque amplio y diverso de entre 7 y 15 metros conformado por especies como el aceituno (*V. cymosa*), la varasanta (*T. americana*), el barrigo de culebra (*A. nigricans*), el guázimo (*G. ulmifolia*), el cañaguatate (*T. chrysea*) y el jobito (*C. alba*); finalmente se encuentra un estrato de entre 3 y 6 metros de altura compuesto por especies como el guayacán (*B. arborea*), el lechosito (*T. amydalifolia*), el volador (*G. americanus*), además de juveniles de las especies que se encuentran en los otros estratos. Lianas de las especies *Cissus sicyoides*, *Magfadyena uncatata* y *Paullinia* sp. abundan en todos los estratos vegetativos de esta formación boscosa.



Formación subxerofítica en el valle del Cerrejón.

La formación xerofítica (72° 34' 10,40" W-11° 6' 44,20" N) está muy cerca al tajo de la mina del mismo nombre y cuenta con una estratificación dominante conformada por especies como el cacho de cabra (*V. tortuosa*), el trupillo (*P. juliflora*), el brasil (*H. brasiletto*), el sajarito (*Bouyeria exsucca*), el espinito Colorado (*M. arenosa*), también se encontraron arvenses como *Heliotropium angiospermum*, *Ayenia*



magna, *Sida* sp., *Euphorbia hirta* y *Petiveria alliacea*, esta última muy abundante en esta estación.

**Compensación-Mushaisa
(11°09' 45" N, 072° 36' 59,9" W)**

Es un área montañosa que se encuentra frente a la unidad residencial de la mina del Cerrejón, es un terreno con pendiente mediana y topografía ondulada

que ha sido destinado a un proceso de conservación. Se trata de un bosque seco tropical caducifolio con baja cobertura de especies arvenses y que alberga árboles que superan los 14 metros de altura y presenta dos estratos: un dosel que oscila entre los 12 y 18 metros, codominado por resbalamono (*B. simaruba*), aceituno (*V. cymosa*), guacamayo (*A. niopoide*), quebracho (*A. graveolens*), ceiba majagua (*P. septenatum*),



Cactus (*Cereus repandus*) en bosque xerofítico del valle del Cerrejón.



Vegetación en bosque subxerofítico en el valle del Cerrejón.

corazón fino (*P. hebestachyum*) y *Acacia tamarindifolia*; y un segundo estrato compuesto por el cruceto (*R. armata*), el guamacho (*P. guamacho*), el cotoprix (*T. olivaeformis*) y el volador (*G. americanus*), con alturas de 3 a 9 metros.

La Puente (11° 8' 15,79 N-72° 32' 29,66" W)

Al igual que en Tabaco, los puntos monitoreados en investigaciones anteriores se encontraban en el tajo minero, por lo cual estaban deforestadas; después del reconocimiento del lugar se determinó el área representativa más homogénea y se tomaron allí las coordenadas para el monitoreo de vegetación. La estación La Puente se encuentra totalmente separada del sistema aluvial de la cuenca del río Ranchería por las vías de tránsito minero del Cerrejón en sus cuatro puntos cardinales, esto convierte a esta zona en una "isla", cuyas poblaciones, a falta de corredores biológicos, están aisladas de los procesos ecosistémicos y sinecológicos de otros parches de bosque.

La Puente cuenta con un bosque seco tropical de formación xerofítica, en el cual se pueden identificar tres estratos: el dosel que está entre los 7 y 10 metros de altura conformado por el ébano (*C. ebano*), el puy (*T. bilbergii*), el sajarito (*B. exsucca*), el quebracho (*A. graveolens*), el trupillo (*P. juliflora*), el lombito (*Lonchocarpus punctatus*) y el corazón fino (*P. pinnatum*); entre los 3 y 6 metros de altura se encuentran, además de las especies dominantes, el guázimo (*G. ulmifolia*), el corralero (*R. ramiflora*) y el cacho de cabra (*V. tortuosa*). Finalmente se encuentra un estrato herbáceo de especies como *Ayenia magna*, *Commelina diffusa* y se destaca la liana *Serjania* sp.

Los Pozos 1 (11° 05' 04,8" N - 72° 39' 09,5" W), 2 (11° 05' 17,3" N- 72° 38' 51,2" W), y 3 (11° 05' 29,9" N-72° 38' 59" W)

Las tres estaciones muestreadas en el sector Los Pozos se caracterizan por ser bosques de galería muy desarrollados con un dosel que alcanza entre 16 y

27 metros representado por el mulato (*A. glomerosa*), el samán (*P. saman*), el guacamayo (*A. niopoides*) y la ceiba bruja (*C. pentandra*); seguido de una comunidad de árboles subordinados como el guásimo (*G. ulmifolia*), el sanco araña (*B. integerrima*), la cola de mico (*L. minor*), el sajarito (*B. exsucca*), el barrigo de culebra (*A. nigricans*), la ceiba blanca (*H. crepitans*) y el maíz cocido (*C. densifrons*); también se encuentran especies arvenses como *Heliotropium angiospermum*, *Bastardia viscosa*, *Ruellia tuberosa*, *Cleome spinosa*, *Ricinus communis*, *Sidastrum* sp. y *Petiveria alliacea*.

En Los Pozos 3 se encuentra además, muy cerca del bosque de galería, una formación xerofítica cuyo dosel supera los 10 metros de altura y está representada por el trupillo (*P. juliflora*), el divi-divi (*C. coriaria*), el guayacán (*B. arborea*), el guamacho (*P. guamacho*), el corioto (*P. fortex*), el olivo (*C. odoratissima*) y *Pavonia* sp.

Rehabilitación (11° 0,6'49,9" N; 072° 40' 58,3" W)

Se trata de un área del sector de Aguas Blancas con suelos altamente degradados y que fue sujeta a un proceso de rehabilitación con siembra de especies nativas de la formación xerofítica de los bosques secos de la región. Su arborización, que oscila entre los 3 y los 13 metros de altura, presenta tres estratos: un dosel con alturas entre los 9 y 13 metros y dominado por el trupillo (*P. juliflora*), el brasil (*H. brasiletto*), el quebracho (*A. graveolens*), el chitato (*M. calabura*), el yaguaró (*B. mollis*) y el divi-divi (*C. coriaria*); un estrato subordinado con alturas entre 3 y 8 metros y con las especies espinito colorado (*M. arenosa*), olivo santo (*C. odoratissima*), jobito (*C. alba*), cacho de cabra (*V. tortuosa*), espinito blanco (*V. macracantha*) y puy (*Tabebuia billbergii*); y termina con un tercer estrato herbáceo donde se destaca el platanito (*D. depressus*) y una cactácea (*Melocactus* sp.), también se encontraron lianas de las especies *Ipomoea carnea* y *Momordica charantia*.

Especies clave por su valor como fuente de recursos alimenticios para la fauna silvestre en el valle del Cerrejón

La vegetación, como elemento estructural básico del flujo energético de los ecosistemas, se constituye en un factor decisivo para la conservación de vida silvestre que determina la permanencia de las especies. Así, características estructurales y de composición



Pasto (*Typha latifolia*)



vegetal de un ecosistema influyen en las poblaciones de fauna silvestre, ya que las variaciones estacionales en abundancia y productividad de hojas, flores y frutos afectan directamente a especies folívoras, frugívoras y omnívoras determinando variaciones en conducta y estructura demográfica dadas a través de cambios en la dieta alimenticia (Coley 1990, Leigh & Windsor 1990, Wallace 1998), migraciones estacionales, incremento de la tasa de reproducción (Russell 1990) y reducción de poblaciones por efecto de “hambruna” y mayor exposición a depredadores (Foster 1990).

Por otro lado la interacción animal-planta en los ecosistemas tropicales es extremadamente importante tanto en términos fáunísticos como florísticos. Para muchos animales, los frutos y semillas son esenciales como recurso alimentario, para las plantas esa relación funciona como eficiente proceso de flujo genético entre poblaciones. La dispersión de semillas y polen por medio de animales (dispersión zoocórica) amplía las posibilidades de dispersión eficiente (Zaú & Oliveira, 1986), así, el animal, ya sea polinizador o dispersor, puede alterar significativamente la composición de una población de plantas en el ecosistema (Segovia et al, 2000).

La identificación y evaluación de las especies vegetales “claves” como fuente alimenticia para la fauna presente en el valle del Cerrejón se sustentó bajo observaciones en el área, realizada sobre la base de la lista de especies vegetales registradas en el inventario y la información generada por observación directa en campo, el conocimiento local y la revisión de bibliografía relacionada. Finalmente, efectuamos una evaluación general de potencialidades en oferta alimenticia de las especies vegetales clave. Se encontró que el bosque de galería, al igual que el xerofítico, tenía poca oferta alimenticia, pues había pocos árboles y arbustos fructificados o florecidos, al parecer ya la oferta alimenticia para la mayoría de especies se encontraba en un periodo descendente; sin embargo, es importante tener en cuenta que muchas de las especies encontradas representan oferta alimenticia —ya sea por sus flores, frutos, hojas, tallos, ramas o raíces— para la fauna del Cerrejón. El anexo 2 muestra la relación de las especies censadas en el muestreo y los animales para los cuales representan oferta alimenticia, independientemente de la disponibilidad de este recurso en los momentos del estudio.

Análisis comparativo con los estudios anteriores

Composición florística

Este estudio con respecto al realizado por la fundación Geroge Dahl, presenta un aumento significativo tanto a nivel de especies como de familias (+40 y +3, respectivamente); por el contrario, con respecto al monitoreo realizado por J.D.B. en 2009 hay una disminución tanto a nivel de familias como de especies (-9 y -11, respectivamente), lo cual puede deberse a la intensidad y el área cubierta por el estudio, que fue mayor en el 2009, o a los drásticos cambios en las condiciones ecosistémicas que acarrea el cambio climático y que puede llevar a la extinción local de especies que no se adaptan fácilmente.

Índice de Shannon

Haciendo un análisis del índice de Shannon para el consolidado de las dos épocas muestreadas en cada estudio, se encontró que las estaciones de Arroyo Cerrejón, Paladines y Palomino, son estaciones con

tendencia xerofítica, lo que sugiere la diversificación de este tipo de ambientes; mientras que en estaciones como Bruno, Tabaco y Río Ranchería-Los Pozos, indica una disminución de la diversidad debido a su sensibilidad a las constantes climáticas y la intervención. Cabe destacar que en este estudio se muestrearon dos estaciones que no se tuvieron en cuenta en el estudio de 2005, La Puente y Rehabilitación-Aguas Blancas.

Debido a la falta de datos en el estudio de 2009, no fue posible hacer la comparación para las estaciones de Tabaco, Compensación, Rehabilitación, Paladines y Palomino; sin embargo, el índice de Shannon evidencia un aumento de la diversidad, tanto en sistemas xerofíticos como en bosques de galería, para todas las estaciones comparadas. Esto es prueba de la gran adaptabilidad de las especies que habitan estos ecosistemas con condiciones extremas, permitiéndoles sobrevivir a la intervención y las condiciones adversas.

Tabla 1. Comparación entre el número de especies y familias encontrados en los muestreos realizados con anterioridad en el valle del Cerrejón.

ENTIDADES	ESTUDIO GEORGE DAHL (2005)	ESTUDIO J.D.B. (2009)	ESTUDIO OMACHA (2012)	DIFERENCIA RESPECTIVA	
FAMILIAS	45	32	45	-13	=
ESPECIES	150	82	133	-68	-17

Tabla 2. Comparativo de los resultados obtenidos para el índice de Shannon para la totalidad de formaciones vegetales estudiadas en las dos épocas muestreadas.

ESTACIONES	Shannon (2005)	Shannon (2012)
ARROYO BRUNO	3,08	2,8
ARROYO CERREJÓN	3,08	3,15
ARROYO TABACO	3	2,92
COMPENSACIÓN-MUSHAISA	3,18	2,5
LA PUENTE		2,55
PALADINES	3,05	3,29
PALOMINO	2,74	3,26
REHABILITACIÓN - AGUAS BLANCAS		2,72
RÍO RANCHERÍA-LOS POZOS	3,04	2,66



Café bravo (*Palicourea* sp.)

Tabla 3. Comparación del índice de Shannon obtenido en el año 2009 con respecto al obtenido en el presente estudio. se ha diferenciado por estaciones y por formaciones vegetales.

ESTACIONES	SHANNON (2009) XEROFÍTICO	SHANNON (2012) XEROFÍTICO	SHANNON (2009) GALERÍA	SHANNON (2012) GALERÍA
ARROYO BRUNO	1,376 y 1,622	2,54	2,552 y 1,760	
ARROYO CERREJÓN		3,03	2,243 y 2,052	3,23
ARROYO TABACO		2,64	2,229 1,557 y 1,449	3,21
COMPENSACIÓN-MUSHAISA				
LA PUENTE	1,784 y 1,563	2,55		
PALADINES	2,292 y 2,210	3,42		3,2
PALOMINO	2,047 y 2,038	3,02		3,36
REHABILITACIÓN-AGUAS BLANCAS		2,72		
RÍO RANCHERÍA-LOS POZOS	1,533	2,5	1,636 y 1,541	2,5

Conclusiones

En términos generales, los sitios muestreados se ajustan a los estándares establecidos por Beard (1994) en cuanto a número de especies encontradas (24-55 cuando se esperan 30-50 para el bosque

seco tropical). Igualmente, las familias con mayor número de especies concuerdan con lo encontrado por Gentry (1995) en otros bosques neotropicales, a excepción de familias como la Rubiaceae y la Euphorbiaceae, que tienen mayor representación en

el bosque seco de la región Caribe colombiana. Así mismo, se encontró que los cambios estacionales en disponibilidad de recursos son significativos, mientras los cambios en la variación y riqueza con respecto al muestreo anterior no lo son.

La dominancia de la familia Fabaceae es clara, en especial la del mulato (*A. glomerosa*) en el bosque de galería en asociación con otras Fabaceae, así como con especies como con *Bourreria exsucca*, *Guazuma ulmifolia* y *Sterculia apetala*; y la del trupillo (*P. juliflora*) en el bosque xerofítico en asociación con especies como *Capparis odoratissima*, *Bulnesia arborea*, *Bourreria exsucca*, *Haematoxylum brasiletto* y *Tabebuia billbergii*.

Con relación a los primeros muestreos realizados en el valle del Cerrejón, aún se mantienen las especies clave en las áreas poco intervenidas, lo que representa una tendencia de homogeneidad en estos remanentes de bosque seco tropical; sin embargo, se observó disminución en individuos de especies maderables nativas como el carrito (*A. polyneorum*), el guayacán (*B. arborea*), el orejero (*E. cyclocarpum*), el aceituno (*V. cymosa*) y especialmente en las estaciones La Puente, Arroyo Cerrejón y Paladines.

Es importante tener en cuenta que el cambio de investigador del componente de botánica entre los diferentes monitoreos causa variaciones en los métodos de muestreo y en el conocimiento del experto; lo cual puede causar variaciones en los resultados obtenidos en términos de número de especies identificadas y no identificadas, abundancia y mediciones. La revisión de las bases de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora -CITES-, los libros rojos y la resolución 383 de 2010 llevaron a la identificación de cinco especies vegetales, de las censadas en este estudio, declaradas en peligro de extinción, estas especies son: *Parinari pachyphylla* (Humboldt, 2005), los maderables nativos *Lecythis minor*, *Aspidosperma polyneorum* y *Bulnesia arborea* que se enlistan como vulnerables, y el ébano (*L. ebano*), la cual es considerada en peligro de extinción por el Libro Rojo de Plantas de Colombia.

Desde el punto de vista florístico, todos los sitios valorados son importantes como objetivo de conservación; sin embargo, se resalta la riqueza de especies



Uña de gato (*Macfadyena uncata*) parasitando a una ceiba bruja (*Ceiba pentandra*).

y heterogeneidad de los recursos de los bosques de galería del valle del Cerrejón, características que los sitúan entre los más conservados de la región.

Es importante reforzar la conectividad entre los fragmentos de bosques riparios de los arroyos Bruno, Tabaco y río Ranchería, los cuales presentan las mejores condiciones ecosistémicas (alta diversidad, mayor número de especies con IVI alto, abundancia de bejucos y lianas). De igual forma, se requiere de control y vigilancia para la protección de especies maderables y de interés comercial que revisten importancia en los procesos de conservación de estas áreas.

Bibliografía

- ACOSTA, 2009. Cerrejón: Hacia la rehabilitación de las tierras intervenidas por la minería a cielo abierto.
- BASTIDAS, N. & CORREDOR, H., 1977. Contribución al estudio fitosociológico del Parque Nacional Natural Tayrona (ensenada de Chengue y parte este de Negüanje). Tesis de grado, Universidad Nacional.
- CABRERA, E. & GALINDO G. A., 2006. Aproximación metodológica para la delimitación de ecosistemas de enclaves secos. Caso piloto: Cañones del río Dagua y del río Tuluá, Valle del Cauca— Colombia. Bogotá D. C., Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
- CASTAÑEDA, R. 1966. Árboles del Departamento del Magdalena. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia.
- COLEY, P. 1990. Tasas de herbivorismo en diferentes árboles tropicales. pp. 191–200. En: Leigh, E.G. & D. Windsor (eds.). Ecología de un Bosque Tropical: Ciclos Estacionales y Cambios a Largo Plazo. Primera edición en español. Smithsonian Tropical Research Institute. Balboa
- GENTRY, A. H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central America and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 69: 557–93.
- GENTRY, A. H. 1982. Patterns of Neotropical plants diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1–84.
- GENTRY, A. H. 1986. Sumario de patrones fitogeográficos neotropicales y sus implicaciones para el desarrollo de la Amazonia. *Rev. Acad. Col. Cs. Ex. Fis. Nat.* XVI (61): 101–115.
- GENTRY, A. H. 1988. Changes in plants community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1–34.
- GENTRY, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. En *Seasonal Dry Tropical Forests*.
- GORDON, E. 1977. Variación de la vegetación a lo largo de un gradiente topográfico en un bosque muy seco tropical (Charallave). Tesis de grado, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- LEIGH, E.G. 1990. Introducción: La importancia de las fluctuaciones poblacionales. pp. 503–508. En: Leigh, E.G., A.S. Rand & D. Windsor. (eds). 1990. Ecología de un Bosque Tropical: Ciclos Estacionales y Cambios a Largo Plazo. Balboa (Panamá) & D. M. Windsor 1990. Primera edición en español. Smithsonian Tropical Research Institute.
- LEIGH, E.G. 1990. Producción del bosque y regulación de consumidores primarios de la isla de Barro Colorado. pp. 179–190. En: Leigh, E.G., A.S. Rand & D. Windsor. (eds). 1990. Ecología de un Bosque Tropical: Ciclos Estacionales y Cambios a Largo Plazo. Balboa (Panamá) & D. M. Windsor 1990. Primera edición en español. Smithsonian Tropical Research Institute.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. (1998). Bosque seco tropical. En: Chávez M. y N. Arango (Editores) Tomo 1 pp 56–71. *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia*. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente/United Nations.
- FOSTER, R. 1990. Hambruna en la Isla Barro Colorado. pp. 271–283. En: Leigh, E.G., A.S. Rand & D. Windsor (eds.). Ecología de un Bosque Tropical: Ciclos Estacionales y Cambios a Largo Plazo. Balboa (Panamá) & D. M. Windsor 1990. Primera edición en español. Smithsonian Tropical Research Institute.
- MENDOZA, C. H. 1999. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del Río Magdalena, Colombia. *Caldasia* 21:70–94.
- BULLOCK, S.H., MOONEY, H.A. & MEDINA, E. 1995. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- MUNICIPIO DE ALBANIA. 2004. Plan de Gestión Ambiental del municipio de Albania – Guajira. Fundación Ser-vimos. Albania.
- PRANCE, W. 2006. Tropical savannas and seasonally dry forests: an introduction. *Journal of Biogeography* 33:385–386.
- RUSSELL, J. 1990. Influencia de las fluctuaciones alimenticias sobre la época de reproducción de los coatis (*Nasua narica*). pp.481–499. En: Leigh, E. G.; A. S. Rand & D. Windsor (eds.). Ecología de un Bosque Tropical: Ciclos Estacionales y Cambios a Largo Plazo. Primera edición en español. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa.

Anexo 1. Listado taxonómico, agrupado por familias, de las especies vegetales encontradas en el monitoreo realizado en el valle del Cerrejón en la temporada de lluvias de 2012 y temporada seca de 2013. Se presenta además la oferta alimenticia que ha sido reportada para cada una de las especies.

FAMILIA	ESPECIE	OFERTA ALIMENTICIA
Acanthaceae	<i>Aphelandra pulcherrima</i>	Murciélagos y colibríes
	<i>Bravaisia integerrima</i>	Aves, murciélagos y primates
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus nigricans</i>	Aves
Acroceridae	<i>Acrocera</i> sp.	
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	
	<i>Achyrantha</i> aff. <i>indica</i>	
	<i>Amaranthaceae</i> indt.	
	<i>Amaranthus dubius</i>	
	<i>Amaranthus spinosus</i>	
Anacardiaceae	<i>Anacardiaceae</i>	
	<i>Anacardium excelsum</i>	Murciélagos, mamíferos medianos y roedores
	<i>Astronium graveolens</i>	Primates
	<i>Spondias mombin</i>	Primates, mamíferos pequeños y medianos
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	
	<i>Apocynaceae</i> indt.	
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Aves y primates
	<i>Calotropis procera</i>	
	<i>Ditasa gonolobus</i>	
	<i>Peschiera cymosa</i>	
	<i>Plumeria alba</i>	
	<i>Rauwolfia ligustrina</i>	
	<i>Rauwolfia littoralis</i>	
	<i>Tabernaemontana amygdalaefolia</i>	
	Araceae	<i>Philodendron</i> sp.
Arecaceae	<i>Bactris major</i>	Coleópteros y roedores
Asteraceae	<i>Archibaccharis</i> sp.	
	<i>Astereae</i> indt.	
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma orbiculatum</i>	
	<i>Arrabidaea coralina</i>	Aves e insectos
	<i>Arrabidaea conjugata</i>	
	<i>Arrabidaea pubescens</i>	Colibrí
	<i>Bignoniaceae</i> indt., liana	
	<i>Callichlamys</i> sp.	
	<i>Crescentia cujete</i>	Murciélagos y roedores
	<i>Cydista aequinoctalis</i>	
	<i>Distictiella</i> sp.	
	<i>Macfadyena uncata</i>	
	<i>Memora aspericarpa</i>	
	<i>Mussatia</i> sp.	

FAMILIA	ESPECIE	OFERTA ALIMENTICIA
Bignoniaceae	<i>Tabebuia cf. billgerii</i>	
	<i>Tabebuia chrysantha</i>	
	<i>Tabebuia rosea</i>	
	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Aves
Boraginaceae	<i>Boraginaceae</i> indt.	
	<i>Bourreria essouca</i>	Murciélagos y roedores
	<i>Heliotropium angiospermum</i>	Insectos
	<i>Tournefortia</i> sp.	
Bromeliaceae	<i>Bromelia chrysantha</i>	Aves e insectos
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	
	<i>Bursera simaruba</i>	Aves y primates
Cactaceae	<i>Acanthocereus pitahaya</i>	
	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	
	<i>Cephalocereus</i> sp.	
	<i>Cereus repandus</i>	Aves, mamíferos nocturnos, murciélagos
	<i>Hylocereus</i> sp.	
	<i>Lemaireocereus griseus</i>	
	<i>Melocactus</i> sp.	Pequeños reptiles
	<i>Opuntia caracasana</i>	Aves
	<i>Opuntia wentiana</i>	
	<i>Pereskia colombiana</i>	
	<i>Pereskia guamacho</i>	Murciélagos e insectos
Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i>	Aves y roedores
	<i>Caesalpinia ebano</i>	
	<i>Caesalpinia mollis</i>	Aves y primates
	<i>Caesalpinioideae</i> indt.	
Cannabaceae	<i>Celtis iguaneae</i>	
	<i>Cordia alba</i>	Aves, mamíferos medianos y pequeños
	<i>Cordia dentata</i>	Murciélagos, primates e insectos
	<i>Cordia gerascanthus</i>	
Capparaceae	<i>Belencita</i> sp.	
	<i>Capparis baducca</i>	Primates
	<i>Capparis cf. angustifolia</i>	
	<i>Capparis flexuosa</i>	Aves, murciélagos e insectos
	<i>Capparis frondosa</i>	
	<i>Capparis indica</i>	
	<i>Capparis linearis</i>	
	<i>Capparis odoratissima</i>	Aves
	<i>Capparis verrucosa</i>	Venados
Caricaceae	<i>Crataeva tapia</i>	Murciélagos y primates
	<i>Carica papaya</i>	

FAMILIA	ESPECIE	OFERTA ALIMENTICIA
Celastraceae	<i>Euonymus atropurpureus</i>	
Celastraceae	<i>Hipocrataceae</i> indt.	
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanaceae</i>	
	<i>Parinari pachyphylla</i>	
Cleomaceae	<i>Cleome spinosa</i>	Lepidópteros y murciélagos
Clethraceae	<i>Clethra</i> sp.	
Commelinaceae	<i>Commelina cf difussa</i>	Roedores
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i>	Insectos
	<i>Ipomoea trifida</i>	Pequeños reptiles
	<i>Merremia aegyptia</i>	Insectos
	<i>Merremia umbellata</i>	Iguanas
	<i>Operculina</i> sp.	
Cucurbitaceae	<i>Calycophysum</i> sp.	
	<i>Momordica charantia</i>	
	<i>Pseudosicydium</i> sp.	
	<i>Rytidostylis</i> sp.	
Cyclanthaceae	<i>Asplundia</i> sp.	
Cyperaceae	<i>Cyperus ferax</i>	
Ebenaceae	<i>Diospyros</i> sp.	
Euphorbiaceae	<i>Acalypha vilosa</i>	
	<i>Croton niveus</i>	
	<i>Euphorbia hirta</i>	
	<i>Hura crepitans</i>	Mamíferos medianos
	<i>Jatropha gossypifolia</i>	
	<i>Jatropha urens</i>	
	<i>Manihot cartagenensis</i>	
	<i>Ricinus communis</i>	Insectos
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	
	<i>Acacia glomerosa</i>	Insectos
	<i>Acacia tamarindifolia</i>	
	<i>Albizia caribaea</i>	
	<i>Albizia niopoides</i>	Primates
	<i>Bauhinia glabra</i>	Himenópteros y roedores
	<i>Bauhinia guianensis</i>	Primates
	<i>Bahunia pauletia</i>	
	<i>Brasilettia mollis</i>	
	<i>Brownea</i> sp. arbusto	
	<i>Calliandra</i> sp.	
	<i>Canavalia brasiliensis</i>	
	<i>Cassia occidentalis</i>	
<i>Cassia spectabilis</i>		
<i>Chloroleucon mangense</i>		

FAMILIA	ESPECIE	OFERTA ALIMENTICIA
Fabaceae	<i>Clitoria</i> sp.	
	<i>Cracca arborea</i>	
	<i>Crotalaria purdieana</i>	
	<i>Desmanthus depressus</i>	
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	
	Faboideae indt.	
	<i>Geoffroea</i> sp.	
	<i>Gliricidia sepium</i>	
	<i>Haematoxylum brassileto</i>	Aves
	<i>Inga vera</i>	Aves y primates
	<i>Leucaena</i> sp.	
	<i>Libidibia coriaria</i>	
	<i>Lonchocarpus santaemarthae</i>	
	<i>Lonchocarpus punctatus</i>	
	<i>Machaerium arboreum</i>	
	<i>Mimosa arenosa</i>	Primates
	<i>Mimosa pigra</i>	
	Mimosoideae indt.	
	<i>Myroxylon balsamum</i>	
	Papilionoideae indt.	
	<i>Parkia velutina</i>	
	<i>Piptadenia speciosa</i>	
	<i>Pithecellobium fortex</i>	
	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	
	<i>Pithecellobium roseum</i>	
	<i>Pithecellobium saman</i>	Hormigas
	<i>Platymiscium hebestachyum</i>	
	<i>Platymiscium pinnatum</i>	
	<i>Prosopis juliflora</i>	Aves y pequeños reptiles
	<i>Rhynchosia</i> sp.	
	<i>Senegalia polyphylla</i>	
	<i>Senegalia tamarindifolia</i>	
	<i>Senna atomaria</i>	Rumiantes
<i>Senna reticulata</i>		
<i>Vachellia farnesiana</i>	Ganado	
<i>Vachellia macracantha</i>		
<i>Vachellia pennatula</i>		
<i>Vachellia tortuosa</i>		
<i>Vatairea myrospermum</i>		
<i>Zapoteca formosa</i>		
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	
Lamiaceae	<i>Salvia cf acutifolia</i>	
	<i>Vitex cymosa</i>	Aves

FAMILIA	ESPECIE	OFERTA ALIMENTICIA
Lauraceae	<i>Nectandra concinna</i>	
Lecythidaceae	<i>Lecythis minor</i>	
Loasaceae	<i>Loasaceae</i> indt.	
Loasaceae	<i>Mentzelia aspera</i>	
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis cornifolia</i>	
	<i>Malpighiaceae</i> Indt Liana	
Malvaceae	<i>Abutilon</i> sp.	
	<i>Anoda</i> sp.	
	<i>Ayenia magna</i>	
	<i>Bastardia viscosa</i>	Himenópteros y lepidópteros
	<i>Ceiba pentandra</i>	
	<i>Gossypium</i> sp.	
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pequeños reptiles y primates
	<i>Hibiscus</i> sp.	
	<i>Malvaviscus cf arboreus</i>	
	<i>Pavonia</i> sp.	
	<i>Pseudobombax septenatum</i>	
	<i>Sida parviflora</i>	
	<i>Sidastrum</i> sp.	
	<i>Sterculia apetala</i>	Aves y primates
	<i>Theobroma</i>	
<i>Triumfetta</i> sp.		
<i>Wissadula zeilanica</i>		
Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Primates
	<i>Chlorophora tinctoria</i>	
	<i>Ficus</i> sp.	Primates
	<i>Maclura tintoria</i>	
	<i>Sorocea sprucei</i>	
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Murciélagos y primates
Myristicaceae	<i>Myristicaceae</i> indt.	
	<i>Osteophloeum</i> cf. <i>sulctum</i>	
Nyctaginaceae	<i>Neea amplifolia</i>	
	<i>Nyctaginaceae</i> indt.	
Onagraceae	<i>Ludwigia peruana</i>	Insectos
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Insectos
	<i>Rivina humilis</i>	Aves y primates
Pipperaceae	<i>Piper</i> sp.	
Poaceae	<i>Cenchrus brownii</i>	
	<i>Cenchrus ciliaris</i>	
	<i>Imperata cylindrica</i>	
	<i>Oplismenus</i> sp.	Aves
	<i>Panicum maximum</i>	

FAMILIA	ESPECIE	OFERTA ALIMENTICIA
Polygonaceae	<i>Coccoloba densifrons</i>	Primates
	<i>Coccoloba obtusifolia</i>	
	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	Ganado
	<i>Triplaris americana</i>	
	<i>Triplaris lindeniana</i>	
Primulaceae	<i>Jacquinia aristata</i>	
	<i>Jacquinia revoluta</i>	
Rubiaceae	<i>Coutarea</i> sp.	
	<i>Genipa americana</i>	Aves y mamíferos
	<i>Hoffmania</i> sp.	
	<i>Macronecmun</i> sp.	
	<i>Palicourea</i> sp.	
	<i>Randia armata</i>	
Rutaceae	<i>Galipea</i> sp.	
Salicaceae	<i>Casearia</i> sp.	
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Primates y pequeños reptiles
	<i>Melicoccus olivifolius</i>	
	<i>Paullinia cururu</i>	
	<i>Paullinia pinnata</i>	Aves
	<i>Serjania</i> sp.	
	<i>Talisia olivaeformis</i>	Aves y primates
Sapotaceae	<i>Bumelia obtusifolia</i>	
Simaroubaceae	<i>Simarouba glabra</i>	
Solanaceae	<i>Cestrum</i> sp.	
	<i>Lycium</i> sp.	
	<i>Solanum bicolor</i>	
	<i>Swartzia</i> sp.	
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i>	Insectos
	<i>Cissus sicyoides</i>	Pequeños reptiles
Vitaceae	<i>Cissus trifoliata</i>	
	<i>Vitaceae</i>	
	<i>Bulnesia arborea</i>	Ganado



Libélula (*Erythemis vesiculosa*)



Cerambícido (Familia: Cerambycidae)

Entomofauna

Hormigas, mariposas y escarabajos

Ángela P. Sánchez y Carlos Hernán Gantiva

Introducción

Los insectos son el grupo de animales poco carismáticos, aunque son el grupo con mayor diversidad a nivel mundial. Representan la historia de la vida de organismos con más de 400 millones de años al resistir extinciones masivas, todo esto les ha permitido presentar una gran variedad formas muy exitosas en el presente (Amat-García y Fernández, 2011, Lasso *et al.*, 2010). Junto con los demás artrópodos, los insectos se encuentran en todos los ecosistemas y son indispensables para el buen funcionamiento de estos (Usma y Trujillo, 2011).

Esta clase de organismos son de gran importancia a nivel ecológico (Medina, C. A. y A. Lopera-Toro, 2000). Por una lado, presentan alta fidelidad ecológica al tener baja tolerancia a alteraciones de factores abióticos, por la especificidad que tienen por algunos hábitats definidos (Villarreal *et al.*, 2004). Recientemente, algunos investigadores lograron establecer que la ausencia de la entomofauna en ciertos lugares por factores antrópicos ha generado daños

irreversibles de gran impacto en el medio ambiente, llevando a graves problemas de producción agrícola, aumento de plagas y de plantas invasoras (Stewart *et al.*, 2007). Adicionalmente, diversos estudios establecieron la importancia de los insectos en la renovación de nutrientes y en la transformación de energía, al ser fuentes primarias por alimentarse de materia orgánica en descomposición, vegetales u otros invertebrados (Krebs, 1985). Por otra parte, se destaca la importancia ecológica de este grupo debido a su relevancia en la cadena trófica, ya que son la fuente de alimento para muchos vertebrados promoviendo de esta forma el flujo de energía (Hernández-Ibarra, 2009). Todo lo anterior, sumado a los cortos tiempos generacionales de los insectos y a la fácil manipulación hacen de estos organismos un buen bioindicador, permitiendo el monitoreo de los ecosistemas para así tomar medidas en conservación y manejo ambiental al establecer el grado de intervención humana e incrementar el conocimiento de la biodiversidad en Colombia (Fernández, 2003; Villarreal *et al.*, 2004).

Estos artrópodos en algunos casos han sido utilizados para la recuperación y conservación de áreas críticas (Corporación Suna Hisca). Aunque entre el amplio grupo de los insectos, solo tres son utilizados generalmente como bioindicadores, ya que son megadiversos: las hormigas (familia Formicidae), las mariposas (orden Lepidoptera) y los escarabajos coprófagos (familia Scarabaeidae) (Corporación Suna Hisca; Amat-García y Fernández, 2011).

Las hormigas pertenecen a la familia Formicidae del Orden Hymenoptera, un grupo ampliamente estudiado a nivel mundial y una de las familias de insectos más investigadas en Colombia, aunque la información de este grupo en La Guajira y específicamente en el Cerrejón anteriormente era muy escasa. Las hormigas son muy importantes, debido a su gran diversidad y abundancia en la mayoría de ambientes y son fundamentales en el movimiento del agua, en el reciclaje de nutrientes y en la formación del suelo. Adicionalmente, las relaciones con otros organismos como plantas, hongos, entre otros, son relevantes para el desarrollo y buen mantenimiento de los diferentes ecosistemas. Se caracterizan por sus comportamientos sociales en las colonias, que permiten el mayor aprovechamiento de los recursos naturales y en parte es lo que promueve el éxito de este grupo de insectos.

Por su parte, las mariposas diurnas pertenecen a la superfamilia Papilionoidea, son un grupo taxonómicamente y ecológicamente muy diverso, son quizás los insectos más carismáticos y ampliamente conocidos por la variada coloración de sus alas, lo que facilita su identificación y las hace un grupo emblemático para generar conciencia en cuanto a conservación. Se ha estimado que para Colombia hay 3.500 diferentes especies y esta cifra va en aumento (Andrade, 1998, 2002; Villarreal *et al.*, 2004). Estos lepidópteros son uno de los grupos de insectos más utilizados como bioindicadores, puesto que presentan relaciones muy estrechas con plantas al presentar gran especificidad en cuanto a planta alimenticia para las orugas. Así mismo tienen grados de estratificación selectos en cuanto a luz, viento, humedad, temperatura y altitud (Villarreal *et al.*, 2004).

Este grupo es de gran importancia en la cadena trófica, ya que se alimentan de plantas y son fuente

de alimento de aves, mamíferos y otros artrópodos depredadores (Villarreal *et al.*, 2004). Sin embargo, la información sobre estos organismos para ciertos ecosistemas como el bosque seco tropical presente en el Cerrejón y en las zonas bajas del Caribe colombiano está muy incipiente (Boom-Urueta *et al.*, 2013).

Por otro lado, los escarabajos coprófagos son de la familia Scarabaeidae, perteneciente al orden Coleoptera, tienen hábitos nocturnos en su mayoría y se encuentran generalmente en pastos cercanos a cuerpos de agua. Como su nombre lo indica, se alimentan de excrementos de mamíferos y de materia en descomposición, por esta función son de gran importancia en los ecosistemas, ya que son parte importante del reciclaje de nutrientes para mejorar las condiciones del suelo; también intervienen en el control de parásitos e insectos y ayudan en la dispersión secundaria de semillas, participando así en la regeneración natural de los bosques. Adicionalmente, son un grupo de gran importancia debido principalmente a su gran diversidad, a su importancia económica y ayudan a medir el nivel del impacto de las actividades humanas en los ecosistemas para la conservación. Se estima que para Colombia hay 380 especies, aunque para el neotrópico se han reportado 1.200, la mayoría para bosque seco (Villarreal *et al.*, 2004; Escobar 2004; Vaz de Mello *et al.*, 2011).

Estos tres grupos de insectos de amplia distribución, están considerablemente estudiados, pues suelen presentar relaciones estrechas con otros organismos de gran relevancia en los ecosistemas como plantas, mamíferos, entre otros (Camero, 2010; Fernández, 2003; Medina *et al.*, 2001). Del mismo modo, se encuentran ampliamente distribuidos en casi todos los ambientes, dependiendo de las condiciones de intervención que presenten los hábitats.

Los insectos debido a su alta sensibilidad a las variaciones ambientales, pueden verse fuertemente amenazados por los grandes cambios como la pérdida de hábitat, degradación y fragmentación de bosques (Pérez-Andueza, G. *et al.*, 2007). Diversos estudios han logrado establecer que cambios como la urbanización y la deforestación pueden promover la extinción de insectos en parches de bosques (Hanski *et al.*, 2007). De forma semejante, el uso desmedido



Mariposa *Heliconius erato* (Linnaeus, 1758).

de insecticidas y sustancias químicas ha generado un alto impacto en las comunidades de abejas y otros insectos polinizadores, llevando a la desaparición de estos en algunas regiones agrícolas, generando así efectos negativos sobre la producción de frutas (Pérez-Andueza, G. *et al.*, 2007). Finalmente, el cambio climático es otra de las grandes amenazas que enfrentan estos artrópodos, puesto que se ha planteado que puede alterar las estrechas relaciones que tienen con plantas y otros animales, lo cual llevaría a la extinción de muchas especies de insectos al igual que la pérdida de sus hábitats (Pérez-Andueza, G. *et al.*, 2007).

Aunque Colombia es uno de los países más biodiversos del mundo, ha sido poco el trabajo que se ha realizado en el conocimiento de la entomofauna comparado con la gran variedad de estos organismos en el país (Villarreal *et al.*, 2004). Llevando esto a presentar grandes vacíos de información en algunas regiones, sin embargo se han realizado estudios

aislados principalmente en hormigas y escarabajos coprófagos, siendo los grupos más ampliamente investigados de los insectos en esta región del país (IAVH, 1998, Santamaría *et al.*, 2009, Martínez *et al.*, 2010).

Aunque estos grupos de insectos son los más conocidos, la mayoría de los estudios se han llevado a cabo en bosques húmedos y sabanas, presentando grandes vacíos de información en cuanto a diversidad en bosques secos tropicales colombianos (IAVH, 1998). Algunos estudios en cuanto a este ecosistema en Costa Rica han permitido establecer la presencia de cerca de 13.000 especies de insectos. En el bosque seco tropical de Colombia se ha estimado, en trabajos con hormigas (Formicidae) y escarabajos coprófagos (Scarabaeidae), una alta diversidad similar a la encontrada en bosques húmedos de tierras bajas colombianas. En cuanto al conocimiento del bosque seco tropical, se ha logrado establecer que es uno de los ecosistemas más desconocidos en el

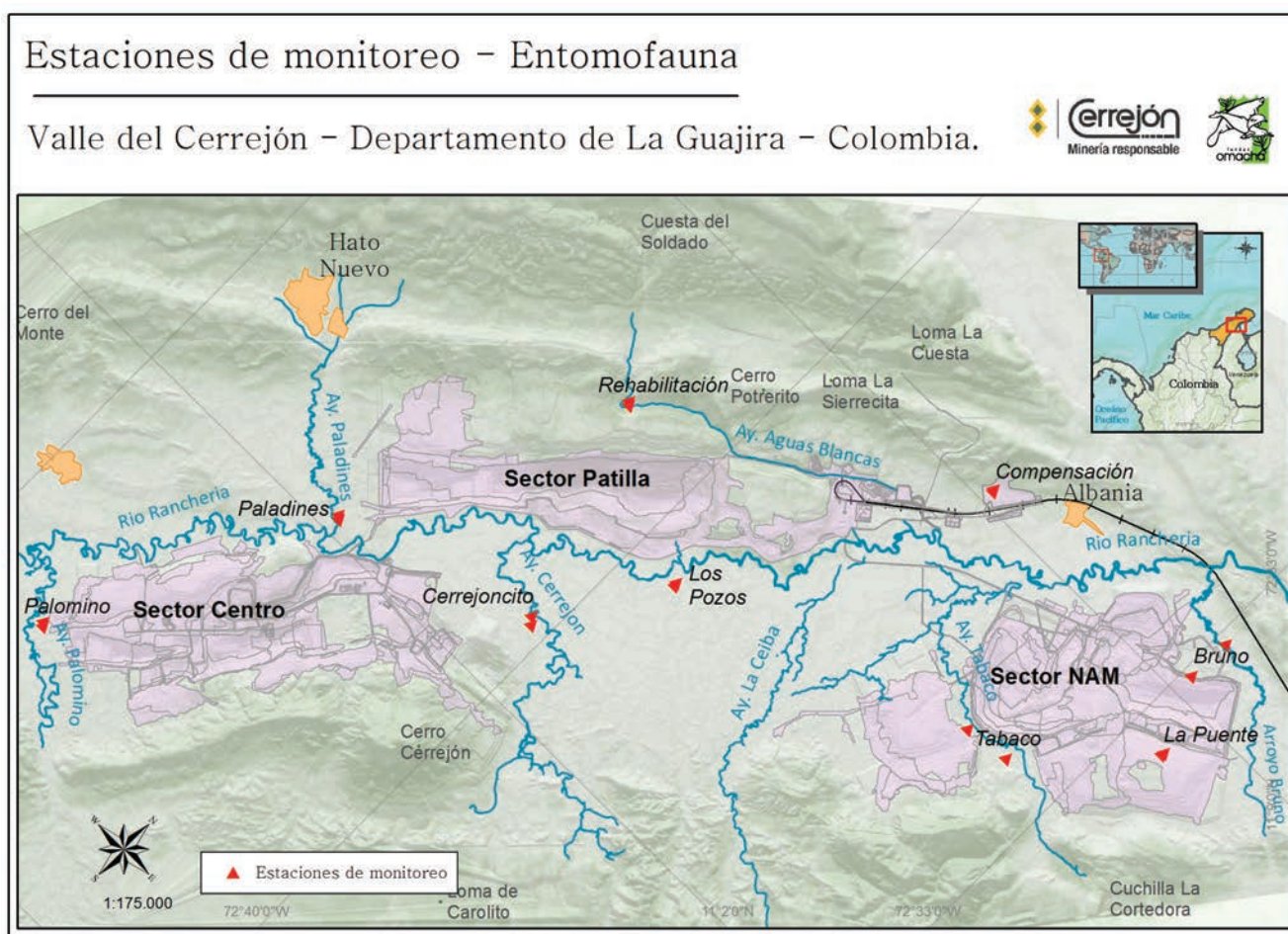
país, demostrando así la relevancia de los estudios en entomofauna en este ecosistema en Colombia (IAVH, 1998). De acuerdo con el mapa de ecosistemas de Colombia, en La Guajira predominan grandes biomas bosque seco tropical y bosque del desierto tropical. Sin embargo, en virtud de la presencia de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá, el departamento cuenta también con una importante cobertura de bosque húmedo tropical (IDEAM *et al.*, 2007).

De esta forma, se ve la importancia de llevar a cabo evaluaciones entomológicas en La Guajira, para ampliar el nivel de conocimiento de este grupo en una región poco estudiada y en condiciones ecosistémicas pobremente investigadas para estos grupos de

insectos. En el valle del Cerrejón se han llevado a cabo evaluaciones biológicas desde 2005 a 2013, con fin de establecer la riqueza, abundancia y diversidad de especies que alberga este ecosistema, promoviendo así la protección y conservación del bosque seco tropical y de todos los organismos que lo componen.

Metodología

Los datos presentados en este capítulo son el resultado de las diversas evaluaciones biológicas realizadas en el Cerrejón desde el 2005 en las diferentes temporadas climáticas por varios grupos de investigadores. Para mantener los mismos parámetros a lo largo de los años se llevaron a cabo los estudios en las mismas zonas (Tabla 1).



Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo de entomofauna en el valle del Cerrejón.

Tabla 1. Coordenadas de puntos claves para la conservación. Bs-T (Bosque seco Tropical).

Estación de muestreo	Latitud "N"	Longitud "W"	Hábitat
Bruno	11°09'21,6"	72°32'50,9"	Bs-T de galería
	11°10'01,8"	72°32'48,8"	
La Puente	11°08'14,6"	72°32'20,5"	Bs-T xerofítico
	11°08'16,9"	72°32'20,1"	
Tabaco	11°06'36,8"	72°33'56,0"	Bs-T de galería
	11°06'31,6"	72°34'37,7"	
Cerrejón	11°03'14,8"	72°40'20,7"	Bs-T de galería
	11°03'08,9"	72°40'15,5"	
Los Pozos	11°05'01,0"	72°39'10,3"	Bs-T de Galería con sucesión xerofítica
	11°05'03,7"	72°39'11,1"	
Palomino	10°58'09,4"	72°45'20,1"	Bs-T de galería
	10°58'12,2"	72°45'22,5"	
Paladines	11°02'19,2"	72°43'24,1"	Bs-T xerofítico
	11°02'16,6"	72°43'21,5"	
Compensación (Mushaisa)	11°09'14,1"	72°36'49,4"	Bs-T secundario en proceso de recuperación.
	11°09'15,8"	72°36'50,2"	
Rehabilitación (embalse El Muerto)	11°06'24,8"	72°41'30,9"	Bs-T en temprano proceso de recuperación
	11°06'27,2"	72°41'32,9"	

Insectos en general

Para la colecta de estos organismos se utilizaron dos trampas Malaise por periodos de cinco días en dos localidades (Arroyo Bruno y Palomino), con el fin capturar en dosel insectos voladores de baja frecuencia.

Adicionalmente, se instalaron trampas de luz o tipo Shannon, que consisten de una lámpara de luz blanca y una tela blanca que atrae todo tipo de insectos. Esta trampa se instaló por un periodo de dos horas, entre las 7 y las 9 pm en todas las localidades muestreadas. De forma semejante, se implementó el uso de una trampa Winkler en todos los puntos de muestreo, donde se tomaron muestras de 50 cm² de hojarasca que se separaron con el cernidor. Luego, el tamizado se llevó al saco Winkler; debido a la desecación del material vegetal, los insectos y otros

artrópodos caen en un recipiente colector, permitiendo coleccionar individuos de hojarasca con mayor eficiencia (Villarreal *et al.* 2004).

Hormigas

Para este grupo se implementó la captura manual haciendo búsqueda activa en depósitos de detritus, vegetación y troncos en descomposición a lo largo de los recorridos realizados en cada uno de los puntos de muestreo. Con este método de muestreo se recolectan datos de características de la historia natural de las especies, específicamente uso de recursos naturales y comportamientos (Villarreal *et al.* 2004). También se instalaron trampas de caída con atrayente o Pitfall activa de cebos azucarados con frutas en descomposición en todos los puntos de muestreo, a lo largo de un transecto lineal de 100 m instalando una trampa cada 10 m (Villarreal *et al.* 2004).



Chicharrita (*Dilobopterus* sp.)



Libélula (Familia: Libellulidae)

Mariposas

Para este grupo en particular se realizaron transectos lineales de 150 m con trampas instaladas cada 30 m en todos los puntos de muestreo. Se instalaron trampas Van Sommer Rydon a una altura de 1 a 3 m del suelo con el fin de capturar mariposas diurnas, en la parte inferior se utilizaron diversos cebos.

Adicionalmente, se realizó búsqueda activa con ayuda de una jama o red entomológica por un periodo de cuatro horas, esta metodología permite observar comportamientos y uso de recursos en algunos casos.

Escarabajos

En los diferentes estudios de diversidad realizados en el Cerrejón se implementó una metodología para este grupo, conocida como captura manual haciendo búsqueda activa en depósitos de detritus, vegetación y troncos en descomposición a lo largo de los

recorridos realizados en cada uno de los puntos de muestreo. Con este método de muestreo se recolectan datos de características de la historia natural de las especies, específicamente uso de recursos naturales y comportamientos (Villarreal *et al.* 2004). Simultáneamente, se utilizaron trampas de caída con atrayente, utilizando excremento humano como cebo, haciendo que los escarabajos coprófagos lleguen con mayor rapidez, aunque este tipo de trampas no permite establecer el uso de recursos de los insectos observados. Estas trampas se instalaron en transectos lineales de 150 m cada 30 m en todas las localidades de muestreo.

Manejo de la información

La identificación de los individuos se realizó en laboratorio con ayuda de claves taxonómicas y guías de campo, teniendo en cuenta datos de los ecosistemas en los que fueron encontrados.

Se llevaron a cabo diversos análisis estadísticos, entre los que se encuentra la curva de acumulación de especies de la clase Insecta con ayuda de los programas estadísticos *EstimateS 9.1.0* y *Excel 2010*.

Resultados y discusión

Insectos

A partir de los datos obtenidos en cuanto a la clase Insecta en general, se obtuvo la curva de acumulación de especies, la cual muestra una fuerte tendencia a la estabilización en los últimos años, lo que indica claramente que el muestreo realizado cada vez se encuentra más completo al adicionar menos especies nuevas, comparadas con los primeros años de muestreos en el valle del Cerrejón (Figura 1). Adicionalmente, se realizó una prueba de Chi-cuadrado con el fin de establecer la diferencia entre

el número de especies observadas frente a las esperadas, arrojando como resultado un grado de complementariedad de 99%, lo que muestra la buena implementación de las metodologías en las tomas de datos.

En cuanto a la clase Insecta en Colombia, no se tiene aún un número real de especies, sin embargo se conocen aproximadamente 30.000, pero es claro que aun falta mucho trabajo y esfuerzo de muestreo para obtener datos más reales al respecto (Morales-Castaño y Medina, 2009). En los estudios realizados en el Cerrejón se observaron en total 148 familias en 16 órdenes diferentes, con 62.798 individuos observados en los diferentes puntos de muestreo a lo largo de todas las evaluaciones biológicas. La recolección y organización de los datos permitió determinar la riqueza total encontrada de las 148 familias,

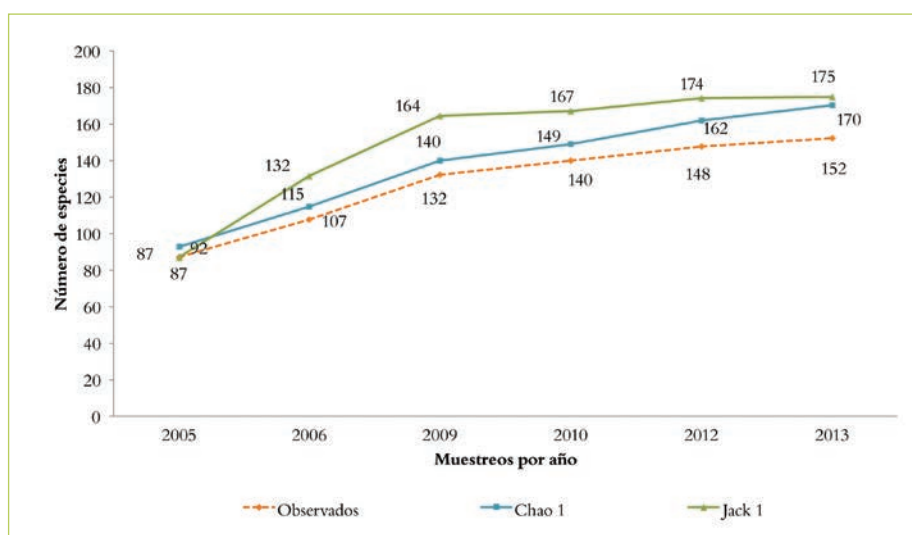


Figura 1. Acumulación de especies de insectos registrados a lo largo de las diferentes evaluaciones biológicas en el valle del Cerrejón.

siendo la familia Formicidae (hormigas), del orden Hymenoptera, la que presentó mayor abundancia representada con el 48,3% de la abundancia relativa para los artrópodos en general, seguida por la familia Scarabaeidae (escarabajos coprófagos), del orden Coleoptera, que representan el 38,5% y la

familia Nymphalidae, del orden Lepidoptera, con el 5,1% de la abundancia relativa de la entomofauna del valle del Cerrejón. La gran representatividad de las 3 familias nombradas anteriormente es promovida directamente por las técnicas de captura utilizadas y que permitieron ampliar su muestreo,

Cigarra en estado larvario (Familia: Cicadidae).



Mariposa (*Polites* sp.)



con el fin de obtener más información de estos grupos ampliamente implementados como bioindicadores (Figura 2).

Tres de los grupos de artrópodos más colectados en el valle del Cerrejón durante las diversas evaluaciones biológicas son:

- Los dípteros (moscas y mosquitos), que representaron el 3,1% del porcentaje de representatividad de los insectos. Constituyen uno de los órdenes más grandes dentro de la clase Insecta. Presentan diversos requerimientos alimenticios, razón por la cual disponen de variadas adaptaciones en su aparato bucal que les permitió especializarse y agruparse en nectarívoras, filófagas, detritívoras, depredadoras, parasitoides y hematófagas. Son de gran importancia en las cadena trófica como oferta alimenticia para
- Los ortópteros (grillos y saltamontes) que representaron el 1,8% de los insectos muestreados. Se reportaron especies de gran tamaño que aportan gran cantidad a la biomasa en cuanto a peso y número de individuos. Este grupo presenta una gran variedad de hábitos alimenticios tales como la omnívora de los grylloideos (Familia Gryllidae) que son arborícolas, así como otros viven en el suelo o en cavernas, la mayoría presentan hábitos nocturnos. Este orden de insectos son una fuente importante de alimento para muchos organismos, se registran depredadores de ortópteros desde arácnidos hasta primates. En los diferentes monitoreos en el valle del Cerrejón la

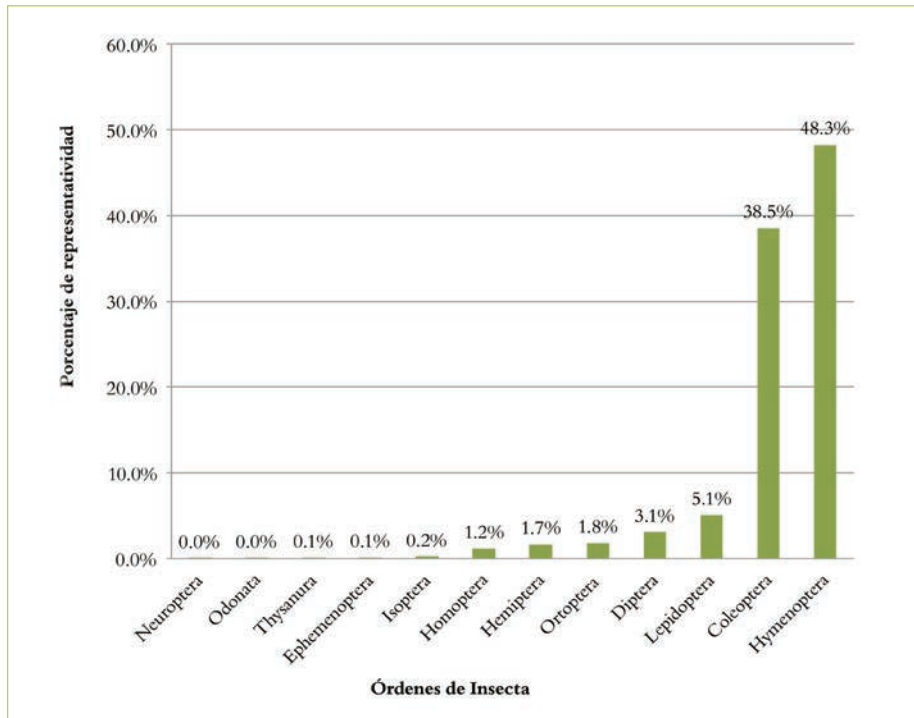


Figura 2. Porcentaje de representatividad de los órdenes de la clase Insecta en los diferentes monitoreos.

familia Gryllidae fue muy abundante y a su vez se encontró en todas las localidades; por lo cual se considera como un taxón representativo de la oferta alimenticia al nivel local de gran importancia para la conservación, debido a su importancia en la cadena trófica de la región.

- Los hemípteros (chinchas) representaron el 1,7% del total de insectos muestreados en el valle del Cerrejón. Se caracterizan por ser un grupo cosmopolita de hábitos terrestres en su mayoría, pero algunos son acuáticos de gran importancia en el flujo energía de esos ecosistemas al actuar como depredadores de insectos acuáticos y como presas de peces y otros vertebrados. Pueden ser fitófagos, predadores y hematófagos. Presentan un alto valor y son de gran interés económico al ser potenciales agentes de control biológico.

Por localidad de muestreo entre 2005-2013

Adicionalmente, se observaron los datos según la localidad en la que fueron recolectados y se estimó

el porcentaje de abundancia durante todos los monitoreos para los artrópodos registrados, con el fin de establecer los sitios de mayor relevancia para la conservación y preservación de las especies. En la Figura 3 se observa el porcentaje de abundancia por localidad, reflejando que tres de las localidades presentan porcentajes levemente superiores, son Paladines, Bruno y Compensación. Sin embargo, no se puede restar importancia a las otras localidades, ya que las diferencias en los porcentajes no son significativas, demostrando así la relevancia de todas las localidades para la preservación de las diferentes especies de artrópodos que se conocen tanto de la región como del país, sobretodo dada la importancia del ecosistema en el que se encuentran.

Hormigas

Las hormigas hacen parte de la familia Formicidae del orden Hymenóptera, un grupo ampliamente estudiado a nivel mundial y una de las familias de insectos más investigadas en Colombia, aunque la



Insecto palo (Orden: Phasmatodea)



Saltamontes (*Chromacris collaris*)



Pompílido (Familia: Pompilidae)

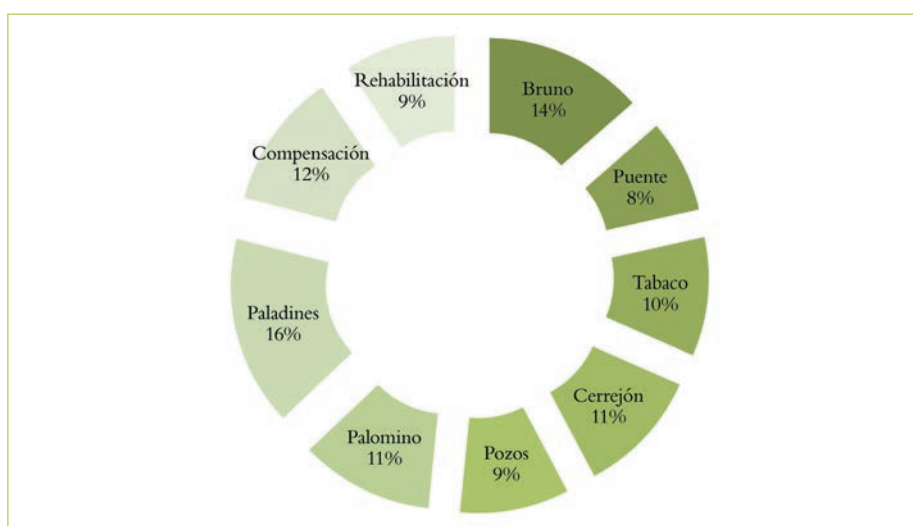


Figura 3. Porcentaje de abundancia de entomofauna por localidad muestreada.

información de este grupo en La Guajira y específicamente en el valle del Cerrejón es muy escasa.

Son uno de los grupos de insectos más diversos específica y ecológicamente en las latitudes tropicales, se ha planteado que cumplen funciones relevantes en todos los ecosistemas y constituyen alrededor

del 15% de la biomasa animal total (Villareal *et al.*, 2004). Diversos estudios realizados en hormigas han permitido establecer la importancia de estos organismos en los diferentes ecosistemas, ya que son excelentes indicadores de biodiversidad, perturbación, estados de rehabilitación y sucesión en los ecosistemas (Armbrecht & Ulloa-Chacón, 2003).



Panal de abejas encontrado en el Cerrejón.



Saltamontes (Suborden: Auchenorrhyncha).

Estos organismos presentan especialización en sus hábitos alimenticios diversos, algunas muestran una estrecha relación con especies vegetales, otras especies se alimentan solo de huevos de artrópodos o exclusivamente de otras hormigas (Holldobler & Wilson, 1990). Lo cual, determina la influencia en la estructura y dinámica el suelo y la vegetación, destacándose como un elemento relevante en el funcionamiento de estos ecosistemas, al ocupar un papel fundamental en la cadena trófica como fuente de alimento para otros artrópodos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos; así mismo son relevantes ya que ocupan todos los hábitats posibles. De forma semejante, presentan estrechas relaciones al proteger las plantas, dispersar de semillas, polinizar, depredar, modificar del suelo e influir en el flujo de nutrientes, al explorar recursos como secreciones

de homópteros, cadáveres de otros animales, detritus, hongos y néctar de flores (Holldobler & Wilson, 1990). Debido a todo esto y a su taxonomía altamente conocida se constituyen como excelentes indicadores de biodiversidad, perturbación, estados de rehabilitación y sucesión en los ecosistemas (Fernández, 2003).

La familia Formicidae está representada actualmente en la región Neotropical por 15 subfamilias. Fernández & Sendoya (2004), Fernández & Sharkey (2006), afirman que hay algo más de 11.500 especies de hormigas descritas en 21 subfamilias vivientes; para el Neotrópico hay registradas unas 3.100 especies y 120 géneros; en Colombia se han registrado 91 géneros y cerca de 1.000 especies (Fernández 2003 y Fernández & Sendoya, 2004).

Tabla 2. Listado de hormigas registradas para el valle del Cerrejón en los monitoreos.

Familia	Subfamilia	Esp. ecie	Familia	Subfamilia	Esp. ecie		
Formicidae	Formicinae	<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	Formicidae	Cerapachyinae	<i>Sp. hinctomyrmex</i> sp.		
		<i>Brachymyrmex</i> sp. 2			<i>Cylindromyrmex</i> sp.		
		<i>Brachymyrmex</i> sp. 3			<i>Acromyrmex</i> sp.		
		<i>Plagiolepis</i> sp.			<i>Adelomyrmex</i> sp.		
		<i>Paratrechina</i> sp. 1			<i>Apterostigma</i> sp.		
		<i>Paratrechina</i> sp. 2			<i>Atta</i> sp.		
		<i>Paratrechina</i> sp. 3			<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1		
		<i>Camponotus</i> sp. 1			<i>Cyphomyrmex</i> sp. 2		
		<i>Camponotus</i> sp. 2			<i>Megalomyrmex</i> sp.		
		<i>Camponotus</i> sp. 3			<i>Myrmecocrypta</i> sp.		
		<i>Camponotus</i> sp. 4			<i>Serycomirmex</i> sp.		
		<i>Camponotus</i> sp. 5			<i>Trachymyrmex</i> sp. 1		
		<i>Camponotus</i> sp. 6			<i>Trachymyrmex</i> sp. 2		
		<i>Camponotus</i> sp. 7			<i>Trachymyrmex</i> sp. 3		
		<i>Myrmelachista</i> sp.			<i>Wasmannia</i> sp.		
		Dolichoderinae			<i>Dolichoderus</i> sp. 1	Myrmicinae	<i>Cephalotes</i> sp.
					<i>Dolichoderus</i> sp. 2		<i>Crematogaster</i> sp. 1
	<i>Dolichoderus</i> sp. 3			<i>Crematogaster</i> sp. 2			
	<i>Dolichoderus</i> sp. 4			<i>Crematogaster</i> sp. 3			
	<i>Azteca</i> sp.			<i>Pyramica</i> sp.			
	<i>Dorymyrmex</i> sp.	<i>Strumigenys</i> sp.					
	Ecitoninae	<i>Cheliomyrmex</i> sp. 1		<i>Cardiocondyla</i> sp.			
		<i>Cheliomyrmex</i> sp. 2		<i>Leptothorax</i> sp.			
		<i>Eciton burchelli</i>		<i>Pogonomyrmex mayri</i>			
		<i>Labidus coecus</i>		<i>Aphaenogaster</i> sp.			
	Ectatomminae	<i>Neivamyrmex</i> sp.		<i>Pheidole</i> sp. 1			
		<i>Ectatomma ruidum</i>		<i>Pheidole</i> sp. 2			
		<i>Ectatomma tuberculatum</i>		<i>Pheidole</i> sp. 3			
		<i>Gnamptogenys</i> sp. 1		<i>Pheidole</i> sp. 4			
		<i>Gnamptogenys</i> sp. 2		<i>Pheidole</i> sp. 5			
	Ponerinae	<i>Gnamptogenys</i> sp. 3		<i>Pheidole</i> sp. 6			
		<i>Anochetus</i> sp.		<i>Pheidole</i> sp. 7			
		<i>Hypoponera</i> sp. 1		<i>Pheidole</i> sp. 8			
		<i>Hypoponera</i> sp. 2		<i>Pheidole</i> sp. 9			
		<i>Hypoponera</i> sp. 3		<i>Monomorium</i> sp.			
		<i>Leptogenys</i> sp. 1		Myrmicinae	<i>Solenopsis</i> sp. 1		
		<i>Leptogenys</i> sp. 2			<i>Solenopsis</i> sp. 2		
		<i>Odontomachus bauri</i>			<i>Solenopsis</i> sp. 3		
		<i>Pachycondyla apicalis</i>			<i>Solenopsis</i> sp. 4		
		<i>Pachycondyla harpax</i>		Pseudomyrmecinae	<i>Rogeria</i> sp.		
		<i>Pachycondyla impressa</i>			<i>Stegomyrmex</i> sp.		
		<i>Pachycondyla</i> sp.			<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1		
<i>Pachycondyla villosa</i>		<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2					
<i>Platythyrea pilosula</i>		<i>Pseudomyrmex</i> sp. 3					
<i>Thaumatomyrmex atrox</i>		<i>Pseudomyrmex</i> sp. 4					
Amblyoponinae	<i>Amblyopone</i> sp.						



Polilla (Orden: Lepidoptera)

En el transcurso de los monitoreos realizados en el valle del Cerrejón desde el 2005 hasta el 2013, se observaron en total 28.670 individuos pertenecientes a 9 subfamilias, 47 géneros y un total de 91 especies diferentes (Figura 4). Siendo este grupo de insectos megadiverso, no sorprende el gran tamaño muestral encontrado, esto debido, en gran medida a su alta capacidad de colonización de casi todos los tipos de ecosistemas (Fernández, 2003). Sus habilidades sociales son de gran importancia, ya que les ayuda a obtener la mayor cantidad de recursos necesarios para mantener el hormiguero (Jaffe *et al.*, 1993; Fernández, 2003).

De los datos recolectados, los géneros pertenecientes a la subfamilia Myrmicinae (la más abundante en el valle del Cerrejón) se han encontrado en toda la región Neotropical, debido a la riqueza de especies de la subfamilia (Fernández, 2003). Razón por la cual no es sorprendente encontrar hormigas pertenecientes a este grupo en bosque seco tropical, ya que se encuentran asociadas tanto a hábitats arbóreos

como en suelo y hojarasca. Así mismo se han reportado asociaciones de los géneros encontrados en las caracterizaciones a plantas y a otros grupos de hormigas (Fernández, 2003). Algunos géneros encontrados durante esta caracterización fueron *Atta*, *Cephalotes* y *Crematogaster*; *Cephalotes* son generalmente arborícolas, tímidas, lentas y de cuerpos un poco aplastados dorso ventralmente y con espinas en el mesosoma (Fernández, 2003). Mientras que las hormigas pertenecientes al género *Crematogaster* presentan asociaciones con plantas y otras hormigas, también son arborícolas (Fernández, 2003). Por su parte, las hormigas pertenecientes al género *Atta* son característicamente arrieras, parasol, cortadoras de hojas, utilizando hojas, frutos, tallos y partes de flores para el cultivo de los hongos que son su fuente alimenticia principal (Weber 1972, 1982). Razón por la cual presentan una gran importancia económica, al actuar como enriquecedores del suelo o como controladores de plagas en cultivos (Lofgren y Vander Meer 1986).

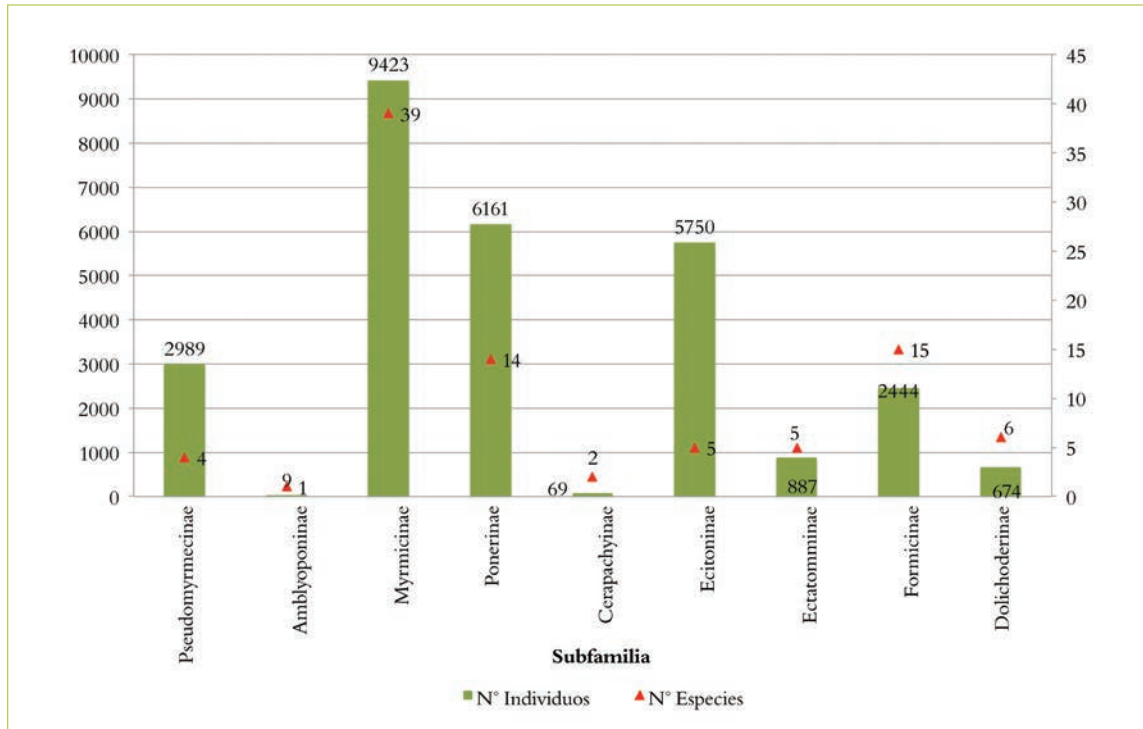


Figura 4. Número de individuos y especies para las subfamilias de hormigas del Cerrejón.

En cuanto a los géneros pertenecientes a la subfamilia Ponerinae como *Anochetus* y *Thaumatomyrmex*, han sido encontrados anteriormente en la región, se sabe que son generalistas formando nidos en suelo y hojarasca (Fernández, 2003). En el valle del Cerrejón se reportaron en todas las localidades estudiadas, la presencia de dichos géneros es de gran importancia, puesto que contienen especies depredadoras con dietas especializadas (Andersen, 1997 y King *et.al.*, 1998), las abundancias de estos grupos esta directamente relacionada con la abundancia de artrópodos ya que son su fuente principal de alimento, y refleja la diversidad vegetal fundamental en esta cadena trófica y propia de ambientes con bajos niveles de perturbación o ambientes con buenos síntomas de recuperación.

Por su parte, el género más representativo fue *Neivamyrmex* con 4.111 individuos presentes en todas las localidades muestreadas. Previamente han logrado establecer que este género de hormigas es el más rico en especies de la subfamilia Ecitoninae, sin

embargo aún es necesaria una revisión taxonómica de este grupo. Para Colombia se ha reportado en un amplio gradiente altitudinal que varía desde el nivel del mar hasta 3.000 msnm.

Los muestreos realizados permitieron establecer que las hormigas del género *Camponotus* de la subfamilia Formicinae, estuvieron presente en todas localidades con 7 especies diferentes. Este género se caracteriza por ser omnívoro, lo que les permite obtener gran variedad y cantidad de recursos (Fernández, 2003). Adicionalmente, tienen la habilidad de formar colonias tanto en suelo, base o copas de las plantas permitiéndoles alcanzar diferentes nichos ecológicos (Fernández, 2003). Lo cual refleja la importancia de este grupo, ya que al estar presentes en tal variedad representa el buen estado del bosque seco tropical del Cerrejón y su importancia para preservarlo.

Finalmente, *Pseudomyrmex* ya había sido reportada anteriormente en la región, en los monitoreos realizados se observaron 4 diferentes especies con un



Escarabajo (Orden: Coleoptera)

total de 2.989 individuos. Este género se encuentra en estrato arbóreo asociado principalmente a acacias con espinas (Fernández, 2003).

La fragmentación y las actividades antrópicas afectan directamente la composición de las comunidades de hormigas, generando disminución en la biodiversidad de estos organismos. Los diversos estudios llevados a cabo en el valle del Cerrejón reflejaron un incremento en la abundancia de hormigas pero una disminución de la riqueza y diversidad con el paso de los años. El incremento en la abundancia puede deberse a factores climáticos que generan esta variación, aunque los valores de riqueza y diversidad se ven directamente relacionados con factores antrópicos en esta región. En cuanto a la baja abundancia de grupos especialistas, indica una reducida diversidad en oferta alimenticia y vegetal, característico de ambientes con estados de intervención moderados (Majer, 1983). Sin embargo, la presencia de estos grupos también da indicios de recuperación al pasar

de los años en el Cerrejón, los estudios realizados registraron un aumento en la cantidad de especies especialistas reflejando una buena recuperación para las localidades intervenidas por actividades mineras.

Mariposas

Las mariposas diurnas pertenecen a la superfamilia Papilionoidea, son un grupo taxonómica y ecológicamente muy diverso, ampliamente conocidas por la variada coloración alar, lo que facilita su identificación y las hace un grupo emblemático para generar conciencia en cuanto a conservación. Se ha estimado que para Colombia hay 3.100 diferentes especies y va en aumento a medida que se desarrollan estudios en lugares no investigados hasta el momento (Andrade, 1998, 2002; Villarreal *et al.*, 2004). Como por ejemplo el bosque seco tropical en las zonas bajas del Caribe colombiano, la información de este grupo hasta el momento es muy incipiente, pues los estudios taxonómicos, ecológicos y de distribución de especies en esta zona son muy

escasos (Urueta *et al.*, 2013). En la Tabla 3 se observan todas las especies que se registraron en el valle del Cerrejón durante las evaluaciones biológicas realizadas desde 2005 hasta 2013.

Los lepidópteros son uno de los grupos de insectos más utilizados como bioindicadores, son muy sensibles a los cambios producidos por la perturbación, presentan ciclos de vida corto, presentan hábitos fitófagos, fungívoros, xilófagos, saprófagos y algunos mantienen mutualismo con hormigas durante su estado de larvas (De Vries, 1997). También se caracterizan algunos grupos por presentar sabores no palatables (tóxicos o desagradables) que se ven reflejados en las coloraciones vistosas, de colores generalmente rojos, negros, amarillos y translúcidos con el fin de advertir a los predadores dichos sabores, los cuales obtienen las mariposas de las plantas nutricias en los estados larvales. Por otra parte, presentan grados de estratificación selectos en cuanto a luz, viento, humedad, temperatura y altitud (Villarreal

et al., 2004). Son de gran importancia en la cadena trófica, ya que se alimentan de plantas y son fuente de alimento de aves, mamíferos y otros artrópodos depredadores (Villarreal *et al.*, 2004). Razones por las cuales son muy útiles para determinar la calidad del hábitat y determinar el grado de perturbación de los ecosistemas (Andrade, 1998, 2002; Llorente *et al.*, 1993; Vargas *et al.*, 2011).

En los diferentes estudios realizados en el Cerrejón se lograron identificar un total de 5.058 individuos pertenecientes a 6 familias, 18 subfamilias y 113 especies (Figura 5).

Donde se destaca la familia Nymphalidae, ya que se identificaron diferentes especies que tienen característica en común, el primer par de patas atrofiado para el desplazamiento. Dentro de esta familia se identificaron 10 subfamilias, quienes utilizan distintos recursos florísticos, arrojando amplia información en cuanto a diversidad de la flora, lo que es



Mariposa (*Anartia jatrophae*, Linnaeus, 1763)

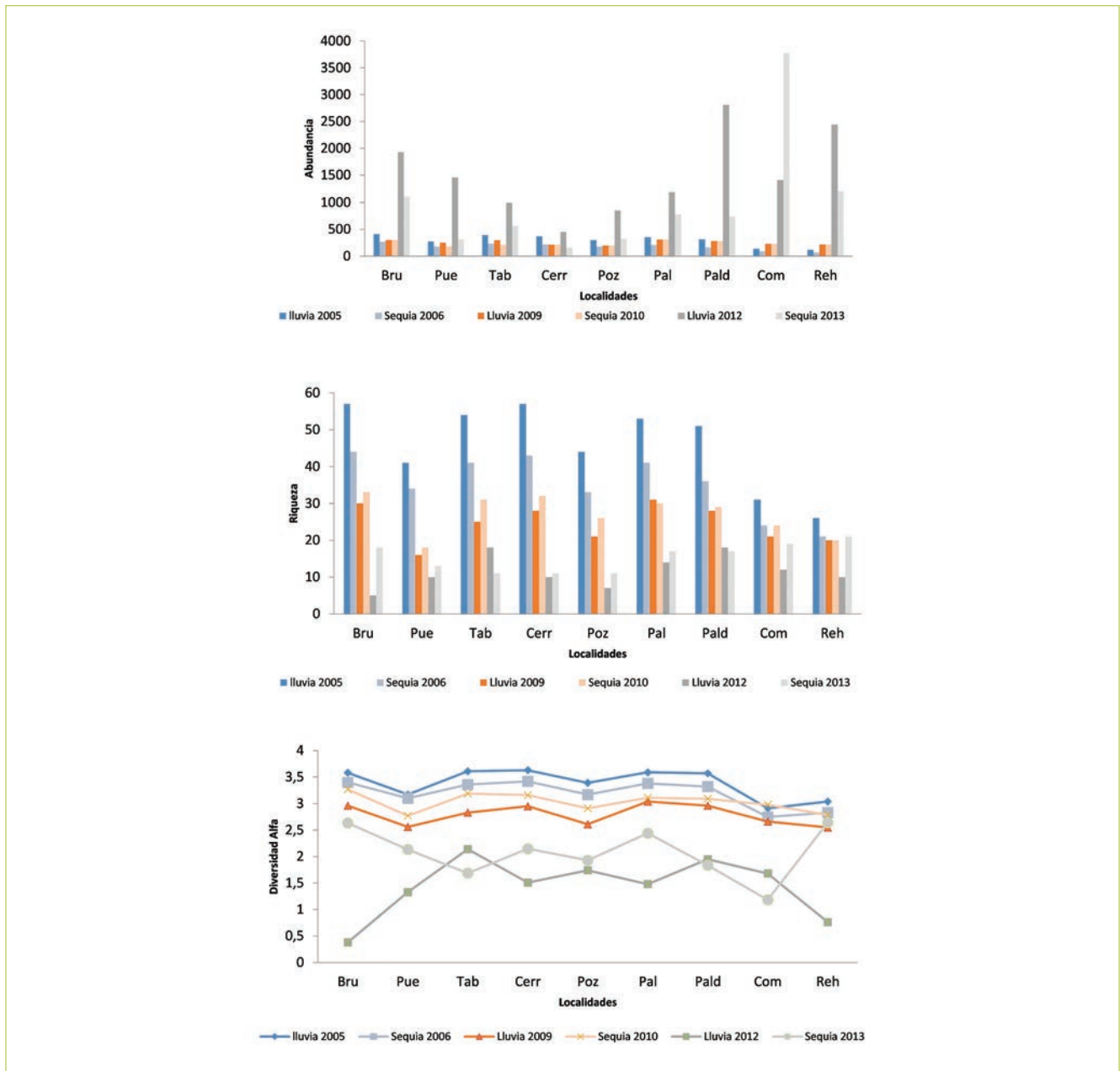


Figura 5. Abundancia (A), riqueza (B) y diversidad alfa (C) de hormigas en todos los monitoreos por localidad. Imagen tomada del informe entomológico en 2013 para el Cerrejón.

proporcional a la variedad de factores climáticos de la zona estudiada (Fraija y Fajardo, 2006).

Así mismo, *Danaus gilipus* fue reportada anteriormente para la región y se caracteriza por estar en áreas abiertas como el borde de bosque, generalmente utilizan como planta hospedera algunas de

la familia *Asclepediadear*, se relacionan con bosques muy intervenidos o rastrojos, en ambientes secos de regiones cálidas (Erazo & Gonzales-Montaña, 2008).

Por su parte, *Heliconius erato* es una de las especies más ampliamente estudiadas, tiene hábitos especialistas

Tabla 3. Lista de especies de mariposas registradas para el valle del Cerrejón.

Familia	Subfamilia	Especie	Familia	Subfamilia	Especie
Papilionidae	Papilioninae	<i>Battus polydamas</i> (Linnaeus, 1758)	Nymphalidae	Charaxinae	<i>Prepona dexamenus</i> (Hopffer, 1874)
		<i>Heracles thoas</i> (Rothschild & Jordan, 1906)			<i>Siderone galanthis</i> (Cramer, 1775)
		<i>Parides anchises</i> (Linnaeus, 1758)			<i>Zaretis itys</i> (Cramer, 1777)
Pieridae	Pierinae	<i>Appias</i> sp.		Nymphalinae	<i>Anartia amathea</i> (Fruhstorfer, 1907)
		<i>Ascia monuste</i> Linnaeus, 1764			<i>Anartia jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)
		<i>Itaballia demophile</i> (Linnaeus, 1764)			<i>Anthanassa frisia</i> (Poey, 1832)
		<i>Ganyra phaloe</i> (Linnaeus, 1758)			<i>Colobura dirce</i>
		<i>Glutophrissa drusilla</i> (Cramer, 1777)			<i>Chlosyne lacinia</i> (Geyer, 1837)
		<i>Perthybris pamela</i> (Stoll, 1780)			<i>Hamadryas februa ferentina</i> Godart, 1824
	Coliadinae	<i>Anteos maerula</i> (Fabricius, 1775)			<i>Hamadryas amphinome</i>
		<i>Aphrissa statira</i> (Cramer, 1777)			<i>Hamadryas amphicloë</i> (Boisduval, 1870)
		<i>Phoebis sennae</i> (Linnaeus, 1758)			<i>Hamadryas feronia farinulenta</i> (Fruhstorfer, 1916)
		<i>Phoebis agarithe</i> (Boisduval, 1836)			<i>Haematera pyrame</i> (Hübner, 1819)
		<i>Phoebis arganthe</i> (Fabricius, 1775)			<i>Junonia evarete</i> (Cramer, 1779)
		<i>Eurema arbela</i> (Geyer, 1832)			<i>Junonia genoveva</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)
		<i>Eurema albula</i> (Cramer, 1775)			<i>Microtia elva</i> (H. W. Bates, 1864)
		<i>Eurema dayra</i> (Godart, 1819)			<i>Nica flavila</i> Doubleday, 1849
		<i>Eurema gratiosa</i> (Doubleday, 1847)			<i>Sirpoeta stelenes</i> Fruhstorfer, 1907
<i>Pyrisitia venusta</i> (Boisduval, 1836)	<i>Biblis hyperia</i>				
Nymphalidae	Charaxinae	<i>Fountainea eurypyle</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)		<i>Callicore pitheas</i> Latreille, 1811	
		<i>Hypa clytemnestra</i> Cramer, 1777		<i>Catonephele nyctimus</i> (Westwood, 1850)	
		<i>Memphis</i> aff. <i>Morena</i>		<i>Dynamine postverta</i> (Cramer, 1779)	
		<i>Memphis pithyusa</i> (R. Felder, 1869)		<i>Historis februa ferentina</i> (Godart, 1824)	
		<i>Memphis</i> sp.		<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)	
		<i>Prepona</i> aff. <i>pylene</i>		<i>Hystoris odius</i> (Fabricius, 1775)	
<i>Prepona</i> sp.					

Familia	Subfamilia	Especie
Nymphalidae	Charaxinae	<i>Myscelia cyaniris</i> (Doubleday, 1848)
		<i>Pyrrhogyra neaerea</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Temenis laothoe</i> (Cramer, 1777)
		<i>Temenis</i> sp.
	Satyrinae	<i>Euptychia harmonica</i>
		<i>Cissia similis</i> (Buttler, 1867)
		<i>Cissia pompilia</i>
		<i>Cissia labe</i> (Buttler, 1780)
		<i>Taygetis laches</i> (Fabricius, 1793)
		<i>Taygetis andromeda</i> (Fabricius, 1793)
		<i>Ypthimoides ypthima</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)
		<i>Opsiphanes cassina</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)
	<i>Pharneuptychia</i> sp.	
	Heliconiinae	<i>Heliconius erato</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Actinote aff. Melampeplos</i> (Godman & Salvin, 1881)
		<i>Eueides</i> sp.
		<i>Dryas iulia</i> Fabricius, 1775
		<i>Agraulis vanillae</i> (Linnaeus, 1758)
	Melitaeinae	<i>Phyciodes phaon</i>
	Morphinae	<i>Morpho helenor</i>
	Danainae	<i>Danaus gilippus</i> (Cramer, 1775)
		<i>Danaus eresimus</i> (Talbot, 1943)
		<i>Danaus plexippus</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Hypoleria ocalea</i> (Doubleday, 1847)
		<i>Hypothyris lycaste</i>
		<i>Ithomia</i> sp.
		<i>Ithomiinae</i> sp.
	<i>Mechanitis lysimnia</i> (Fabricius, 1793)	

Familia	Subfamilia	Especie
Nymphalidae	Danainae	<i>Mechanitis polymnia</i> (Butler, 1873)
		<i>Tithorea harmonia</i>
	Libytheinae	<i>Libytheana carinenta</i> (Cramer, 1777)
Riodinidae	Riodininae	<i>Adelpha fessonia</i> (Hewitson, 1847)
		<i>Audre erostratus</i>
		<i>Caria domitianus</i> (Fabricius, 1793)
		<i>Calephelis perditalis</i>
		<i>Melanis electron</i> (Fabricius, 1793)
		<i>Mesosemia lamachus</i> (Hewitson, 1857)
		<i>Synargis mycone</i> (Hewitson, 1865)
		<i>Pseudolycaena marsyas</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Brangas</i> sp.
		<i>Calycopis partunda</i> (Hewitson, 1877)
Lycaenidae	Theclinae	<i>Ziegleria hesperitis</i> (A. Butler & H. Druce, 1872)
		<i>Hemiargus hanno</i> (Stoll, 1790)
	Polyommatainae	<i>Hemiargus</i> sp.
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Urbanus doryssus</i> (Swainson, 1831)
		<i>Pyrgus</i> sp.
		<i>Pyrgus communis</i>
		<i>Eracon</i> sp.
		<i>Heliopetes</i> sp. 1
		<i>Heliopetes</i> sp. 2
		Pyrginae sp. 1
		Pyrginae sp. 2
		Pyrginae sp. 3
		Pyrginae sp. 4
	Pyrginae sp. 5	
	<i>Thyphedanus undulatus</i>	
	<i>Zopyrion satyrina</i>	
	<i>Staphylus</i> sp.	
	Hesperiinae	Hesperiinae sp. 1
Hesperiinae sp. 2		
Hesperiinae sp. 3		
<i>Synapte malitiosa</i>		



Cerambícido (Familia: Cerambicidae)

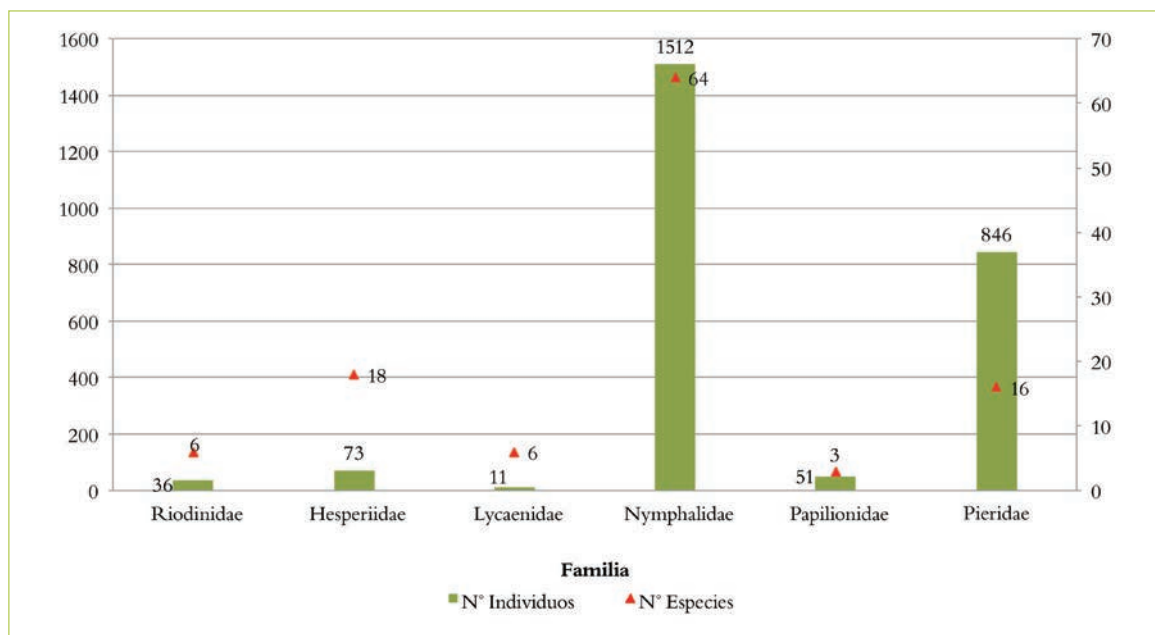


Figura 6. Número de individuos y especies por familia de mariposas.



en cuanto a planta hospedera, son específicas de *Pasiflora rubra* y *P. suberosa*. Adicionalmente, los adultos se alimentan de *Lantana* y *Psiguria*, ya que son nectarívoras (Muñoz *et al.*, 2010). Generalmente se encuentran en bosques secundarios poco intervenidos, mientras que individuos de *Dryas iulia* son comúnmente encontrados en ambientes fuertemente intervenidos (Erazo & Gonzales-Montaña, 2008).

En cuanto a las mariposas del género *Anartia* son muy comunes y de amplia distribución en Colombia, se alimentan de frutas en descomposición. Se encuentran en lugares altamente perturbados, en bosques secundarios intervenidos y en tierras bajas (Erazo & Gonzales-Montaña, 2008).

En cuanto a *Callicore pitheas*, se caracteriza por ser acimófaga (se alimentan de frutas fermentadas), generalmente se encuentra en hábitat boscoso y cercanos a fuentes de agua (Usma y Trujillo, 2011). La presencia de estas mariposas refleja el buen estado del medio ambiente, ya que muestra la presencia de una gran variedad de plantas que permiten su desarrollo.

Una de las especies más abundantes reportada en el presente monitoreo fue *Hamadryas*, un género llamativo puesto que los machos emiten sonidos con sus alas. Se encuentran en una gran variedad de ambientes muy comunes en bosque seco, en bosques secundarios intervenidos y en borde de bosque (Erazo & Gonzales-Montaña, 2008).

Por su parte, las especies reportadas para la familia Pieridae, se caracterizan por su coloración amarilla y tamaño relativamente pequeño, se sabe que prefieren áreas abiertas como borde de bosque y cerca de fuentes de agua. Son nectarívoras especialmente de las plantas pertenecientes al género *Cassia*.

Por localidad de muestreo entre 2005-2013

De acuerdo a los datos obtenidos en cuanto a abundancia y riqueza de mariposas en el valle del Cerrejón, pudieron establecer diferencias y similitudes entre las localidades muestreadas. Por una parte, las localidades de Bruno, La Puente, Palomino y Cerrejón presentan mayor abundancia y riqueza de especies características de áreas abiertas y muy degradadas como por ejemplo *Junonia evarete*,

Itaballia demophile, *Phoebis sennae*, *Phoebis agarithe* y *Pyrisitia venusta*. En la localidad de Paladines también se observaron estas especies, sin embargo la presencia del arroyo permite una mayor variedad de vegetación y por ende la presencia de otras especies como *Heliconius erato*, *Cissia similis*, *Callicore pitheas* y *Hamadryas februa* características de bosque secundario. Aunque se pudo establecer que las localidades Palomino y Cerrejón presentan un alto grado de intervención debido a las diversas actividades antrópicas que pueden alterar las comunidades de algunas especies. Mientras que la localidad de Tabaco presentó mayor abundancia y riqueza de *Agraulis Vanillae* característica de áreas abiertas, *Heliconius erato* propia de bosque fragmentado y secundario y *Morpho helenor* generalmente observada en bosque primario. Por su parte, en Los Pozos se reportaron especies tanto de áreas abiertas como de bosque secundario como *Pyrisitia venusta*, *Junonia evarete*, *Itaballia demophile*, *Heliconius erato*, *Cissia similis*, *Hamadryas februa*, *Anartia amathea*, *Hemiargus hanno* y *Ziegleria herperitis*. Algunas de estas especies también fueron encontradas en Compensación, reflejando un buen proceso de restauración ecológica en cuanto a áreas abiertas y bosque secundario. En cuanto a la localidad de Rehabilitación, se observaron especies

características de bosque primario como *Historis acheronta*, *Taygetis laches*, *Ypthimoides ypthima*, *Opsiphanes cassina*, *Calephelis perditalis* y especies raras como *Libytheana carinenta*; al presentar estas especies permite plantear que es tal vez el área mejor conservada.

Escarabajos

Los escarabajos coprófagos son de la familia Scarabaeidae, perteneciente al orden Coleoptera, tienen hábitos nocturnos en su mayoría, se encuentran generalmente en pastos cercanos a cuerpos de agua. Como su nombre lo indica, se alimentan de excremento de mamíferos y de materia en descomposición, por esta función son de gran importancia en los ecosistemas, ya que son parte importante del reciclaje de nutrientes para mejorar las condiciones del suelo, adicionalmente intervienen en el control de parásitos e insectos y ayudan en la dispersión secundaria de semillas, participando así en la regeneración natural de los bosques. Se estima que para Colombia hay 380 especies, aunque para el Neotrópico se han reportado 1.200 la mayoría para bosque seco (Villareal *et al.*, 2004; Pérez, G. & M. C. Erazo, 2008). Debido principalmente, a las características biológicas los coleópteros son el principal grupo en la dieta

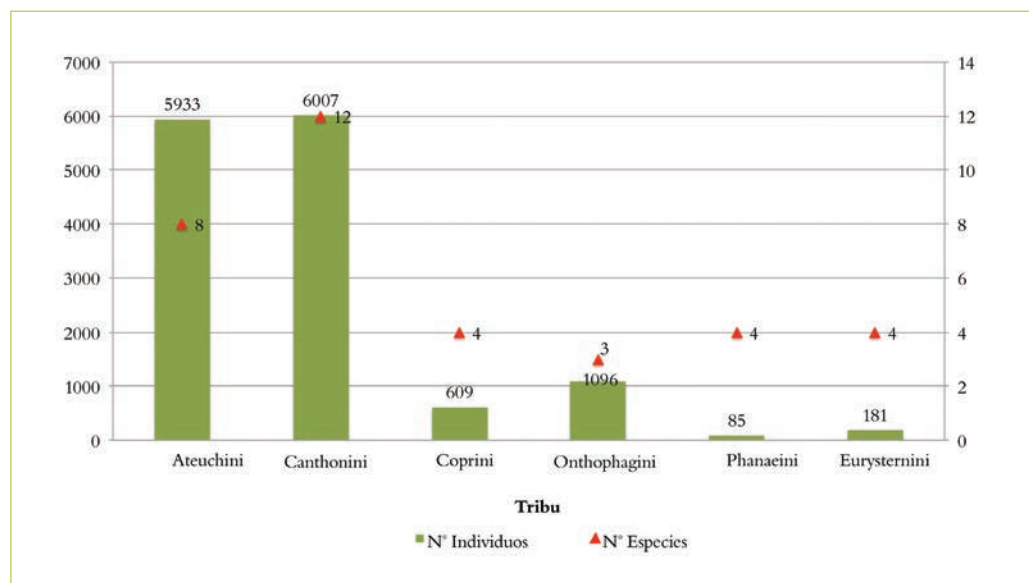


Figura 7. Número de individuos y especies por tribu de escarabajos de la familia Scarabaeidae.

Tabla 4. Lista de especies de escarabajos registrados para el Cerrejón durante los monitoreos.

Familia	Tribu	Especie
Scarabaeidae	Ateuchini	<i>Ateuchus</i> sp.
		<i>Canthidium euchalceum</i> (Balthasar, 1939)
		<i>Canthidium cupreum</i>
		<i>Deltorhinum</i> sp.
		<i>Scatimus ovatus</i> Harold, 1862
		<i>Scatonomus insignis</i> Harold, 1867
		<i>Uroxys</i> sp.
		<i>Uroxys</i> cf. <i>nebulinus</i> Howden & Gill, 1987
	Canthonini	<i>Canthon</i> sp.
		<i>Canthon aberrans</i>
		<i>Canthon acutus</i> (Harold, 1868)
		<i>Canthon cyanellus</i> Harold, 1863
		<i>Canthon juvencus</i> (Harold, 1868)
		<i>Canthon lituratus</i> (Germar, 1813)
		<i>Canthon mutabilis</i> (Lucas, 1857)
		<i>Canthon septemmaculatus</i> Latreille, 1811
		<i>Canthon subhyalinus</i> Harold, 1867
		<i>Deltochilum gibbosum</i> (Howden, 1966)
		<i>Deltochilum orbigny</i> Blanchard, 1843
		<i>Malagoniella astyanax</i> (Olivier, 1789)
	Coprini	<i>Copris</i> sp.
		<i>Dichotomius centralis</i>
		<i>Dichotomius</i> cf. <i>belus</i> Balthasar, 1939
		<i>Dichotomius</i> sp.
	Onthophagini	<i>Onthophagus landolti</i> (Harold, 1880)
		<i>Onthophagus marginicollis</i> (Harold, 1880)
		<i>Digitontophagus gazella</i> Fabricius, 1787
	Phanaeini	<i>Coprophanaeus ignecinetus</i>
		<i>Coprophanaeus telamon</i> Erichson, 1847
		<i>Diabroctis cadmus</i> Harold, 1868
		<i>Phanaeus hermes</i> (Harold, 1868)
	Eurysternini	<i>Eurysternus hirtellus</i> (Dalman, 1824)
		<i>Eurysternus caribeus</i> Castelnau, 1841
		<i>Eurysternus impressicollis</i> Castelnau, 1840
<i>Eurysternus plebejus</i> Harold, 1880		



Libélula (Familia: Libellulidae)

de casi todas las especies de vertebrados de un ambiente en todas las etapas del desarrollo.

En el Neotrópico se han reportado alrededor de 1.200 especies y en Colombia cerca de 38 géneros y 285 especies, reflejando una alta diversidad de especies debido en gran parte a la variedad de paisajes y tipos de hábitats, aunque no todas han sido estudiadas a profundidad pues existen ecosistemas como el bosque seco tropical con pocos estudios (Escobar, 1997; IavH, 1997; Solís, 2005). Esto da más relevancia a los estudios realizados desde 2005 y hasta 2013 en el valle del Cerrejón, donde a lo largo de las diversas evaluaciones biológicas se lograron identificar un total de 13.911 individuos de 35 especies pertenecientes a 17 géneros de 6 tribus diferentes de la familia Scarabaeidae (Tabla 4, Figura 6).

De estas especies se destacan *Malagioniella astyanax*, *Diabroctis cadmus* y *Eurysternus impressicollis*, quienes

se reportaron en algunos de los monitoreos y son importantes en la estructura del bosque seco tropical debido a su alta capacidad de remoción de partículas tanto en sentido vertical como horizontal, adicionalmente realizan una gran contribución a la biomasa (Halffter & Edmonds, 1982; Escobar, 1997; Solís, 2005).

Así mismo, las especies del género *Dichotomius* se caracterizan por tener hábitos nocturnos, en bosque seco y se encuentra en áreas abiertas. Son escarabajos grandes con comportamientos cavadores para la nidificación. Se ha planteado que algunas especies de este género presentan picos poblacionales en temporada de lluvia (Bohórquez & Montoya, 2009).

Una de los géneros que presentó mayor abundancia se denomina *Canthon*, se caracteriza por el uso de materia orgánica en descomposición, de esta forma realizan el reciclaje de nutrientes y dispersión



secundaria de semillas, manteniendo la integridad del ecosistema donde se encuentran.

Géneros como *Canthon*, *Deltochillum* y *Malagoniella* tienen hábitos rodadores, mientras que especies cavadoras se destacan en los géneros *Canthidium*, *Coprophanæus*, *Dichotomius*, *Onthophagus*, *Eurysternus*, *Phanaeus* y *Uroxys*. Este último grupo se ve favorecido en el Cerrejón debido principalmente a las características del suelo, que les facilita el establecimiento de nidos en galería mejorando las reservas alimenticias (Hanski & Cambefort 1991).

Con base en las diversas evaluaciones biológicas realizadas en el valle del Cerrejón se lograron realizar estimativos de abundancia, riqueza y diversidad de escarabajos coprófagos (Figura 7). Se logró establecer que la mayor abundancia se presentó en los años de 2005 y 2006, posiblemente debido al mayor esfuerzo de muestreo realizado en este grupo en duchas salidas comparado con las posteriores, al igual que en cuanto a la riqueza. Adicionalmente, se

determinó que la localidad del Arroyo Cerrejón se vio fuertemente alterada en cuanto a riqueza y abundancia con el paso de los años, pero en el resto de localidades estos valores fueron aleatorios indicando estabilidad en la composición de las comunidades de escarabajos coprófagos. De forma semejante, al comparar los valores de diversidad por localidad con el paso de los años se puede observar una disminución en la localidad del Arroyo Cerrejón, reflejando alteraciones en los escarabajos debido a alteraciones antrópicas y a las dificultades con las comunidades de la zona.

Conclusiones

La importancia de la conservación de los ecosistemas como el bosque seco tropical se ven directamente reflejadas en la diversidad, abundancia y riqueza de los organismos utilizados como bioindicadores. En el caso de la entomofauna se trata de las hormigas, los escarabajos coprófagos y las mariposas. Esto debido principalmente a su relevancia en la cadena trófica que ayudan al sostenimiento de vertebrados y

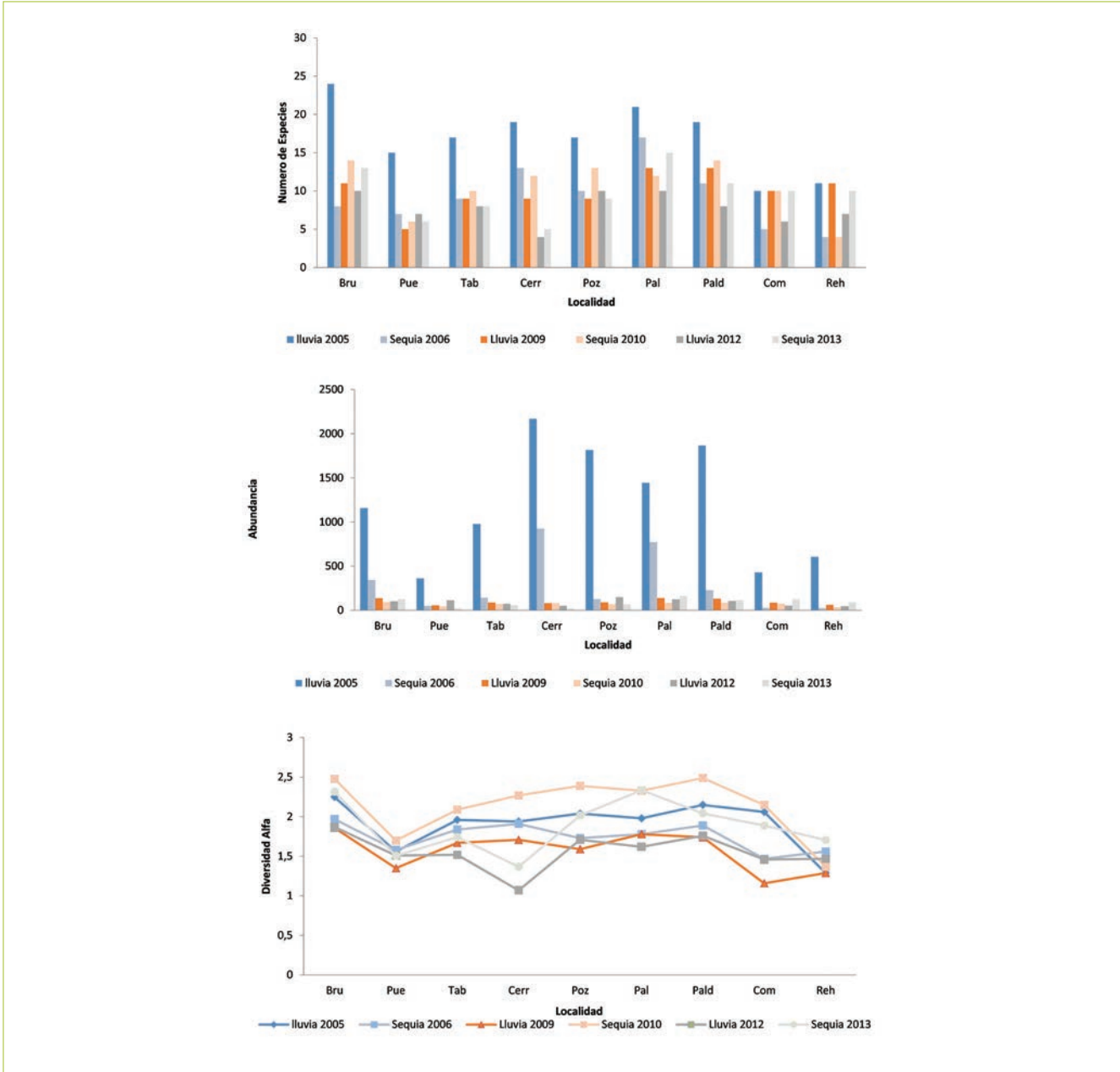


Figura 7. Abundancia (A), riqueza (B) y diversidad alfa (C) de escarabajos en todos los monitoreos, por localidad. Imagen tomada del informe entomológico en 2013 para el Cerrejón.

actúan como controladores de plagas, participando en la transformación de la energía en los ecosistemas del Cerrejón.

Las diferentes evaluaciones biológicas de entomofauna realizadas en el Cerrejón permitieron establecer una alta heterogeneidad de las comunidades de

insectos, reflejando una variada oferta alimenticia y sustentando la diversa fauna de vertebrados que se encuentran en las zonas estudiadas.

Con base en los resultados de abundancia, riqueza y diversidad de la entomofauna se logró establecer que la localidad que se encuentra en mejor estado

es la de Rehabilitación, debido a la presencia de especies características de bosque primario. Sin embargo, no se puede descartar la importancia de las otras localidades puesto que presentaron valores de abundancia muy similares. Por su parte, localidades como Bruno, Tabaco, Palomino y Paladines presentan buena composición de insectos debido a la variedad florística y a la baja intervención antrópica por actividades mineras. Mientras que las localidades de Compensación y Arroyo Cerrejón presentan un proceso de fragmentación, posiblemente generado por las comunidades aledañas que alteran los ecosistemas con actividades como la ganadería, cultivos, tala y cacería. Dichas alteraciones inicialmente promueven microhábitats heterogéneos pero con el tiempo llevan a la pérdida de diversidad al promover fuerte competencia por recursos limitados.

La diversidad observada en la entomofauna permite inferir que las comunidades de las localidades evaluadas son estables biológica y ecológicamente, así mismo permite plantear que tienden a la recuperación al encontrar familias de artrópodos en localidades donde antes no se encontraban, presentando poblaciones uniformes con pocas especies dominantes, en su mayoría medianamente abundantes y pocas especies raras. Sin embargo, en algunas localidades, como La Puente, se encuentra un distanciamiento poblacional debido a la fragmentación.

Bibliografía

- Amat-García, G. y F. Fernández. 2011. La diversidad de insectos (Arthropoda: Hexapoda) en Colombia: Entognatha a Polyneoptera. *Acta biol. Colomb. Vol. 16 N°2*.
- Andersen, N. 1997. Using ants as bioindicators: Multiscale issues in ant community ecology. *Conservation Ecology* [online]. 1 (1): 8. Disponible en: <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art8>. [Fecha de revisión: 10 / 03 / 2008.].
- Andrade-C, G. 1998. Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 22 (84): 407-421.
- Andrade-C, G. 2002. Biodiversidad de las mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) de Colombia. 153-172p. En: COSTA, C., VANIN, S.A. & LOBO, J.M., Proyecto de red iberoamericana de biogeografía y entomología sistemática PRIBES. Monografías Tercer Milenio, Zaragoza.
- Armbrrecht, I. & P. Ulloa-Chacón. 2003. The little Fire ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) as a Diversity Indicator of Ants in Tropical Dry Forest Fragments of Colombia. *Environ. Entomol.* 32(3): 542-547 (2003).
- Bohórquez, J.C.; Montoya, J. 2009. Abundancia y preferencia trófica de *Dichotomius belus* (Coleoptera: Scarabaei-



Mariposa (Orden: Lepidoptera)

- dae) en la reserva forestal de Colosó, Sucre. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle 10(1): 1-7.
- Boom-Urueta, C., L. Seña-Ramos, M. Vargas-Zapata y N. Martínez-Hernández. 2013. Mariposas *Hesperioidea* y *Papilionoidea* (Insecta: Lepidoptera) en un fragmento de bosque seco tropical, Atlántico, Colombia.
 - Camero, E. 2010. Los escarabajos del género *Eurystemus* Dalman, 1824 (Coleoptera, Scarabaeidae) de Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S. E. A.)* 46: 147-179.
 - Corporación Suna Hisca. Parque ecológico distrital de montaña. Entrenubes. Tomo I. Componente biofísico. Etomofauna.
 - DeVries, P. J. 1997. "Butterflies of Venezuela by A. Neild" (review). *American Scientist* September.-October 1997: 477-478
 - Escobar, F. 2004. Diversity and composition of dung beetle (Scarabaeidae) assemblages in a heterogeneous Andean landscape. *Tropical Zoology* 17: 123-136.
 - Escobar, F. 1997. Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remate de bosque seco al norte de Tolima, Colombia. *Caldasia*, 19: 419-430.
 - Erazo, M. C. & L. A. González-Montaña. 2008. Mariposas. Guía ilustrada del Santuario de Vida Silvestre los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Series de guías tropicales de campo No. 7. Rodríguez-Mahecha, J. V., Rueda-Almonacid, J. V. & T. D. Gutiérrez (eds). Pg.28-71. Conservación Internacional. Editorial Panamericana. Bogotá, Colombia.
 - Fraija N. y G.E. Fajardo. 2006. Caracterización de la fauna del orden *Lepidoptera* (*Rhopalocera*) en cinco diferentes localidades de los llanos orientales Colombianos. *Acta biológica Colombiana*, Vol. 11 N°1: 55-68.
 - Fernández, F. 2003. Introducción a las Hromigas de la región Neotropical. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia. XXVI + 398p.
 - Fernández, F.; Sendoya, S. 2004. List of Neotropical Ants (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Biota Colombiana* 5(1): 3-93.
 - Fernández, F.; Sharkey, M. J. 2006. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología, Bogotá D. C.
 - Halffter, G. y W. D. Edmonds. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An ecological and evolutive approach. Instituto de Ecología/ MAB-UNESCO, México, D.F. p. 176.
 - Hanski, I., Koivulehto, H., Cameron A. & P. Rahagalala. 2007. Deforestation and apparent extinctions of endemic forest beetles in Madagascar. *Biology Letters* V:3, Issue 3: 344-347.
 - Hanski, I.; Cambefort, Y. 1991. *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, New Jersey. 520p.
 - Hernández-Ibarra, X. 2009. La herpetofauna ¿con qué se come?. *Vertebrados Terrestres de Guerrero*. <https://sites.google.com/site/vertebradosdeguerrero/Home/cosas-que-debemos-saber/anfibios-y-reptiles>
 - Holldobler, B.; Wilson, E. 1990. *The Ants*. Belknap press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
 - IDEAM, Instituto Humboldt, IGAC, IIAP, INVEMAR & Instituto Sinchi. 2007. Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia. Bogotá.
 - Instituto De Investigación En Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 1997. Caracterización ecológica de cuatro de remanentes de bosque seco de la región Caribe. Informe GEMA-03.
 - Instituto Alexander von Humboldt. 1998. El Bosque Seco Tropical (Bs-T) en Colombia. Programa de inventario de la biodiversidad. Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA.
 - Jaffe, K., Pérez, E. & J. Lattke. 1993. *El mundo de las Hormigas*. Editorial Equinoccio. Ediciones de la Universidad Simón Bolívar.
 - King, J. R.; Andersen, A. N. & Cutter, A. D. 1998. Ants As Bioindicators Of Habitat Disturbance: Validation Of The Functional Group Model For Australia's Humid Tropics. *Biodiversity And Conservation*, 7: 1627-1638.
 - Krebs, C. J. 1985. *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. 3rd edition. Harper and Row. New York.
 - Lasso, C.A., J.S. Usma, F. Trujillo y A. Rial. 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia. Bogotá, D.C., Colombia. 609 pp.
 - Llorente, J.; Martínez, A.; Vargas, I.; Soberón, J., 1993. Biodiversidad de las Mariposas: Su Conocimiento y Conservación en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., Vol. Esp. (XLIV)*: 313-324.
 - Lofgren, C. S. & Vander Meer R. K. 1986. *Fire Ants And Leaf-Cutting Ants, Biology And Management*. Westview Press.
 - Majer, J. 1983. Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. *Environment. Manage.* 7: 375-383.
 - Martínez, N. J., Cañas, L. M., Rangel, J. L., Barraza, J. M., Montes, J. M. & O. R. Blanco. 2010. Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un fragmento de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico. *Boletín del museo de entomología del Valle* 11 (1): 21-30.
 - Medina, C. A. y A. Lopera-Toro. 2000. Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleoptera, Scarabaeidae) de Colombia. *Caldasia* 22 (2):299-315.
 - Medina, C.A., A. Lopera-Toro, A. Vítolo y B. Gill. 2001. Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. *Biota Colombiana* 2 (2) 131-144.
 - Morales-Castaño, I. T. y C. A. Medina. 2009. Insectos de la Orinoquia colombiana: evaluación a partir de la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). *Biota Colombiana* 10 (1 y 2) • 31 – 53, 2009.
 - Muñoz, A. G., Salazar, C., Castaño, J., Jiggins, C. D. and Linares, M. 2010. Multiple sources of reproductive isolation in a bimodal butterfly hybrid zone. *Journal of Evolutionary Biology*, 23: 1312-1320.

- Pérez-Andueza, G., M. Portillo, y L. O. Aguado. 2007. Estudio y gestión de la entomofauna en los espacios naturales protegidos de la Sierra de Gredos (Provincia de Ávila). I Jornada sobre la conservación de los artrópodos en extremadura. Centro de educación ambiental de Cuacos de Yuste. 16, 17 y 18 de junio de 2007. Junta de Extremadura. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente.
- Pérez, G. & M. C. Erazo. 2008. Escarabajos y cucarrones. Guía ilustrada del Santuario de Vida Silvestre los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Series de guías tropicales de campo No. 7. Rodríguez-Mahecha, J. V., Rueda-Almonacid, J. V. & T. D. Gutiérrez (eds). Pg.117-168. Conservación Internacional. Editorial Panamericana. Bogotá, Colombia.
- Santamaría, C., Domínguez-Haydar, Y. & I. Armbrrecht. 2009. Cambios en la distribución de nidos y abundancia de la hormiga *Ectatomma ruidum* (Roger 1861) en dos zonas de Colombia. Boletín del museo de entomología del Valle 10 (2): 10-18.
- Solís, C. 2005. Composición y distribución de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en remanentes de Bosque seco Tropical (Bs-T) departamento del Atlántico Colombia. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico, Barranquilla.
- Stewart, A.J.A., T.R. New y O.T Lewis. 2007. Insect conservation biology: proceedings of the Royal Entomological Society's 23 Symposium. 457p.
- Urueta C.; Seña-Ramos, L.; Vargas-Zapata, M.; Martínez-Hernández, N. 2013. Mariposas Hesperioidea y Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) en un fragmento de bosque seco tropical, Atlántico, Colombia. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas., vol.17, n.1, pp. 149-167.
- Usma, J.S y F. Trujillo (Editores). 2011. Biodiversidad del departamento de Casanare identificación de ecosistemas estratégicos. Gobernación del Casanare – WWF Colombia. Bogotá D. C.
- Vaz De Mello, F.; Edmonds, W.; Ocampo, F.; Schoolmeesters, P. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily *Scarabaeinae* of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). Zootaxa 2854, 73 pp.
- Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Weber, N. A. 1972. Gardening Ants, The *Attines*. Amer. Phil. Soc., Philadelphia.
- Weber, N.A. 1982. Fungus Ants, pp. 255-363 en H.R. Hermann, ed., Social Insects Vol. 4 Academic Press, NY.



Mariposa (Orden: Lepidoptera)





Arroyo Tabaco, La Guajira.



Embalse El Muerto, en la zona de rehabilitación del valle del Cerrejón.

Hidrobiología

José Camilo Costa Anillo

Introducción

Los ecosistemas acuáticos soportan una gran diversidad de organismos, por lo que los impactos como la contaminación inducen a cambios en la estructura de las comunidades, la función biológica de los sistemas acuáticos y el propio organismo, afectando su ciclo de vida, crecimiento y su condición reproductiva (Bartram y Ballance, 1996). Por este motivo, algunos organismos pueden proporcionar información de cambios físicos y químicos en el agua, ya que a lo largo del tiempo revelan modificaciones en la composición de la comunidad. El valle del Cerrejón para el área del río Ranchería tiene 49 cuencas asociadas, de las cuales al menos 11 están relacionadas con el área de Cerrejón. De estas, se cuentan el río Ranchería y los arroyos Cerrejón, Palominos, Aguanueva, Caurina, El Cesquión, La Ceiba, Los Ranchos, Tabaco y Tirajoncito (POMCA, 2011).

Se considera que un organismo es indicador de la calidad del agua cuando este se encuentra invariablemente en un ecosistema de características definidas

y cuando su población es porcentualmente superior o ligeramente similar al resto de los organismos con que comparte el mismo hábitat; sin embargo, son muchas las características que definen al indicador ideal, por ejemplo, que ofrezca facilidad para su muestreo, amplia distribución e información bioecológica, su sedentarismo, abundancia, larga vida y gran tamaño, además de facilidades de cultivo, invariabilidad genética y de su nivel trófico (Roldán, 1999).

Las características hidrológicas, físicas y químicas, así como los disturbios y la heterogeneidad espacial y temporal en los ríos, definen la distribución, la dispersión, la colonización y la respuesta de los organismos al medio (Martínez & Donato, 2003).

Hay factores que gobiernan los procesos físicos y morfológicos de los ríos; dentro de los factores morfológicos están el clima local, la naturaleza de la vegetación, el uso de la tierra en su área de influencia y la intervención directa del hombre por extracción

de materiales y modificación del curso (Roldán & Ramírez, 2008). Algunos de los componentes biológicos de interés para la evaluación de los ecosistemas acuáticos son el perifiton y los macro invertebrados bentónicos.

El perifiton es una de las comunidades más importantes presente en los sistemas acuáticos, está constituido por grupos de microorganismos (algas, hongos, bacterias y protozoos) que se desarrollan sobre superficies solidas sumergidas tales como rocas, sedimento, material vegetal, arenas, hojas y macrófitas (Wetzel, 1983; Romani, 2001). El perifiton

desempeña un papel fundamental en la dinámica de los ríos al igual que en otros ecosistemas acuáticos, ya que sustenta la productividad primaria del sistema y contribuye a la tasa de reciclaje de nutrientes, por lo que recientemente es utilizado como indicador de la calidad del agua, ya que al vivir adherido al sustrato, refleja los cambios ocurridos por alteraciones físicas, químicas y biológicas (Pérez *et al.*, 2007).

Los macroinvertebrados bentónicos se consideran indicadores de las condiciones del medio en el cual se desarrollan, ya que cualquier forma de supervivencia responde a su capacidad de adaptarse a los diferentes

Tabla 1. Listado de cuencas del sistema del río Ranchería.

TIPO	NOMBRE	EN EL MAPA	TIPO	NOMBRE	EN EL MAPA
Arroyos	Arroyo Aguanueva	44	Arroyos	Arroyo Pozo Hondo	32
	Arroyo Aranerito	34		Arroyo Tabaco	38
	Arroyo Bayomba	17		Arroyo Tirajoncito	37
	Arroyo Caurina	36		Arroyo Trapiche	10
	Arroyo Chikep	40		Arroyo Trupio Gacho	43
	Arroyo El Campo	41		Arroyo Yotomahana	39
	Arroyo El Cesquion	46		Q. Agua Fria	12
	Arroyo El Juncal	29	Q. de Moreno	28	
	Arroyo El Pasito	33	Q. Gimayaccua	1	
	Arroyo Grande	16	Q. La Mucura	11	
	Arroyo Hondo	19	Q. Macusanille	3	
	Arroyo Keviraimana	48	Q. Muesinca	7	
	Arroyo La Ceiba	35	Q. Plateado	6	
	Arroyo La Cuesta o Las Marias	14	Q. Ranchitos	15	
	Arroyo La Gloria	27	Q. Tabalaguega	5	
	Arroyo La Media Luna	21	Q. Ucuy	2	
	Arroyo La Quebrada	23	Q. Ulalcua	9	
	Arroyo Los Brasilitos	20	Río Cerrejón	25	
	Arroyo Los Ranchos	45	Río Marocaso o Saurino	8	
	Arroyo Mamon o Jaguey	31	Río Palomino	24	
Arroyo Marmolejo	18	Río Ranchería	49		
Arroyo Montaña	22	Sin nombre	4		
Arroyo Paladines	26	Sin nombre	30		
Arroyo Pital	13	Sin nombre	42		
			Sin nombre	47	

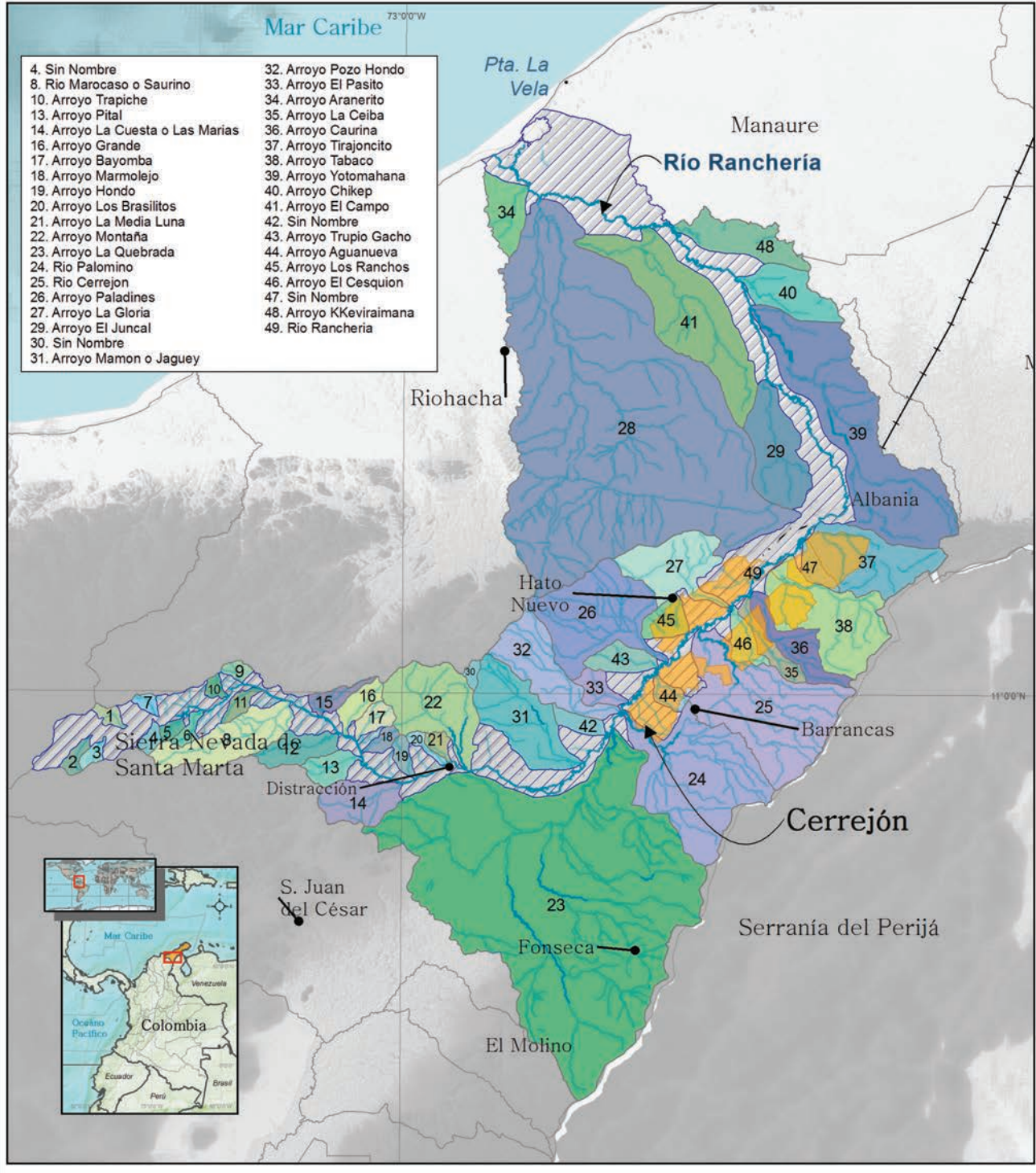
* Las cuencas relacionadas con la zona de Cerrejón están sombreadas.

Monitoreo hidrobiológico 2012-2013

Cuencas hidrográficas



Valle del Cerrejón- La Guajira - Colombia.



Mapa de ubicación de las cuencas hidrográficas del valle de Cerrejón.

factores ambientales. Los indicadores se refieren a la población de individuos de las especies que conforman una comunidad de muestreo indicadora. Un tensor ambiental, como por ejemplo derrame de aguas residuales domésticas, provocará una serie de cambios en la comunidad biótica de muestreo, cuya magnitud dependerá del tiempo que dure la perturbación, su intensidad y naturaleza (Instituto Mi Río – Universidad de Antioquia, 2001).

Siendo de tanta relevancia los análisis hidrobiológicos para el monitoreo de cuerpos de agua, estos fueron incluidos dentro de los parámetros que actualmente se miden en el Cerrejón. En este capítulo se presentan los aspectos más relevantes de las comunidades de perifiton, macroinvertebrados acuáticos y de las condiciones físico-químicas encontrados

durante los últimos once años en diferentes estaciones climáticas.

Metodología

El área de trabajo para la realización de los monitoreos hidrobiológicos del valle del Cerrejón corresponde a la cuenca media del río Ranchería e incluye los arroyos más representativos de esa cuenca y puntos de muestreo en el río, tanto antes como después de la desembocadura de cada arroyo.

Se ubicaron seis estaciones de muestreo en el arroyo Tabaco, seis en el río Ranchería y dos en los arroyos Paladines, Palomino, Bruno y Aguas Blancas para un total de 22 estaciones, las cuales se establecieron debido a la morfología del cuerpo de agua y a la localización de los contribuyentes y efluentes más



Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo hidrobiológico en el Cerrejón.

Estaciones hidrometeorológicas y pluviométricas

Valle del Cerrejón – Departamento de La Guajira – Colombia.



Mapa de ubicación de las estaciones hidrometeorológicas y pluviométricas en La Mina.

significativos. Se evaluaron aspectos fisicoquímicos, perifiton y macroinvertebrados bentónicos.

Cada uno de los datos obtenidos en campo fue georreferenciados utilizando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y consignado en una libreta de campo. El Cerrejón tiene una red de estaciones hidrométricas y pluviométricas que aportan información para el análisis y monitoreo de los cuerpos de agua.

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Para la caracterización física y química del agua, se hicieron las determinaciones *in situ* y para las determinaciones *in vitro* se recolectaron muestras en botellas con capacidad de 1 L, para luego realizar

los análisis en los laboratorios de Carbones del Cerrejón.

El agua para los análisis de coliformes se tomó en bolsas microbiológicas, ambas fueron preservadas en frío y llevadas directamente al laboratorio de la planta potabilizadora de agua de Carbones del Cerrejón LLC.

Perifiton

Con el fin de conocer la comunidad de perifiton en el valle del Cerrejón, se establecieron distintos puntos de muestreo tratando de seguir un gradiente de profundidad. En cada uno de estos puntos, se ubicó un cuadrante de 3 cm², donde se colectaron los objetos duros presentes (piedras, guijarros, etc.). Se realizaron 5 réplicas para completar 45 cm² (Rivera & Zapata, 2009). A estos se les realizó un

raspado de la película de algas presente (perifiton), los cuales fueron guardados en frascos plásticos ámbar debidamente rotulados con información básica del muestreo y preservados con solución Transeau (agua destilada, alcohol al 70 % y formol al 40% en proporciones de 6:3:1) (APHA-AWWA-WEF, 1992), para su posterior análisis en laboratorio.

Bentos

El procedimiento se llevó a cabo haciendo uso de un barrido con la red entomológica de mano con poro de malla de 300 µm; se utilizó una Red Surber de 30x30 cm y poro de malla de 300 µm. Para los sustratos blandos se utilizó una Draga Eckman de 225 cm² según lo recomendado por Roldán (1992). El material fue filtrado a través de una red de 300 µm de ojo de malla y se preservó en alcohol al 90%.

Cada muestra fue extendida sobre una bandeja plana y con ayuda de un estereoscopio se separaron manualmente los organismos. Para la identificación se utilizaron los trabajos de Thompson (2004), Domínguez y Fernández (2001), Salazar-Vallejo *et al.* (1989), Acevedo (1995), Epler (1996), Roldán (1988; 2008), Lopretto y Tell (1995), Edmondson (1966), Posada *et al.* (2000), McAfferty (1981), Rupert y Barner (1999), (Bohorquez *et al.* 1998), Roldán *et al.* (2001).

Tabla 2. Metodología utilizada para la determinación de parámetros fisicoquímicos desde 2002–2013

Parámetros	Unidades	Métodos
<i>In situ</i>		
Conductividad	µS/cm	Electrométrico
pH		Potenciométrico
Temperatura	°C	Termométrico
S. totales disueltos	mg/L	Electrométrico
O.D	mg/L	Electrométrico
<i>In vitro</i>		
Sulfatos	mg/L	Turbidimétrico
DBO5	mg/l	Incubación 5 días
Cloruros	mg/L	Titulación
Turbiedad	NTU	Nefelométrico
C. Totales	NMP	Tubos múltiples
C. Fecales	NMP	Tubos múltiples
Nitritos	mg/L	Diazotización
Nitratos	mg/L	Red. Cadmio

Resultados y discusión

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Los resultados obtenidos en los monitoreos en el valle del Cerrejón entre los años 2002–2013, muestra valores altos de conductividad, sólidos totales

Tabla 3. Metodologías utilizadas para el estudio de los macroinvertebrados bentónicos en el valle del Cerrejón desde el 2002 hasta el 2013.

Metodologías Usadas				
Año	Responsable	Red de Surber	Red de Barrido	Draga Eckman
2002	Centro de Primatología Araguatos	x		
2003		x		
2005	Fundación Hidrobiológica George Dahl	x		x
2006		x		x
2009	Asesorías y Estudios Ambientales J.D.B S.A.S	x	x	x
2010		x	x	x
2012	Fundación Omacha	x	x	x
2013		x	x	x





Vista aérea del río Ranchería.

disueltos, coliformes totales y fecales por encima de lo establecido en el decreto 1594 de 1984, sobre todo en los arroyos Tabaco, Paladines y en el río Ranchería.

Correlaciones entre parámetros fisicoquímicos y biológicos

Con el propósito de establecer la interdependencia de los parámetros fisicoquímicos con los biológicos se realizaron correlaciones para los muestreos entre el 2012 y 2013.

El mayor grado de asociación de variables con significancias menores de 0,05 en el valle del Cerrejón lo presentan las características fisicoquímicas y biológicas (Tabla 4).

Se observa que la conductividad y los compuestos iónicos como sulfatos y cloruros presentan una dependencia, que es típica en los sistemas naturales, al igual que el caso de los STD, quienes están influenciados por la conductividad.

De igual forma, los nutrientes (nitratos y nitritos) presentan relación con atributos biológicos, pues algunos macroinvertebrados se ven favorecidos en sus hábitos por la proliferación de productores que dependen de la disponibilidad de las formas nitrogenadas.

Tabla 4. Correlaciones entre parámetros fisicoquímicos y biológicos en el valle del Cerrejón 2012-2013

Características	Correlación
Conductividad-Sulfatos	0,8588
Conductividad-Cloruros	0,9013
Conductividad-S.T.D	0,8579
pH-Temperatura	-0,503
pH-Riqueza Bentos	-0,6769
Sulfatos-Cloruros	0,7454
Sulfatos-S.T.D	0,7165
DBO5-Riqueza perifiton	-0,4764
Cloruros-S.T.D	0,7695
Turbiedad-C. totales	0,6621
Turbiedad-C. fecales	0,654
Turbiedad-Nitritos	0,5188
Turbiedad-Oxígeno disuelto	0,6241
C. Totales-C. fecales	0,9293
C. Totales-Oxígeno disuelto	0,5607
C. Fecales-Oxígeno disuelto	0,5141
S.T.D-Abun. bentos	-0,5342
Nitritos-Abun. perifiton	-0,4979
Nitritos-RIQ. perifiton	-0,5432
Abundancia-Perifiton y riq. perifiton	0,8077

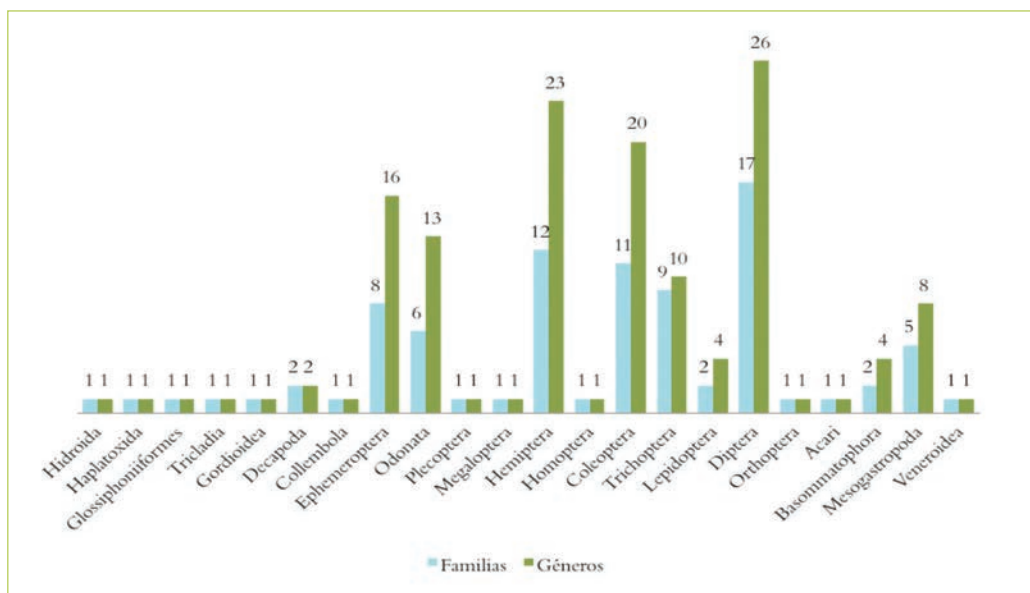


Figura 1. Familias y géneros de macroinvertebrados bentónicos agrupados por órdenes en el valle del Cerrejón, La Guajira 2002-2013.

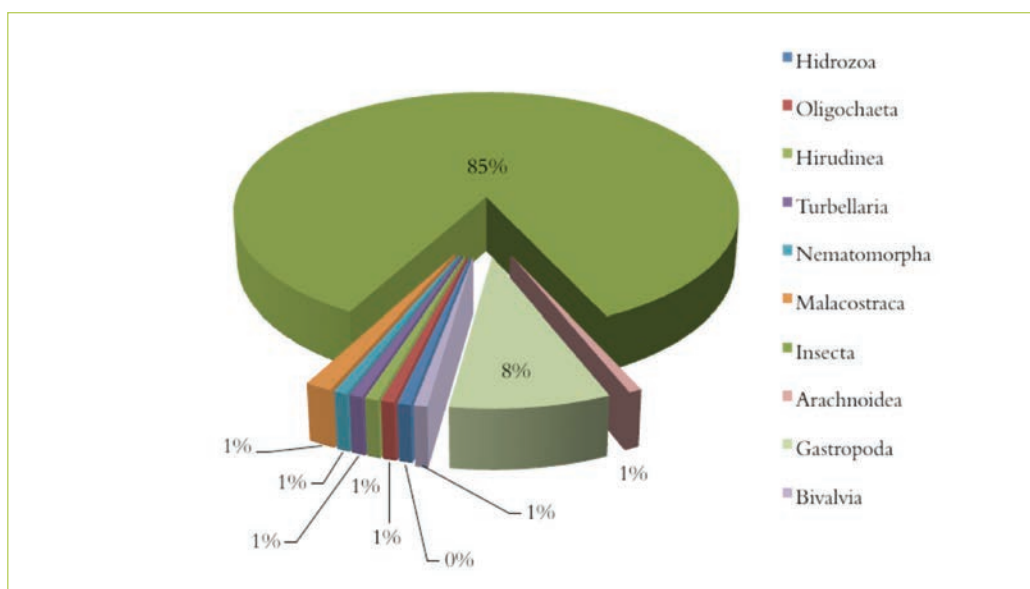


Figura 2. Porcentaje de especies por órdenes en el valle del Cerrejón, La Guajira 2002-2013.

Como se evidenció en los resultados de este estudio, la conductividad se vió asociada positivamente con los sulfatos, cloruros y los sólidos totales disueltos; los valores de pH están condicionando la riqueza del bentos en este sistema de una forma negativa, los

valores de turbiedad están asociados positivamente con los coliformes totales y fecales, de igual forma con el oxígeno disuelto y los nitritos. Los coliformes totales están muy asociados con los fecales, y estos con el oxígeno. Otras correlaciones importantes



Río Ranchería

fueron las de los nutrientes con la abundancia y la riqueza del perifiton, así como la de los sólidos y la abundancia de bentos.

Macroinvertebrados bentónicos

En los monitoreos realizados en el valle del Cerrejón entre el 2002 y 2013, se registró un total de 137 géneros, distribuidos en 88 familias, 22 órdenes, 10 clases y 5 Phylum, siendo la clase Insecta la de mayor diversidad con 118 géneros que equivalen al 85% del total de especies encontradas, seguidos por los gasterópodos, con 12 géneros que equivalen al 8%. Las demás clases presentaron porcentajes de representatividad bajos de 1%, como lo son Hydrozoa, Oligochaeta, Hirudinea, Turbellaria, Nematomorpha, Malacostraca, Arachnoidea y Bivalvia.

Riqueza de especies

En términos de riqueza de especies, se reportan 139 especies representadas principalmente por los órdenes Díptera, Hemíptera, Coleóptera, Ephemeroptera, Odonata y Trichoptera.

En la mayoría de las estaciones se encontraron especies de ambientes muy oxigenados como *Anacroneturia* sp., *Leptonema* ssp., *Lachlania* sp. En otros puntos

de muestreo predominaron especies que toleran algún grado de contaminación como *son Chironomus* sp., *Tubifex* sp. y otros (Roldan, 1996; Alba-Tercedor, 1996).

Especies bioindicadoras

Los macroinvertebrados acuáticos, se consideran indicadores de las condiciones del medio en el cual se desarrollan, ya que cualquier forma de supervivencia responde a su capacidad de adaptarse a los diferentes factores ambientales. Los indicadores se refieren a la población de individuos de las especies que conforman una comunidad de muestreo indicadora.

En las masas de agua del valle del Cerrejón se encuentran muchas especies que son bioindicadoras, entre estas se destaca *Chironomus* sp., perteneciente a la familia Chironomidae y al orden Díptera. Los quironómidos, por ejemplo, pueden vivir en aguas muy contaminadas (Abril *et al.* 2004). En los puntos de muestreo estos fueron predominantes, especialmente en el arroyo Tabaco.

Otras especies como *Leptonema* sp., *Terpides*, *Anacroneturia* sp. y *Lachlania* sp., se caracterizan por habitar zonas donde la calidad biológica del agua es



Organismos bentónicos encontrados en el valle del Cerrejón.

muy buena y posee altas concentraciones de oxígeno disuelto (Tamaris- Turizo *et al.*, 2007; Ballesteros y Zúñiga de Cardozo, 2005).

Perifiton

Para el perifiton se registró un total de 94 géneros, agrupados en cinco Phylum, siendo

Bacillariophycotas las de mayor diversidad con 34 géneros que equivalen al 36% del total de especies encontradas, seguidos por Cianophycotas, con 23 géneros que equivalen al 25%, las Chlorophytas con 19 géneros y un 20%, seguido a estas Charophytas, con 15 géneros y un 16% y por último, Euglenophycotas con tres géneros y un 3% .

Riqueza de especies

El grupo Bacillariophyta fue el que registró la mayor diversidad con 34 especies. Este tipo de organismos se divide en dos grupos principales, las algas centrales que son consideradas básicamente características de la comunidad planctónica y las pennales que conforman y dan estructura a la comunidad perifítica (Ramírez y Viña, 1998). Especies como *Nitzschia* sp., *Navicula* sp., *Stauroneis* sp., son pennales, debido a que presentan rafe o pseudo rafe, y se ven favorecidas con la presencia de algunas estructuras especializadas que les permiten una mejor adhesión a los diferentes sustratos, por lo que son mucho más comunes dentro de esta comunidad. Además, la gran mayoría de las especies de Bacillariophytas o diatomeas como se les conoce, son de alto nivel nutricional por lo que aportan una gran cantidad de energía hacia los niveles superiores dentro de la red trófica (Conde *et al.*, 2004).

Otro grupo representativo fue Cyanophycotas, que son microalgas que se desarrollan normalmente en medios alcalinos, confiriéndose una especial

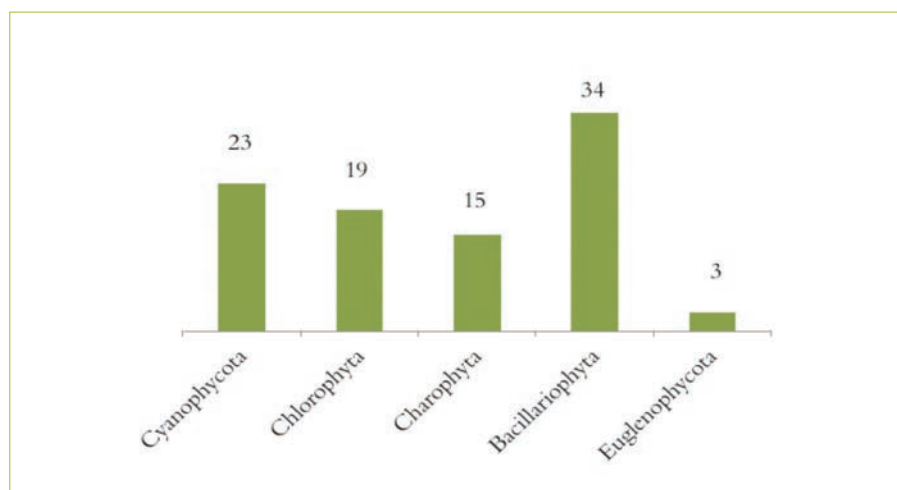


Figura 3. Número de géneros por grupos de perifiton.



Gramíneas acuáticas en un cuerpo de agua en el valle del Cerrejón.

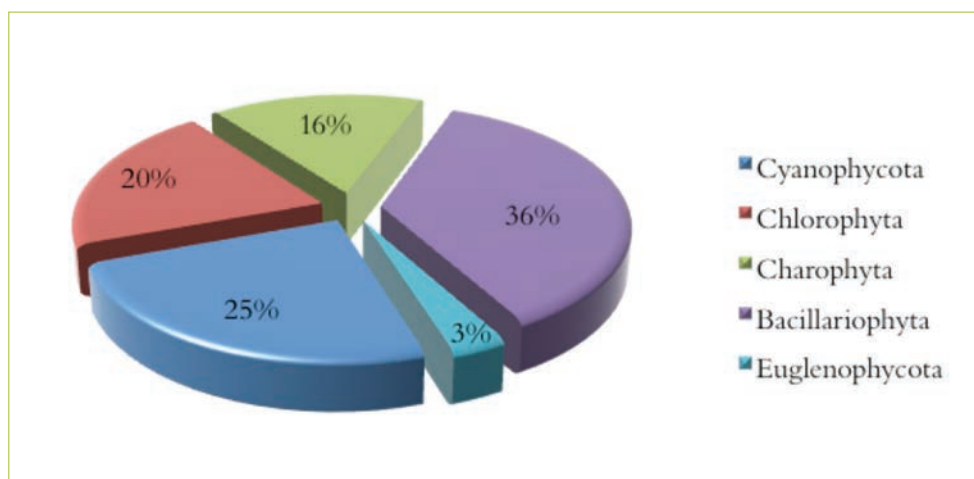


Figura 4. Porcentaje de géneros por grupos de perifiton.



Perifiton encontrado en las aguas del valle del Cerrejón.

importancia en el medio acuático debido a que regulan la relación entre nitrógeno y fósforo de las aguas (Ramírez, 2000).

Conclusiones

- La calidad fisicoquímica de los arroyos y el río Ranchería en el Cerrejón están dentro de los parámetros normales para estos sistemas acuáticos.
- A través de los monitoreos se observa que los arroyos Tabaco, Paladines y Cerrejón presentan concentraciones altas de coliformes fecales y totales lo cual evidencia procesos de contaminación que pueden afectar eventualmente la calidad del agua del río Ranchería.
- En el valle del Cerrejón existe una gran diversidad de especies hidrobiológicas y dentro de estas una gran cantidad de perifiton y macroinvertebrados, que son alimento de muchos peces.
- La mayor riqueza de especies de macroinvertebrados en el valle del Cerrejón se encuentra en el arroyo Tabaco y río Ranchería, representados principalmente por géneros de los órdenes Díptera, Trichoptera y Mesogastropoda.

- El perifiton se encuentra representado por las diatomeas principalmente pennales, debido a que presentan rafe o pseudorafe, y se ven favorecidas con la presencia de algunas estructuras especializadas que les permiten una mejor adhesión a los diferentes sustratos, es por ello que son mucho más comunes dentro de esta comunidad.
- La gran mayoría de las especies de Bacillariophytas o diatomeas encontradas son de alto nivel nutricional por lo que aportan una gran cantidad de energía hacia los niveles superiores dentro de la red trófica.
- Los análisis de correlación muestran fuertes asociaciones entre la abundancia y riqueza de perifiton y la riqueza y abundancia de peces, convirtiéndose el perifiton en una de las mayores fuentes de alimentos para muchas especies de peces y de macroinvertebrados.

Bibliografía

- Abril, R.G.; Posada, J.A.; Parra, S.L.N.; Velásquez, C.A.; Riss, W. y Ospina, T.R. 2004. Los macro-invertebrados acuáticos del Páramo de Frontino (Antioquia, Colombia): Estudio Preliminar. En: Resúmenes XXXI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, SOCOLEN, Bogotá. pp.75.
- Ballesteros, N., Y.V. y Zúñiga de Cardozo, M. del C. 2005. Contribución al conocimiento del género *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae) y su relación con la calidad del agua en el río Riofrío (Valle del Cauca). Universidad del Valle. Cali. Posgrado en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Boletín. 2 pp.
- Bartram, J., y Balance, R. 1996. Water Quality Monitoring. 1ª Edición. UNEP/WHO. Gran Bretaña.
- Instituto Mi Río - Universidad de Antioquia. 2001. Segunda evaluación biológica del río Medellín. Colección Estado Social Ecológico y Ambiental del río Medellín. Tomo II. 109 pp.
- Fernández, H. R. y Domínguez, E. (2001). Guía para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. Serie Investigaciones de la UNT (universidad Nacional de Tucumán). Subserie Ciencias Exactas y Naturales. Editorial Universitaria de Tucumán. San Miguel de Tucumán-Argentina.
- Martínez, L. y Donato, J. 2003. Efectos del caudal sobre la colonización de algas en un río de alta montaña tropical (Boyacá, Colombia). Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Limnología. Revista Caldasia 25 (2). Pág. 337-354.
- Pérez, R, Pineda, R & Medina, M. 2007. Integridad biótica de ambientes acuáticos. Primera edición. Instituto Nacional de Ecología. México. Pág. 83.
- Ramírez, J. 2000. Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. Medellín: Universidad de Antioquia, 2000.



Espejo de agua en el tajo minero.

- Roldán, G. & Ramírez, J. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. Segunda Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. ISBN, 978-958-714-144-3. Pág. 79-80.
- Roldán, G. (2002) Fundamentos de Limnología Neotropical 2 edición. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.
- Roldán, G. (1997) Los Macroinvertebrados como indicadores de la Calidad del Agua. En: Bioindicadores Ambientales de la Calidad del Agua. Universidad del Valle.
- Roldán, G. (1999a). Los Macroinvertebrados y su valor como Indicadores de la Calidad del agua. Universidad del Valle.
- Roldán, G. (1999b). Los Macroinvertebrados y su valor como Indicadores de la Calidad del Agua. En: Revista Académica Colombiana de Ciencias Exactas Física y Naturales. Vol. XXIII (88): 375-387.
- Roldán, G. (1999c) Los Macroinvertebrados como Indicadores de la Calidad del Agua en Colombia: Estado actual y Perspectivas.
- Roldán, G. (1992) Fundamentos de Limnología Neotropical. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.
- Romaní, A. 2001. Biofilms Fluvial. Institut d'Estudis Catalans d'Ecologia, Arxius de les Seccions de Ciències, Secció de Ciències Biològiques. Barcelona. 254 pp.
- Rupert & Barner, 1999. Zoología de Invertebrados.
- Tamaris-Turizo, C.E.; Turizo-Correa, R.R. y Zúñiga, M. del C. 2007. Distribución espaciotemporal y hábitos alimentarios de ninfas de Anacroneuria (Insecta: Plecoptera: Perlidae) en el río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia). *Caldasia* 29(2): 375-385.
- Wetzel, R. G. 1983. Opening remarks. En: *Periphyton of freshwater ecosystems*.



Cuerpo de agua y su bosque asociado, el Cerrejón.



Arroyo Tabaco, La Guajira.

Ictiología

Mario Olaciregui Escalante

Introducción

La estratégica ubicación geográfica de Colombia la incluye dentro de la región Neotropical, considerada como la más diversa a nivel mundial. La riqueza ictica dulceacuícola en Suramérica en un principio se estimó entre 2.500 y 3.000 especies (Böhlke 1978) y 300 especies para Centroamérica (Bussing 1985, 1998). Actualmente, la cifra estimada supera las 8.000 especies (Schaefer 1998), de las cuales 1.435 se encuentran reportadas para Colombia según Mojica *et al.* (2012). El país posee una elevada diversidad de peces dulceacuícolas posicionándola como la segunda nación de Suramérica con mayor riqueza de especies (Maldonado-Ocampo *et al.* 2008).

Colombia es un país megadiverso y ha entendido la responsabilidad de conocer y preservar tanto especies como ecosistemas acuáticos, alineándose con otros países como Brasil, Ecuador, Venezuela, Chile y Argentina. A pesar de esto, la realización de evaluaciones biológicas ha sido difícil por razones económicas y por el aislamiento de ciertas áreas geográficas debido a conflictos armados.

Tan importante como el reconocimiento de la riqueza ictica, son las actividades para evaluar, monitorear y disminuir las amenazas que enfrentan los ecosistemas de agua dulce del país y los recursos bióticos asociados a estos. La cuenca del río Ranchería en su parte media recorre aproximadamente 60 km entre los corregimientos de Fonseca, Barranca, Hato Nuevo y Albania donde Cerrejón mantiene actividades mineras de extracción de carbón. Durante este recorrido el río Ranchería se surte de las aguas de varios arroyos de carácter estacionario. Seis de ellos recorren y desembocan en las inmediaciones de la mina de Cerrejón y hacen parte de la estrategia de conservación y monitoreo que desde hace más de 10 años se viene implementando en la cuenca del río Ranchería. Dos de ellos, arroyo Paladines y Aguas Blancas nacen en las estribaciones de la Sierra Nevada, mientras que los arroyos Palomino, Cerrejón, Tabaco y Bruno provienen de la Serranía de Perijá en la frontera con Venezuela. Estos cuerpos de agua contribuyen igualmente con

la agregación de material genético específico que ayuda a mantener e incrementar la biodiversidad de esta cuenca en lo que a especies ícticas se refiere.

El valle medio del río Ranchería es una zona altamente heterogénea, donde cada uno de sus componentes aporta en gran medida a la diversidad propia del lugar. Esta dinámica hidrológica hace del valle del Cerrejón un sistema que suministra elementos diferentes para el ensamblaje total de especies acuáticas, a través de las diferencias que ofrece cada localidad, por lo que es necesario el mantenimiento de todos los ambientes y su conectividad.

Este capítulo corresponde al monitoreo de ictiofauna del valle del Cerrejón y tiene como fin satisfacer las necesidades de información de Carbones del Cerrejón en cuanto al estado poblacional de las especies de peces que habitan los principales cuerpos de agua que se hallan en las áreas de operación minera.

Metodología

Cerrejón ha realizado monitoreos de fauna, flora e hidrobiológicos desde 1982 hasta la fecha. (Ingetec 1982; 1997, Gómez & Cajiao 1998, Dames & Moore /Integral 2000, Gómez & Cajiao 2001 y 2002, Araguatos 2003; 2004, FHGD 2005; 2006, JDB 2009; 2010 y Fundación Omacha 2012; 2013). Durante los primeros años de monitoreos se utilizaron diferentes metodologías, pero desde el 2005 hasta 2013 se han tratado de estandarizar y minimizar las diferencias para unificar criterios de análisis y dar mayor robustez a la hora de implementar planes de manejo entorno a la diversidad presente en esta zona del Caribe colombiano.

Durante los últimos ocho años, Cerrejón ha realizado monitoreos hidrobiológicos en 22 estaciones ubicadas en seis arroyos y sus zonas de desembocadura sobre el río Ranchería. En cada arroyo se tuvo en cuenta la variabilidad altitudinal (aguas arriba y abajo) y la diferencia entre las dos épocas climáticas marcadas en esta región del país (lluvia y seca). El arroyo Tabaco, en inmediaciones del municipio de Albania, tiene condiciones especiales debido a un proceso de rectificación practicado sobre su cauce, en tres sitios dentro de la Mina. Esto motivó un plan de medición y manejo de la calidad de estas obras y su influencia en la dinámica estacional y ecología

de las especies acuáticas presentes en este arroyo, obligando a un monitoreo más puntual y al mismo tiempo abarcando más estaciones (6). Para los demás arroyos solo se monitorearon dos estaciones, en el caso del río Ranchería se monitorearon seis estaciones correspondientes a la desembocadura de los arroyos ya mencionados.

La metodología utilizada para la toma de datos hidrobiológicos y de peces es la establecida en el documento “Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del MAVDT (2010)”, así como el “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2005)”. Cada uno de los datos obtenidos en campo fue georreferenciado utilizando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y consignado en una libreta de campo.

Para la recolección de muestras ícticas se empleó una atarraya, con área efectiva de pesca de aproximadamente 2,5 metros de diámetro, construida con nailon multifilamento en tejido de 2 cm de ojo de malla y una red de arrastre estilo trasmallo con dimensiones de 10 m x 1,3 m de altura y un ojo de malla de 2 cm en nylon multifilamento.

Con el objetivo de hacer descripciones cuantitativas del ensamblaje íctico, se hicieron 10 lances de atarraya y 10 arrastres con la red en cada estación. Los peces capturados fueron medidos con precisión de 1 mm y pesados en una balanza gramera electrónica con precisión de 0,1 g para individuos pequeños y de 1 g para individuos de biomasa superior a este límite de sensibilidad. Los individuos fueron devueltos vivos al sistema. Para confirmar la identificación se tomaron notas de las principales características merísticas, morfométricas y se tomaron fotografías, recurriendo luego a diversas listas, claves e iconografías especializadas como: Dahl (1971), Géry (1977), Nelson (1984), Maldonado-Ocampo *et al.* (2005), Buitrago (2007), Maldonado-Ocampo *et al.* (2008), entre otros.

Tratamiento y análisis de la información

Para el análisis de clasificación de las poblaciones ícticas presentes en los diferentes sistemas, se realizó el inventario de áreas a través de estaciones, donde se evidencian principalmente la distribución de las especies y las interacciones con el medio ambiente



Cuerpo de agua en el valle del Cerrejón.

(estudios de clasificación). Para esto, se realizaron comparaciones directas de los datos obtenidos de las diferentes estaciones para cada sistema. Se calcularon las abundancias relativas de las especies con base en la abundancia total, y la riqueza específica con base en el número de especies presentes en cada estación y un porcentaje de distribución de familias por estación. Se aplicaron los índices de Shannon-Wiener para biodiversidad y para establecer la similitud en términos de especies entre las diferentes estaciones de muestreo; se calculó el coeficiente de similitud de Bray-Curtys (Krebs 1999) y un análisis de agrupamiento jerárquico (*cluster analysis*) usando el método de agrupamiento simple (*Single linkage*; Hammer *et al* 2005). Las matrices, dendrogramas e índices se elaboraron empleando los programas Excel para Windows 2007, Statgraphics Plus v 5.1, y PAST v.1.97 (Hammer *et al.*, 2001).

Resultados

Los datos presentados en este capítulo consolidan evaluaciones biológicas contratadas por Cerrejón a lo largo de diez años con diferentes grupos de investigación, cubriendo todas las estaciones climáticas. Las evaluaciones solo se hicieron considerando la

presencia o ausencia de los géneros o especies reportados en cada estudio, debido a la heterogeneidad de los métodos usados y el esfuerzo en los primeros años de muestreo.

Se compararon 10 estudios en los que se reportan 88 especies. En algunos casos como el reporte solo se hizo hasta género, es factible que la información corresponda a una especie que se reportó en otro estudio.

Cabe anotar que el monitoreo realizado por Integral en 1982, solo se realizó en el río Ranchería, desde la zona de Marocaso hasta su desembocadura en Riohacha. Allí se reportan especies de hábitos marinos que cumplen ciclos de vida en aguas dulces y remontan varios kilómetros dentro del continente a lo largo de ríos o ciénagas estuarinas.

Los datos de riqueza de especie durante el monitoreo de 2012- 2013 realizado por Fundación Omacha, corresponden a 25 especies. Este valor coincide con lo reportado en monitoreos anteriores realizados por Ambiotec (1999, 2002) y los de Aruatos (2003, 2004). En la figura 1 se muestra el número



Pterygoplichthys undecimalis

de especies encontradas en cada monitoreo, apreciándose que estos cuatro monitoreos son los más similares en lo que a números de especie se refiere.

Las 88 especies registradas a lo largo de todas las evaluaciones se agrupan en 26 familias y ocho órdenes. De estas, solo tres estuvieron presentes en los 10 monitoreos: *Aequidens pulcher*, *Geophagus steindachneri* y *Hoplias malabaricus*. Se resalta la presencia de *Astyanax fasciatus*, *Prochilodus reticulatus*, *Hypostomus hondae* y *Caquetaia kraussii* en nueve de los monitoreos. De las especies más representativas en los cuerpos de agua en el valle del Cerrejón, dos de ellas, *Prochilodus reticulatus* (bocachico) e *Hypostomus hondae* (coroncoro), se encuentran en grado de vulnerabilidad según Mojica en 2002 (Tabla 2).

El 43% de las especies pertenece al orden de los Characiformes, el 38% a los Siluriformes, seguidos del 10% perteneciente a los Perciformes, el 4% a los Gymnotiformes y el 3% a los Cyprinodontiformes, el resto de los órdenes representan el 2% cada uno con una especie. (Tabla 3, Figura 2).

El grupo más representativo de peces fue el orden Characiformes, seguido por los Siluriformes y Perciformes, tanto en número como en peso. De los carácidos las especies más representativas fueron *A. fasciatus* y *Prochilodus reticulatus*. Para los Perciformes, la especie *Geophagus steindachneri* fue la dominante. De los Siluriformes, las especies más representativas fueron *Rhandia quelen* e *Hypostomus hondae*.

Las familias más importantes en términos de número de especies en orden descendente son: Loricariidae con el 28,4%, Characidae con el 24,7%, Cichlidae con el 6,2%, Heptapteridae con el 4,9%, las familias Prochilontidae y Parodontidae cada una con 3,7%. Las familias Anastomidae, Crenuchidae, Sternopygidae, representando el 2,5% individualmente. Las 17 familias restantes representan cada una el 1,2%, representada por una especie (Figura 3).

La comunidad íctica registrada se puede agrupar en cuatro diferentes eslabones tróficos a nivel ecológico, predominando especies omnívoras en todos los

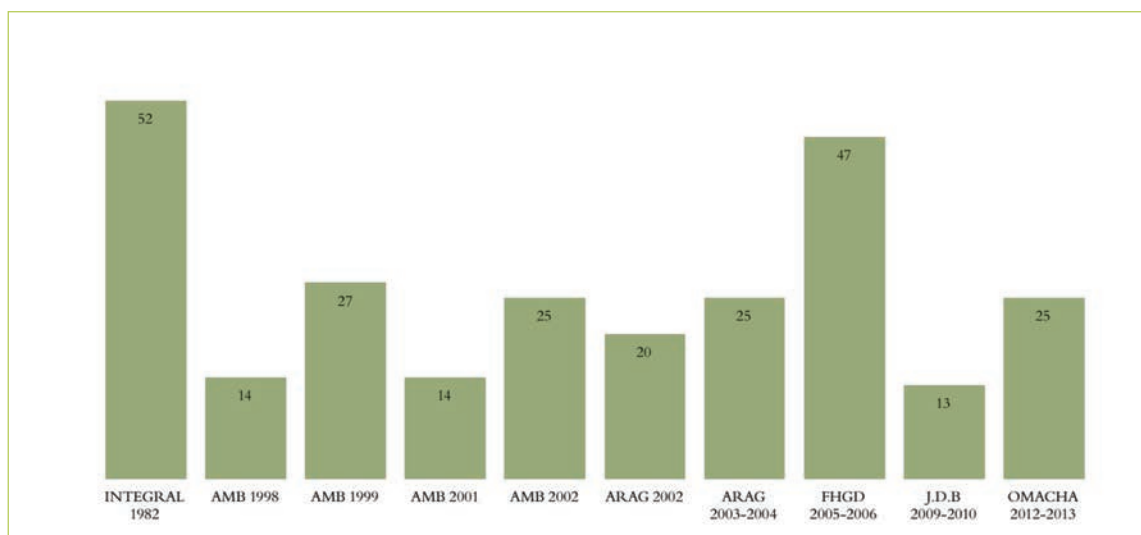


Figura 1. Número de especies reportadas por monitoreo.

Tabla 2. Especies reportadas en los monitoreos que se encuentran en categoría de amenaza (Mojica en 2002-2012).

Especie	Categoría 2002	Categoría 2012
<i>Brycon moorei</i>		Vulnerable (A2c,d) - Nacional en peligro crítico (A2c)- Regional
<i>Caquetaia umbrifera</i>		Casi amenazada
<i>Hypostomus hondae</i>	Vulnerable (C1)	Casi amenazada
<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	En Peligro (A1d, A2d, B2c)	En Peligro (A2c) - Nacional en peligro crítico (A2c)- Regional
<i>Leporinus muyscorum</i>		Vulnerable (A2d)
<i>Microgenys minutus</i>	Casi Amenazada	Casi amenazada
<i>Prochilodus magdalenae</i>	En Peligro Crítico (A1d)	Vulnerable (A2c,d)
<i>Prochilodus reticulatus</i>	Vulnerable (A2d, B2c)	Vulnerable (A2d) - Nacional en peligro (B1bii, B1ciii)-Regional
<i>Salminus affinis</i>	Vulnerable (A1d, A2d)	Vulnerable (A2 c,d) - Nacional en peligro (B1bii,B1ciii)- Regional

arroyos muestreados, indicando que más del 50% de las especies son consideradas generalista-oportunistas. La dieta está estrechamente ligada a la disponibilidad de alimento en función de las estaciones hidroclimáticas. Todos los sistemas monitoreados han presentado condiciones favorables de disponibilidad

de alimentos para favorecer la dominancia de especies omnívoras y detritívoras. La dominancia de estas especies crece presumiblemente como resultado de la degradación de la base alimentaria, especialmente de los invertebrados. En consecuencia, las especies oportunistas aumentan.

Tabla 3. Especies, familias y órdenes de peces registrados en el valle del Cerrejón durante todos los monitoreos.

Orden	Familia	Especie	N. común	Hábitat	Gremio trófico
CHARACIFORMES	Acestrorhynchidae	<i>Gilbertolus maracaiboensis</i>	Changuito	Dulceacuícola	Omnívoro
	Anastomidae	<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelón	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Leporinus striatus</i>	Arrayado	Dulceacuícola	Omnívoro
	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	Sardina	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Astyanax caucanus</i>	Sardina	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Astyanax fasciatus</i>	S. colirroja	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Astyanax magdalena</i>	Sardina	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Brycon moorei</i>	Lisa	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Creagrutus beni</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Creagrutus hildebrandi</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Creagrutus maracaiboensis</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Gephyrocharax melanocheir</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Gephyrocharax venezuelae</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Hemibrycon dentatus</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Hemibrycon jabonero</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Hyphessobrycon inconstans</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Knodus meridae</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Microgenys minutus</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Nanocheiropodon insignis</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Roebooides dayi</i>	Bentón	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Saccoderma hastatus</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Saccoderma melanostigma</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Salminus afinis</i>	Dorado	Dulceacuícola	Carnívoro
	Crenuchidae	<i>Characidium fasciatum</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
		<i>Characidium steindachneri</i>	Sardinita	Dulceacuícola	Omnívoro
	Curimatidae	<i>Curimata magdalena</i>	Viejito	Dulceacuícola	Detritívoro
	Ctenolucidae	<i>Ctenolucius hujeta</i>	Picuda	Dulceacuícola	Carnívoro
	Eritrhinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Guavino	Dulceacuícola	Carnívoro
	Gasteropelecidae	<i>Gasteropelecus maculatus</i>	Pechona	Dulceacuícola	Omnívoro
	Parodontidae	<i>Apareiodon affinis</i>	Robalito	Dulceacuícola	Herbívoro
		<i>Parodon suborbitalis</i>	Rayado	Dulceacuícola	Herbívoro
		<i>Saccodon dariensis</i>	Robalito	Dulceacuícola	Herbívoro
	Prochilodontidae	<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	Besote	Dulceacuícola	Detritívoro
<i>Prochilodus magdalena</i>		Bocachico	Dulceacuícola	Detritívoro	
<i>Prochilodus reticulatus</i>		Bocachico	Dulceacuícola	Detritívoro	
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	Pipona	Dulceacuícola	Detritívoro
	Rivulidae	<i>Rachovia brevis</i>	Pipón	Dulceacuícola	Detritívoro
ELOPIFORMES	Megalopidae	<i>Megalop atlanticus</i>	Sabalo	Marino	Carnívoro
GYMNOTIFORMES	Sternopygidae	<i>Eigenmannia virescens</i>	Pez ratón	Dulceacuícola	Carnívoro
		<i>Sternopygus macrurus</i>	Mayupa	Dulceacuícola	Carnívoro

Orden	Familia	Especie	N. común	Hábitat	Gremio trófico	
GYMNOTIFORMES	Apterontidae	<i>Apteronotus rostratus</i>	Ratona	Dulceacuícola	Carnívoro	
MUGILIFORMES	Mugilidae	<i>Agonostomus monticola</i>	Lisa	Marino	Omnívoro	
PERCIFORMES	Cichilidae	<i>Aequidens pulcher</i>	C. piedra	Dulceacuícola	Omnívoro	
		<i>Caquetaia kraussii</i>	M. amarilla	Dulceacuícola	Omnívoro	
		<i>Caquetaia umbrifera</i>	M. negra	Dulceacuícola	Omnívoro	
		<i>Geophagus steindachneri</i>	Jorabado	Dulceacuícola	Omnívoro	
		<i>Oreochromis mossambicus</i>	Tilapia	Dulceacuícola	Herbívoro	
	Centropomidae	<i>Centropomus pectinatus</i>	Róbalo	Marino	Carnívoro	
	Gobiidae	<i>Awaous tajasica</i>	Góbido	Dulceacuícola	Detritívoro	
Haemulidae	<i>Pomadasys croco</i>	Robalito	Marino	Omnívoro		
SILURIFORMES	Auchenypteridae	<i>Trachelyopterus insignis</i>	Cachona	Dulceacuícola	Omnívoro	
	Callichthyidae	<i>Megalechis thoracata</i>	Chupín	Dulceacuícola	Detritívoro	
	Heptapteridae	<i>Cetopsorhamdia nasus</i>	Liso	Dulceacuícola	Omnívoro	
		<i>Imparfinis nemacheir</i>	Liso	Dulceacuícola	Omnívoro	
		<i>Pimelodella chagresi</i>	Inca	Dulceacuícola	Omnívoro	
		<i>Rhamdia quelen</i>	Doncella	Dulceacuícola	Omnívoro	
		<i>Dasylicaria filamentosa</i>	Alcalde	Dulceacuícola	Detritívoro	
	Loricariidae	<i>Dolichancistrus pediculatus</i>	Alcalde	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Hypostomus hondae</i>	Coroncoro	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Hypostomus plecostomus</i>	Coroncoro	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Hypostomus</i> sp.	Cucha	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Lasiancistrus caucanus</i>	Guacarote	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Lasiancistrus daguae</i>	Guacarote	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Lasiancistrus guacharote</i>	Gaucarote	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Lasiancistrus</i> sp.	Gaucarote	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Loricaria</i> sp.	Raspacanoa	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Loricaria variegata</i>	Raspacanoa	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Plecostomus tenuicauda</i>	Coroncho	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Pseudancistrus carnegiei</i>	Coroncho	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Pterygoplichthys undecimalis</i>	Coroncoro	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Rineloricaria magdalenae</i>	Alcalde	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Rineloricaria rupestris</i>	Alcalde	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Sturisoma aureum</i>	Puyaculo	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Sturisoma festívum</i>	Puyaculo	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Sturisoma panamense</i>	Puyaculo	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Sturisoma</i> sp.	Palito	Dulceacuícola	Detritívoro	
		<i>Sturisomatichthys leightoni</i>	Raspacanoa	Dulceacuícola	Detritívoro	
	<i>Spatuloricaria lagoichthys</i>	Raspacanoa	Dulceacuícola	Detritívoro		
	<i>Hemiancistrus wilsoni</i>	Raspacanoa	Dulceacuícola	Detritívoro		
	Trichomycteridae	<i>Trychomycterus</i> sp.	Liso bigote	Dulceacuícola	Detritívoro	
	SYMBRANCHIFORMES	Symbbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>	Enguilla	Dulceacuícola	Carnívoro

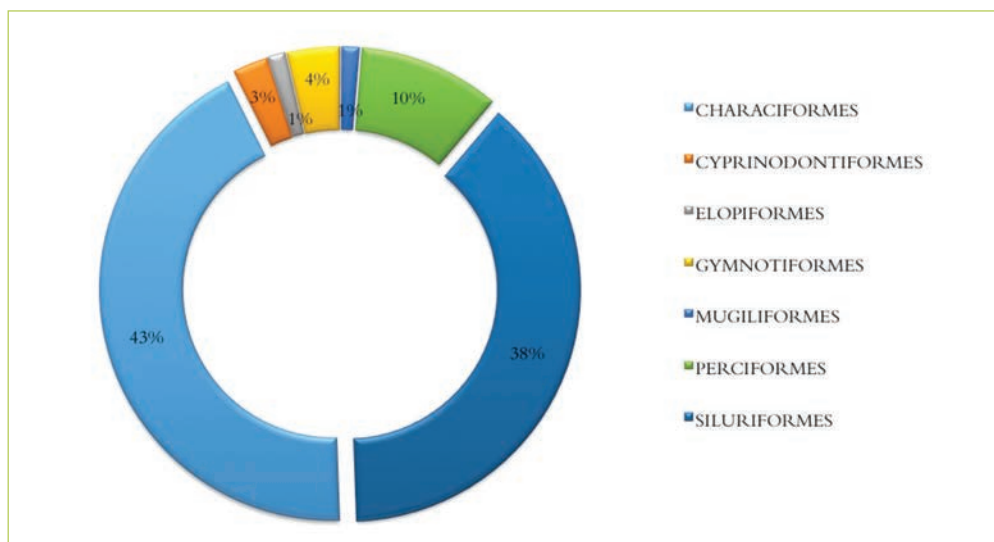


Figura 2. Porcentaje de especies ícticas para cada uno de los órdenes registrados durante los 10 monitoreos.

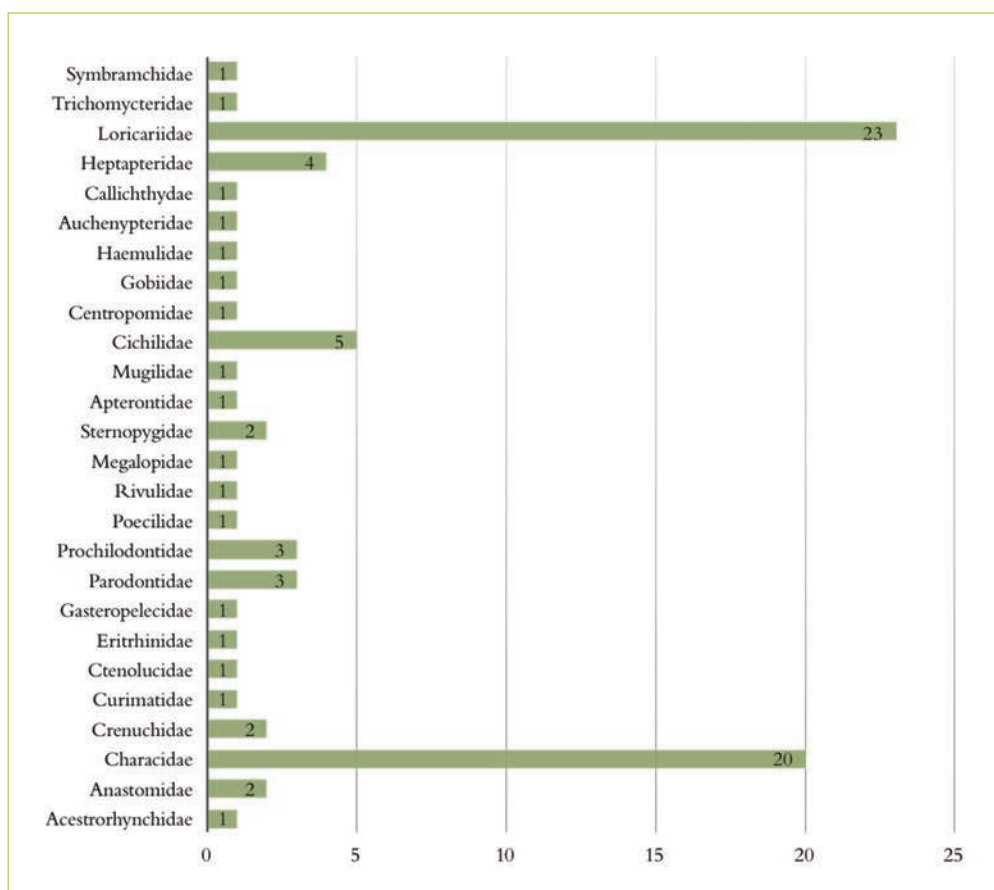


Figura 3. Número de especies por familias encontradas en los 10 monitoreos.



Geophagus steindachneri



Hypostomus hondae



Gilbertulus maracaiboensis

Además de la mayor abundancia de especies omnívoras, los detritívoros y carnívoros poseen gran importancia en todos los sistemas monitoreados. Esto indica que existe una comunidad saludable, diversificada y una buena oferta alimenticia producto de las relaciones tróficas entre los diferentes niveles de la red alimenticia.

Los registros de especies ícticas para la cuenca del río Ranchería se fueron acumulando a partir de

monitoreos biológicos en 1982 por Integral, donde se reportaron 52 especies. Posteriormente, en 1999 se identificaron un total de 50 especies y en 2005 se reportaron 67 especies, de las cuales 18 son de hábitos marinos. A partir de esa fecha se comenzaron a incluir los arroyos tributarios que nacen en la Serranía de Perijá. El hecho de incluir estos arroyos en los muestreos de Cerrejón durante los últimos 9 años incrementó los reportes de especies que se tenían para esta cuenca en un 17,2% para un total de 88



Arroyo en el valle del Cerrejón.

especies de las cuales solo cuatro son de hábitos marinos y 84 completamente dulceacuícolas (Tabla 1).

Conclusiones

Los resultados muestran que los arroyos constituyen ecosistemas poco perturbados, donde la comunidad íctica encuentra refugio y zonas de forrajeo.

Durante los diferentes monitoreos la diversidad de especies presentó un comportamiento heterogéneo entre épocas, siendo la época de lluvias donde generalmente se han reportado los valores más altos de diversidad, en lo que a valores de abundancia relativa y riqueza específica se refiere.

Los valores registrados para las comunidades de peces teniendo en cuenta los datos de monitoreos anteriores, muestran un comportamiento de la riqueza de especies similar a los monitores de Ambiotec de 1999, 2002 y Araguatos 2003–2004. Mientras que las riquezas más elevadas se presentaron durante los monitoreos de Integral 1982 y FHGD 2005–2006, lo cual se atribuye en el caso de Integral, a que fue un estudio que se realizó en toda la cuenca del río Ranchería, mientras que los datos de FHGD son atribuidos al comportamiento atípico del fenómeno de la niña durante ese años. Sin embargo, al comparar los resultados obtenidos en este estudio con el directamente anterior realizado por J.D.B. (2009–2010), se encontró un mayor número de especies

(25 vs 13). A pesar de estas diferencias, todos los monitoreos han mostrado que el grueso de la captura en los arroyos está constituido por especies de talla pequeña de escaso valor comercial, cuya abundancia varía estacional y geográficamente.

Las características hidrológicas del valle del Cerrejón poseen un comportamiento heterogéneo en cuanto al ensamblaje de las comunidades ícticas, al mismo tiempo dan origen a zonas o puntos estratégicos de conservación e intercambio de diversidad único e irremplazable en una región dominada por un clima árido y seco.

Bibliografía

- APHA. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th ed. American Public Health Association. Hach Company. Washington, DC.
- Araújo, F.G. 1998. Adaptation of the index of biotic integrity based on fish assemblages in the Paraíba do Sul River, R.J, Brazil. *R e v. Bras. Biol.* (online). Nov. 1998, vol. 58, núm. 4.
- Ardila M. Galvis R. 1997. Limnología: Peces de ecosistemas de ríos y lagos. Academic Press Elsevier. Third Edition. United States of America. 980p.
- Böhlke J.E. 1978. Estado actual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amazônica* 8 (4): 657 – 677
- Bussing W.A. 1985. Patterns of distribution of the Central American Ichthyofauna. pp. 453–473. Stehli G.G. y Webb S.D. (eds.). 1985. The great american interchange. New York, Plenum Press. New York, USA.
- Cala P. 2001. Ictiofauna de agua dulce de Colombia en el contexto global neotropical y su estado actual: una revisión bibliográfica. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.)* 4: 3– 14.
- Cerrejón y el desarrollo sostenible de La Guajira. Informe de Sostenibilidad 2007.



Lasiancistrus guacharote

- Contreras-Balderas, S., R.J. Edwards, M.L. Lozano-Vilano y M.E. García- Ramírez. 2002. Índice biológico de integridad en el río Sabinas, Coahuila, México. *Res. VII Cong. Nal. de Ict.*, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 3 pp.
- Dahl, G. 1971. Los peces del Norte de Colombia. INDERENA. Bogotá D.E. 391 p.
- Douglas Rodríguez-Olarte, Jorge Coronel, Ahyran Amaro y Donald C. Taphorn B. Línea base para la estimación de la integridad en comunidades de peces en la cuenca del río Tocu-yo, vertiente del Caribe, Venezuela; Memoria de la Fundación

La Salle de Ciencias Naturales ISSN 0037-8518 *versión impresa* v.66 n.165 Caracas ene. 2006.

- Eigenmann, C. 1922. The fishes of Northwestern South America, Part I. The freshwater fishes of Northwestern South America, including Colombia, Panamá, and the Pacific slopes of Ecuador and Perú, together with an appendix upon the fishes of the Río Meta in Colombia. *Mem. Carnegie Mus.*, 9 (1): 1-346
- Habit, E., Victoriano, P. y Rodriguez, R. A. 2003. Variaciones espacio-temporales del ensamble de peces de un sistema fluvial

- de bajo orden del centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 76: 3-14.
- IDEAM. 2008. Guía técnica científica para la ordenación de las cuencas hidrográficas en Colombia. Segunda versión.
 - Jackson, A.d.; Peres-Neto, P.R. & Orden, J.D. 2001. What controls who is where in freshwater fish communities – the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58(1): 157–170 (2001). Canadá.
 - Maldonado-Ocampo, J.A.; Ortega-Lara, A.; Usma O., J.S.; Galvis V., G.; Villa-Navarro, F.A.; Vásquez G., L.; Prada-Pedreras, S. y Ardila R., C. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt». Bogotá, D.C. – Colombia 346 pp.
 - Mojica J., Castellanos C., Sanches P., Díaz C.: Peces de la cuenca del río Ranchería, Colombia; Instituto de investigación de recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. *Revista Biota Colombia* Vol. 7 numero 001. Bogotá Colombia 2006.
 - Karr, R.J. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6(6):21-27.
 - Lobo E, Wetzel C & D Bes. 2003. Avaliação da qualidade da água dos arroios Sampaio, Bonito e Grande, municipio de Mato Leitão, RS, Brasil. *Tecno-lóg. Santa Cruz do Sul*, 7(2): 39-53.
 - Lowe-McConell, R. H. 1995. Ecological studies in tropical fish communities. New York, USA: Cambridge University Press. 387 p. ISBN: 0-521-28064-8
 - Maldonado-Ocampo J.A y Usma, J.S. 2006. Estado del Conocimiento sobre peces dulceacuícolas de Colombia. Tomo II. Pp. 174-194. En: Chaves, M.E. y Santamaría, M. (eds.). 2006. Informe Nacional sobre el avance en el conocimiento e información sobre Biodiversidad 1998-2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia.
 - Maldonado-Ocampo, J.A., Vari, R.P. y Usma, J.S. 2008. Checklist of the Freshwater Fishes of Colombia. *Biota Colombiana* 9 (2) 143-237.
 - Margalef, Ramón, *Limnología*. Ediciones Omega. Barcelona – España. 1983. 1010 p. ISBN 84-282-0714-3.
 - Martínez L. *Ecología de los sistemas acuícolas*. AGT Editor. S.A. Ciudad de México – México. 1998. 226p.
 - Matthews, J.W. 1998. *Patterns in freshwater fish ecology*. Ed. Chapman y Hall. New York
 - MAVDT y WWF. 2009. Plan nacional de las Especies Migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia.
 - Miles, C. 1947. Los peces del río Magdalena. Ministerio de Economía Nacional. Sección de Piscicultura Pesca y Caza. Ed. El Gráfico. Bogotá, Colombia.
 - Mojica, J.I.; Castellanos, C.; Usma, S. & Álvarez-león, R. 2002. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias naturales Universidad nacional de Colombia, Ministerio del medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
 - Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp.
 - Ortega-Lara, A. Aguiño, A. y Sanchez, G.C. 2002. Caracterización de la ictiofauna nativa de los principales ríos de la cuenca alta del río Cauca en el departamento del Cauca. Informe presentado a la Corporación Autónoma Regional del Cauca, CRC. Fundación para la Investigación y el Desarrollo Sostenible, Funnides. Popayán, Colombia. 139 p.
 - Pelicice Fm, Agostinho Aa, Thomaz SM. 2005. Feeding Ecology of Fishes Associated with *Egeria* in a Tropical Reservoir: investigating the Effects of Plant Biomass and Diel Period. *Acta Oecologica*. 27:9-16.
 - Pinilla, Gabriel 2000. Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Compilación bibliográfica. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Centro de Investigaciones Científicas. Bogotá - Colombia. 67pp. ISBN: 958-9029-15-9.
 - Plan de desarrollo del municipio de Albania – Guajira 2004 – 2007. Esquema del plan de ordenamiento territorial del municipio de Albania – Guajira.
 - Raphael Covain & Sonia Fisch-Muller. The genera of the Neotropical armored catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae): a practical key and synopsis: Department of herpetology and ichthyology, Museum of natural history, 1 route de Malagnou, C.P. 6434, CH-1211 Geneva 6, Switzerland; e-mail: Raphael.Covain@ville-ge.ch; Sonia.Fisch-Muller@ville-ge.ch
 - Ramírez A. & G. Viña V., 1998. *Limnología Colombiana*. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Primera edición. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, BP Exploration Company (Colombia) Ltd. Santafé de Bogotá, 293 p.
 - Ramírez C, San Martín C. 2006. Ecosistemas Dulceacuícolas. En: CONAMA, editor. *Biodiversidad de Chile: patrimonios y desafíos*. Santiago: CONAMA. p. 21-61.
 - Ramírez G., A. & G. Viña V., 1998. *Limnología Colombiana*. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Primera edición. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, BP Exploration Company (Colombia) Ltd. Santafé de Bogotá, 293 p.
 - Ramírez, Alberto & Viña, Gerardo. 1998. *Limnología Colombiana*. Aportes a su conocimiento y estadística de análisis. BP Exploration Company – Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá - Colombia. 250 p. ISBN 958-9029-06X.
 - Roldán, Gabriel & Ramírez John 2008. *Fundamentos de Limnología neotropical*. 2ª Edición. Colombia, Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. 442 p. ISBN: 978-958-714-144-3.
 - Salas Bahamón. El Cerrejón y sus efectos: una perspectiva socioeconómica y ambiental. Bogotá, 1 de junio del 2004.
 - Schaefer S.A. 1998. Conflict and resolution: Impact of new taxa on phylogenetic studies of the Neotropical cascudinhos (Siluriformes: Loricariidae). pp. 375-400. In: Malabarba L.R., Reis R.E., Vari R.P., Lucena C.A.S. & Lucena Z.M.S. n(eds.). 1998. *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*, Edipucrs. Porto Alegre, Brazil. 603 p.
 - Ward, J.N. y Stanford, J.A. 1983. The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. En: Fontaine, S.M Bartell (Eds): 29-42 p. *Dynamics of Lotic Ecosystems*. T.D. Ann Arbor Science, Ann Arbor, M.I.
 - Welcomme, R.L. 1980. *Cuencas Fluviales*. FAO, documentos técnicos de pesca (202): 62 p.

Tabla 1. Presencia y ausencia de las especies ícticas reportadas.

Especies	Integral 1982	Amb 1998	Amb 1999	Amb 2001	Amb 2002	Arag 2002	Arag 2003- 2004	FHGD 2005- 2006	J.D.B 2009- 2010	Omacha 2012- 2013	Total reportes
<i>Aequidens pulcher</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
<i>Astyanax fasciatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9
<i>Geophagus steindachneri</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
<i>Hoplias malabaricus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
<i>Prochilodus reticulatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9
<i>Prochilodus magdalenae</i>									X		1
<i>Astyanax caucanus</i>	X		X	X	X	X	X	X		X	8
<i>Hypostomus hondae</i>	X	X	X		X	X	X	X		X	9
<i>Caquetaia kraussii</i>	X	X	X		X	X	X	X	X	X	9
<i>Pimelodella chagresi</i>	X		X	X	X	X	X	X			7
<i>Leporinus striatus</i>	X			X	X	X	X	X		X	7
<i>Curimata magdalenae</i>	X	X	X			X	X	X			6
<i>Astyanax magdalenae</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	8
<i>Ctenolucius lujeta</i>	X		X		X	X	X	X	X	X	8
<i>Sturisoma panamense</i>		X	X		X	X	X	X			7
<i>Rhamdia quelen</i>	X	X	X		X		X	X		X	7
<i>Hemiancistrus wilsoni</i>	X	X	X	X	X	X					7
<i>Peciliacarana</i>	X		X	X	X	X		X		X	7
<i>Parodon suborbitalis</i>	X				X		X	X		X	5
<i>Roeboides dayi</i>	X				X		X	X		X	5
<i>Rineloricaria magdalenae</i>	X					X	X	X	X	X	6
<i>Leporinus myzocorum</i>	X			X	X			X			4
<i>Lasiancistrus daguae</i>		X	X			X	X				4
<i>Trachelyopterus insignis</i>	X	X	X		X					X	5
<i>Cyphotax magdalenae</i>			X	X	X				X	X	5
<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	X						X	X	X	X	5
<i>Nanocheirodon insignis</i>	X				X			X			3
<i>Saccoderma melanostigma</i>	X				X			X			3
<i>Salminus affinis</i>	X						X	X		X	4
<i>Lasiancistrus caucanus</i>	X						X				2
<i>Agonostomus monticola</i>	X		X								2

Especies	Integral 1982	Amb 1998	Amb 1999	Amb 2001	Amb 2002	Arag 2002	Arag 2003- 2004	FHGD 2005- 2006	J.D.B 2009- 2010	Omacha 2012- 2013	Total reportes
<i>Astyanax bimaculatus</i>			X					X			2
<i>Asyanax</i> spp.				X	X						2
<i>Brycon moorei</i>	X							X			2
<i>Characidium fasciatum</i>		X	X								2
<i>Gasteropelecus maculatus</i>	X						X				2
<i>Hemibrycon jabonero</i>	X							X			2
<i>Hoplosternum thoracatum</i>	X		X								2
<i>Loricaria</i> sp.						X	X				2
<i>Loricaria variegata</i>			X			X					2
<i>Plecostomus tenuicauda</i>									X		1
<i>Sternopygus macurus</i>	X						X				2
<i>Synbranchius marmoratus</i>	X							X			2
<i>Tarpon atlanticus</i>	X		X								2
<i>Caquetaia umbrifera</i>	X							X			2
<i>Aequidens</i> sp.			X								1
<i>Apareiodon affinis</i>								X			1
<i>Apteronotus rostratus</i>	X										1
<i>Awaous tajasia</i>	X										1
<i>Centropomus pectinatus</i>	X										1
<i>Cetopsorhamdia nasus</i>	X										1
<i>Characidium</i> sp.	X										1
<i>Characidium steindachneri</i>								X			1
<i>Craegrutus beni</i>	X										1
<i>Craegrutus hildebrandi</i>								X			1
<i>Craegrutus maracaiboensis</i>	X										1
<i>Dasylicaria filamentosa</i>								X			1
<i>Dolichancistrus pediculatus</i>	X										1
<i>Eigenmannia virescens</i>	X										1
<i>Gephyrocharax melanocheir</i>	X										1
<i>Gephyrocharax venezuelae</i>								X			1
<i>Gilbertolus maracaiboensis</i>								X	X		2
<i>Hemibrycon dentatus</i>								X			1

Species	Integral 1982	Amb 1998	Amb 1999	Amb 2001	Amb 2002	Arag 2002	Arag 2003- 2004	FHGD 2005- 2006	J.D.B 2009- 2010	Omacha 2012- 2013	Total reportes
<i>Hyphessobrycon inconstans</i>	X										1
<i>Hypostomus plecostomus</i>								X			1
<i>Hypostomus</i> sp.								X			1
<i>Pterygoplichthys undecimalis</i>										X	1
<i>Imparfinis nemacheir</i>								X			1
<i>Kinodus meridae</i>								X			1
<i>Lasiancistrus</i> sp.								X		X	2
<i>Lasiancistrus guacharote</i>										X	1
<i>Megatechis thoracata</i>								X			1
<i>Microgenys minutus</i>			X								1
<i>Nannorhamdia nemacheir</i>	X										1
<i>Pimelodella odynea</i>								X			1
<i>Pomadasys croco</i>	X										1
<i>Pseudancistrus carnegiei</i>					X						1
<i>Rachovia brevis</i>	X										1
<i>Rineloricaria rupestris</i>								X			1
<i>Saccoderma hastatus</i>								X			1
<i>Saccodon dariensis</i>	X										1
<i>Spatuloricaria lagoichthys</i>								X			1
<i>Sturisoma</i> sp.										X	1
<i>Sturisoma aureum</i>	X										1
<i>Sturisoma festinum</i>								X			1
<i>Sturisomatichthys leightoni</i>	X										1
<i>Trypanomycterus</i> spp.	X										1
<i>Orochromys mosambica</i>									X		1



Iguana (*Iguana iguana*)



Rana (*Dendropsophus microcephalus*)

Herpetofauna

Argelina Blanco Torres y Juan Manuel Renjifo

Introducción

Las actividades humanas que alteran las características del hábitat natural influyen en la estructura y composición de una comunidad faunística (Estupiñán y Galatti 1999); por un lado, la deforestación por actividades humanas produce cambios en la estructura vegetal, pudiendo modificar o desaparecer las condiciones ambientales de microhábitat que solo persisten en bosques sin perturbación (Vargas y Bolaños 1999). Por otro lado, pueden darse efectos indirectos debido a la interacción entre especies, por ejemplo, la disponibilidad de alimentos puede ser un factor limitante de mucha importancia para anfibios y reptiles (Vitt 1991). Según Block *et al.* (1998) las poblaciones de anfibios y reptiles pueden ser más sensibles al cambio de hábitat que las especies enfatizadas tradicionalmente (aves e insectos) dado que son afectadas por barreras de dispersión creadas por la nueva matriz del hábitat.

Aunque se han aumentado los estudios de fauna y flora en el bosque seco tropical colombiano este

sigue estando amenazado y son pocos los lugares para la conservación. Según Etter (1993), de la cobertura existente para esa fecha en el país del bosque seco tropical original solo queda un 1,5% y hasta la fecha pueda que sea menor ese porcentaje de cobertura original. Lo cual causa que este ecosistema sea uno de los más amenazados a nivel mundial por las diferentes transformaciones que se ha venido dando durante los últimos 100 años.

A la luz de lo anterior, es importante acudir al desarrollo de estrategias o planes de acción que permitan obtener información, a corto, mediano y largo plazo. Estas estrategias corresponden al conocimiento que se obtiene a través de las caracterizaciones de componentes de la biodiversidad en los niveles ecosistémico, de poblaciones, especies o genes, que faciliten describir y conocer la estructura y función de diferentes niveles jerárquicos, para la aplicación en el uso, manejo y conservación de los recursos. Dichos esfuerzos deben ser centrados en muchos de los ecosistemas naturales del país, los cuales se han

transformado para dar paso a distintos sistemas productivos, especialmente en regiones como el Caribe colombiano, en donde se estima que se conserva menos del 1,5% de los ecosistemas naturales como relictos aislados, quedando pocos fragmentos remanentes de diversidad biológica.

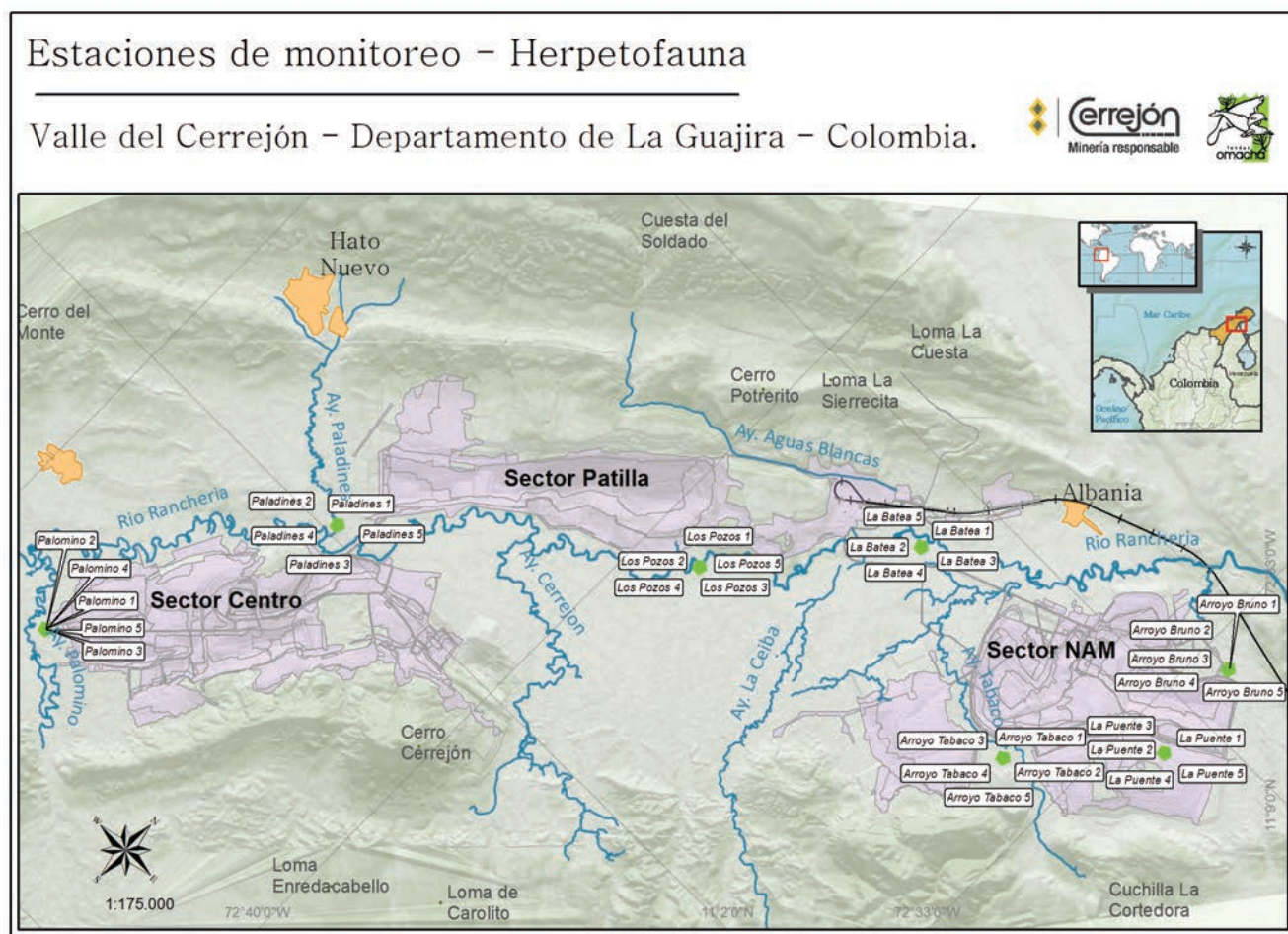
El estudio de la estructura de ensamblajes brinda una valiosa información sobre el estado de conservación de los hábitats muestreados y aporta información acerca de la biota nacional para un sitio poco caracterizado como es el valle medio del río Ranchería, dada su importancia como ecotono entre dos sistemas de importancia biológica como son la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá y los cambios que este ha tenido desde la explotación de minería de carbón a cielo abierto.

Métodos

La información presentada a continuación es el resultado de cuatro monitoreos efectuados entre los años 2003–2013 en predios de Carbones del Cerrejón Ltd. Cada monitoreo consistió en la realización de dos muestreos, uno por época climática (lluvia y sequía) con una duración promedio de 20 días de trabajo de campo en nueve localidades de estudio.

Métodos de captura

Se implementaron cuatro métodos de muestreo que permiten inspeccionar detalladamente los diferentes microhábitats y estratos del bosque utilizados por la herpetofauna.



Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo hidrobiológico en el Cerrejón.

Barrera de interceptación con trampas de caída (“drift fence with pitfall traps”)

En el muestreo de la herpetofauna terrestre se utilizaron barreras de interceptación con trampas de caída, en las que se crea una barrera artificial que además de interrumpir el paso del animal lo guían hacia uno de los extremos en donde va a encontrar una trampa de caída o foso, constituida por un balde o caneca plástica enterrada a ras de piso (Figura 1). Durante el monitoreo 2003 -2004 se usaron canecas con capacidad de 5 galones, desde 2005-2006 se usaron canecas con capacidad para 30 galones.

Los dos sistemas de trampas mencionados se instalaron y se mantuvieron activos aproximadamente durante 5 días por cada localidad de muestreo, los cuales fueron revisados dos veces al día para evitar el desecamiento de los individuos debido a las altas temperaturas.

Parcelas de hojarasca (Heyer *et al.*, 1994; Lips, 2001)

El muestro por cuadrantes consiste en establecer pequeñas parcelas o cuadrantes en donde se realiza una búsqueda de herpetos entre la hojarasca, debajo de

Tabla 1. Métodos para el estudio de herpetofauna utilizados en los diferentes monitoreos realizados en el Cerrejón desde el 2003-2013.

Año	Responsable	Métodos usados			
		Trampa de caída		Transectos libres	Parcela hojarasca
		5 gal	30 gal		
2003-2004	Centro de Primatología Araguatos	X		X	
2005-2006	F. Hidrobiológica George Dahl	X	X	X	X
2009-2010	Asesorías y Estudios Ambientales J.D.B.S.A.S		X	X	
2012-2013	Fundación Omacha		X	X	



Figura 1. Barrera de intercepción en línea con trampas de caída con canecas de 30 galones.



Lobito cola azul (*Tretioscincus bifasciatus*)

troncos y rocas que se encuentren dentro del área delimitada. Los cuadrantes pueden tener cualquier medida, lo importante es que se mantenga la metodología tanto en el área de cada cuadrante como en la búsqueda de los animales.

En este estudio se fijaron cuadrantes de 5 x 5 metros, los cuales se cercaron con láminas plásticas enterradas unos 10 centímetros (Figura 2), una vez instalado el plástico alrededor del cuadrante, se sacaron todas las hojas revisándolas en búsqueda de ranitas, salamandras y serpientes.

Transectos por inspección para encuentro visual de longitud variable con tiempo determinado (Lips *et al.*, 2001)

El fundamento de este método es buscar activamente herpetos a lo largo de un área del bosque. El muestreo consiste en caminar lentamente a lo largo de una quebrada, alrededor de un pantano, o siguiendo una trocha dentro del bosque, observando y buscando con mucha atención cualquier especie

de anfibio o reptil que se pueda encontrar dentro y fuera del agua, en las orillas, hasta 10 metros de distancia a cada lado de las quebradas o arroyos, debajo de piedras y sobre la vegetación.

En este estudio se utilizó la metodología por tiempo establecido de una hora de recorrido por transecto, con cuatro réplicas diarias. Para este caso se tiene que ser muy estricto con el registro del tiempo de muestreo, tomando la hora de inicio y final, para poder establecer el esfuerzo de captura y expresar el resultado en horas/hombre de muestreo.

Los transectos se realizaron en áreas donde no se instalaron las trampas de barrera ni los cuadrantes para el muestreo de hojarasca.

Colección probatoria

Para verificar la presencia de las especies de herpetos, se realizaron colectas de ejemplares testigo o “*vouchers*” en los diferentes arroyos, estos ejemplares se depositaron en la colección herpetológica de referencia de la Universidad del Magdalena.



Figura 2. Parcela de hojarasca instalada en Cerrejón para la búsqueda de herpetofauna.

Manejo de la información

Para estimar la completitud de los muestreos en el valle del Cerrejón en la estimación de especies de anfibios y reptiles durante 10 años de monitoreos, se generaron curvas de acumulación de especies, para ello se usaron los estimadores de riqueza Jackknife de primer y segundo orden, con 1.000 aleatorizaciones, este análisis se realizó con el software EstimateS (Colwell y Coddington 1994, Colwell 2005). La diversidad alfa de las localidades de estudio se midió a través de la riqueza específica (S) de cada una.

Resultados y discusión

Herpetofauna de posible ocurrencia en el departamenteo de La Guajira

Varios son los trabajos que se han desarrollado para documentar la diversidad de anfibios y reptiles de tierras bajas del Caribe colombiano, especialmente las tierras bajas donde el ecosistema dominante es el bosque seco tropical. Dugand (1975) reporta 35 especies de serpientes para la llanura costera del Caribe; Sánchez (1995) reporta 101 especies de reptiles, excluyendo la porción de macizos y edificios montañosos de la Sierra Nevada de Santa Marta; Renjifo

& Lumberg (1999), reportan 57 especies de reptiles y 37 de anfibios para el área de Urrá en el departamento de Córdoba; Acosta (2000) reporta 35 especies de anfibios para la costa Caribe, dentro de estos 11 especies para La Guajira; Cuentas *et al.* (2002) reportan 29 especies de anuros; Dueñez-Gómez *et al.* (2004) reportan 20 especies de anfibios y 26 de reptiles para el corregimiento Botillero (El Banco, Magdalena); Acosta *et al.* (2006) reportan 27 especies de anfibios para el departamento de Córdoba; Carvajal-Cogollo *et al.* (2007) reportan 44 especies de reptiles para el sistema cenagoso ciénaga Grande del Bajo Sinú, ciénaga de Ayapel y el complejo cenagoso de Arcial-El Porro-Cintura, departamento de Córdoba; Rodríguez *et al.* (2008) registran 44 especies (13 anfibios y 31 reptiles) para un área de reserva en el departamento del Cesar cerca a Valledupar con formación de bosque seco tropical; Rueda-Solano y Castellanos-Barliza (2010) reportan 11 especies de anfibios y 33 de reptiles; y Galvis-Peñuela (2011) 20 anfibios y 57 reptiles para la Reserva Forestal Montes de Oca.

En la mayoría de los casos la información sobre herpetofauna en los pocos trabajos específicos para la región de La Guajira, reposa en informes técnicos

Sapito patas rojas (*Pleuroderma brachyops*)



Rana platanera (*Hypsiboas pugnax*)



Sabanera (*Mastigodryas pleei*)



Coral (*Micrurus dissoleucus*)

de empresas, organizaciones no gubernamentales o gubernamentales, lo cual imposibilita en algunos casos su revisión, en su mayoría no está claramente definido con qué métodos o rigor académico fueron trabajados; por tanto, la información allí contenida pierde el valor científico.

Basados en estos reportes, la representación de Cerrejón para el Caribe colombiano sería de un aproximado de 54,4% en reptiles y 60% en anfibios, lo cual hace del área una zona importante para la herpetofauna de tierras bajas del Caribe colombiano.

Eficiencia de muestreo

En la curva de acumulación de especies se presenta una tendencia a la estabilización del número de especies (Figura 3), este resultado da a entender que a lo largo de 10 años de monitoreos se ha logrado un muestreo casi completo de la herpetofauna presente en Cerrejón y la probabilidad de adicionar especies a este listado es cada vez menor.

La curva de Jack 1 muestra que hasta el momento se ha obtenido una completitud el 83,5% y Jack 2 el 78,3% de las especies esperadas. Esta estimación refleja la efectividad de las metodologías aplicadas en Cerrejón para muestreos de herpetofauna, por lo tanto se puede asumir que los muestreos son representativos para realizar inferencias sobre la comunidad de herpetos del área de estudio.

Riqueza de especies

Como resultado de los monitoreos de 2003 a 2013 realizados hasta el momento en el valle del Cerrejón, se han registrado 76 especies pertenecientes a cuatro órdenes y 27 familias. Los anfibios presentan 21 especies, pertenecientes a un orden y seis familias. Los reptiles son el grupo más numeroso con 55 especies, donde el orden con mayor riqueza es Squamata con 28 especies de serpientes, 22 saurios y un amphisbaenido.

El orden Squamata es el que presenta mayor riqueza dentro de toda la herpetofauna reportada para

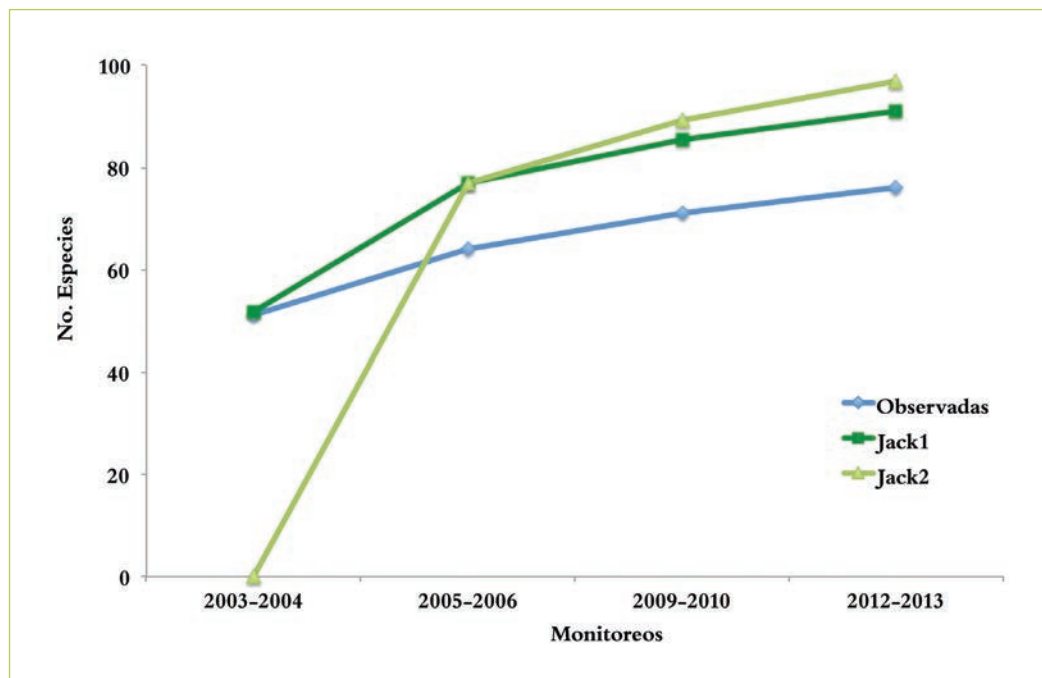


Figura 3. Curva de rarefacción y acumulación de especies de herpetofauna para el valle del Cerrejón durante 10 años de monitoreos (2003-2013).



Cerrejón, seguido por Anura. La mayoría de las especies son de hábitos nocturnos (35,5%) y terrestres (63,1%), también se encuentran especies diurnas, arborícolas y acuáticas (Tablas 2 y 3), lo cual le confiere una amplia riqueza de hábitats usados a la herpetofauna del lugar.

Cabe resaltar la importancia de la conservación de especies como *Iguana iguana*, *Trachemys callirostris*, *Caiman crocodilus fuscus* y *Chelonoidis carbonaria*, las cuales son especies de interés cultural y algunas hacen parte de la dieta de la población local, estos son cazados para consumo y algunas veces mantenidos en cautiverio como el caso particular del morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*) hasta que obtenga un tamaño y peso ideal para su consumo.

El morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*) reviste gran interés por estar categorizada En peligro crítico, es una especie de bosque seco o matas de monte en medio de las sabanas, ocasionalmente entra al agua,

es omnívora, se reproduce de agosto a enero, sus principales amenazas son la cacería para consumo y pérdida de hábitat.

También es importante la conservación del orden Serpentes, por las cuales existe claramente un temor infundido por el desconocimiento en la identificación de las especies venenosas y no venenosas, algunas de estas son utilizadas como remedios caseros, y la mayoría de los reptiles y anfibios son totalmente desconocidos debido a su horario de actividad nocturna o a la poca atracción que genera en la población local.

Hay que anotar que a través de los últimos 10 años se han desarrollado actividades relacionadas con la conservación y manejo de la biodiversidad local dentro de las instalaciones de La Mina, esto ha dado como resultado una mayor sensibilización de los trabajadores, encontrando un cambio en la percepción de la fauna de anfibios y reptiles que observamos



hoy en día en el personal, de tal forma que resulta necesario seguir incentivando estas acciones ya que se obtienen resultados satisfactorios a lo largo del tiempo y en pro de estas formas de vida.

Caracterización trófica

La herpetofauna de Cerrejón se puede agrupar en cuatro gremios tróficos: insectívoros, carnívoros, omnívoros y herbívoros. El gremio de los insectívoros es el más dominante, seguido por carnívoros, esto le confiere gran importancia a la herpetofauna por ser predadores naturales de especies que podrían potencialmente ser plaga bajo condiciones de alteración de hábitats, y convierten alimentos muy nutritivos (artrópodos) a tejido muscular convirtiéndose en un eslabón importante en la cadena trófica y sostenimiento de depredadores mayores.

A continuación se presentan datos de la composición de dieta de algunas de las especies más comunes de herpetos para el Cerrejón, el análisis de los

contenidos estomacales se efectuó para las especies de anuros y saurios, que presentaron poblaciones muy altas en los periodos de muestreo y permiten capturar un tamaño muestral representativo para este estudio. El espectro específico destinado al análisis trófico se considera representativo de la comunidad de herpetos reportada en este lapso de tiempo, ya que se incluyen en él especies arborícolas, terrestres, diurnas y nocturnas que constituyen más del 10% del total de la comunidad reportada.

Esta caracterización se realizó con el objetivo de aportar información que, de alguna manera, tenga relevancia en los planes de manejo de fauna que pueda realizar la empresa. Este tipo de información es importante en el conocimiento de necesidades nutritivas y de oferta alimentaria, que se conozcan para estas especies en la formación de bosque seco tropical y al momento de elegir los sitios donde se pretenda trasladar fauna o tomar como áreas de conservación.



Tabla 2. Especies de anuros registrados en el valle del Cerrejón durante los monitoreos 2003–2013. Gremios tróficos: omnívoro (Omn), herbívoro (Fol), insectívoro (Ins), carnívoro (Car). Hábitos: terrestre (Ter), arborícola (Arb), semiarborícola (Sar), acuático (Ac), diurno (D) y nocturno (N).

Familia	Especie	Gremios tróficos	Hábitos
Bufonidae	<i>Rinella humboldti</i>	Ins	Ter-N
	<i>Rhinella marina</i>	Ins	Ter-N
Ceratophrydae	<i>Ceratophrys calcarata</i>	Ins-Car	Ter-N
	<i>Engystomops pustulosus</i>	Ins	Ter-N
	<i>Pleurodema brachyops</i>	Ins	Ter-N
Leptodactylidae	<i>Pseudopaludicola pusilla</i>	Ins	Ter-N
	<i>Leptodactylus bolivianus</i>	Ins-Car	Ter-N
	<i>Leptodactylus complejo wagneri</i>	Ins	Ter-N
	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Ins	Ter-N
	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Ins	Ter-N
	<i>Leptodactylus poecilochilus</i>	Ins	Ter-N

Familia	Especie	Gremios tróficos	Hábitos
Hylidae	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Ins	Sar-N
	<i>Hypsiboas boans</i>	Ins	Arb-N
	<i>Hypsiboas crepitans</i>	Ins	Arb-N
Hylidae	<i>Hypsiboas pugnax</i>	Ins	Arb-N
	<i>Pseudis paradoxa</i>	Ins	Arb-N
	<i>Scarthyia vigilans</i>	Ins	Arb-N
	<i>Scinax ruber</i>	Ins	Arb-N
	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Ins	Arb-N
Microhylidae	<i>Elachistodeis panamensis</i>	Ins	Ter-N
Pipidae	<i>Pipa parva</i>	Ins	Ac-N

Tabla 3. Especies de reptiles registrados en el valle del Cerrejón durante los monitoreos 2003-2013. Gremios tróficos: omnívoro (Omn), herbívoro (Her), insectívoro (Ins), carnívoro (Car). Hábitos: terrestre (Ter), arbóricola (Arb), semiarbóricola (Sar), acuático (Ac), diurno (D) y nocturno (N).

Orden	Suborden	Familia	Especie	Gremios tróficos	Hábitos
SQUAMATA	Serpentes	Anomalepidae	<i>Liotyphlops anops</i>	Ins	Ter-N
		Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Car	Arb-N
			<i>Corallus ruschenbergerii</i>	Car	Arb-N
			<i>Epicrates maurus</i>	Car	Arb-N
			<i>Chironius carinatus</i>	Car	Ter-N,D
		Colubridae	<i>Clelia clelia</i>	Car	Ter-N,D
			<i>Drymarchon caudomaculatus</i>	Car	Ter-N
			<i>Imantodes cenchoa</i>	Car	Arb-N
			<i>Leptodeira annulata</i>	Car	Ter-N
			<i>Leptophis ahaetulla</i>	Car	Arb-N,D
			<i>Liophis lineatus</i>	Car	Ter-D
			<i>Liophis melanotus</i>	Car	Ter-D
			<i>Masticophis mentovarius</i>	Car	Ter-N
			<i>Mastigodryas boddaerti</i>	Car	Ter-D,N
			<i>Mastigodrias pleii</i>	Car	Ter-D,N
			<i>Oxybelis aeneus</i>	Car	Arb-D,N
			<i>Phimophis guianensis</i>	Car	Ter-D,N
			<i>Pseudoboa neuwiedii</i>	Car	Ter-N
			<i>Spilotes pullatus</i>	Car	Arb-D,N
			<i>Tantilla melanocephala</i>	Car	Ter-D
		<i>Tantilla semicineta</i>	Car	Ter-D	
		<i>Thamnodynastes strigilis</i>	Car	Sar-N	

Orden	Suborden	Familia	Especie	Gremios tróficos	Hábitos	
SQUAMATA	Serpentes	Colubridae	<i>Xenodon severus</i>	Car	Ter-D	
	Sauria	Elapidae	<i>Micrurus dissoleucus</i>	Car	Ter-N	
		Leptotyphlopidae	<i>Epictia goudoti</i>	Ins	Ter-N	
		Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Car	Ter-N	
			<i>Crotallus durissus</i>	Car	Ter-N	
			<i>Porthidium lansbergi</i>	Car	Ter-N	
		Corithophanydae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	Ins	Ac-D	
		Gekkonidae	<i>Hemidactylus brooki</i>	Ins	Arb-N	
		Gymnophthalmidae	<i>Tretioscincus bifasciatus</i>	Ins	Ter,Sar-D	
			<i>Gymnophthalmus speciosus</i>	Ins	Ter, Sar-D	
			<i>Bachia talpa</i>	Ins	Ter-D	
			<i>Leposoma rugiceps</i>	Ins	Ter-D	
		Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Her	Arb-D	
		Phyllodactylidae	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Ins	Arb-D,N	
			<i>Phyllodactylus ventralis</i>	Ins	Ter,Sar-N	
		Dactyloidae	<i>Anolis auratus</i>	Ins	Ter,Sar-D	
			<i>Anolis tropidogaster</i>	Ins	Ter,Sar-D	
		Polychrotidae	<i>Polychrus marmoratus</i>	Ins	Arb-D	
		Scincidae	<i>Marisora falconensis</i>	Ins	Ter, Sar-D	
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	Ins	Arb, Sar-D	
			<i>Gonatodes vittatus</i>	Ins	Arb, SarD	
			<i>Lepidoblepharis sanctaemartae</i>	Ins	Ter-D	
		Teiidae	<i>Ameiva ameiva</i>	Omn	Ter-D	
			<i>Ameiva bifrontata</i>	Omn	Ter-D	
	<i>Ameiva festiva</i>		Omn	Ter-D		
	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>		Ins	Ter-D		
	<i>Tupinambis teguixin</i>		Omn	Ter-D		
	Tropiduridae	<i>Stenocercus erythrogaster</i>	Ins	Ter-D		
		<i>Amphisbaenidae</i>	<i>Amphisbaena medemi</i>	Ins	Ter-D	
	CROCODYLIA	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus fuscus</i>	Car	Ac-N	
	TESTUDINATA	<i>Amphisbaenia</i>	Emydidae	<i>Trachemys callirostris</i>	Omn	Ac-D
			Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Omn	Ac-D
			Testudinidae	<i>Chelonoidis carbonaria</i>	Omn	Ter-D



Bejuquillo (*Oxybelis aeneus*)

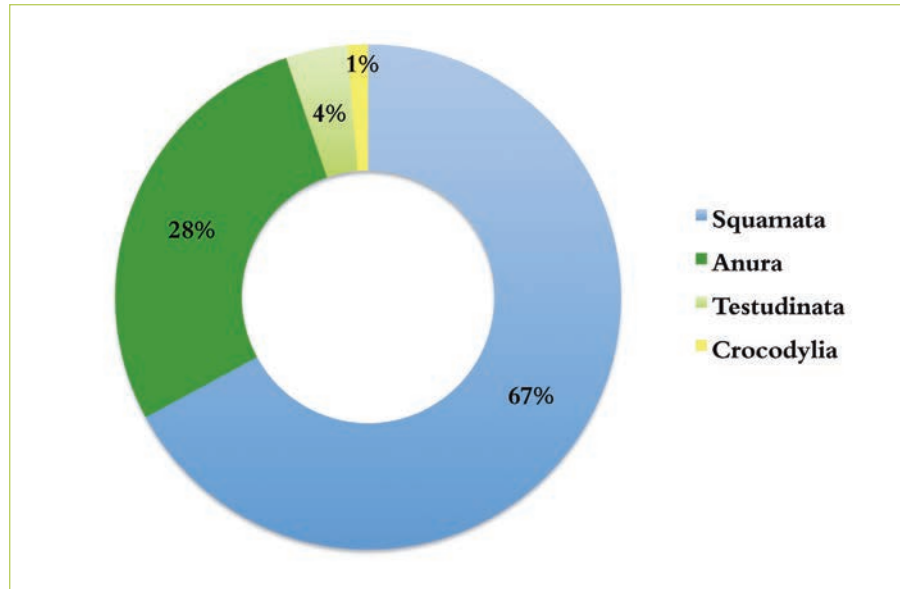


Figura 4. Porcentaje de especies de anfibios y reptiles para cada uno de los órdenes registrados hasta el momento en el valle del Cerrejón.

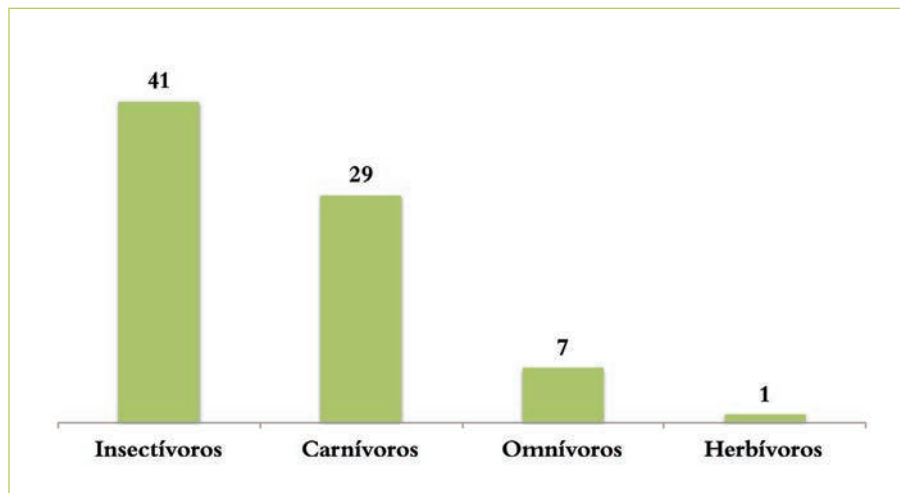


Figura 5. Gremios tróficos de anfibios y reptiles registrados para Cerrejón entre 2003-2013.

En el análisis de contenidos estomacales se identificaron 52 ítems alimenticios a nivel de familia y morfofamilias, donde la clase insecta representa el 84,6% con 44 de ellos y los restantes distribuidos en anélidos, miriápodos, arácnidos, anuros e isópodos. La clase Insecta estuvo representada por nueve

órdenes, 27 familias y nueve morfofamilias, la clase Aracnida con tres órdenes.

Los órdenes Hymenoptera (hormigas y avispas) y Coleoptera (escarabajos) fueron los que más aportaron a la dieta de los ensamblajes, teniendo en

cuenta riqueza de ítems alimentarios. Por ser los grupos más diversos y quizás más abundantes de la clase Insecta, adaptados a estos ambientes, y debido a que su habilidad en el vuelo comparado con otros ordenes es mucho menor o nulo, es posible que se constituyan en unas de las presas con mayor riqueza de captura respecto a otros insectos. Otra explicación a este resultado se basa en que la mayoría de especies de herpetos analizadas fueron de hábitos terrestres y estos órdenes son uno de los recursos tróficos más abundantes y fáciles de capturar en el área de estudio.

Se encontraron relaciones ecológicas concordantes en cuanto a la distribución vertical entre las presas consumidas y sus depredadores, notándose por ejemplo que grupos como ortópteros y algunos coleópteros son los más consumidos a nivel de especies con hábitos arborícolas; y a nivel de especies

terrestres, los mayores aportantes son los isópteros, coleópteros y formícidos.

No existe similitud en la dieta de las especies estudiadas, esto confirma que cada especie presente en el complejo tiene requerimientos propios para sobrevivir y que es absolutamente necesario que estos sean tomados en cuenta al momento de realizar cualquier actividad enmarcada dentro del programa de manejo de fauna de La Mina.

Identificación de áreas de importancia para la conservación de la herpetofauna en Cerrejón

El río Ranchería y los arroyos Paladines, Palomino, Tabaco y Cerrejón son los sitios de mayor riqueza de especies, debido a la gran variedad de ambientes que brindan (p.e. bosques de galería, xerofitia) lo



Tuqueque (*Phyllodactylus ventralis*)

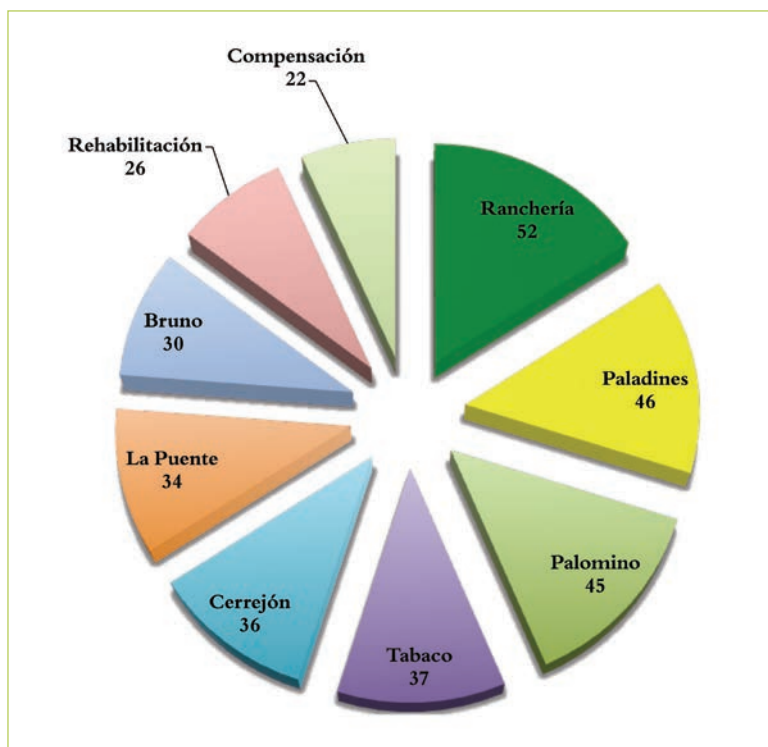


Figura 7. Riqueza de especies en las localidades de muestreo dentro de Cerrejón.

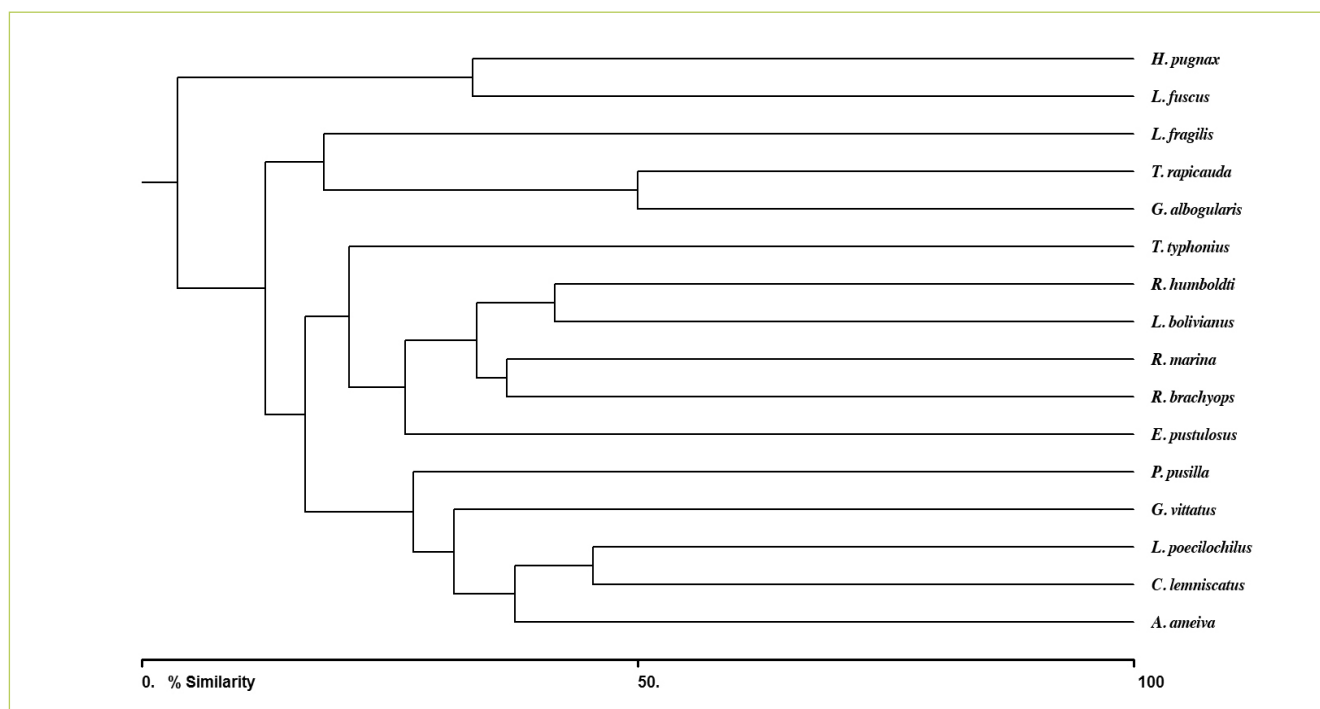


Figura 6. Similitud en la composición de la dieta de algunas especies comunes de la herpetofauna de Cerrejón.

que hace muy variada su fauna, a la vez que permiten la interconexión del sistema.

El río Ranchería sigue siendo el más diverso de la zona, debido a que es donde confluyen todos los arroyos y es la vía que interconecta todo el valle, por tanto es el área de mayor valor biológico en Cerrejón. Los arroyos Bruno y Paladines son elementos claves del sistema, pues no están inmersos en el área de minería, albergan gran cantidad de fauna e interconectan el valle. A los arroyos Palomino y Tabaco se les debe prestar gran atención ya que son sitios muy ricos en especies, pero están altamente intervenido por minería.

Debido a la ubicación geográfica de Cerrejón y al problema que enfrenta la herpetofauna en cuanto a modificación y pérdida del hábitat, la principal recomendación de manejo es la conservación de los cauces y los bosques de galería de estos arroyos, así como la interconexión paisajística de estos arroyos y el río Ranchería. Esta acción, sumada a la conservación del área de vegetación delimitada por ley,

serán las principales estrategias de conservación para herpetofauna de todo el valle.

Bibliografía

- Álvarez M., F Escobar, F. Gast, H. Mendoza, A. Repizzo y H. Villarreal. 1997. Bosque seco tropical. En: Instituto Alexander Von Humboldt (ed). Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad colombiana. Bogotá, Colombia, pp 56-75.
- Ambiotec- Gómez Cajiao & Asociados Ingenieros Consultores. 1998. Manejo de Fauna: Tomos I y II. Intercor Operador Minero Complejo Carbonífero El Cerrejón-Zona Norte. La Guajira.
- Acosta-Galvis, A. R. 2000. Ranas, Salamandras y Caeciliias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. Biota Colombiana 1: 289 – 319.
- Blanco T, A. 2009. Repartición de microhábitats y recursos tróficos entre especies de Bufonidae y Leiuperidae (Amphibia: Anura) en áreas con bosque seco tropical de la región Caribe-Colombia. Tesis Maestría Universidad Nacional de Colombia.
- Block W.M., M.L. Morrison & M.E. Scoth. 1998. Development and Evaluation of habitat models for herpetofauna and small mammals. Forest science. 44(3): 430-437.
- Cannatella, D. C., D. M. Hillis, P. Chippindale, L. Weigt, A. S. Rand & M. J. Ryan. 1998. Phylogeny of frogs of the



Sapito termitero (*Chiasmocleis panamensis*)

- Physalaemus pustulosus species group, with an examination of data incongruence. *Systematic Biology* 47:311-335.
- Carvajal-Cogollo J, O. Castaño-Mora & G. Cárdenas-Arévalo. 2007. Reptiles de áreas asociadas a humedales de la planicie del departamento de Córdoba, Colombia. *Caldasia*. 29(2):427-438.
 - Carvajal-Cogollo J & N. Urbina-Cardona. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles fragmentados de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science*. 1(4):397-416.
 - Centro de Primatología Araguatos. 2003. Monitoreo de fauna terrestre y acuática en el valle del Cerrejón: Muestreo época de lluvias septiembre de 2003. Carbones del Cerrejón LLC. La Guajira.
 - Centro de Primatología Araguatos. 2004. Monitoreo de fauna terrestre y acuática en el valle del Cerrejón: Muestreo época marzo de 2004. Carbones del Cerrejón LLC. La Guajira.
 - Colwell, R.K. 2005. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. User's Guide and application. Accessible at <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/index.html>. Acceso 22 de febrero de 2013.
 - Colwell, R. K. y J.A Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)* 345:101-118.
 - Conabio, DGVS-INE (SEMARNAP), U. S. Fish & Wildlife Service y Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México, D. F., 247 pp.
 - Cuentas M, D., R. Borja A, J. D. Lynch & J.M. Renjifo. 2002. Anuros del Departamento del Atlántico y Norte de Bolívar. Editorial Cencys 21. Barranquilla, Colombia. 117 p.
 - Crump, M.L., & N.J. Scott. 1994. Standard techniques for inventory and monitoring. Pp. 77-171. Heyer, M. A., R.W. Donnelly, L.A. McDiarmid, C. Hayek & M.S. Foster. (eds). *Measuring and Monitoring Biological*.
 - Dueñez-Gómez, F., J. Muñoz-Guerrero y M.P Ramírez-Pinilla. 2004. Herpetofauna del corregimiento Botillero (El Banco Magdalena) en la depresión Momposina de la región Caribe Colombiano. *Actual Biol.* 26 (81): 161-170.
 - Estupiñan, R.A & U. Galatti. 1999. La fauna anura en áreas con diferentes grados de intervención antrópica de la Amazonia oriental brasileña. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 23 (Suplemento especial): 275-286.
 - Etter, A. 1993. Diversidad ecosistémica en Colombia hoy. En *Nuestra diversidad biótica*. CEREC y Fundación Alejandro Ángel Escobar. P. 43-61.
 - Galvis-Peñuela P., A. Mejía -Tobón, J. V. Rueda-Almonacid & L. Lázaro. 2011. Fauna Silvestre de la Reserva Forestal Protectora Montes de Oca, La Guajira, Colombia. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá, Colombia.
 - Gómez Cajiao & Asociados. 2001. Plan de Manejo ambiental para los primates en el arroyo Tabaco y una zona del río Ranchería. Interior Operador Minero. Guajira, Colombia.
 - Hernández, J., O. Castaño-Mora, G. Cárdenas & P. Galvis. 2002. Caracterización preliminar de la comunidad de reptiles de un sector de la serranía de Perijá Colombia. *Caldasia*. 23(2):475-489.
 - Heyer, M. A., R.W. Donnelly, L.A. McDiarmid, C. Hayek & M.S. Foster. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity*. Standard Methods for Amphibians. The Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
 - International Union Conservation Nature IUCN- The Conservation Measures Partnership CMP. 2006. Unified Classification of Direct Threats Version 1.0 – June 2006.
 - Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAVH). 1998. El bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia. Programa de inventario de la biodiversidad, grupo de exploraciones y monitoreo ambiental GEMA, IAVH, Villa de Leyva. 24 p.
 - Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAVH). 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. 235 pags.
 - La Marca, E., C. Azevedo-Ramos, L.A. Coloma, F. Solís, R. Ibáñez, C. Jaramillo, Q. Fuenmayor, S. Ron, & J Hardy. 2004. *Hypsiboas boans*. 2006 IUCN Red List of Threatened Species.
 - Lips, K.R., J.K. Reaser, B.E. Young & R. Ibáñez. 2001. Amphibian Monitoring in Latin America: A Protocol Manual/ Monitoreo de Anfíbios en América Latina: Manual de Protocolos. Soc. Study Amph. Reptiles. 115 pp.
 - Mendoza C.H. 1999. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia* 21; 70-94.
 - Ostrom, L. 2009. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*. 325: 419-422.
 - Menéndez Guerrero, Pablo A. 2001. Ecología trófica de la comunidad de anuros del Parque Nacional Yasuní en la Amazonia ecuatoriana. Tesis de Grado (Biólogo). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Quito, Ecuador.
 - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución número 383 del 23 de febrero de 2010 "Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman otras determinaciones".
 - Moreno, E. C. 2000. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales de Tesis. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.
 - Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publ. 654 pp.
 - Lips, K Y Reaser, J. 1999. El Monitoreo de Anfíbios en América Latina. Un Manual para Coordinar Esfuerzos. The Nature Conservancy. 42p.
 - Lips, K.R., J.K. Reaser, B.E. Young & R. Ibáñez. 2001. Amphibian Monitoring in Latin America: A Protocol Manual/ Monitoreo de Anfíbios en América Latina: Manual de Protocolos. Soc. Study Amph. Reptiles. 115 pp.
 - Mujica, J.I.; Castellanos, C.; Sánchez Duarte, P.; y Díaz, C. 2006. Peces de la cuenca del río Ranchería, La Guajira, Colombia. *Biota Colombiana* 7 (1): 129-142
 - Rangel J. O. 2012. Colombia Diversidad Biótica XII. La región Caribe de Colombia. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Pp 1046.
 - Renjifo, J. M & M. Launberg. 1999. Guía de Campo: Anfíbios y Reptiles de Urrá. Colina. Medellín, Colombia. 96 p.
 - Rivero, J.A. 1963. Venezuelan Frogs. *Carib. Journal of Science* 3:1, pag 7-13.
 - Rodríguez-Mahecha, J.V., J.V. Rueda-Almonacid, T.D. Gutiérrez H. (Eds.) 2008. Guía ilustrada de la fauna del

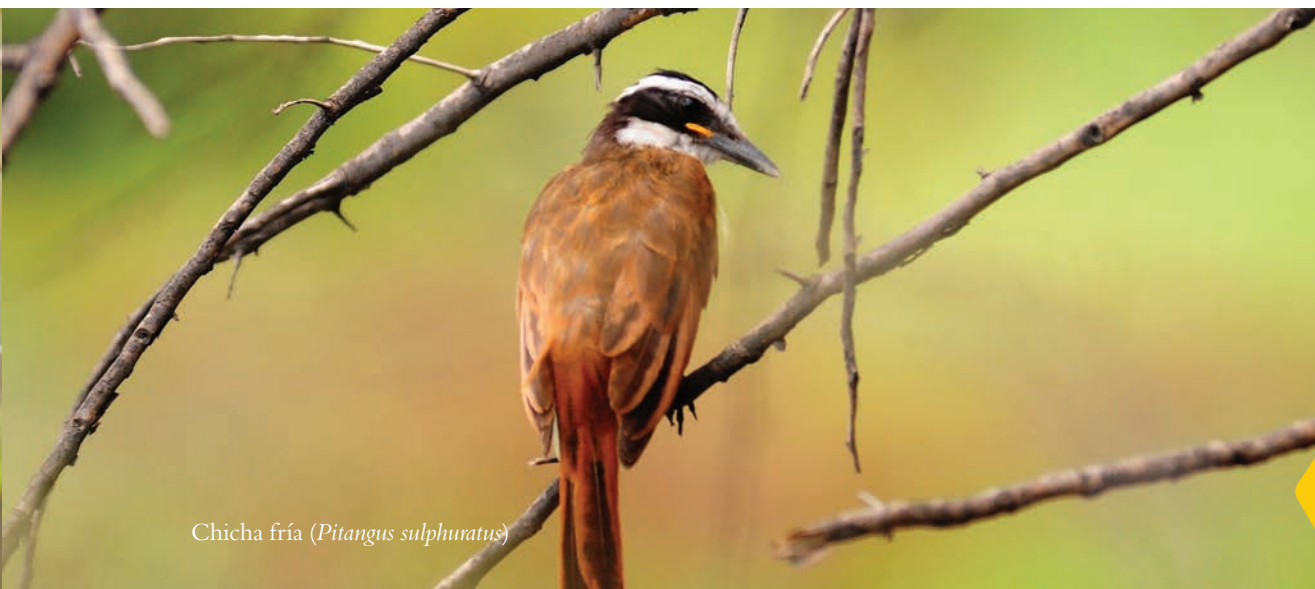
- Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Serie de guías tropicales de campo N° 7, Conservación Internacional-Colombia. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 574 pp.
- Rueda-Solano L. & J. Castellanos-Barliza. 2010. Herpetofauna de Neguanje, Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe Colombiano. *Acta biol. Colomb.* 15: 195 – 206.
 - Ruiz-C. P. M., J. D. Lynch & M.C. Ardila-R. 1996. Lista actualizada de la fauna Amphibia de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.* 20(77): 365-415.
 - Sánchez, O. 1999. Biodiversidad, conservación y manejo de vida silvestre. Pp. 13-23 *en*: Sánchez, O. y E. Vázquez-Domínguez (eds.). *Diplomado en manejo de vida silvestre. Conservación y manejo de vertebrados del norte árido y semiárido de México.*
 - Sánchez, H., O. Castaño & G. Cárdenas. 1995. Diversidad de los Reptiles en Colombia. *En Colombia Diversidad Biótica I.* Guadalupe Ltda. 442 p.
 - Tresierra A. & Culquichicon, M. Z. 1993. *Manual de Biología Pesquera.* Trujillo, Perú. Pag 47-56.
 - Vargas, F. & M.E. Bolaños. 1999. Anfibios y reptiles presentes en hábitat perturbados de selva lluviosa tropical en el bajo Anchicaya, Pacífico colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.,* 23 (Suplemento especial): 499-511.
 - Vitt, L. J. 1991. An introduction to the ecology of cerrado lizards. *J. herpetol.* 25 (1): 79-90.
 - Villareal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina & A. M. Umaña. 2004. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.* Programa de inventario de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p, ISBN - 8151 – 32 – 5.
 - Wells, K. 2007. *The Behaviour and Ecology of Amphibians.* Chicago: Univ. Chicago Press.



Boa (*Corallus ruschenbergii*)



Codornices (*Colinus cristatus*)



Chicha fría (*Pitangus sulphuratus*)

Avifauna

Juan Fernando Alzate Vargas

Introducción

Las aves con sus coloridos plumajes, armoniosos cantos y capacidad de volar, han despertado un profundo interés en el hombre, quien por cientos de años las ha usado como símbolos mitológicos, fuente de alimento o compañeros alados que hacen parte de su cotidiano vivir, anunciando nuevos amaneceres, advirtiéndolo con su presencia el inicio o final de temporadas de lluvia o sequía y sobre todo, beneficiándolo con relaciones entretejidas con plantas y animales que reflejan la importancia de este maravilloso grupo en la estructura de los ecosistemas.

Considerado como el grupo de vertebrados terrestres más diversos, las aves constituyen un grupo clave en la evaluación de la biodiversidad por varias razones: ocupan un amplio rango de ecosistemas, tienen una historia natural variada y están ampliamente distribuidas en todos los países del mundo, además, son el grupo taxonómico mejor conocido y documentado, especialmente en cuanto a la distribución de sus poblaciones (Villarreal *et al.* 2006) y

son consideradas como un buen indicador del estado y de los cambios ambientales en los ecosistemas (Koskimies 1989).

De las casi diez mil especies de aves que hay en el mundo, cerca del 19% se encuentran en Colombia, esto es aproximadamente 1.900 especies, razón por la cual el país es reconocido como el más diverso en avifauna a nivel mundial, además, alrededor de ochenta de ellas se encuentran solamente en Colombia, es decir, son endémicas (Remsen *et al.* 2013). En la región Caribe con tan solo el 11% de la superficie del territorio nacional, se encuentran 951 especies de aves que representan el 51% de la avifauna de Colombia, y la sitúan en el segundo lugar en diversidad de aves, superada solo por las 974 especies de aves de la región Andina, que ostenta el 24,5% de la superficie del país (IAvH 2007).

La avifauna del departamento de La Guajira según Stattersfield *et al.* (1998) está representada por algunas especies de aves con rango de distribución

restringido, que se encuentran en el centro de endemismo Guajira, también conocido como zona seca caribeña, propuesto por Cracraft (1985), en el cual se incluye la ornitofauna de las costas áridas del norte de Colombia y Venezuela.

Los estudios realizados sobre la avifauna en esta región son principalmente inventarios de aves, dirigidos hacia la determinación de la composición de las comunidades (Todd Carriker 1922, Haffer 1961, Marinkelle 1970, IAvH 1998, Strewe y Navarro 2004), son pocos los estudios que apuntan hacia la distribución y ecología de aves (Andrade y Mejía 1988, Estela y López-Victoria 2005), y algunos de ellos son realizados principalmente en humedales costeros, para los cuales se ha generado información importante del estado de conservación y posibles amenazas para su avifauna (Márquez y López-Victoria 2010, Arzuza *et al.* 2008, Castaño 2001).

Con el propósito de aportar al conocimiento de las aves de La Guajira se presentan los resultados obtenidos en estudios realizados sobre la avifauna en los diferentes ecosistemas del complejo minero Cerrejón, ya que se entiende que la valoración adecuada del estado de conservación de la avifauna de un ecosistema, permite diagnosticar su calidad biológica, brindando las bases para la elaboración de planes de manejo, restauración y conservación (Castaño 2001).

Metodología

La caracterización de aves, en el área de influencia del complejo minero Cerrejón, se realizó en ocho fases de muestreo durante los últimos diez años, empleando una adaptación de la metodología propuesta por el Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental – GEMA, del Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander Von Humboldt desarrollada para la realización de inventarios sobre la biodiversidad nacional (Villarreal *et al.* 2006). Esta metodología fue aplicada con muy pocas modificaciones por los investigadores que hicieron parte de este estudio, debido a su robustez y a que ha sido ampliamente utilizada en trabajos con avifauna en otros lugares, lo que permite establecer comparaciones con otros sitios estudiados previa o posteriormente.

Transectos de observación

En cada uno de las nueve estaciones de muestreo, se estableció un transecto de aproximadamente 1,5

km, y de acuerdo a las condiciones del lugar se incluyeron las unidades de paisaje más representativas; cada transecto contó con aproximadamente cinco puntos de referencia que fueron debidamente georeferenciados con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Registro de aves a través de transectos y observaciones oportunistas

El muestreo de aves se realizó mediante registros visuales (utilizando binoculares BUSHNELL BIRDING SERIES con un alcance de 10 x 42 mm) y auditivos, tomados hasta una distancia de 25 m a cada lado del transecto (Villarreal *et al.* 2006), en recorridos que se realizaron entre las 05:00 h y 11:00 h, y entre las 15:30 h y 18:30 h, periodo en el que se presenta la mayor actividad de las aves. El tiempo empleado para recorrer cada uno de los transectos osciló entre 150 minutos y 180 minutos a una velocidad promedio de 0,8 km/h. Igualmente, se consideraron para el registro de biodiversidad aquellas aves que fueron observadas por fuera del límite de los transectos utilizando las estaciones, así como aquellas observadas en zonas aledañas o periféricas, y cuya especie no hubiese sido registrada en los transectos; ya que de acuerdo con Bojorges (2006), dentro de las deficiencias del uso de estaciones de muestreo para el estudio de la riqueza de especies de aves, se encuentra la omisión de aquellas que circundan dichas estaciones. En este orden de ideas también se incorporó la información de aves que llegaron al centro de manejo de fauna.

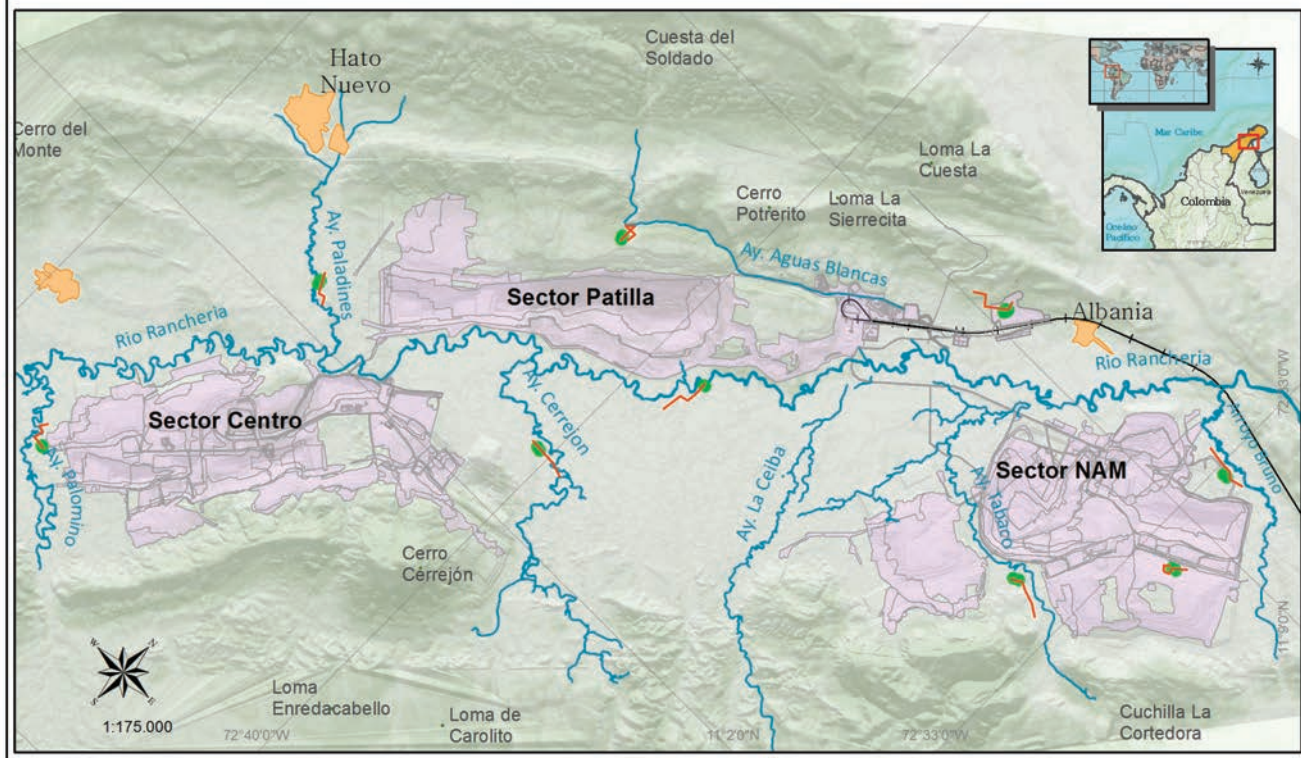
Las aves fueron identificadas por medio de las guías de campo de Hilty y Brown (1986), Sibley (2000) y McMullan (2011). La clasificación filogenética de los órdenes, familias y los nombres científicos de las especies se establecieron de acuerdo a la taxonomía propuesta por Remsen *et al.* (2013).

Muestreo de aves con redes de niebla

Las redes de niebla se utilizan como método complementario, en especial para establecer registros sobre especies poco conspicuas; al igual que para capturar individuos de especies fácilmente detectables, pero de las que se quiera obtener evidencias adicionales. Para esto se instalaron ocho (8) redes de niebla (12 m largo x 2,5 m alto, ojo de malla 16 mm x 16 mm con cinco guías) en cada estación muestreada. Las

Estaciones de monitoreo - Avifauna

Valle del Cerrejón - Departamento de La Guajira - Colombia.



Mapa transectos y puntos de redes niebla componente avifauna.

redes fueron ubicadas en los lugares de mayor probabilidad de tránsito de las aves y fueron operadas en las horas de mayor actividad, desde el amanecer hasta previo el medio día, desde las 5:30h hasta las 11:30h (esfuerzo de 48 h/red día), controladas cada 30 minutos siguiendo la metodología de Villarreal *et al.* (2006).

Biometría y marcaje de aves

A cada ave capturada se le determinó edad, sexo, patrón de muda, peso, y se le tomaron datos biométricos (pico, ala, tarso y longitud total) (Pyle 2008). Todos los ejemplares capturados fueron marcados con un corte en el ápice de una de las rectrices (r6) y con excepción de los colibríes y aves migratorias a todas las aves capturadas se colocó un anillo

metálico con un número serial que quedó consignado en la base de datos de animales marcados en las estaciones de muestreo de fauna y flora de La Mina el Cerrejón.

Variables evaluadas

Categoría ecológica

Para la preferencia de hábitat por especie de ave se siguió lo propuesto por Ramsar (1971) y Robinson (1999); complementado con las categorías ecológicas propuestas por Stiles y Bohórquez (2000), las cuales tienen en cuenta las abundancias y la frecuencia del uso de hábitat de cada especie.

- **Especies de hábitat boscoso:** hacen parte de este hábitat aquellas especies que fueron



reportadas en bosques primarios o poco transformados (**Ia**), de igual forma se incluyen en esta categoría, especies que frecuentemente utilizan bosques poco alterados, pero que regularmente pueden utilizar los bordes, bosques secundarios, u otros hábitat arbolados próximos al bosque primario (**Ib**).

- **Especies de bordes:** se consideraron asociadas a este hábitat aquellas aves de amplia tolerancia, halladas principalmente en los bordes de bosque, bosques secundarios, rastrojos (altos y bajos) y potreros arbolados (**II**). Las aves de esta categoría se asocian con la presencia de árboles, más no con un tipo de bosque.
- **Especies de hábitat abierto:** se incluyen en esta categoría aquellas especies encontradas principalmente en lugares con escasa cobertura arbórea como pastizales, potreros, rastrojos y matorrales, asociándose generalmente con vegetación baja más que con los árboles, también, pueden hallarse en los bordes de los bosques pero no dentro de ellos (**III**).
- **Especies de hábitat acuático:** se incluyen aquellas aves que funcionalmente dependen de cuerpos de agua, y pueden ser halladas en quebradas o áreas pantanosas en los bosques evitando áreas abiertas o soleadas (**IVa**), como las encontradas en cuerpos de agua sin sombra, en orillas abiertas o con vegetación baja (**IVb**).
- **Especies aéreas:** corresponden a esta categoría las especies de aves que pasan la mayor parte del tiempo sobrevolando varios hábitats terrestres, dentro de estas se incluye: vencejos, golondrinas, águilas, gavilanes y gallinazos, algunas de estas aves requieren parches de bosque (**Va**), mientras otras prefieren áreas abiertas (**Vb**).

Gremio trófico/microhábitat

Los gremios tróficos agrupan las especies conforme a los recursos que utilizan y la forma como acceden a ellos, independientemente de su afinidad taxonómica. De acuerdo a lo establecido por Olivares (1973), Hilty y Brown (1986), Kattan *et al.* (1996) y Castaño (2001), se establecieron 18 gremios tróficos

a partir del elemento principal de la dieta de cada ave. El tipo de microhábitat para cada especie fue asignado de acuerdo a las observaciones y registros realizados en campo.

Categoría de residencia en Colombia

Se definieron tres categorías de acuerdo con Naranjo *et al.* (2012).

- **Invernante no reproductivo (INR):** donde se agrupa a las especies de aves con migración cíclica y estacional y que anidan en la región Neártica.
- **Invernante con poblaciones reproductivas permanentes (IRP):** incluye aquellas especies que se reproducen y permanecen gran parte de su ciclo de vida en el territorio nacional.
- **Migrante local (RNI):** incluye aquellas especies de las cuales se sabe, realizan movimientos a lo largo y ancho de amplias regiones en el país.

Debido a que para muchas de las especies de aves no se cuenta con información sobre su categoría de

residencia en Colombia, una última categoría se definió de acuerdo a Hilty y Brown (1986) como aves residentes (R).

Análisis de la diversidad

Con el propósito de cuantificar el número de especies de aves esperadas para las estaciones de muestreo, se obtuvo la curva de acumulación de especies, empleando los estimadores de riqueza no paramétricos Jackknife 1 y Jackknife 2, usados cuando no se asume homogeneidad ambiental en las muestras (distintos hábitats) (Magurran 1989 y 2004, en Medina 2011) además, se empleó el estimador MM-Mean, uno de los menos sesgados para grupos de datos de aves neotropicales (Herzog *et al.*, 2002), se realizó el cálculo de las especies raras: únicas y duplicadas, para establecer si se redujeron con el avance del muestreo (Medina 2011). Las pruebas fueron realizadas por medio del programa EstimateS 8.2.0 (Colwell 2006), aleatorizando 50 veces las muestras.

Se calculó la riqueza (número total de especies) y por medio del programa PAST 1.90 (Hammer *et*



al., 2001) se obtuvo el coeficiente de similitud de Jaccard que da igual peso a todas las especies sin importar su abundancia y se evaluó que tan variable fue la composición ornítica de cada estación muestreada en el Cerrejón.

Resultados y discusión

Efectividad del muestreo

Por medio de las metodologías empleadas para estudiar la avifauna del Cerrejón, se obtuvo una muy buena representatividad del muestreo, la cual de acuerdo a los estimadores Jack 1 y Jack 2 fluctuó entre el 82,85% y 86,49% de la avifauna esperada para el valle del Cerrejón. La Figura 1 muestra que la curva de acumulación de especies tiende a estabilizarse para las últimas fases de muestreo, esto sugiere menor probabilidad de registrar nuevas especies de aves en las áreas muestreadas. En cuanto a las especies únicas y duplicadas, las primeras tuvieron una notable reducción en número, frente a una ligera disminución para el número de especies

duplicadas, indicando que se ha censado un número aceptable de individuos logrando una buena eficiencia del muestreo.

Riqueza de especies

Se estima que la avifauna colombiana está conformada por 1.834 especies (Remsen *et al.* 2013), de las cuales 535 constituyen la ornitofauna del departamento de La Guajira (Corpoguajira 2011). El estudio de la avifauna en nueve estaciones de muestreo en el Cerrejón, permitió registrar durante 10 años de monitoreo 256 especies de aves, las cuales representan el 13,96% de las especies del país y el 47,85% de la avifauna presente en el departamento de La Guajira. Este resultado sugiere, que los hábitats evaluados mantienen una avifauna importante, si se compara con las 237 especies de aves reportadas por Morales y Ayerbe (2007) y las 200 reportadas por Castaño (2001), en investigaciones que si bien, no contaron con un periodo de estudio tan amplio, presentaron áreas de muestreo más extensas en la franja costera del departamento de La Guajira.

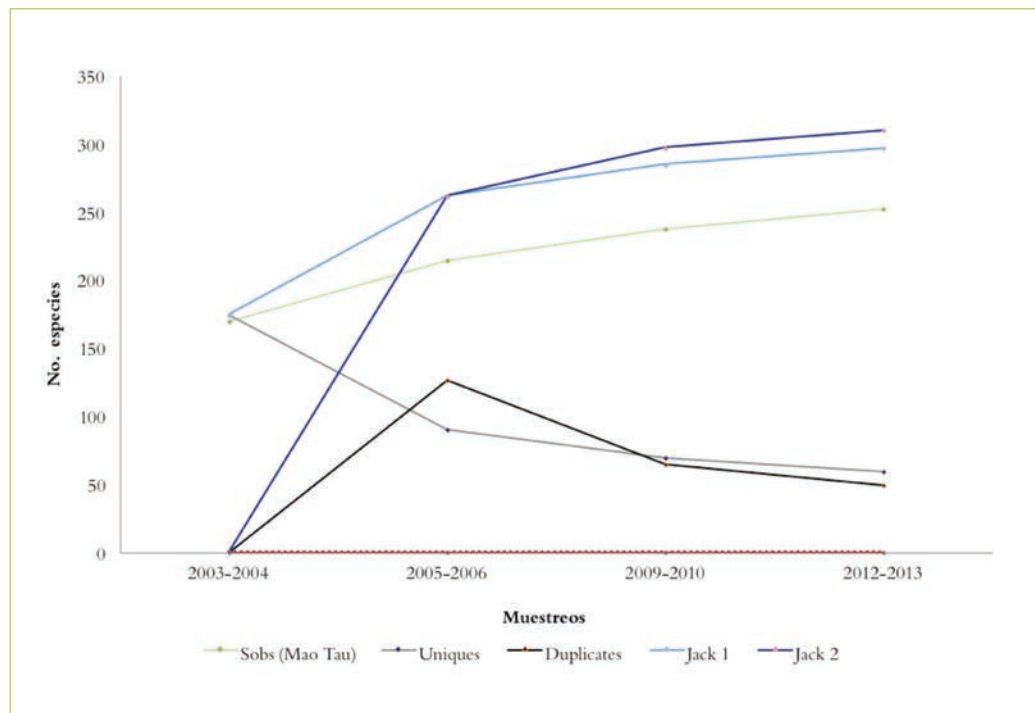


Figura 1. Curva de acumulación de especies de aves durante las fases de estudio en las estaciones de muestreo. Mina Cerrejón. La Guajira – Colombia.

Pisingo (*Dendrocygna autumnalis*)



Martín pescador pequeño
(*Chloroceryle americana*)



Pato cuchara (*Platalea ajaja*)



Carisucia (*Aratinga pertinax*)

Familias de aves

La familia de los atrapamoscas (Tyranidae) con 32 especies registradas fue la más diversa (15,76 % del total de las especies de esta familia presentes en Colombia), lo que no es de extrañar, ya que es considerada la familia más diversa para el Neotrópico (Fitzpatrick 1980). Otras familias con alta riqueza de especies fueron los gavilanes (Accipitridae), las tángaras (Thraupidae) y las garzas (Ardeidae) con 19, 18 y 13 especies respectivamente. Quince familias representaron el 65,24% de la avifauna, mientras que el 33,54%, estuvo conformado por 41 familias representadas por cinco especies o menos. Tres especies (1,17%) no se incluyen en este grupo debido a que no hacen parte de alguna familia y están catalogadas como *Incertae sedis* de acuerdo con la taxonomía propuesta por Remsen *et al.* (2013) (Figura 2).

Diversidad de aves

Durante los diez años de monitoreo de la avifauna en Cerrejón, se estableció que las estaciones de muestreo los Pozos en el río Ranchería y Arroyo Bruno, albergan la mayor diversidad de aves con 162 especies para cada estación, tal diversidad obedece a la variedad de hábitats que encuentran las aves en estas áreas, principalmente los remanentes de bosque de galería. También conservan una importante diversidad de aves el área de Rehabilitación (n= 149), Arroyo Palomino (n=139) y el Arroyo Tabaco (n=138). En la estación la Puente se registraron 73 especies de aves en las diferentes fases de muestreo, siendo así la estación que albergó el menor número de especies, situación que se debe al aislamiento del área y a la modificación de sus ecosistemas (Figura 3).

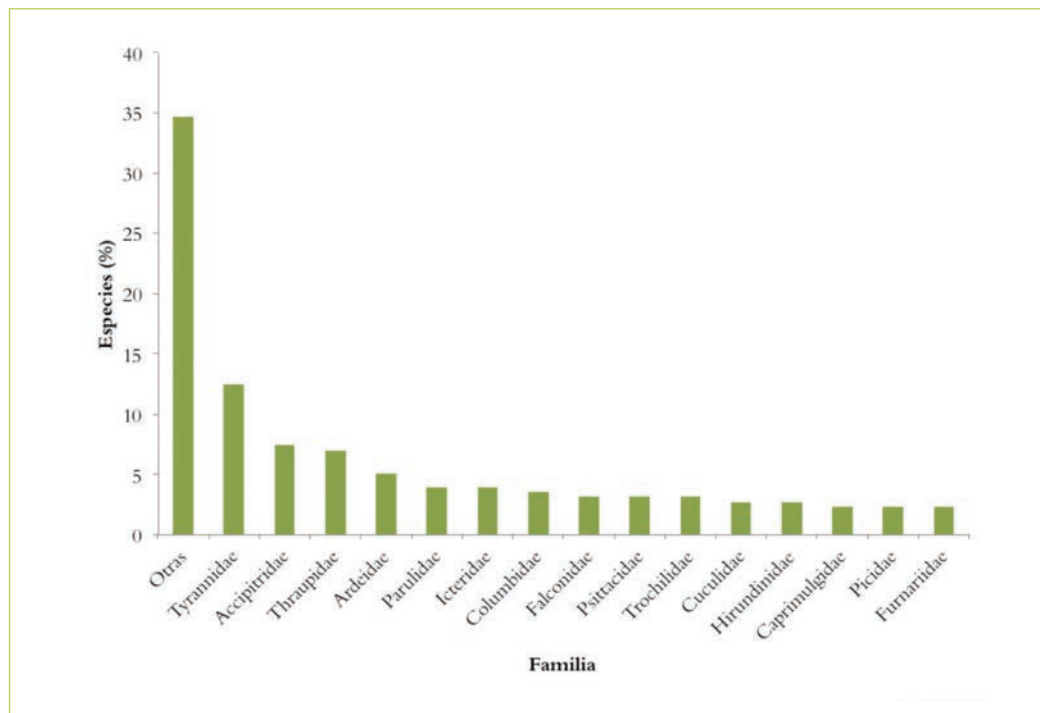


Figura 2. Porcentaje de especies para cada familia de aves registrada en la mina Cerrejón. La Guajira- Colombia.

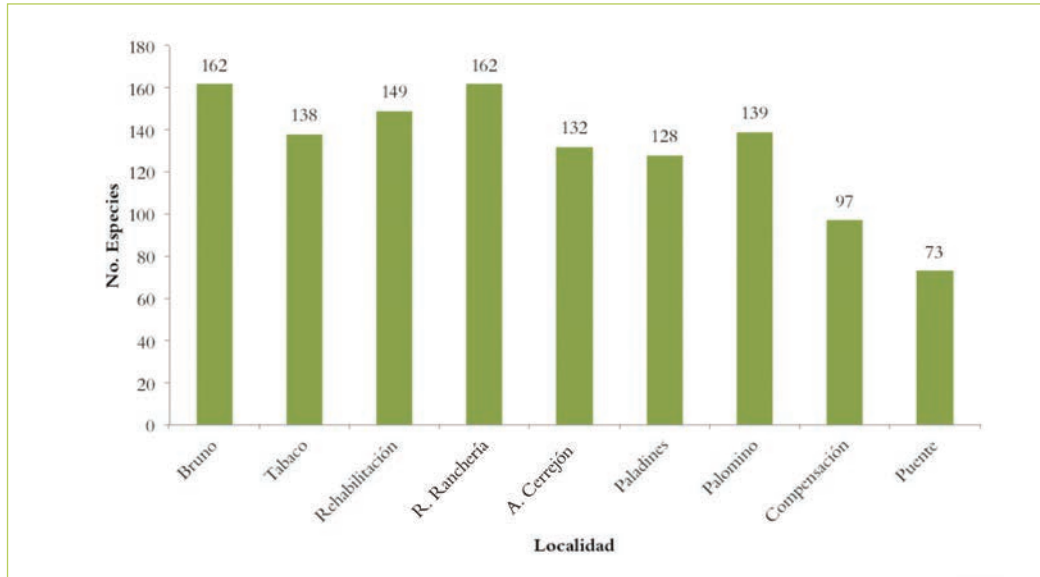


Figura 3. Riqueza de aves por localidad obtenida en todas las fases de muestreo en la mina Cerrejón. La Guajira- Colombia.

Las fluctuaciones de la riqueza de aves en las fases de monitoreo que incluyeron épocas secas y de lluvia (Figura 4), se deben principalmente a la respuesta etológica de las aves ante eventos como la floración

y fructificación que son consecuencia de los períodos climáticos de la región, donde se tiene un sistema bimodal con una época de verano y de invierno fuertemente marcadas.

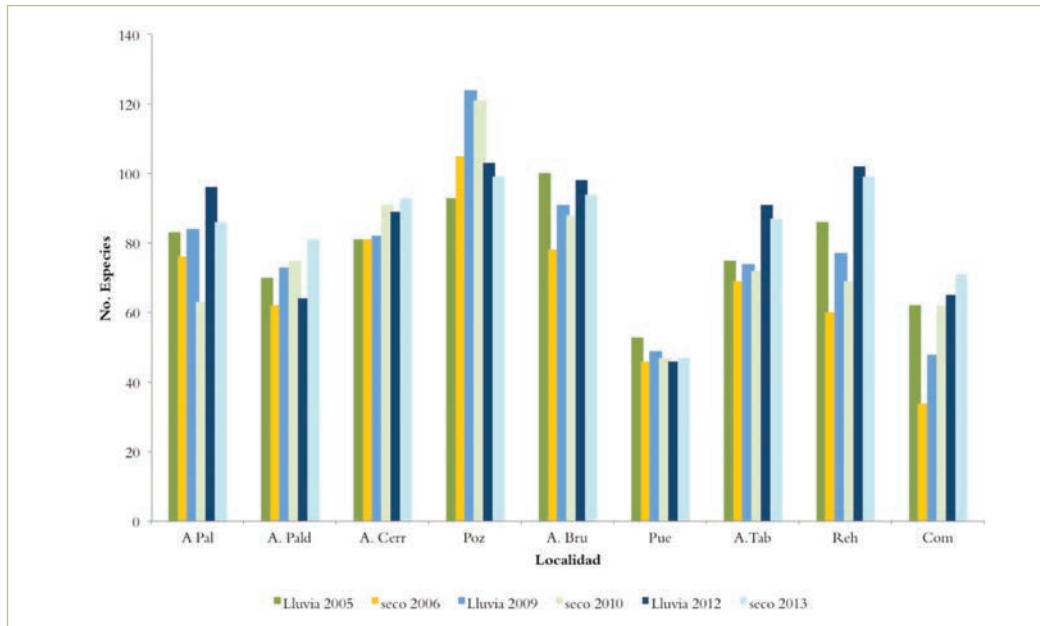


Figura 4. Riqueza de aves por temporada climática en la mina Cerrejón. La Guajira- Colombia.

Similitud de la avifauna en las estaciones de muestreo (diversidad beta)

La avifauna en el valle del Cerrejón se establece en tres grupos plenamente diferenciados (Figura 5), los cuales pueden ser asociados con los hábitats presentes en las unidades de muestreo. El grupo de mayor similitud (Jaccard 0,60) en su composición ornítica representa principalmente a los bosques de galería y está conformado por las estaciones Los Pozos, Arroyo Bruno y Arroyo Tabaco; teniendo en cuenta que los valores de Jaccard que se aproximan a uno sugieren mayor similitud, dentro de este grupo fueron más similares en su avifauna las estaciones Los Pozos y Arroyo Bruno (0,68), lo que indica que estos ecosistemas pueden mantener una composición ornítica muy parecida en cuanto a las especies que albergan.

El grupo conformado por las estaciones Arroyo Paladines, Arroyo Palomino, Arroyo Cerrejón y el área de Rehabilitación, mantienen una similitud de 0,56 en la composición de su avifauna y representan principalmente a los sistemas acuáticos estacionales que presentan pequeños remanentes de bosque de galería

alternados con rastrojos y matorrales. Dentro de este grupo las estaciones Arroyo Cerrejón y Arroyo Palomino fueron las más similares en su avifauna y a su vez presentaron la mayor similitud entre todas las estaciones muestreadas.

Finalmente estuvieron las estaciones que representan hábitats boscosos más secos, donde se incluyen las estaciones Compensación y La Puente con una similitud para el grupo de 0,57.

Uso de hábitat/ categorías ecológicas

Las categorías ecológicas evaluadas (Figura 6) permitieron establecer que los bordes de bosque son el hábitat más utilizado por las aves, representado por el 35,55% de las especies registradas, le siguieron en orden de preferencia con el 26,71%, las especies de hábitats abiertos, encontradas principalmente en lugares con escasa cobertura arbórea como pastizales, potreros, rastrojos y matorrales. La categoría ecológica que incluye aquellas aves que funcionalmente dependen de cuerpos de agua sin sombra en orillas abiertas o con vegetación baja, representó el 14,45%



Turpial amarillo (*Icterus nigrogularis*)

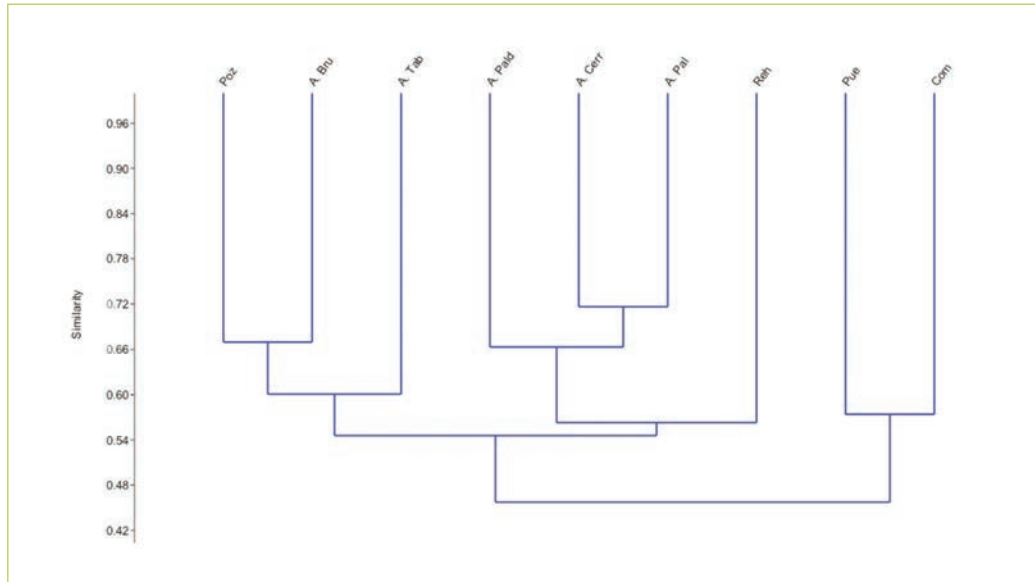


Figura 5. Agrupamientos basados en la avifauna de las estaciones de muestreo en la mina Cerrejón, La Guajira- Colombia. (**Poz:** Los Pozos, **A. Bru:** Arroyo Bruno, **A. Tab:** Arroyo Tabaco, **A. Plad:** Arroyo Paladines, **A. Cerr:** Arroyo Cerrejón, **A. Pal:** Arroyo Palomino, **Reh:** Rehabilitación, **Pue:** La Puente, **Com:** Compensación).

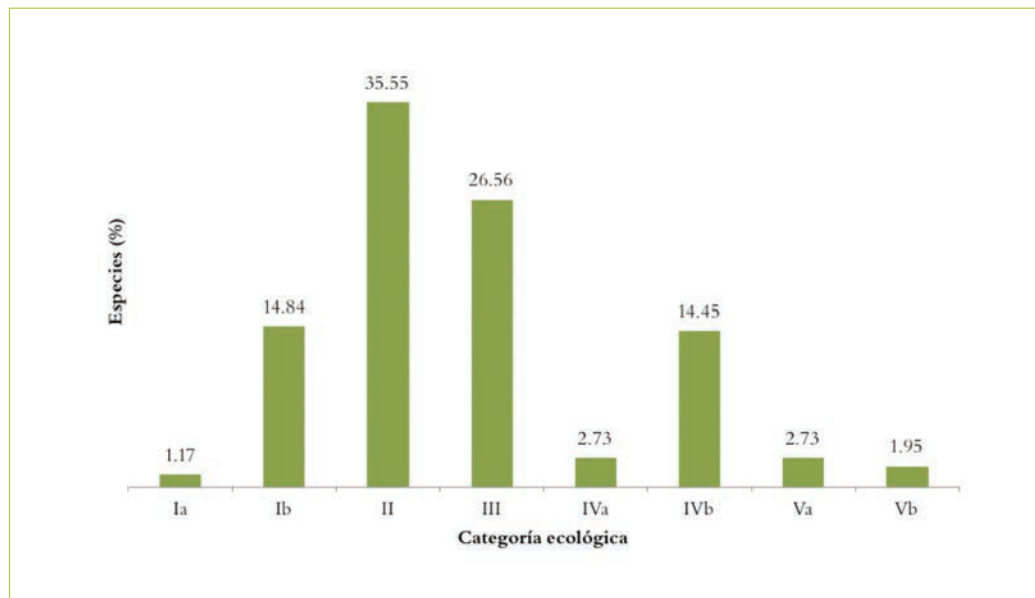


Figura 6. Porcentaje de especies por categoría ecológica en la mina Cerrejón, La Guajira – Colombia. **Ia:** Especies restringidas a bosque poco alterado. **Ib:** Especies de bosque poco alterado bosques secundarios y bordes. **II:** Especies de bordes, de amplia tolerancia. **III:** Especies de áreas abiertas. **IVa:** Especies acuáticas, asociadas a cuerpos de agua con vegetación densa. **IVb:** Especies acuáticas, asociadas a cuerpos de agua sin vegetación. **Va:** Especies aéreas, que requieren parches de bosque. **Vb:** Especies indiferentes a la presencia de bosque.

Gaviota (*Thalasseus maximus*)





Garza blanca (*Ardea alba*)

y solo el 1,17% de las aves se incluyó dentro de la categoría de aves restringidas a bosques poco alterados, se destaca en esta categoría el tinamú patirrojo (*Crypturellus erythropus idoneus*), especie de estatus incierto, distribuida a través de la región de Santa Marta hasta el este de La Guajira y base de Perijá (Hilty y Brown 1986, McMullan *et al.* 2011), y de la cual son escasos los registros en esta zona.

De acuerdo con las preferencias de hábitat, se sugiere que la comunidad de aves de los ecosistemas evaluados en el valle del Cerrejón está representada en términos generales por algunas especies típicas de ambientes poco intervenidos y por una alta densidad de especies generalistas, que de acuerdo con Naranjo y Estela (1999) son característicos de ambientes perturbados y empobrecidos o de ecosistemas jóvenes.

Las aves que utilizan los bordes de bosque y que son consideradas como de amplia tolerancia, reflejan el estado de conservación de las áreas muestreadas, debido a que son las de mayor presencia en todas las unidades de muestreo; sin embargo, se debe tener en cuenta que la facilidad de registrarlas comparado con las especies de hábitats más cerrados como los sotobosques (Stiles y Bohorques 2000, La Verde *et al.* 2005), puede inclinar las estimaciones a favor de las especies de bordes.

Áreas importantes para la conservación

En cuanto a las especies consideradas de bosques poco alterados, su bajo número podría indicar que en la zona, este hábitat es escaso y está representado principalmente por los bosques de galería del Arroyo Bruno, Arroyo Tabaco y del río Ranchería en la estación Los Pozos. Por lo tanto, los escasos

remanentes de bosque deben preservarse con el propósito de mantener los requerimientos ecológicos de estas especies, más aún cuando estos bosques desempeñan un papel importante como corredores de dispersión de fauna y como sitio de albergue de aves.

Los arroyos y embalses dentro del Cerrejón son importantes hábitats para muchas aves acuáticas, sobresaliendo el embalse El Muerto en el área de Rehabilitación, el cual albergó la mayor diversidad de este tipo de aves, dentro de las que se cuentan aves playeras, patos y cigüeñuelas, las cuales emplean las orillas planas lodosas a las que están íntimamente ligadas, ya que son su principal hábitat de alimentación (Hernández-Vásquez 2000). Es de considerar que estas especies tienen patrones locales de distribución estrechamente ligados con los ciclos hidrológicos, debido a que los ambientes acuáticos son temporalmente variables y su avifauna generalmente tiene fluctuaciones marcadas acentuadas con la disponibilidad de nuevos nichos a explotar (López de Casenave y Filipello 1994).

Gremio trófico/microhábitat

Se reportaron en total 18 gremios tróficos (Figura 7), siendo los insectívoros arbóreos y las rapaces los que asociaron el mayor número de especies, con el 23,05% y 12,5% del total de las especies registradas. Otros gremios que albergaron un número importante de especies fueron frugívoro arbóreo (7,81%) y omnívoro arbóreo (7,42%). Los gremios herbívoro y piscívoro volador, fueron conformados por solo tres especies por grupo, que representan el 1,17% de las especies registradas.

Las preferencias tróficas de la avifauna en Cerrejón, indican que cerca de la mitad de las especies de aves consumen insectos, que son un alimento abundante y posiblemente con poca variación estacional (Karr 1976). Relacionados con la dieta insectívora se identificaron cinco de los 18 gremios tróficos, donde tal diversidad se ve favorecida por la variedad de técnicas que exhiben las aves para consumir insectos (captura en orillas de hábitats acuáticos, búsqueda en follaje en distintos niveles y captura al vuelo).

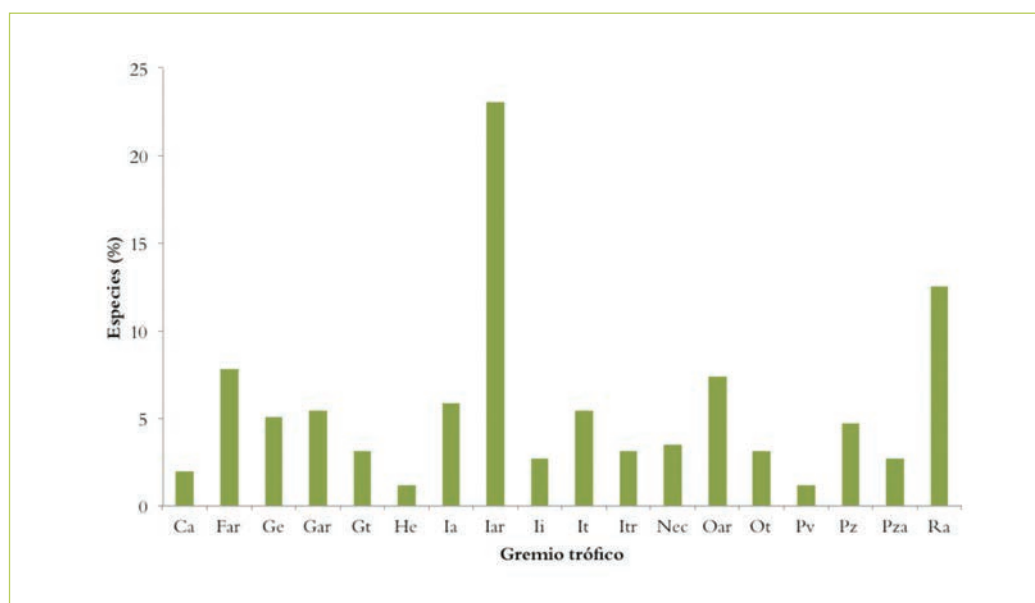


Figura 7. Proporción de especies por gremio trófico en la mina Cerrejón, La Guajira – Colombia. Carroñero (Ca). Frugívoro arbóreo (Far). Granívoro arbóreo (Gar). Granívoro estrato herbáceo (Ge). Granívoro terrestre (Gt). Herbívora (He), Insectívoro aéreo (Ia). Insectívoro arbóreo (Iar). Insectívora consumidora de invertebrados acuáticos (Ii). Insectívoro terrestre y estrato herbáceo (It). Insectívoro troncos (Itr). Nectarívoro (Nec). Omnívoro arbóreo (Oar). Omnívoro terrestre (Ot). Pescadora zancuda (Pz). Pescadora zambullidora (Pza). Pescadora en vuelo (Pv) y rapaz (Ra).



Las frutas cumplen un papel importante para la comunidad de aves, especialmente para las de gran tamaño como guacharacas, loros y tucanes, y dado que aproximadamente una cuarta parte de las especies aprovecha este recurso, se debe tener en cuenta que este grupo depende de la disponibilidad del recurso que fluctúa espacio-temporalmente y demanda posiblemente para su obtención la dispersión en grandes áreas (Stiles y Bohórquez 2000).

En síntesis, el 40,24% de las aves registradas en el valle del Cerrejón consumen insectos u otros invertebrados acuáticos, el 33,59% se alimenta de vertebrados (peces, reptiles, mamíferos y otras aves), mientras el 26,18% de las aves son consumidores primarios (frutos, semillas, hierbas y néctar).

Categoría de residencia en Colombia

La avifauna registrada en el Cerrejón está conformada casi en su totalidad por especies residentes (Hilty

y Brown 1986), las que representan el 77,34% de las aves (Figura 8). Se destacan entre las aves residentes el tinamú patirrojo (*Crypturellus erythropus idoneus*), el carpinterito castaño (*Picumnus cinnamomeus*), el chamicero bigotudo (*Synallaxis candei*), el colibrí esmeralda piquirroja (*Chlorostilbon gibsoni*) y el tiranuelo diminuto (*Inezia tenuirostris*), especies que se encuentran incluidas en el centro de endemismo Guajira y son catalogadas como casi endémicas para Colombia (Stiles 1997), lo que demuestra la importancia de las áreas de estudio como refugio de la avifauna propia de la región.

Por su parte, las aves invernantes con poblaciones reproductivas permanentes constituyen el 8,7% de las aves registradas. Hace parte de esta categoría la reinita cabecidorada (*Protonotaria citrea*), incluida en la lista de Partners in Flight (Carter *et al.* 1996) como especie prioritaria para la conservación y catalogada como especie de preocupación por el Servicio

de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (BirdLife International 2006); se incluye también la reinita amarilla (*Dendroica petechia*), la cual según Strewé *et al.* (2009) utiliza los bosques secos en el norte de Colombia como sitio de invernada.

Las especies migratorias, categorizadas como invernantes no reproductivas, conocidas por sus extraordinarios viajes anuales, con 36 especies registradas, aportaron el 14,06% a la diversidad de aves del Cerrejón. Esto sugiere que los hábitats muestreados albergan una diversidad importante de aves migratorias, lo que obedece principalmente a su localización geográfica, ya que los bosques secos tropicales en el Caribe colombiano han sido considerados el primer ecosistema forestal encontrado por millones de aves migratorias terrestres luego de sobrevolar el mar Caribe (Strewé *et al.* 2009), por lo tanto estos ecosistemas son sitios estratégicos donde se refugian y alimentan las aves migratorias antes de seguir su viaje hacia el sur del continente.

Finalmente, las aves catalogadas como migrantes locales, aportaron el 1,72% a la diversidad ornítica, con tres especies; sobresale entre estas, la guacamaya

verde (*Ara militaris*), de la cual han sido documentadas sus migraciones en la Sierra Nevada de Santa Marta (Strewé y Navarro 2004).

Especies importantes

Dentro de las especies reportadas en el estudio sobresale el andarríos maculado (*Tringa solitaria*), catalogado como una especie de alta preocupación (Brown *et al.* 2001) de la cual se estima una población de 21.000 individuos y sobre la que no se han tomado medidas de conservación (Naranjo *et al.* 2012). Esta especie, reportada en siete de las nueve estaciones de monitoreo, documenta la importancia de los hábitats acuáticos presentes en las áreas de estudio y sugiere que son justificados los esfuerzos que se tomen para conservar estos hábitats.

La guacamaya verde (*Ara militaris*) que de acuerdo con Renjifo *et al.* (2002) es una especie categorizada como vulnerable (VU) a la extinción, debido a que tanto su población como la extensión y calidad de su hábitat está disminuyendo, hace parte de la lista global de UICN en la categoría en peligro (EN) (criterios A2cd; A3cd; A4cd) y está incluida en el Apéndice I de CITES (2011); utiliza la

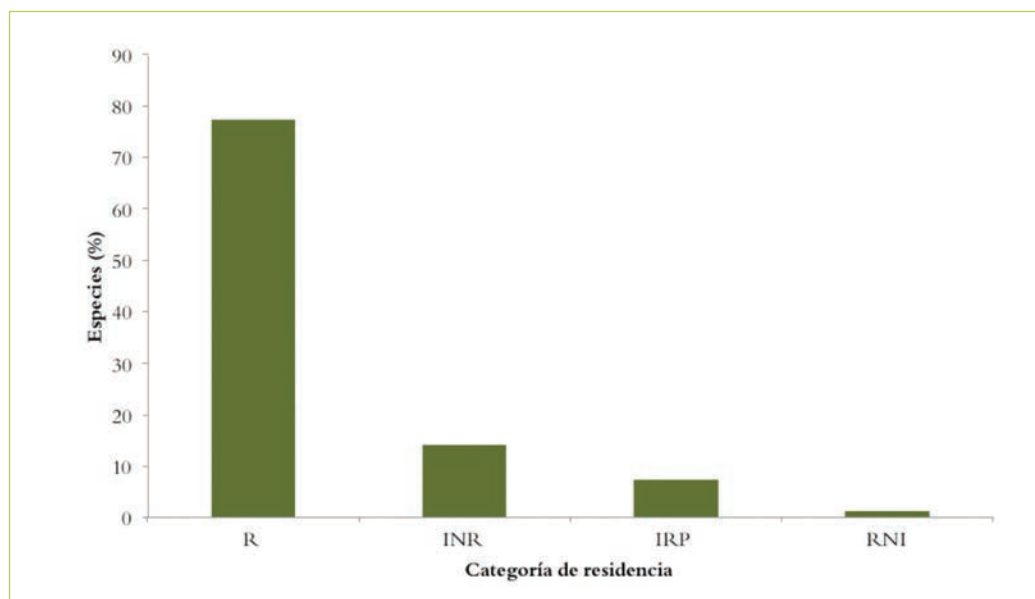


Figura 8. Proporción de especies de acuerdo a la categoría de residencia en Colombia en la mina Cerrejón, La Guajira – Colombia. R: Residente local. IRP: invernante con poblaciones reproductivas permanentes,. RNI: migrante Local. INR: invernante no reproductivo.

estación de muestreo Palomino como sitio de alimentación debido a la presencia de la ceiba blanca (*Hura crepitans*), planta con la cual está relacionada (Flores *et al.* 2004). Para la guacamaya verde se han documentado desplazamientos locales en la Sierra Nevada de Santa Marta (Strewe y Navarro, 2004); sin embargo, en el Cerrejón no se tiene certeza de dónde proviene y cuál es la población que utiliza esta estación de muestreo, por lo que se recomienda establecer planes de acción encaminados a la conservación de esta especie.

El tinamú patirrojo (*Crypturellus erythropus idoneus*) es una de las pocas especies en este muestreo categorizada como restringida a bosques poco alterados. Está considerada como de preocupación menor por la UICN (2013), y tiene escasos registros en esta zona (Hilty y Brown 1986). Se ha propuesto que debe clasificarse como una especie separada de *Crypturellus idoneus*, sin embargo, ante la SACC (*South American Classification Committee*) tal propuesta no fue aprobada debido a que los datos publicados son insuficientes (Remsen *et al.* 2013). Por lo tanto, el hallazgo de esta especie en el Cerrejón, bien puede permitir iniciar investigaciones encaminadas a contribuir con la taxonomía de esta elusiva especie.

Aves marcadas

Durante los estudios realizados hasta el momento en el valle del Cerrejón, se han marcado 908 aves, de las cuales solo se han recapturado dos individuos, el primero de ellos corresponde a la especie *Coryphospingus pileatus* marcada en el área de Rehabilitación el 12 de diciembre de 2005 con el anillo B07529, la cual fue recapturada luego de siete años en esta misma zona el 10 de diciembre de 2012. El segundo individuo correspondió a la especie *Formicivora grisea* capturada en la estación La Puente en el mes de diciembre del año 2012 y marcada con el anillo K0114. Se recapturó en la misma estación en mayo de 2013. Estas recapturas aportan datos importantes sobre las especies y sus requerimientos de hábitat y muestran además que las áreas evaluadas dentro del Cerrejón son refugio de aves, que se mantienen allí durante todo su ciclo de vida.

Conclusiones

Los ecosistemas evaluados a pesar de hacer parte de un paisaje fragmentado, mantienen una diversidad

importante de aves. Sin embargo, se mantiene una tendencia a albergar especies de aves generalistas típicas de hábitats abiertos que se ven favorecidas con la disminución de áreas boscosas, no obstante, desde el punto de vista de la avifauna, todos los sitios valorados son importantes para desarrollar procesos de conservación y compensación, asumidos en el Plan de Manejo Ambiental y puede afirmarse por la importancia que tienen las unidades de muestreo para la conservación de aves con algún grado de amenaza, que son justificados los esfuerzos para mantenerlos y ampliar estas áreas.

Bibliografía

- Andrade, G.I. y C. Mejía, 1988. Cambios estacionales en la distribución de la avifauna terrestre en el parque nacional natural Macuira, Guajira, Colombia. *Trianea* 1 : 145-169.
- Arzuza, D.E., Moreno, M.I., y Salaman, P. (2008) Conservación de las aves acuáticas en Colombia. *Conservación Colombiana* 6:1-72. Junio 2008.
- BirdLife International 2012. *Crypturellus erythropus*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 02 october 2013.
- BirdLife International. 2006. Fichas de especies para migratorias neotropicales en las IBAs. Downloaded from <http://www.birdlife.org>
- Bojorges, J.C. 2006. Riqueza de especies de aves: propuestas metodológicas para su evaluación y estimación. *Ciencia y Mar*, X(30):59-64.
- Brooks, D.M., y Fuller, A. 2006. Biología y Conservación de Crácidos. Pp. 11-26 In: *Conserving Cracids: the most Threatened Family of Birds in the Americas* (D.M. Brooks, Ed.). Misc. Publ. Houston Mus. Nat. Sci., No. 6, Houston, TX.
- Brown, S., C. Hickey, B. Harrington y R. Gill (Eds.). 2001. United States Shorebird Conservation Plan. Manomet center for conservation sciences. <http://www.fws.gov/shorebirdplan/>
- Carter, M., G. Fenwick, C. Hunter, D. Pashley y D. Petit. 1996. Watchlist 1996: For the future. *Audubon Field Notes* 50.
- Castaño, G. 2001. Evaluación de la avifauna asociada a humedales costeros de La Guajira con fines de conservación. En: *Crónica Forestal y del Medio Ambiente*. Diciembre, volumen 16, número 1. Universidad Nacional de Colombia. 5 – 33 pp. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/113/11316101.pdf>
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia-Aves. 2012. Volumen 1. WWF Colombia; Naranjo, L.G; J. D. Amaya, D. Eusse-González y Cifuentes-Sarmiento. Bogotá, D.C. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 708 p.
- Colwell, R. K. 2006. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.Persistent
- URL<purl.oclc.org/estimates>.

- Cracraft, J. 1985. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: areas of endemism. P. 49-84. En: P. A. Buckley *et al.* (eds.). Neotropical Ornithology. Ornithological Monographs N° 36. American Ornithologists Union, Washington, D.C.
- Días, B. J. 2009. Monitoreo de fauna en el valle del Cerrejón. Informe del periodo lluvioso. Aparte 8 Monitoreo de avifauna en el valle del Cerrejón. Asesorías y estudios ambientales J.D.B. S.A.S.
- Estela, F. A., M. López-Victoria. 2005 Aves de la parte baja del río Sinú, Caribe Colombiano; inventario y ampliaciones de distribución. Bol. Invest. Mar. Cost. 34 7-42 ISSN 0122-9761 Santa Marta, Colombia.
- Fitzpatrick, J. W. 1980. Foraging behavior of Neotropical tyrant flycatchers. Condor 82: 43-57.
- Flórez, P. y Sierra, A. 2004. Iniciativa para la conservación de la guacamaya verde (*Ara militaris*) y su hábitat en el occidente de Antioquia – Colombia. ProAves octubre del 2004, Colombia.
- Gómez, C. y Bayly, N.J. (2010) Cruzando el Caribe: Identificación de sitios de parada críticos para aves migratorias neotropicales en el norte de Colombia. SELVA: Investigación para la conservación en el Neotrópico, Bogotá. Informe técnico del primer año No. CEC03.
- Gotelli, N.J., Colwell R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Ecology Letters 4: 379-391.
- Haffer, J. 1961. Notas sobre la avifauna de la península de La Guajira. Novedades Colombianas 1:374-396.
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Paleontología Electrónica 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Hayes, F.E. 1996. Seasonal and geographical variation in resident waterbird populations along the Paraguay river. Hornero, 14: 14-26.
- Hernández-Vásquez, S. 2000. Aves acuáticas del estero la Manzanilla. Jalisco. Acta Zool.Mex 80: 143-153.
- Herzog, S. K., M. Kessler, and T. M. Cahill. 2002. Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assesment data. Auk 119:749-769.
- Hilty, S. and W. Brown. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton University Press, New Jersey.
- Hutto, R.L. 1985. Habitat selection by nonbreeding, migratory land birds. In Habitat selection in birds. (M.L. Cody, ed.). Academic Press, San Diego, p. 455-476.
- Instituto Alexander Von Humboldt, IAVH. 1998. El bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia. Programa de inventario de la biodiversidad, grupo de exploraciones y monitoreo ambiental GEMA, IAVH, Villa de Leyva: p. 24.
- KARR, J. R. 1976. Seasonality, resource availability, and community diversity in tropical bird communities. American Naturalist 110: 973-994.
- Kattan, G.H., Serrano, V. y Aparicio, A. 1996. Aves de Escarlete: diversidad, estructura trófica y organización social. Cespedia, 21(68): 9-27.
- Koskimies, P. 1989: Birds as a tool in environmental monitoring.—Ann. Zool. Fennici 26:153-166.
- López de Casenave, J. y Filipello, A.M. 1994. Las aves acuáticas de la reserva costanera sur: cambios estacionales en la composición específica y en la abundancia de poblaciones y gremios. Hornero, 14: 9-14.
- Márquez, J. C., y M. López-Victoria 2010. Aves marinas en las plataformas de explotación de gas de Chuchupa, Guajira, Colombia. Boletín SAO Vol. 20– Pág. 33-38.
- Medina, G. F. 2011. Diversidad alfa y beta de la comunidad de reptiles en el complejo cenagoso de Zapatos, Colombia. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 59 (2): 935-968.
- Naranjo, L. G. y F. Estela 1999. Inventario de la avifauna de un área suburbana de la ciudad de Cali. Boletín de la Sociedad Antioqueña de Ornitología 10: 11-27.
- Olivares, A. 1973. Las Ciconiformes Colombianas. Garzas – Coclearios – Ibis – Cigüeñas – Espátulas – Flamencos. Bogotá, Colombia. Ediciones Tercer Mundo. 303p
- PNUMA-CMCM (Comps.) 2011. Lista de Especies CITES (CD-ROM). Secretaría CITES, Ginebra, Suiza, y PNUMA-CMCM, Cambridge, Reino Unido.
- Pyle P. 2008. Identification Guide to North American Birds. Part II. The Institute for Bird Populations. Slate Creek Press. Point Reyes, California Sheridan Books, Inc. Ann Arbor., Michigan, USA.
- Ramsar. 1971. La Convención sobre los humedales. Criterios para la identificación de humedales de importancia internacional. [on-line]. URL: <http://www.ramsar.org>
- Remsen, J. V., Jr., C. D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. F. Pacheco, M. B. Robbins, T. S. Schulenberg, F. G. Stiles, D. F. Stotz, y K. J. Zimmer. Version [7 December 2012]. 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 B. López-Lanús (eds.). 2002. Libro Rojo de aves de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicas Alexander von Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia, 554 p.p.
- Robinson, W.D. 1999. Long – Term changes in the Avifauna of Barro Colorado Island, Panama, a tropical forest isolate. Conservation Biology, 13(1): 85-97.
- SALAMAN, P., DONEGAN, T. & CARO, D. 2007. Listado de la avifauna Colombiana. Conservación suplemento, Marzo 2007.
- Sibley, D. A. 2007. The Sibley guide to birds. National Audubon Society. Knopf N.Y. USA.
- Stattersfield, A. J., M. J. Crosby, A. J. Long, y D. C. Wege. 1998. Endemic Bird Areas of the World: Priorities for biodiversity conservation. BirdLife International Conservation Series 7. Cambridge, U.K.
- Stiles, F.G. 1997. Las aves endémicas de Colombia. Pp. 378-385 en Chaves, M.E. y N. Arango (Eds.). Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad. Santa Fe de Bogotá, Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, Tomo I.
- Stiles, F. G., & C. I. Bohórquez. 2000. Evaluando el estado de la biodiversidad: el caso de la avifauna de la Serranía de las Quinchas, Boyacá, Colombia. Caldasia 22:61-92.
- Stiles, F. G. 1985. Seasonal patterns and coevolution in the hummingbird-flower community of a Costa Rican subtropical forest. Ornithological Monographs 36:757-787.

- Strewe, R. y Navarro, C. 2004. New distributional records and conservation importance of the San Salvador valley, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Ornitología Colombiana* No1 (2003): 29-41.
- Strewe, R. and C. Villa-De León. 2006. Conservation of bird species in tropical dry forest, the most endangered ecosystem in Colombia. *Journal of Ornithology* Vol. 147: 258.
- Strewe, R. C. Villa-De León, J. Alzate, J. Beltrán, J. Moya C. Navarro y G. Utria. 2009. Las aves del campus de la Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia. *Rev. Intrópica* 4 : 79-91.
- Todd, W. y Carriker. 1922. The birds of the Santa Marta region of Colombia: a study in altitudinal distribution. *Ann. Carnegie Mus.*
- Wolda, H. 1990. Food availability for an insectivore and how to measure it. In *Avian foraging: Theory, methodology, and applications*. (M. L. Morrison, ed.). *Studies in Avian Biology* 13, p. 38-143.
- Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventario de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Anexo 1. Listado de especies y algunos atributos ecológicos de las aves presentes en la mina Cerrejón. La Guajira- Colombia.

Categoría ecológica (CE) **Ia:** Especies restringidas a bosque poco alterado. **Ib:** Especies de bosque poco alterado, bosques secundarios y bordes. **II:** Especies de bordes, de amplia tolerancia. **III:** Especies de áreas abiertas. **IVa** Especies acuáticas, asociadas a cuerpos de agua con vegetación densa. **IVb:** Especies acuáticas, asociadas a cuerpos de agua sin vegetación. **Va:** Especies aéreas, que requieren parches de bosque. **Vb:** Especies indiferentes a la presencia de bosque.

Gremio trófico (GT): Carroñero (Ca). Frugívoro arbóreo (Far). Granívoro arbóreo (Gar). Granívoro estrato herbáceo (Ge). Granívoro terrestre (Gt). Herbívora (He). Insectívoro aéreo (Ia). Insectívoro arbóreo (Iar). Insectívora consumidora de invertebrados acuáticos (Ii). Insectívoro terrestre y estrato herbáceo (It). Insectívoro troncos (Itr). Nectarívoro (Nec). Omnívoro arbóreo (Oar). Omnívoro terrestre (Ot). Pescadora zancuda (Pz). Pescadora zambullidora (Pza). Pescadora en vuelo (Pv) y rapaz (Ra).

Categoría de residencia en Colombia (CR): **R:** Residente local, **IRP:** Invernante con Poblaciones Reproductivas Permanentes, **RNI:** Migrante Local, **INR:** Invernante No Reproductivo.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	CE	GT	CR
TINAMIFORMES	Tinamidae	<i>Crypturellus erythropus idoneus</i>	Tinamú patirrojo	Ia	Gt	R
ANSERIFORMES	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pisingo	IVb	He	RNI
		<i>Anas discors</i>	Barraquete	IVb	He	IRP
		<i>Nonyonyx dominicus</i>	Pato encapuchado	IVa	He	R
GALLIFORMES	Cracidae	<i>Ortalis ruficauda</i>	Guacharaca guajira	II	Far	R
	Odontophoridae	<i>Colinus cristatus</i>	Codorniz	III	Gt	R
PODICIPEDIFORMES	Podicipedidae	<i>Pedilymbus podiceps</i>	Zambullidor piquipintado	IVb	Pza	R
CICONIIFORMES	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Coyongo	IVb	Ot	R
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Pato cuervo	IVb	Pza	IRP
SULIFORMES	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Pato aguja	IVb	Pza	R
		<i>Trigrisoma lineatum</i>	Vaco colorado	IVa	Pz	IRP
PELECANIFORMES	Ardeidae	<i>Tigrisoma fasciatum</i>	Vaco cabecinegro	IVa	Pz	R
		<i>Nycticorax nycticorax</i>	Guaco común	IVb	Pz	IRP
		<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde	IVb	Pz	INR
		<i>Butorides striata</i>	Garcita estriada	IVb	Pz	R
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita del ganado	III	It	IRP
		<i>Ardea herodias</i>	Garzón azulado	IVb	Pz	IRP
		<i>Ardea cocoi</i>	Garza morena	IVb	Pz	IRP
		<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	IVb	Pz	IRP
		<i>Pilherodius pileatus</i>	Garza crestada	IVb	Pz	R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	CE	GT	CR
PELECANIFORMES	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza patiamarilla	IVb	Pz	IRP
		<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul	IVb	Pz	IRP
		<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	IVb	Pz	IRP
PELECANIFORMES	Threskiornithidae	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Ibis verde	IVa	Ot	R
		<i>Phimosus infuscatus</i>	Coquito	IVb	Ot	R
		<i>Platalea ajaja</i>	Pato cuchara	IVb	Ot	R
		<i>Cathartes aura meridionalis</i>	Guala de cabeza roja migratoria	Vb	Ca	INR
		<i>Cathartes aura ruficollis</i>	Guala de cabeza roja	Vb	Ca	R
		<i>Coragyps atratus</i>	Chulo	Vb	Ca	R
CATHARTIFORMES	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	Guala sabanera	Vb	Ca	R
		<i>Sarcoramphus papa</i>	Rey gallinazo	Va	Ca	R
		<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	IVb	Pv	INR
		<i>Elanus leucurus</i>	Águililla blanca	Va	Ra	R
		<i>Gampsonyx swainsonii</i>	Águililla enana	III	Ra	R
		<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Caracolero selvático	II	Ra	R
		<i>Busarellus nigricollis</i>	Águila cienaguera	IVb	Pv	R
		<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracolero común	IVb	Ra	R
		<i>Ictinia mississippiensis</i>	Águililla de Misisipi	Va	Ra	INR
		<i>Accipiter bicolor</i>	Azor bicolor	II	Ra	R
ACCIPTRIFORMES	Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Águila zancona	II	Ra	R
		<i>Buteogallus anthracinus</i>	Cangrejero negro	II	Ra	R
		<i>Buteogallus meridionalis</i>	Águila sabanera	III	Ra	R
		<i>Buteogallus umbitinga</i>	Cangrejero mayor	II	Ra	R
		<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero	II	Ra	R
		<i>Parabuteo unicinctus</i>	Águila rabiblanca	Va	Ra	R
		<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Águila coliblanca	Va	Ra	R
		<i>Buteo nitidus</i>	Águila barrada	II	Ra	R
		<i>Buteo platypterus</i>	Águila migratoria	II	Ra	INR
		<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán ravicorto	II	Ra	R
		<i>Buteo albonotatus</i>	Águila gallinaza	Va	Ra	R
		<i>Spizactus ornatus</i>	Águila coronada	Va	Ra	R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	CE	GT	CR
FALCONIFORMES	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón montés collarado	II	Ra	R
		<i>Caracara cheriway</i>	Guaraguaco común	III	Ra	R
		<i>Herpotheres cachimans</i>	Halcón culebrero	II	Ra	R
		<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	III	Ra	R
		<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	II	Ra	INR
		<i>Falco femoralis</i>	Halcón plomizo	III	Ra	R
		<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	III	Ra	IRP
		<i>Milvago chimachima</i>	Pigüía	III	Ra	R
		<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	IVb	Ot	R
GRUIFORMES	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Chilacoa	IVa	It	R
		<i>Porphyrion martinicus</i>	Polla azul	IVa	It	RNI
		<i>Porzana carolina</i>	Polluela norña	IVa	It	R
		<i>Gallinula galeata</i>	Polla gis	IVb	It	R
		<i>Vánellus chilensis</i>	Pellar teru-teru	III	It	R
		<i>Charadrius collaris</i>	Chorlito collarado	IVb	It	R
		<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela americana	IVb	li	IRP
		<i>Burhinus bistriatus</i>	Galán	III	It	R
		<i>Tringa solitaria</i>	Andarrios solitario	IVb	li	INR
		<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarillo grande	IVb	li	INR
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarillo chico	IVb	li	INR
		<i>Calidris minutilla</i>	Playero diminuto	IVb	li	INR
		<i>Actitis macularia</i>	Andarrios maculado	IVb	li	INR
		<i>Jacana jacana</i>	Gallito de ciénaga	IVb	li	R
		<i>Rynchops niger</i>	Pico tijera	IVb	Pv	IRP
		<i>Patagioenas corensis</i>	Torcaza cardonera	III	Gar	R
		<i>Patagioenas cayennensis</i>	Torcaza morada	III	Gar	R
		<i>Columbina passerina</i>	Tierrera	III	Gt	R
		<i>Columbina squammata</i>	Tortolita colilarga	III	Gt	R
		<i>Columbina talpacoti</i>	Tierrera	III	Gt	R
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Zenaidura macroura</i>	Torcaza nagüblanca	III	Gt	R
		<i>Leptotila verreauxi</i>	Caminera rabiblanca	II	Gt	R
		<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azul	II	Gar	R
		<i>Columbina minuta</i>	Tortolita diminuta	III	Gt	R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	CE	GT	CR
PSITTACIFORMES	Psittacidae	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	Ib	Gar	RNI
		<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro cabeciamarillo	Ib	Gar	R
		<i>Ara chloropterus</i>	Guacamaya rojiverde	Ib	Gar	R
		<i>Aratinga pertinax</i>	Perico carisucio	II	Gar	R
		<i>Aratinga acuticaudata</i>	Perico frentiazul	Ib	Gar	R
		<i>Forpus passerinus</i>	Periquito coliverde	II	Gar	R
		<i>Brotogeris jugularis</i>	Periquito bronceado	II	Gar	R
		<i>Pionus menstruus</i>	Cotorra cheja	II	Gar	R
		<i>Piaya cayana</i>	Pájaro ardilla	Ib	Oar	R
		<i>Coccyzus americanus</i>	Cucillo migratorio	II	Iar	INR
CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Tapera naevia</i>	Cuco sin-fin	III	Iar	R
		<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero común	III	Oar	R
		<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero cirigüelo	III	Oar	R
		<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cuco faisán	II	Oar	R
		<i>Crotophaga major</i>	Garrapatero mayor	II	Oar	R
		<i>Tyto alba</i>	Lechuza común	II	Ra	R
		<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	Ib	Ra	R
		<i>Pulsatrix perspicillata</i>	Búho de anteojos	Ib	Ra	R
		<i>Megascops choliba</i>	Currucutú	II	Ra	R
		<i>Glaucidium brasilianum</i>	Pavita de la muerte	II	Ra	R
STRIGIFORMES	Strigidae	<i>Pseudoscops clamator</i>	Búho rayado	II	Ra	R
		<i>Steatomis caripensis</i>	Guacharo	Ia	Far	R
		<i>Nyctibius griseus</i>	Bien parado común	II	Ia	R
		<i>Hydropsalis cayennensis</i>	Guardacaminos rastrojero	II	Ia	R
		<i>Nyctidonus albicollis</i>	Guardacaminos común	II	Ia	R
		<i>Chordeiles nacunda</i>	Chotacabras collarajo	III	Ia	R
		<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	II	Ia	R
		<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras migratorio	II	Ia	INR
		<i>Antrostomus rufus</i>	Guardacaminos colorado	II	Ia	R
		<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo de collar	Vb	Ia	R
CAPRIMULGIFORMES	Caprimulgidae	<i>Lepidopyga goudoti</i>	Colibrí de Goudot	III	Nec	R
		<i>Phaethornis anthophilus</i>	Eremitaño carinegro	II	Nec	R
		<i>Amazilia saucerrottei</i>	Amazilia coliazul	II	Nec	R
		<i>Chlorostilbon gibsoni</i>	Esmeralda piquirroja	III	Nec	R
		<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo de collar	Vb	Ia	R
		<i>Lepidopyga goudoti</i>	Colibrí de Goudot	III	Nec	R
APODIFORMES	Apodidae	<i>Phaethornis anthophilus</i>	Eremitaño carinegro	II	Nec	R
		<i>Amazilia saucerrottei</i>	Amazilia coliazul	II	Nec	R
		<i>Chlorostilbon gibsoni</i>	Esmeralda piquirroja	III	Nec	R
		<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo de collar	Vb	Ia	R
		<i>Lepidopyga goudoti</i>	Colibrí de Goudot	III	Nec	R
		<i>Phaethornis anthophilus</i>	Eremitaño carinegro	II	Nec	R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	CE	GT	CR
APODIFORMES	Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia colirrufo	III	Nec	R
		<i>Glaucis hirsutus</i>	Ermitaño canelo	II	Nec	R
		<i>Leucippus fallax</i>	Colibrí anteado	II	Nec	R
		<i>Anthracothorax nigricollis</i>	Mango pechinegro	III	Nec	R
CORACIIFORMES	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador chico	IVb	Pza	R
		<i>Chloroceryle amazona</i>	Pescador matraquero	IVb	Pza	R
		<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador grande	IVb	Pza	R
		<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín pescador migratorio	IVb	Pza	INR
	Momotidae	<i>Momotus subrufescens</i>	Barranquero ferina	Ib	Oar	R
		<i>Galbula ruficauda</i>	Jacamar colirrufo	II	Iar	R
		<i>Hypnelus ruficollis</i>	Chupa tabaco	II	Iar	R
		<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán caribeño	Ib	Far	R
PICIFORMES	Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero marcial	Ib	Itr	R
		<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero real	II	Itr	R
		<i>Picumnus cinnamomeus</i>	Carpinterito castaño	Ib	Itr	R
		<i>Colaptes punctigula</i>	Carpintero buchipecoso	II	Itr	R
		<i>Piculus chrysoloros</i>	Carpintero dorado	Ib	Itr	R
		<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Carpintero habado	II	Itr	R
		<i>Dendroplex pictus</i>	Trepador pico de lanza	II	Itr	R
		<i>Furnarius leucopus</i>	Barrero	II	It	R
		<i>Synallaxis candei</i>	Chamicero bigotudo	II	Iar	R
		<i>Synallaxis albens</i>	Chamicero pálido	III	Iar	R
PASSERIFORMES	Furnariidae	<i>Campylorhamphus trochilostrius</i>	Guadãnero rojizo	Ib	Itr	R
		<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	Rastrojero barbiamarillo	III	Iar	R
		<i>Formicivora grisea</i>	Hormiguero pechinegro	II	Iar	R
		<i>Thamnophilus melanotus</i>	Batará encapuchado	Ib	Iar	R
		<i>Sakesphorus canadensis</i>	Batará copeton	II	Iar	R
		<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	II	Iar	R
	Thamnophilidae	<i>Atalotriccus pilaris</i>	Tiranuelo ojiamarillo	II	Iar	R
		<i>Contopus cinereus</i>	Atrapamoscas tropical	II	Iar	R
		<i>Campostoma obsoletum</i>	Tiranuelo silvador	III	Iar	R
		<i>Elaenia chiriquiensis</i>	Elaenia menor	III	Iar	IRP
		<i>Elaenia flavogaster</i>	Elaenia copetona	II	Iar	R
		<i>Fluvicola pica</i>	Viudita común	III	Iar	R
TYRANNIFORMES	Tyrannidae	<i>Atalapha olivacea</i>	Atalafita	III	Iar	R
		<i>Atalapha tenuis</i>	Atalafita	III	Iar	R
		<i>Atalapha virens</i>	Atalafita	III	Iar	R
		<i>Atalapha tenuis</i>	Atalafita	III	Iar	R
		<i>Atalapha tenuis</i>	Atalafita	III	Iar	R
		<i>Atalapha tenuis</i>	Atalafita	III	Iar	R
		<i>Atalapha tenuis</i>	Atalafita	III	Iar	R
		<i>Atalapha tenuis</i>	Atalafita	III	Iar	R
		<i>Atalapha tenuis</i>	Atalafita	III	Iar	R
		<i>Atalapha tenuis</i>	Atalafita	III	Iar	R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	CE	GT	CR
PASSERIFORMES	Tyrannidae	<i>Hemitricus margaritaceiventer</i>	Picochato perlado	II	Iar	R
		<i>Inezia tenuirostris</i>	Tiranuelo diminuto	II	Iar	R
		<i>Machetornis rixosus</i>	Atrapamoscas ganadero	III	It	R
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Atrapamoscas crestado	II	Iar	R
		<i>Myiozetetes similis</i>	Suelda social	II	Iar	R
		<i>Megarhynchus pitangua</i>	Atrapamoscas picudo	II	Oar	R
		<i>Myiopagis gaimardii</i>	Elaenia selvática	Ib	Iar	R
		<i>Myiodynastes maculatus</i>	Atrapamoscas maculado	II	Oar	R
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Chicha fría	II	Oar	R
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Atrapamoscas pechirrojo	III	Iar	R
		<i>Sublegatus arenarum</i>	Atrapamoscas rastrojero	II	Iar	R
		<i>Tolmomyias flaviventris</i>	Picoplano pechiamarillo	Ib	Iar	R
		<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Picoplano azufrado	Ib	Iar	R
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí común	III	Iar	IRP
		<i>Arundinicola leucocephala</i>	Monjita pantanera	IVb	Iar	R
		<i>Phacomytias murina</i>	Tiranuelo murino	II	Iar	R
		<i>Rhynchocyclus olivaceus</i>	Picoplano oliváceo	Ia	Iar	R
		<i>Empidonax virescens</i>	Atrapamoscas verdoso	II	Iar	INR
		<i>Empidonax traillii</i>	Atrapamoscas saucero	II	Iar	INR
		PASSERIFORMES	Tyrannidae	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Suelda crestinegra	III
<i>Pitangus lictor</i>	Bichofue menor			II	Iar	R
<i>Tyrannus dominicensis</i>	Sirirí gris			III	Iar	R
<i>Tyrannus tyrannus</i>	Sirirí migratorio			III	Iar	INR
<i>Tyrannus savana</i>	Sirirí tjeretón			III	Iar	R
<i>Myiarchus venezuelensis</i>	Atrapamoscas venezolano			II	Iar	R
<i>Myiarchus crinitus</i>	Atrapamoscas copetón			II	Iar	INR
<i>Tityra inquisitor</i>	Tityra capirotada			Ib	Far	R
<i>Pachyrhamphus rufus</i>	Cabezón cinereo			II	Oar	R
<i>Chiroxiphia lanceolata</i>	Saltarín coludo			Ib	Far	R
Hirundinidae	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina barranquera	III	Ia	R
		<i>Tachycineta albiventer</i>	Golondrina aliblanca	III	Ia	R
		<i>Progne tapera</i>	Golondrina sabanera	III	Ia	R
		<i>Progne chalybea</i>	Golondrina de campanario	III	Ia	R
		<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña	III	Ia	INR
		<i>Tityra capitata</i>	Tityra capirotada	Ib	Far	R
		<i>Cabezón cinereo</i>	Cabezón cinereo	II	Oar	R
		<i>Saltarín coludo</i>	Saltarín coludo	Ib	Far	R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	CE	GT	CR
PASSERIFORMES	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	III	Ia	INR
		<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	III	Ia	INR
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus griseus</i>	Cucarachero chupahuevos	III	Iar	R
		<i>Campylorhynchus nuchalis</i>	Cucarachero choco-rocoy	II	Iar	R
		<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	III	Iar	R
		<i>Thryothorus leucotis</i>	Cucarachero anteadado	II	Iar	R
		<i>Thryothorus rufalbus</i>	Cucarachero cantor	II	Iar	R
		<i>Poliopitila plumbea</i>	Curruca tropical	II	Iar	R
	Poliopitilidae	<i>Ramphocaelus melanurus</i>	Curruca picuda	Ib	Iar	R
		<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal buchipecoso	Ib	Oar	INR
		<i>Turdus leucomelas</i>	Mirla ventriblanca	Ib	Oar	R
		<i>Catharus fuscescens</i>	Zorzal rojizo	Ib	Oar	INR
		<i>Catharus minimus</i>	Zorzal carigris	Ib	Oar	INR
		<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte común	III	Oar	R
		<i>Cyclathis gujanensis</i>	Verderón cejirrufo	II	Far	R
		<i>Vireo olivaceus</i>	Verderón ojirrojo	II	Far	IRP
		<i>Hylophilus flavipes</i>	Verderón rastrojero	III	Iar	R
		<i>Vireo flavovirides</i>	Verderón verdiamarillo	Ib	Iar	IRP
	Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i>	Chauchau	II	Oar	R
		<i>Basileuterus rufifrons</i>	Araño cabecirrufo	II	Iar	R
	Vireonidae	<i>Leiostyris peregriina</i>	Reinita verderona	Ib	Iar	INR
		<i>Mniotilta varia</i>	Cebrita trepadora	Ib	Iar	INR
		<i>Parkesia motacilla</i>	Reinita de Luisiana	II	It	INR
		<i>Parkesia noveboracensis</i>	Reinita acuática	II	It	INR
		<i>Protonotaria citrea</i>	Reinita cabecidorada	II	Iar	INR
		<i>Setophaga fusca</i>	Reinita gorguamarilla	Ib	Iar	INR
		<i>Setophaga petechia</i>	Reinita amarilla	II	Iar	IRP
		<i>Setophaga ruticilla</i>	Candelita norteña	Ib	Iar	INR
		<i>Setophaga striata</i>	Reinita rayada	Ib	Iar	INR
		<i>Coereba flaveola</i>	Mielero común	II	Nec	R
		<i>Conirostrum leucogenys</i>	Conirrostró orejiblanco	Ib	Iar	R
		<i>Coryphospingus pileatus</i>	Cardonero coronirrojo	III	Gar	R
	Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Güicha hormiguera	Ib	Iar	R
<i>Nemosia pileata</i>		Trinadora pechiblanca	Ib	Far	R	
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>		Sangre toro	II	Far	R	
<i>Sicalis flaveola</i>		Canario	III	Ge	R	
<i>Sporophila bouvronides</i>		Tusero	II	Ge	R	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	CE	GT	CR
		<i>Sporophila intermedia</i>	Espiguero gris	III	Ge	R
		<i>Sporophila minuta</i>	Rosita vieja	III	Ge	R
		<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero capuchino	III	Ge	R
		<i>Sporophila schiata</i>	Espiguero pizarra	III	G	R
		<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo común	II	Far	R
		<i>Thraupis glaucocolpa</i>	Azulejo glauco	II	Far	R
		<i>Thraupis palmarum</i>	Azulejo palmero	II	Far	R
		<i>Tiaris bicolor</i>	Semillero pechinegro	III	Gar	R
		<i>Tiaris obscurus</i>	Semillero pardo	III	Ge	R
		<i>Volatinia jacarina</i>	Chirrio	III	Ge	R
		<i>Saltator coerulescens</i>	Papayero	II	Far	R
		<i>Saltator maximus</i>	Saltator ajicero	II	Far	R
		<i>Saltator striatipectus</i>	Papayero pio-judio	II	Far	R
		<i>Euphonia trinitatis</i>	Eufonia de Trinidad	Ib	Far	R
		<i>Astragalinus psaltria</i>	Jilguero aliblanco	II	Ge	R
		<i>Euphonia lanirostris</i>	Eufonia gorgiamarilla	Ib	Far	R
		<i>Ammodramus humeralis</i>	Sabanero rayado	III	Ge	R
		<i>Arremonops tocuyensis</i>	Pinzón guajiro	III	Ge	R
		<i>Arremonops conirostris</i>	Pinzón conirotro	III	Ge	R
		<i>Cardinalis phoeniceus</i>	Rey guajiro	III	Gar	R
		<i>Piranga rubra</i>	Piranga abejera	Ib	Far	INR
		<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo degollado	Ib	Far	INR
		<i>Spiza americana</i>	Arrocero migratorio	III	Ge	INR
		<i>Molothrus bonariensis</i>	Chamón parásito	III	Ot	R
		<i>Quiscalus lugubris</i>	Chango llanero	III	Ot	R
		<i>Icterus nigrogularis</i>	Toche	II	Oar	R
		<i>Icterus auricapillus</i>	Turpial cabecirrojo	II	Oar	R
		<i>Cacicus cela</i>	Arrendajo común	Ib	Far	R
		<i>Chrysomus icterocephalus</i>	Toche de agua	III	Ot	R
		<i>Icterus galbula</i>	Turpial de baltimore	II	Iar	INR
		<i>Sturnella militaris</i>	Soldadito	III	It	R
		<i>Sturnella magna</i>	Chirlobirlo	III	It	R
		<i>Icterus icterus</i>	Turpial guajiro	II	Oar	R

PASSERIFORMES



Ocelote (*Leopardus pardalis*)



Mono aullador (*Alouatta seniculus*)

Mastofauna

Santiago Cañón y Fernando Trujillo

Introducción

Los mamíferos son uno de los grupos más carismáticos a nivel mundial. Grupos como los primates, ungulados (venados, dantas) y carnívoros como los jaguares, pumas y tigrillos han generado mucho interés en el ser humano, ya sea como especies de consumo, con fines medicinales o generando conflictos con animales de cría doméstica. Este grupo es muy diverso en Colombia, donde se estima que hay 492 especies descritas (Solari *et al.*, 2013) y que este número puede sobrepasar fácilmente las 500 si se revisan cuidadosamente las colecciones biológicas y se amplían los monitoreos en áreas geográficas aún pobremente estudiadas. Una prueba de eso es la reciente descripción de una nueva especie de olingo para la zona andina de Colombia y Ecuador por parte de una revisión de laboratorio realizada por el Smithsonian Institute. Igualmente, a finales del año pasado se adicionó un registro de un delfín marino (*Delphinus capensis*) en La Guajira que no había sido reportado para Colombia (Palacios *et al.*, 2013).

Los mamíferos colombianos se encuentran representados en 15 órdenes, 46 familias y 200 géneros, siendo los murciélagos el orden más diverso (178 especies), seguido por los roedores (135 especies). Todo lo anterior ubica a Colombia como el cuarto país más rico a nivel mundial en especies de mamíferos y el tercero en el Neotrópico, después de Brasil, Indonesia y México. En cuanto a murciélagos, Colombia se ubica como el segundo más diverso del mundo y el primero en el continente americano. Adicionalmente, Colombia cuenta con 28 especies endémicas, dentro de las que se destacan los roedores (21 especies, 75%), seguidos por los primates, marsupiales y animales insectívoros (Alberico *et al.* 2000; Solari *et al.*, 2013).

Por su parte y gracias a los monitoreos de mamíferos que se han adelantado en el departamento de La Guajira, junto con la revisión de las bases de datos del Instituto Alexander von Humboldt y la colección del Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional, se logró compilar un listado de 116 especies

de mamíferos de presencia comprobada para este departamento, categorizadas en 10 órdenes, 33 familias y 82 géneros, representando así el 24% de las especies registradas para toda Colombia (Anexo 1).

Los mamíferos en general son especies que presentan gran movilidad, por lo que la destrucción del hábitat, su fragmentación y la presencia de disturbios humanos los pueden afectar severamente. Es fundamental para estas especies contar con corredores biológicos que permitan la conectividad entre ecosistemas para que puedan desplazarse en búsqueda de alimento y oportunidades reproductivas. En el departamento de La Guajira, dicha conectividad se mantiene precariamente a través de bosques de galería y pequeños relictos de vegetación natural y seminatural, en medio de áreas ganaderas, agrícolas, urbanas y de minería. Estos bosques, en su mayoría secos y subxerofíticos son de gran sensibilidad y actualmente se encuentran amenazados a pesar de que desde hace una década existen iniciativas de orden nacional y regional para conservarlos. Las poblaciones reducidas de mamíferos, aisladas en endogamia y erosión genética, no son ya viables, a menos que se logre establecer corredores efectivos entre los bosques de la región (Salazar 2011).

Los resultados de este capítulo corresponden a evaluaciones biológicas realizadas a lo largo de más de diez años en el complejo carbonífero del Cerrejón, localizado en jurisdicción de los municipios de Albania, Barrancas, Hatonuevo y Maicao. Esta área minera se extiende a lo largo de 50 kilómetros en el valle del río Ranchería, entre la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá, cubriendo una extensión de 69.364 hectáreas (Gualdrón 2009-2010). En la zona se ha estimado la presencia de 93 especies de mamíferos entre 1998 y el 2013 lo que correspondería al 80,17% de las especies de presencia comprobada para La Guajira y el 18,7% de las especies registradas para Colombia. Dentro de las áreas de estudio, se utilizaron técnicas de muestreo estandarizadas, con pequeñas variaciones con el fin de monitorear las poblaciones de mamíferos en el área de influencia de Cerrejón.

Este tipo de estudios son relevantes debido a que la identificación de mamíferos es importante no solo como documentación científica, sino también para evaluar los cambios originados por

perturbaciones humanas o naturales (Amador 2010), lo que conllevaría a plantear retos encaminados hacia la conservación. Adicionalmente, los mamíferos son reconocidos como importantes para el funcionamiento de los ecosistemas, gracias a la capacidad que tienen para polinizar y dispersar semillas de gran variedad de plantas, para el control biológico de plagas (Tirira 2007) y adicionalmente actúan como depredadores y presas (García y Estrada 2010).

Metodología

Los datos presentados en este capítulo consolidan evaluaciones biológicas contratadas por Cerrejón a lo largo de diez años con diferentes grupos de investigación, cubriendo diferentes estaciones climáticas. Estos muestreos se realizaron en áreas preseleccionadas por su cobertura e importancia ecológica y se mantuvieron con pequeñas variaciones a lo largo del tiempo de las evaluaciones.

El uso de redes de niebla, de trampas Sherman y los recorridos de observación directa (no sistemático), al igual que los seguimientos especializados de primates, son metodologías comunes para todos los monitoreos realizados en el valle del Cerrejón desde el 2003 hasta el 2013. A partir del 2009 se introdujo el uso de trampas Tomahawk y de cámaras trampa, las que fortalecieron los estudios de medianos y grandes mamíferos (Tabla 1).

Cada uno de los datos obtenidos en campo fue georreferenciado utilizando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y consignado en una libreta de campo.

Mamíferos medianos (arborícolas, semiarborícolas y terrestres)

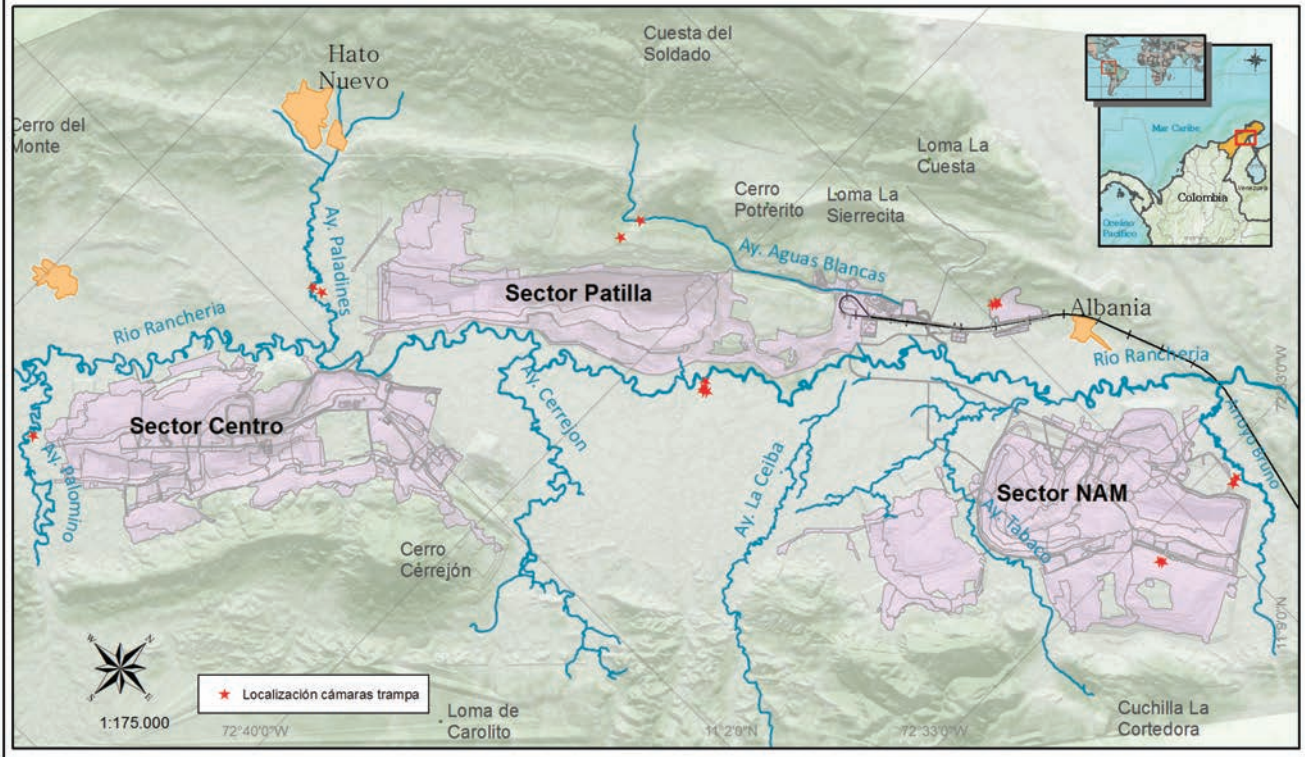
Para la determinación de presencia de este grupo de animales, se realizaron observaciones directas (Amador 2010) en las estaciones de muestreo; adicionalmente se recorrieron caminos, senderos y trochas en las diferentes estaciones de muestreo. Una vez observado algún individuo o grupo, se procedió a tomar registros fotográficos y datos como especie, método de detección (visual, auditivo u olfativo), hora exacta del encuentro, altura en el dosel (para especies arborícolas), número de individuos, duración del contacto visual, características de comportamiento del (los) individuo(s) observado(s) y conformación.



Marmosa (*Marmosa robinsoni*)

Estaciones fototrampeo – Mastofauna

Valle del Cerrejón – Departamento de La Guajira – Colombia.



Mapa de ubicación de las estaciones de estudio de mastofauna mediante fototrampeo.

Marmosa (*Marmosa xerophila*)





Armadillo (*Dasypus novemcinctus*)

Tabla 1. Metodologías para el estudio de mamíferos silvestres utilizados en los diferentes monitoreos realizados en el Cerrejón desde el 2003 hasta el 2013.

Año	Responsable	Metodologías usadas					
		Redes de niebla	Trampas Sherman	Trampas Tomahawk	Recorridos de observación directa	Seguimiento monos	Fototrampeo
2003	Centro de Primatología Araguatos	X	X		X	X	
2004		X	X		X	X	
2005	F. Hidrobiológica George Dahl	X	X		X	X	
2006		X	X		X	X	
2009	Asesorías y Estudios Ambientales J.D.B.S.A.S	X	X	X	X	X	X
2010		X	X	X	X	X	X
2012	Fundación Omacha	X	X	X	X	X	X
2013		X	X	X	X	X	X



Mono aullador (*Alouatta seniculus*)



Venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*)



Ñeque (*Dasyprocta punctata*)



Zorra plateada (*Cerdocyon thous*)

Adicionalmente, se instalaron trampas Tomahawk de 25 x 30 x 82 cm en cada una de las estaciones, que se ubicaron a nivel del suelo, entre la vegetación cerca a madrigueras, troncos, huecos (PA.NA.MA. 2009) o en senderos que fueran probablemente utilizados por los individuos como corredores. Como cebo se utilizaron mezclas de mantequilla de maní, avena en hojuelas, esencia de vainilla y sardinas.

Las trampas Tomahawk se revisaron durante las tardes del mismo día de instalación y las mañanas del día siguiente con el fin de determinar la posible visita de mamíferos y recebar en caso de ser necesario para dejar las trampas activas durante la siguiente tarde-noche. En caso de obtener alguna captura, se procedió a tomar registros fotográficos y algunas mediciones biológicas para posteriormente dejar en libertad a los individuos capturados.

Adicionalmente, en los últimos años de monitoreo, sobre cada uno de los senderos identificaron puntos favorables para la instalación de cámaras trampa de 8

megapíxeles marca Bushnell®, con tarjetas de memoria SD de 8 GB. Se instalaron entre 8 y 9 cámaras trampas en cada uno de las estaciones; las cámaras fueron sujetadas a troncos a una altura aproximada de 50 cm del suelo (Silver 2004) y se utilizaron varios atrayentes como perfume Chanel No. 5 y *Nepe-ta cataria*, que fueron rociados a 50 cm aproximadamente de la cámara con el fin de estimular la visita de mamíferos a la zona.

Cada una de las cámaras se revisó durante la mañana del día siguiente con el fin de determinar la visita de mamíferos y utilizar un poco más de atrayente (en caso de ser necesario) para dejar las trampas activas durante la noche.

Mamíferos pequeños (roedores y marsupiales)

Para la determinación de este grupo de mamíferos se utilizaron los métodos de observación directa e instalación de cámaras trampas descritas anteriormente. Adicionalmente, se instaló sobre los senderos seleccionados en cada estación de muestreo 50



Murciélago (*Pteronotus* sp.)

trampas Sherman de 8x9x23 cm, separadas 10 m entre sí, formando una cuadrícula de (5x10), cada una de las parcelas de trampas cubría un área de 5.000 m² aproximadamente, las trampas se ubicaron a nivel del suelo, entre la vegetación, cerca de madrigueras o troncos huecos, entre las raíces de grandes árboles con su respectivo cebo de atracción (PA.NA.MA. 2009) dejándolas activas desde las 10:00 hasta las 8:00 del siguiente día. Las trampas Sherman se revisaron durante la tarde del mismo día de instalación y la mañana del día siguiente con el fin de determinar la visita de mamíferos, revisar en caso de obtener alguna captura y recebar en caso de ser necesario para dejar las trampas activas durante la tarde-noche.

Como metodología complementaria se aprovecharon las trampas de intercepción y caída instaladas para el monitoreo de anfibios y reptiles (canecas de 40 galones y barrera de intercepción en línea), las cuales son efectivas también para la captura de mamíferos pequeños. Todos los individuos fueron liberados en el área de captura una vez liberados.

Mamíferos voladores (murciélagos)

Se instalaron entre 4 y 7 redes de niebla de 6 m y 12 m de largo en las diferentes estaciones de muestreo. Las redes se abrieron a las 17:30 y fueron cerradas a las 22:00 horas durante cada una de las noches en las que se logró realizar los monitoreos. Las redes se revisaron cada 15-30 minutos con el fin de garantizar el bienestar de cada espécimen capturado. Cada uno de los individuos fue registrado en fotografías y adicionalmente se obtuvo medidas como largo total (CC), largo de la cola (LC), largo pie (LP) largo oreja (LO) y características de coloración importantes para la posterior identificación de los mismos. Cada uno de los individuos, fue taxonómicamente catalogado hasta especie gracias a las medidas anteriormente mencionadas y la bibliografía consultada (Muñoz 2004, Tirira 2007 y Gardner 2007). Luego de obtener todos los datos necesarios para identificar a los individuos, se procedió a marcarlos con un número consecutivo de tres dígitos con el fin de controlar los individuos recapturados y prevenir el sobre conteo, este procedimiento se realizó únicamente



Puercoespín (*Coendou prehensilis*)



Colicorto (*Monodelphis palliolata*)



Ponche (*Hydrochoerus isthmius*)

en los últimos años. Para el marcaje se utilizó un tatuador de orejas de conejo (Portsmouth RI02871), con el fin de perforar el ala derecha en la parte más posterior del mesopatagio. Finalmente, y luego de llevar a cabo la metodología anteriormente descrita, cada individuo capturado fue dejado en libertad.

Como complemento se utilizó el método indirecto de búsqueda de rastros de mamíferos presentes en los senderos que se recorrían diariamente, los rastros a tener en cuenta fueron categorizados como huellas, restos fecales, osaderos, dormideros, madrigueras y cráneos, entre otros. Finalmente, la identificación de los rastros se realizó en gran medida a la experiencia de los investigadores soportados de bibliografía especializada (Aranda 2000, Morales-Jiménez *et al.* 2004).

Manejo de la información

Para evaluar la representatividad de los muestreos en la estimación de especies de mamíferos en Cerrejón se realizaron curvas de acumulación de especies basadas en el número de individuos totales (tomando



Armadillo (*Cabassous centralis*)

aleatoriamente el orden de las estaciones); las cuales fueron comparadas con un promedio de tres estimadores de riqueza no paramétricos: Chao 2, Jackknife 1 y Bootstrap, mediante los software: Biodiversity Pro v2 (McAleece *et al.* 1997) y Past Version 1.8 (Hammer *et al.* 2011). Para evaluar si existen diferencias significativas entre el número de especies observado y el esperado, se realizó una prueba de X^2 utilizando el software Past Version 1.8 (Hammer *et al.* 2011).

Resultados y discusión

En la curva de acumulación de especies se observa una tendencia a la estabilización, lo que muestra que a lo largo de más de una década de muestreos está más completo “el listado de especies” y cada vez hay menos adiciones de especies. Al comparar las curvas de lo observado con los estimadores (esperado), se observa que hasta el momento se ha obtenido una completitud del 92,3%. Este porcentaje refleja una muy buena efectividad de la metodología, en la sumatoria de los monitoreos de mamíferos realizados hasta el momento en el valle del Cerrejón.

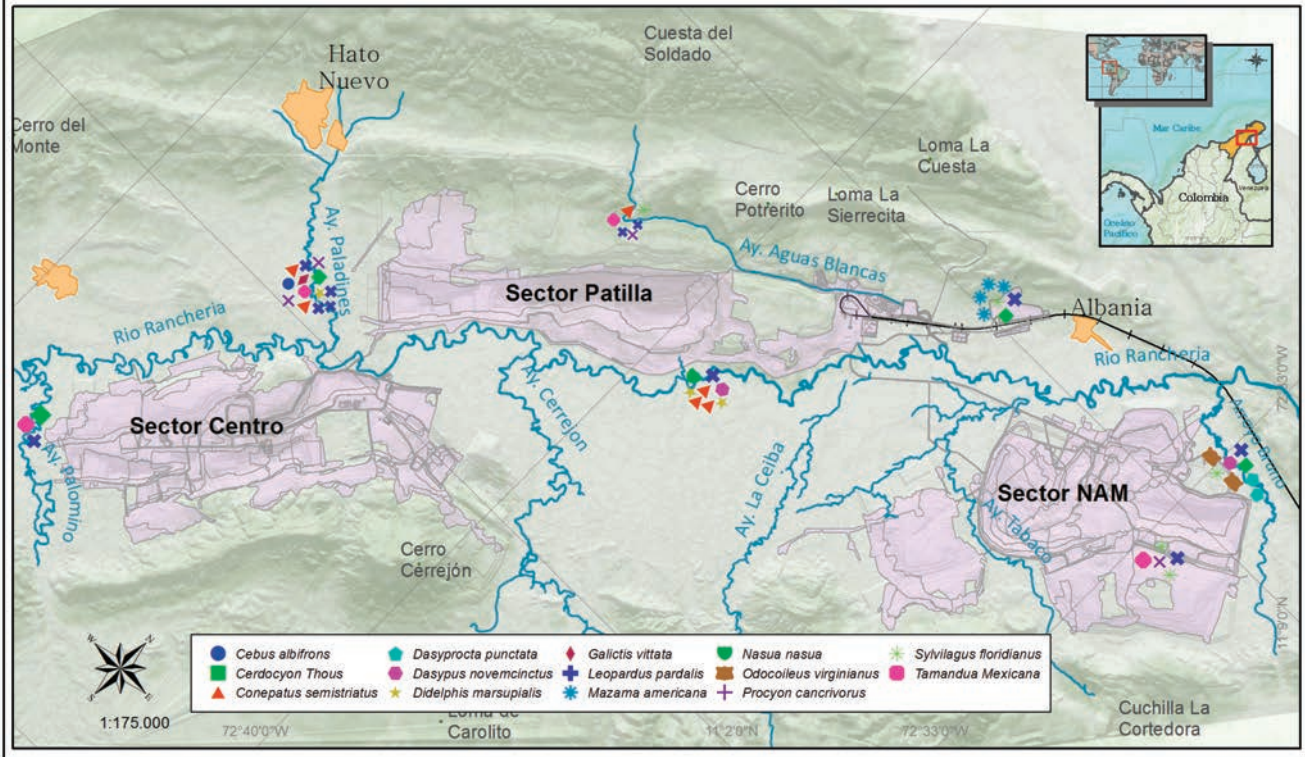
Mamíferos de posible ocurrencia en el departamento de La Guajira

De acuerdo con la distribución geográfica del Departamento de La Guajira, pueden coexistir 116 especies de mamíferos (ICN 2004, Galvis *et al.* 2011, IAvH 2013). Para el complejo carbonífero del Cerrejón se ha registrado alrededor de 93 especies, este valor corresponde al 18,7% de las 492 especies reportadas para Colombia.

Por su parte, las 116 especies reportadas para el departamento de La Guajira están representadas en 11 órdenes y 33 familias, siendo el grupo más diverso el de los murciélagos (orden Chiroptera) con 58 especies que equivalen al 50% del total; seguido de los individuos pertenecientes al orden el orden Rodentia (16%), Carnívora (14%), y los pertenecientes al orden Didelphimorphia (5%). El 15% restante se distribuye entre individuos de los órdenes Pilosa, Primates, Cetartiodactyla, Cingulata, Lagomorpha y Perissodactyla.

Especies fototrampeo – Mastofauna

Valle del Cerrejón – Departamento de La Guajira – Colombia.



Mapa de las especies de mastofauna registradas mediante fototrampeo.

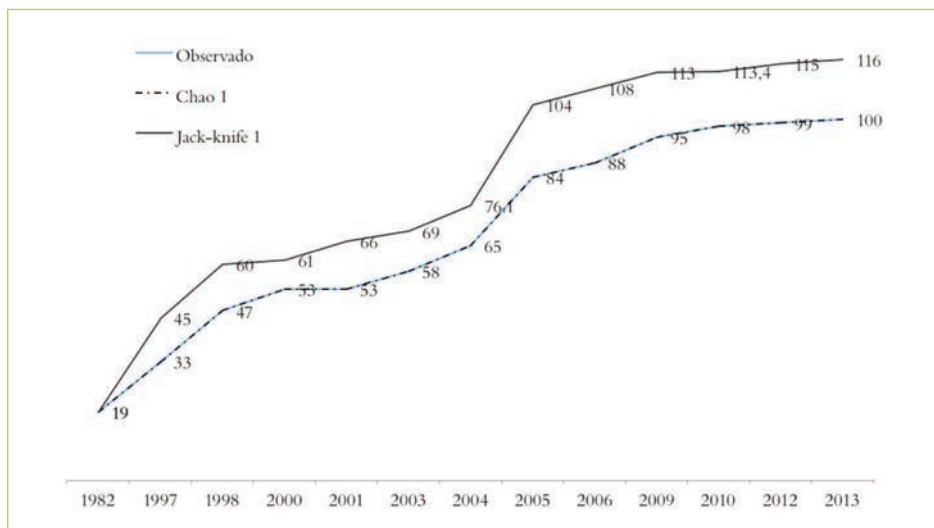


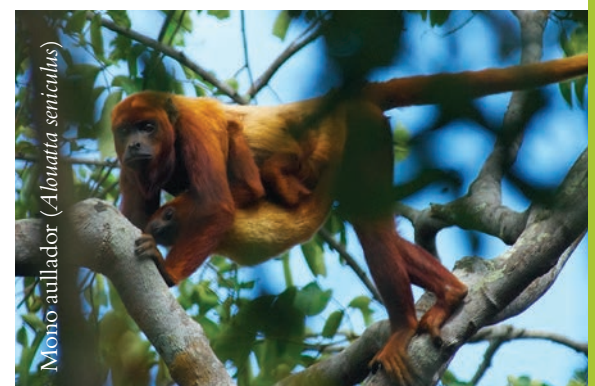
Figura 1. Acumulación de especies de los mamíferos registrados en los diferentes monitoreos realizados hasta la fecha en el valle del Cerrejón.



Puercoespín (*Coendou prehensilis*)



Ocelote (*Leopardus pardalis*)



Mono auullador (*Alouatta seniculus*)

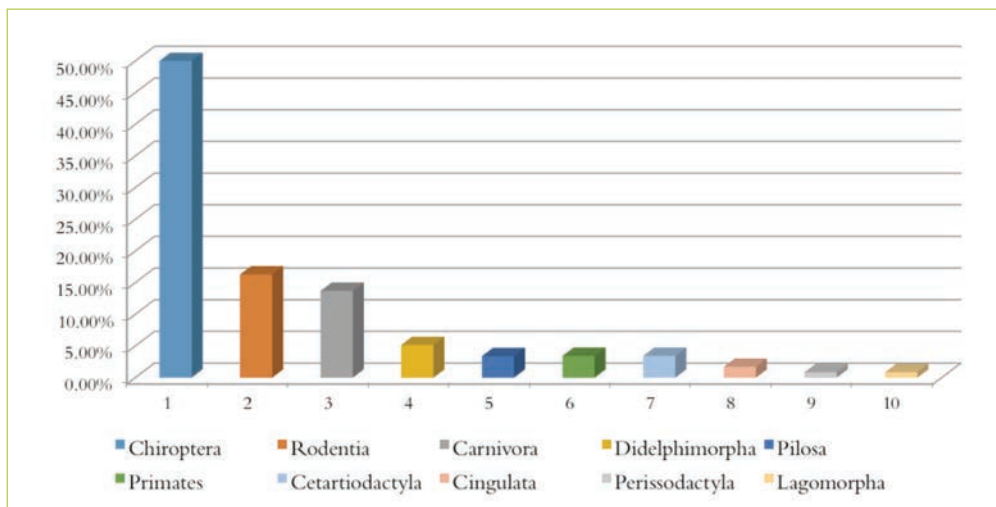


Figura 2. Representatividad (%) de los órdenes de mamíferos de presencia comprobada en el departamento de La Guajira.



Cauquero (*Mazama americana*)



Conejo (*Sylvilagus floridanus*)

Tabla 2. Especies, familias y órdenes de mamíferos registrados en el valle del Cerrejón durante los diferentes monitoreos realizados hasta la actualidad. Gremios tróficos: omnívoro (Omn), folívoro (Fol), frugívoro (Fru), insectívoro (Ins), carnívoro (Car), piscívoro (Pisc), hematófago (Hem) y nectarívoro (Nec). Hábitos: terrestre (Ter), arborícola (Arb), semiarborícola (Sar), semiacuático (Sac) y volador (Vol).

Orden	Familia	Especie	Gremios tróficos	Hábitos	
CINGULATA	Dasypodidae	<i>Cabassous centralis</i>	Omn	Ter	
		<i>Dasypus novemcinctus</i>	Omn	Ter	
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	<i>Gracilinanus marica (=perijae)</i>	Omn	Arb	
		<i>Marmosa robinsoni</i>	Omn	Arb	
		<i>Marmosa xerophila</i>	Omn	Arb	
		<i>Philander opossum</i>	Omn	Sar	
		<i>Didelphis marsupialis</i>	Omn	Sar	
		<i>Bradypus variegatus</i>	Fol	Arb	
PILOSA	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Fol	Arb	
	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Ins	Sar	
PRIMATES	Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	Fru-Fol	Arb	
		<i>Ateles hybridus</i>	Fru-Fol	Arb	
	Cebidae	<i>Cebus albifrons</i>	Omn	Arb	
CARNIVORA	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Omn	Sar	
		<i>Procyon lotor</i>	Omn	Ter	
		<i>Procyon cancrivorus</i>	Omn	Ter	
	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Omn	Ter	
		Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Car	Sar
			<i>Leopardus wiedii</i>	Omn	Arb

Orden	Familia	Especie	Gremios tróficos	Hábitos
CARNIVORA	Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	Car	Sar
		<i>Puma concolor</i>	Car	Ter
		<i>Panthera onca</i>	Car	Ter
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Ins-Fru-Car	Ter
	Mustelidae	<i>Lontra longicaudis</i>	Car	Sac
		<i>Galictis vittata</i>	Car	Sar
<i>Eira barbara</i>		Omn	Sar	
CETARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Mazama gouazoubira</i>	Fru Fol	Ter
		<i>Mazama americana</i>	Fru-Fol	Ter
		<i>Odocoileus virginianus</i>	Fru-Fol	Ter
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Omn	Ter	
RODENTIA	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Fru	Arb
	Caviidae	<i>Hydrochoerus isthmius</i>	Fol	Sac
	Cuniculidae	<i>Agouti paca</i>	Fru-Fol	Ter
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Fru-Fol	Ter
	Echimyidae	<i>Pattonomys semivillosus</i>	Fru	Ter
		<i>Proechimys canicollis</i>	Fru	Ter
	Cricetidae	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Fru	Arb
	Heteromyidae	<i>Heteromys anomalus</i>	Fol-Fru-Ins	Ter
	Muridae	<i>Zygodontomys brevicauda cherreri</i>	Ins-Fol	Ter
		<i>Oecomys bicolor</i>	Fru	Ter
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Fol	Ter
CHIROPTERA	Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Ins	Vol
		<i>Saccopteryx canescens</i>	Ins	Vol
		<i>Saccopteryx leptura</i>	Ins	Vol
		<i>Rhynchonycteris naso</i>	Ins	Vol
	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Fru-Fol	Vol
		<i>Artibeus obscurus</i>	Fru	Vol
		<i>Artibeus amplus</i>	Fru	Vol
		<i>Artibeus lituratus</i>	Fru	Vol
		<i>Uroderma magnirostrum</i>	Fru-Ins-Nec	Vol
		<i>Carollia brevicauda</i>	Fru	Vol
		<i>Carollia castanea</i>	Fru	Vol
		<i>Carollia perspicillata</i>	Fru	Vol
		<i>Centurio senex</i>	Fru	Vol
		<i>Desmodus rotundus</i>	Hem	Vol
		<i>Glossophaga longirostris</i>	Nec-Ins	Vol
		<i>Glossophaga soricina</i>	Nec-Ins	Vol
		<i>Leptonycteris curasoae</i>	Nec	Vol
		<i>Lonchophylla concava</i>	Nec	Vol
		<i>Lonchophylla robusta</i>	Nec	Vol
		<i>Lophostoma silvicolum</i>	Ins	Vol

Orden	Familia	Especie	Gremios tróficos	Hábitos
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Macrophyllum macrophyllum</i>	Ins	Vol
		<i>Micronycteris hirsuta</i>	Ins	Vol
		<i>Micronycteris megalotis</i>	Ins	Vol
		<i>Micronycteris minuta</i>	Ins	Vol
		<i>Micronycteris schmidtorum</i>	Ins	Vol
		<i>Mimon crenulatum</i>	Ins	Vol
		<i>Phyllostomus discolor</i>	Omn	Vol
		<i>Phyllostomus hastatus</i>	Omn	Vol
		<i>Platyrrhinus helleri</i>	Fru	Vol
		<i>Sturnira lilium</i>	Fru	Vol
		<i>Sturnina ludovici</i>	Fru	Vol
		<i>Tonatia saurophilla</i>	Ins	Vol
		<i>Tonatia silvícola</i>	Ins	Vol
		<i>Trachops cirrhosus</i>	Car	Vol
		<i>Trinycteris nicefori</i>	Ins	Vol
		<i>Uroderma bilobatum</i>	Fru	Vol
		<i>Uroderma magnirostrum</i>	Fru	Vol
	Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Ins	Vol
		<i>Pteronotus davyi</i>	Ins	Vol
		<i>Pteronotus gymnonotus</i>	Ins	Vol
		<i>Pteronotus parnellii</i>	Ins	Vol
		<i>Pteronotus personatus</i>	Ins	Vol
	Noctilionidae	<i>Noctilio albiventris</i>	Pisc	Vol
		<i>Noctilio leporinus</i>	Pisc	Vol
	Molossidae	<i>Molossus currentium</i>	Ins	Vol
		<i>Molossus molossus</i>	Ins	Vol
		<i>Molossus bondae</i>	Ins	Vol
Vespertilionidae	<i>Myotis nesopolus</i>	Ins	Vol	
	<i>Lasiurus blossomilli</i>	Ins	Vol	
	<i>Rhogeessa minutilla</i>	Ins	Vol	
	<i>Roghessa io</i>	Ins	Vol	
Natalidae	<i>Natalus stramineus</i>	Ins	Vol	

Riqueza de especies

En los estudios realizados hasta el momento en el valle del Cerrejón, se han registrado 93 especies de mamíferos, pertenecientes a 29 familias y 9 órdenes. Los murciélagos son el grupo más numeroso con 52 especies, seguido por el orden Carnivora y Rodentia con 13 y 10 especies respectivamente.

En los muestreos realizados previamente en 1998 y el 2001, se registraron otras 10 especies que no han vuelto a ser reportadas en los monitoreos de campo (Tabla 3). Entre estas, vale la pena resaltar al puercoespín (*Coendou sanctaemartae*), una especie endémica de las inmediaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta. Su morfología es muy similar a



Marimonda (*Ateles hybridus*)

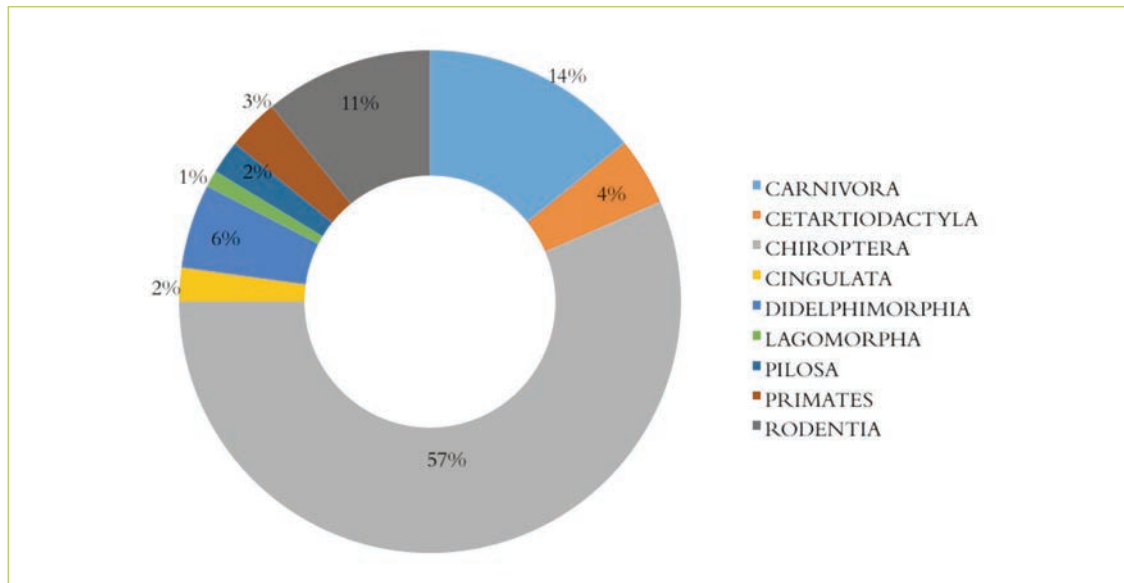


Figura 3. Porcentaje de especies de mamíferos para cada uno de los órdenes registrados hasta el momento en el valle del Cerrejón

Tabla 3. Especies de mamíferos que solo se han registrado para los monitoreos anteriores al 2003.

Especie	1982	1997	1998	2000	2001
<i>Caluromys lanatus</i>			X		X
<i>Aotus lemurinus</i>		X		X	
<i>Potos flavus</i>		X	X		
<i>Oryzomys sp.</i>					
<i>Coendou sanctaemartae</i>	X	X	X	X	X
<i>Anoura caudifer</i>		X	X		X
<i>Chrotopterus auritus</i>	X	X	X		X
<i>Glyphonycteris sylvestris</i>			X		X
<i>Platyrrhinus vittatus</i>		X	X		X
<i>Tadarida brasiliensis</i>		X			

la del puercoespín *C. prehensilis* y se caracteriza por ser un animal nocturno y arborícola que se alimenta principalmente de hojas y frutos; sin embargo, se contabilizaron cuatro ingresos al centro de fauna de estos puercoespines, lo que reconfirma su presencia en el área de La Mina. Esta especie ha sido muy pobremente documentada, vale la pena estudiarla a profundidad para determinar su situación actual en el área del valle del Cerrejón y en La Guajira. En el caso de *Aotus*, que es un mono nocturno, se considera que la especie en la zona correspondería a *Aotus griseimembra* (Defler, 2004). La no detección de las otras especies no necesariamente se debe a que no estén en la zona, sino que son de carácter tímido, nocturno y muy difícil de registrar.

Gremios Tróficos

Los mamíferos reportados para las áreas de influencia del complejo carbonífero del Cerrejón se pueden agrupar en 14 gremios alimentarios. Los omnívoros (Omn) consumen más de tres recursos, los insectívoros (Ins) consumen toda clase de artrópodos (insectos, arácnidos, crustáceos), los carnívoros (Car) cazan presas vivas, los folívoros (Fol) consumen partes de plantas como hojas, flores, rebrotes y follaje en general, los nectarívoros (Nec) consumen néctar y polen de las flores, los hematófagos (Hem) se alimentan de sangre y los frugívoros (Fru) se alimentan de frutos y semillas. Usualmente, una misma especie puede consumir dos o tres tipos de alimentos

diferentes, por lo tanto se puede presentar gremios con combinaciones de dietas como los frugívoros-folívoros (Fru-Fol), frugívoros - insectívoros (Fru-Ins), frugívoros - insectívoros - nectarívoros (Fru-Ins-Nec), folívoros - frugívoros - insectívoros (Fol-Fru-Ins), frugívoros - nectarívoros - folívoros (Fru-Nec-Fol), insectívoros - frugívoros - carnívoros (Ins-Fru-Car) entre otros.

En los quirópteros (murciélagos) el gremio de los insectívoros es el más dominante seguido por los frugívoros, este resultado es muy interesante porque los ecosistemas neotropicales, incluyendo los bosques secos, son dominados en su mayoría por el gremio de los frugívoros (Stoner 2005 y Sánchez *et al.* 2007).

La composición trófica de las comunidades de mamíferos no voladores está dominada por los omnívoros y le siguen los frugívoros-folívoros y los carnívoros con 15, 7 y 6 especies respectivamente.

La diversidad de gremios tróficos que presentan los mamíferos resalta la importancia de este grupo dentro del ecosistema. Cumpliendo diferentes funciones como controladores de las especies vegetales y animales de las que se alimentan; dispersión de semillas y siendo determinantes en la definición de la estructura de los ecosistemas. También son polinizadores, controladores de plagas y recicladores de

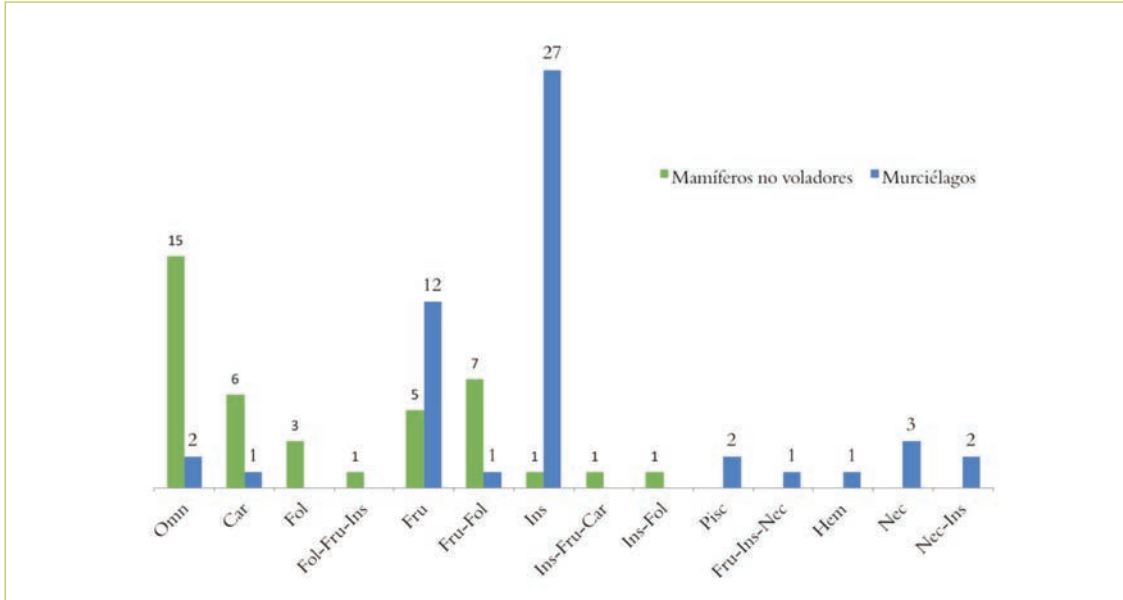


Figura 4. Gremios tróficos de murciélagos y mamíferos no voladores registrados hasta el momento en el valle del Cerrejón.



Puma (*Puma concolor*) captado por una cámara trampa.

Mono aullador (*Alouatta seniculus*)



material en descomposición, entre otros (Galindo, 1998; Kunz & Olea-Wanger *et al.* 2007).

Puntos de interés para la conservación

Dos áreas al interior de Cerrejón se pueden considerar como prioritarias de conservación para los mamíferos: Arroyo Tabaco y Arroyo Bruno teniendo en cuenta la cantidad de especies amenazadas, endémicas y la riqueza que poseen.

También considerando la presencia de especies de quirópteros del tipo 1 “dependientes del hábitat”, como indicadores de las calidad del medio ambiente. Se incluyen igualmente a las especies que habitan en parches de bosque continuo o en grandes fragmentos de selva, aunque también forrajean en vegetación secundaria (de más de 10 años) y en agroecosistemas más o menos complejos con un dosel mayor de 15 -20 m (Galindo-González 2004).

Otros puntos de interés son Arroyo Cerrejón y Los Pozos, aunque en ellos se observó un fuerte deterioro ambiental, principalmente en el Arroyo Cerrejón donde existe una fuerte presión por parte de la comunidad local.

Corredores biológicos

El eje central de conectividad de los ecosistemas en la región es el río Ranchería, ya que genera una conexión natural entre las Serranía del Perijá y la Sierra Nevada. Este corredor biológico ha venido siendo alterado, ya que desde su nacimiento hasta su desembocadura es interrumpido varias veces por vías de transporte terrestre, desde carreteras nacionales y veredales hasta vías de carbón. Estas crean

una fuerte fragmentación principalmente en el bosque de galería. Otro impacto grande para esta conexión fue la construcción de la represa del río conocida como Represa del Cercado.

Los arroyos Bruno y Tabaco desembocan en el río Ranchería y son la conexión con la Serranía del Perijá en un sector conocido como: serranía los Montes de Oca donde se encuentra la Reserva Forestal Protectora del mismo nombre, el Perijá es la porción más septentrional de la cordillera oriental de Colombia. Además de los arroyos arriba mencionados, existen otros cuerpos de agua menores que tienen cierta conexión con la serranía y que también ameritan ser conservados.

Tanto los arroyos como el río Ranchería son atravesados por varias vías dentro de la zona minera del Cerrejón y en su área de influencia. Estos puntos son críticos para la conectividad; y hacia estos puntos, es importante volcar esfuerzos para conservar la de la fauna de la región.

En la Tabla 5 se muestran algunos de los puntos más críticos para la conectividad en el valle del Cerrejón, donde, por lo general, un cuerpo de agua y su bosque de galería son fragmentados por una carretera. En algunos de estos puntos hay sistemas de drenaje en forma de caja (box-culvert) o tubos y en otros puentes por donde se encajona el cuerpo de agua. Estas estructuras son utilizadas por la fauna en época seca, pero este paso no siempre está disponible en época de lluvias. Es importante entonces un acondicionamiento “un paso más alto” para temporada de lluvia, que no se alcance a inundar.

Tabla 4. Sitios con prioridad de conservación para mamíferos.

Consideración	Aguas Blancas	Arroyo Bruno	Arroyo La Puente	Arroyo Paladines	Arroyo Palomino	Arroyo Tabaco	Arroyo Cerrejón	Mushaisa	Los Pozos
Murciélagos del tipo I		5	1	1	2	5	4	1	2
Especies amenazadas	2	3	3	5	4	6	4	2	3
Endémicas	1	1	1	1		1	1	1	1
Riqueza de especies	20	55	25	39	46	52	51	31	52

Tabla 5. Puntos clave para la conectividad en el valle del Cerrejón.

Bosque de galería/cuerpo de agua	Coordenada geográfica	Especificación
Río Ranchería	11°07'00,13" N – 72°37'39,79" W	Vía del carbón
Río Ranchería	11°02'05,40" N – 72°42'41,81" W	Vía del carbón
Río Ranchería	11°10'14,47" N – 72°33'36,41" W	Vía principal, cerca desembocadura A. Bruno
Río Ranchería – Arroyo Bruno	11°10'28,43" N – 72°33'36,41" W	Vía principal, desembocadura A. Bruno
Río Ranchería	10°59'46,05" N – 72°45'00,44" W	
Río Ranchería	11°03'08,79" N – 72°42'04,79" W	Vía arroyo Cerrejón
Arroyo Tabaco	11°08'08,75" N – 72°35'30,08" W	Cerca de desembocadura
Arroyo Tabaco	11°06'46,11" N – 72°35'02,67" W	Tajo Tabaco, vía del carbón
Arroyo Tabaco	11°06'36,89" N – 72°34'15,80" W	Tajo Tabaco, vía del carbón
Arroyo Bruno	11°09'49,65" N – 72°32'33,63" W	Vía de los buses
Arroyo Bruno	11°08'30,91" N – 72°30'30,03" W	Vía Los Remedios
Arroyo Bruno	11°10'16,41" N – 72°33'23,13" W	Vía principal, cerca desembocadura

En estos sitios es muy importante continuar con los estudios sobre la movilidad de mamíferos para saber qué tanto son usados estos “embudos” entre parches de vegetación, y así tener una mayor claridad de cuales medidas tomar para mitigar la afectación por esta fragmentación. Otra medida de acción es continuar con la reforestación, sobre todo a lo largo de los cuerpos de agua, donde la ronda de bosque se ve reducida.

Especies sobresalientes

En el complejo Cerrejón existe una importante muestra de especies de mamíferos con adaptaciones y comportamientos singulares que merece la pena resaltar, desde marsupiales, primates, carnívoros y el grupo más abundante, murciélagos.

La rata mochilera (*Marmosa xerophila*) es una especie de marsupial con una área de distribución muy pequeña, la cual se reduce tan solo a zonas áridas, principalmente matorral seco espinoso de parte de La Guajira colombiana y del norte del lago de Maracaibo en Venezuela. Está catalogada como vulnerable (VU) a nivel global (UICN, 2013), ya que gran parte de su pequeño territorio (<20.000 km²) se ha convertido en tierras agrícolas y ha sufrido una fragmentación severa (Lew *et al.*, 2011). A nivel

nacional no ha sido evaluada pero seguramente, por su poca área de distribución, presente algún grado de amenaza. Es importante tomar medidas de manejo tendientes a su conservación dentro de su área de distribución. Es una especie relativamente abundante en el valle del Cerrejón, se ha registrado en el área de rehabilitación de Aguas Blancas, el área de compensación de Mushaisa, en el río Ranchería en el sector de los Pozos y en los arroyos Bruno, La Puente, Paladines, Tabaco y Cerrejón.

La marimonda (*Ateles hybridus*) está considerada como en peligro crítico (CR) tanto a nivel nacional como global (Rodríguez *et al.*, 2005 & IUCN, 2013). Fue registrada en inmediaciones de La Mina, en el Arroyo Tabaco, cuatro kilómetros arriba de la población de Los Remedios. La especie es principalmente frugívora, consumiendo más de 100 especies vegetales (Márquez *et al.*, 2008; Díaz-Cubillos, 2007), así como tierra y madera en descomposición (Izawa, 1993). Esto implica que se requiere un bosque en buen estado de conservación para garantizar su supervivencia. La zona donde se registró se encuentra muy cerca de la frontera con Venezuela; se trata de un bosque de galería relativamente angosto, con fincas cercanas. Esta es una zona interesante que vale la pena estudiar y conservar, para brindar mayor



Colicorto (*Monodelphis palliolata*)



Ocelote (*Leopardus pardalis*)

oportunidad de conservación a una de las especies más importantes de primates Colombianos.

Otro primate de gran interés en Cerrejón es el mono aullador (*Alouatta seniculus*), que si bien no está en categoría de amenaza, sus poblaciones se ven severamente fragmentadas en gran parte del Caribe colombiano donde se distribuye, debido al deterioro de los bosques y al aumento de actividades agrícolas y deforestación. Desde el inicio de la actividad minera se han venido haciendo evaluaciones de esta especie y analizando su capacidad de adaptación al avance de La Mina. Su estudio ha permitido identificar algunos corredores biológicos y priorizar ecosistemas (ver capítulo de primates en este libro).

El grupo de felinos está muy bien representado en La Mina con cinco de las seis especies presentes en Colombia. La presencia del jaguar (*Panthera onca*) y el tigrillo (*Leopardus pardalis*) permiten inferir la existencia de presas de tamaño grande y mediano, e igualmente una buena conectividad entre coberturas de vegetación. En hábitats un poco más abiertos se ha detectado el yaguarundí (*Puma yaguarundi*) que se alimenta de aves y pequeños mamíferos. El puma (*Puma concolor*) por otro lado parecería estar más asociado al bosque sub xerofítico y hábitats colinados y con rocas. También se ha reportado la presencia del tigrillo (*Leopradus wiedii*).

Dentro del grupo de los carnívoros, la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) es una especie que en Colombia está clasificada como Vulnerable (Trujillo *et al.*, 2006) debido a la degradación y fragmentación de sus hábitats. En La Guajira esta especie había sido documentada en Palomino (Morales-Betancourt, 2009) y Bahía Portete (Gómez *et al.*, 2012). Es muy importante su confirmación en Cerrejón en varios de los humedales como es el caso de Aguas Claras y Paladines, ya que esta especie es buena indicadora del estado de los ecosistemas. Son de carácter tímido y necesitan ambientes con una buena disponibilidad de presas, que en el caso de las nutrias está basada en peces y crustáceos.

Otra especie que aparentemente es común en la región son los armadillos, pero sus poblaciones aparentemente parecen estar disminuyendo principalmente por la destrucción del hábitat y el uso de agroquímicos que está acabando con los



Hormiguero (*Tamandua mexicana*)



Jaguar (*Panthera onca*)



Mapurto (*Conepatus semistriatus*)



Nutria (*Lontra longicaudis*)

Animales captados por cámaras trampa.

invertebrados del suelo que son su principal sustento. Adicionalmente, el armadillo de nueve bandas (*Dasybus novencinctus*) es objeto de presión de caza, por lo que es común ver en las carreteras personas vendiéndolos.

En el caso de los murciélagos, como se mencionó anteriormente, hay una buena representatividad de especies con diferentes adaptaciones alimenticias. El murciélago de espalda desnuda (*Pteronotus davyi*) es representativo del bosque seco, especialmente el espinoso, donde se alimenta principalmente de insectos como polillas y escarabajos. Generalmente sale de las cuevas y minas donde duerme dos horas después del crepúsculo, moviéndose a lo largo de los cuerpos de agua para ubicar y capturar sus presas. Es considerada una especie importante como controladora de insectos (Adams, 1989). Otra especie llamativa por sus hábitos alimenticios es el murciélago de labios franjeados (*Trachops cirrhosus*), que se alimenta principalmente de ranas, lagartijas, insectos y otros vertebrados pequeños. Por esta razón, generalmente vive en oquedades de troncos cerca de cuerpos

de agua y comienza la búsqueda de sus presas antes de que el sol se oculte. Por medio de su capacidad auditiva detecta a las ranas y las caza lanzándose rápidamente sobre ellas (Cramer *et al.*, 2001).

Conclusiones

Cerrejón posee una importante diversidad de especies de mamíferos con cerca del 90% de todas las reportadas para el departamento de La Guajira. Esto se fundamenta principalmente en la existencia de una muestra representativa de diferentes tipos de hábitats y gradientes altitudinales, que aunque no son muy grandes, sí proveen una variedad de refugios significativo. Los cuerpos de agua desempeñan un papel muy importante en el mantenimiento de la diversidad, concentrando en sus bosques aledaños el mayor porcentaje de especies.

Bibliografía

- Adams, J. 1989. *Pteronotus davyi*. *Mammalian Species*, 346: 1-5.
- Alberico, M., A. Cadena, J. Hernández-Camacho y Y. Muñoz-Saba. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana*. (1) 43-75 pp.

- Aldana-Domínguez, J., M.I. Vieira-Muñoz y D.C. Ángel-Escobar (eds.) 2007. Estudios sobre la ecología del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia, 188 p.
- Amador, L. (ed.). 2010. Técnicas para el monitoreo de vertebrados. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil. Ecuador. 11 pp.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa., México. 212 pp.
- Börk, K.S. 2006. Lunar phobia in the greater fishing bat *Noctilio leporinus* (Chiroptera: Noctilionidae). *Rev. Biol. Trop.* 54(4): 1117-1123 pp.
- Corró, C. 2010. Fragmentación y conectividad de los espacios protegidos de la Provincia de Málaga. *SOSTEMA Sostenibilidad Territorial Medioambiental.* 46p.
- Cramer, M.J., Willig, M.R., & Jones, C. 2001. *Trachops cirrhosus*. *Mammalian Species.* 656:1-6.
- Defler, T.R. 2003. Primates de Colombia. Edición Juan Vicente Rodríguez-Mahecha. Conservación Internacional. Bogotá D.C., Colombia. 542 pp.
- Díaz-Cubillos, L. J. 2007. Caracterización de la dieta de un grupo de choibos *Ateles hybridus hybridus* (Atelidae-Primate) y evaluación de la diversidad florística de un fragmento de bosque en la serranía de Las Quinchas (Boyacá- Colombia). Tesis de grado, Universidad de Tolima, Ibagué.
- Feldhamer, G. 2007. *Mammalogy adaptation, diversity, ecology.* Johns Hopkins University Press. 643 pp.
- Flávio, G., G.J. Scillato-Yané, M. Ubilla y A.A. Carlini. 2012. Una nueva especie de *Holmesina simpsoni* (Xenarthra, Cingulata, Pampatheriidae) del Pleistoceno de Rondonia, sudoeste de la Amazonia, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontología.* 15(2): 211-227.
- Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie),* 73: 57-74.
- Galindo-González, J. 2004. Clasificación de los murciélagos de la región de los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zoológica Mexicana* 20:239.
- Galvis, P.A., A. Mejía, J.V. Rueda y L. Lázaro. 2011. Fauna silvestre de la Reserva forestal protectora Monte de Oca, La

Colicorto (*Monodelphis palliolata*)



- Guajira, Colombia. Panamericana Formas e Impresos S.A. Colombia. 824 pp.
- García, Y. y A. Estrada. 2010. Estudio para la identificación de especies de mamíferos medianos y grandes en el Parque Nacional Palenque, Palenque, Chiapas, Mexico. Yaxal-NA. 2010. Consultoría en Recursos Naturales y Desarrollo Social S.C 84 pp.
 - Gardner, A.L. 2007. Mammals of South America: Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews and Bats. University of Chicago Press. 269 pp.
 - Gentry, A.H. 1988. Changes in plants community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* (75) pp. 1-34.
 - Gentry, A.H. 1992. Bignoniaceae - Part II (Tribu Tecomae). *Flora Neotropica*, New York Botanical Garden. Monografía 25 (II). 370 pp.
 - Gentry, A.H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. En *Tropical deciduous Forest Ecosystem*. S. Bullock, E. Medina y H.A. Mooney (Eds). Cambridge Univ. Press, Cambridge. pp. 116-194.
 - Gómez, D. I., A. M. Batista, E. Montoya-Cadavid, C. M. Díaz, P. Flórez, A. Gracia, A. Merchán, M. Benavidez, A. Polanco, A. Gartner, F. Trujillo, D. Palacios y D. Caicedo-Herrera. 2012. La biota de la zona marino-costera de La Guajira. 44-115. En: *Corpoguajira e Invemar* (Eds.). Atlas marino costero de La Guajira. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar No. 27, Santa Marta. 188 p.
 - González, V. 2011. Conceptos ecológicos, métodos y técnicas para la conservación de conejos y liebres. En: Sánchez, O., P. Zamorano, E. Peters y H. Moya (Eds.). 2011. Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México. México D.F. 392 pp.
 - Gualdrón, R. 2009-2010. Cerrejón hacia la rehabilitación de las tierras intervenidas por la minería a cielo abierto. Panamericana Formas e Impresos S.A. Colombia. 238 pp.
 - Gutierrez, O.E. 2010. Plan de Manejo Tipo para el Conejo Teporingo (*Romerolagus diazi*). Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México D.F. 32 pp.
 - Hammer, O., D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2001. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp.
 - IAvH. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 2003. Los felinos como especies focales y de alto valor cultural. Serie especies colombianas 7. Esta publicación hace parte del Inventario Nacional de la biodiversidad y la Estrategia nacional para la prevención y el control del tráfico ilegal de especies silvestres.
 - IAvH. Instituto Alexander von Humboldt. 2013. Datos de registros biológicos accedidos a través del Catálogo de la Biodiversidad del portal de datos del SiB Colombia, data. sibcolombia.net, 2013-Enero-09.
 - ICN. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia (2004 y continuamente actualizado). Colecciones en Línea. Publicado en Internet <http://www.biovirtual.unal.edu.co> [09 Enero 2013].
 - IDEAM, Instituto Humboldt, IGAC, IIAP, INVEMAR & Instituto Sinchi. 2007. Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia. Bogotá D.C.
 - IGAC. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – IGAC & CORPOGUAJIRA. 2009. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de La Guajira. Escala 1:1.000.000. Subdirección de Agrología. Bogotá D.C.
 - IUCN. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. The IUCN Red List Threatened Species. 2011.2. [En línea]: <http://www.iucnredlist.org/>. Fecha de consulta: 10 enero 2013.
 - Izawa, K. 1993. Soil-eating by *Alouatta* and *Ateles*. *International Journal of Primatology*, vol. 14, núm. 2, pp. 229-242.
 - Lew, D., Gutiérrez, E., Ventura, J., López Fuster, M & Pérez, R. 2011. *Marmosa xerophila* En: UICN. 2013. Lista Roja de Especies Amenazadas. Versión 2013.1. < www.iucnredlist.org >. Consultado el 09 de septiembre 2013.
 - Márquez, M., Solano, C., Galvis, N., Guerrero, J. & Link, A. 2008. Dieta y comportamiento alimenticio de los monos araña café (*Ateles hybridus*) en la Serranía de Las Quinchas, Colombia. II Congreso Colombiano de Primatología, Agosto 2008, Bogotá, Colombia.
 - Miliarium. SF. Pasos de Fauna Actualidad Futuro. Miliarium.com ingeniería y Medio Ambiente <files.sekano.es/pdf/biologia/PasosFaunaActualidadFuturo.pdf> Recuperado el 29 de Enero del 2013.
 - Morales-Jiménez, A., F. Sánchez, K. Poveda y A. Cadena. 2004. Mamíferos terrestres y voladores de Colombia, Guía de campo. Bogotá, Colombia. 248 pp.
 - (Municipio de Albania, 2004). Municipio de Albania. 2004. Plan de Gestión Ambiental del municipio de Albania – Guajira. Fundación Servimos Albania.
 - Muñoz, J. 2001. Murciélagos de Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. 390 pp.
 - Olea-Wanger, A., C. Lorenzo, E. Naranjo, D. Ortiz y L. León-Paniagua. 2007. Diversidad de frutos que consumen tres especies de murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae) en la selva lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. (78): 191-200 pp.
 - Palma, A.C. y Stevenson P.R. 2010. Dispersión de semillas por monos araña en la estación biológica Cocha Cashu, Perú. Pp. 19-35. En: Pereira-Bengoa, V., P.R. Stevenson, M.L. Bueno y F. Nassar-Montoya. *Primatología en Colombia: avances al principio del milenio*. Fundación Universitaria San Martín. Bogotá D.C., Colombia. 258 pp.
 - PA.NA.MA. 2009. Fundación PA.NA.MA. Caracterización biológica de la Reserva privada Juventino Fías. CATTIE. 52 pp.
 - Política Nacional de Biodiversidad. 2009-2019. En: IAvH. 2011. [En línea]: <http://www.humboldt.org.co/iavh/component/k2/item/129-colombia-en-el-mundo>. Fecha de consulta: 28 enero 2012.
 - Ribeiro-JR, M.A., T.A. Gardner, T. Avila-Pires. 2008. Evaluating the effectiveness of herpetological sampling techniques across a gradient habitat change in a tropical forest landscape. *Journal of Herpetology*. V.42, N.4. p. 733-749.
 - Rodríguez-M. J.V., M. Alberico, F. Trujillo y J. Jørgenson (eds.). 2006. Libro Rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libro Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia - Ministerio de

- Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá D.C., Colombia. 433 pp.
- Romero M., E. Cabrera y N. Ortiz. 2008. Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006–2007. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 181 pp.
 - Ruz, D. 2006. Mosaico de fauna mexicana en riesgo: Oso hormiguero. 55 pp.
 - Salazar, F. 2011. Caracterización biogeográfica, cultural, socioeconómica y política de la región de La Guajira y la Sierra Nevada de Santa Marta. 32pp.
 - Sánchez, F., Álvarez, J. & Cadena, A. 2007. Bat assemblage in two dry Forest of Colombia: Composition, species richness, and relative abundance. *Mammalian biology* 72:82-97
 - Santos-Moreno, A., E. Ruiz, y A. Sánchez. 2010. Efecto de la intensidad de la luz lunar y de la velocidad del viento en la actividad de murciélagos filostómidos de Mena Nizanda, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. (81): 839-845 pp.
 - Silver, S. 2004. Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara. Programa para la Conservación del Jaguar. *Wildlife Conservation Society*. 26 pp.
 - Stevenson, P.R., J. Pérez-Torres y Y. Muñoz-Saba. 2006. Estado del conocimiento sobre los amniotas terrestres y voladores de Colombia. Pp. 151-170. En: Chaves, M.E. y M. Samtamaría (Eds.). Informe nacional sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998–2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C.
 - Stoner, K. 2005. Phyllostomid Bat Community Structure and Abundance in Two Contrasting Tropical Dry Forest. *Biotropica* 37:591-599.
 - Superina, M. y A.M. Abba. 2010. *Cabassous centralis*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. [En línea]: 13 Enero 2013.
 - Tirira, D. 2007. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial de los mamíferos del Ecuador 6. Quito., Ecuador. 576 pp.
 - Trujillo, F. J. Garavito-Fonseca, K. Gutierrez, M.V. Rodríguez-Maldonado, R. Combariza, L. Solano-Perez, G. Pantoja y J.P. Ávila-Guillen. Mamíferos del Casanare. Pp. 181-205. En: Lasso, C.A., J.S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2011. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia. Bogotá, D.C., Colombia. 609 pp.



Marimonda (*Ateles hybridus*)



Primates

Viviana Delgado

Introducción

El territorio colombiano alberga 34 especies de primates, casi un 25% de los primates de la región neotropical. En el departamento de La Guajira, a pesar de su clima árido, se encuentran cuatro especies de monos: marimondas (*Ateles hybridus*), aulladores (*Alouatta seniculus*), cariblancos (*Cebus albifrons*) y monos nocturnos (*Aotus griseimembra*); todas ellas presentes en el valle del Cerrejón. La riqueza de especies de primates en comunidades neotropicales está determinada por la productividad de los bosques (Kay *et al.*, 1997). Sin embargo, estos mamíferos pueden acumular reservas de grasa durante períodos de abundancia, de tal forma que soporten los periodos de escasez (Stevenson, 2005).

La modificación de hábitat que resulta de actividades extractivas como la explotación minera, ganadera y agrícola pueden afectar las poblaciones de primates. En esta región, gran parte de las poblaciones de monos se encuentran en los bosques de galería del río Ranchería y de los principales arroyos; así

como también se pueden encontrar en bosques de matorral espinoso.

Los primates constituyen especies destacadas (especies bandera) y visibles que pueden ser indicadoras del estado de salud en ecosistemas tropicales (Defler, 2010). Basado en esto, Cerrejón decidió propiciar monitoreos de las poblaciones de *A. seniculus* desde 1982, ya que esta especie se encuentra presente en gran parte de la región, y gracias a su estrategia de ahorro de energía, sus bajos requerimientos de espacio y su dieta folívora facultativa, pueden sobrevivir en ambientes fragmentados, e incluso en cultivos y bosques perturbados (Orihuela-López *et al.*, 2005; Bicca-Marques, 2003; Crockett, 1998; Estrada & Coates-Estrada, 1996; Milton, 1980).

De las poblaciones de monos presentes en la zona, el género *Ateles* es el más amenazado y su presencia se reporta en áreas externas al complejo como la serranía de Perijá.

Los estudios sobre primates presentes en el Cerrejón vienen suministrando datos que permitirán entender los mecanismos que regulan los complejos ecosistemas en esta región. Así, al obtener un conocimiento y una comprensión más profunda de las especies de este grupo, se proveerá a los tomadores de decisiones herramientas mediante las cuales puedan proponerse modelos adecuados de manejo de los recursos naturales, para que estos puedan ser preservados en el futuro (Defler, 2010).

Metodología

Los datos aquí presentados, consolidan la información de los estudios realizados con poblaciones de aulladores durante los últimos diez años en Cerrejón, en diferentes estaciones climáticas.

Para el censo y monitoreo de primates realizado en el 2013, se tomaron datos entre las 6:00-12:00 y 15:00-18:00 horas, mediante el método de conteo directo por observación de individuos y grupos, el censo fue llevado a cabo en las estaciones ubicadas dentro del área de influencia de La Mina. Se realizaron dos recorridos por estación, con un promedio de 5,12+0,3 km cada uno; el recorrido total en las nueve estaciones fue de 46,25 km muestreados.

El área total muestreada fue de 5,24 km² con un promedio por estación de 0,58+0,12 km². Se definieron e identificaron el número de individuos de cada especie de primates, el número de grupos y la estructura de los mismos. La densidad de población de cada especie fue calculada como densidad ecológica: el número de individuos dividido por el área

muestreada (Soini, 1992). Las tropas fueron identificadas, teniendo en cuenta la localización espacial y las características físicas permanentes de algunos individuos. Durante el conteo de grupos se registró el número de individuos en cada tropa, especificando edad y sexo.

Resultados y discusión

Para el Cerrejón, el mono aullador ha sido una especie “carismática”, ya que los estudios realizados con estos monos, han contribuido en la toma de decisiones sobre el tratamiento de sus ecosistemas. Se ha encontrado, por ejemplo, variación a lo largo del tiempo en cuanto al número de individuos en las estaciones monitoreadas (Tabla 2), siendo este el resultado de la modificación y fragmentación de su hábitat. Sin embargo, la gran flexibilidad ecológica y conductual de los aulladores les ha permitido colonizar rápidamente nuevos ambientes, como los bosques jóvenes o en proceso de recuperación, evidenciándose esto en las estaciones de rehabilitación Aguas Blancas y de compensación Mushaisa, lo que les ofrece a los aulladores más hábitat disponible, sin quedarse limitados al bosque de galería (Fedigan & Jack, 2001; Estrada & Coates-Estrada, 1996).

En el monitoreo de primates para el 2013 se reportaron 234 individuos, cuatro pertenecientes a la especie *A. hybridus*, nueve pertenecientes a *C. albifrons* y 221 individuos de *A. seniculus*. Estos últimos, presentaron una densidad de 42,18 ind/km² para todo el valle del Cerrejón. Esta densidad varió entre fragmentos de 100 ind/km² hasta 10 ind/km² con un promedio de 46,12+17,7 ind/km²

Tabla 1. Especies de primates registradas en los monitoreos de fauna desde 1982 hasta 2013 en el valle del Cerrejón.

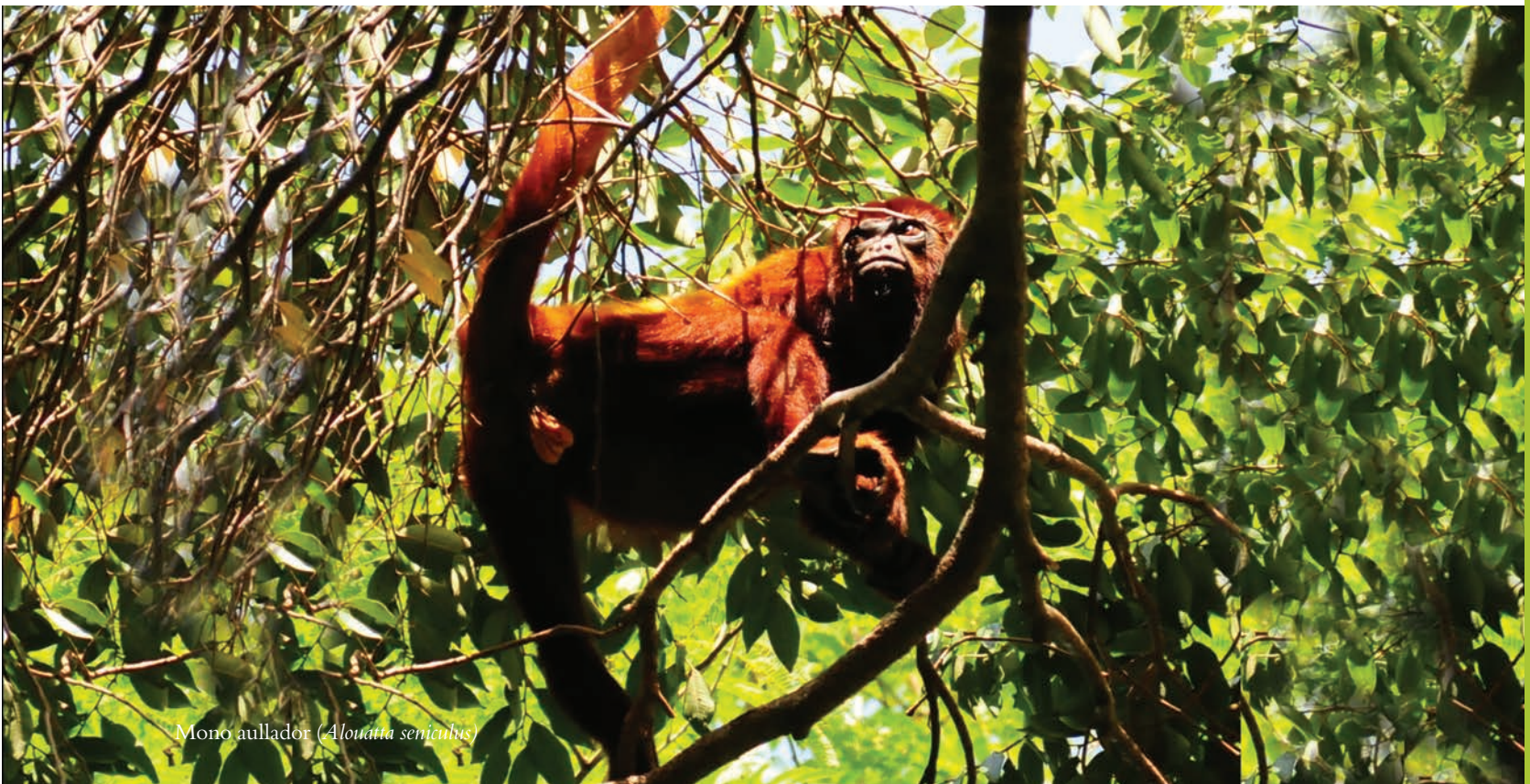
Especie	Ingetec 1982	Ingetec 1997	Ambiotec – Gómez Cajiao 1998	Dames & Moore /Integral 2000	Gómez & Cajiao 2001	Araguatos 2003-2004	FHGD 2005-2006	JDB 2009-2010	Omacha 2012-2013
<i>Alouatta seniculus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ateles hybridus</i>									X
<i>Aotus griseimembra</i>		X		X					
<i>Cebus albifrons</i>	X		X	X	X	X	X		X

Estaciones de monitoreo – Primates

Valle del Cerrejón – Departamento de La Guajira – Colombia.



Mapa de seguimiento y registro de primates en el valle del Cerrejón.



Mono aullador (*Alouatta seniculus*)



Tabla 2. Registros de monos aulladores en los diferentes monitoreos realizados en el Cerrejón desde el 2003 hasta el 2013.

Año	Estudios Responsable	Número de individuos por estaciones de muestreo										Número de individuos
		A. Palomino	A. Cerrejón	A. Paladines	A. Tabaco	Los Pozos	La Puente	A. Bruno	P. Perijá	Mushaisa	Aguas Blancas	
2003	Centro de primatología Araguatos	50	29	30	110	30	-	-	-	-	-	249
2004												
2005	F. hidrobiológica George Dahl	35	42	35	33	27	5	-	-	-	-	177
2006												
2009	Asesorías y Estudios ambientales J.D.B.S.A.S.	16	53	24	22	50	0	10	18	-	-	184
2010												
2012	Fundación Omacha	39	33	32	16	55	2	18	7	6	13	234
2013												

como puede observarse en la Figura 1. La densidad de grupos se estimó en 6,68 grupos/km² con un promedio por estación de 7,04±6,9 grupos/km² en un rango de 17,9 a tres grupos/km².

La densidad de monos aulladores para el valle del Cerrejón se encuentra dentro de los valores normales registrados para la especie (Chapman & Balcomb, 1998; Crockett & Eisenberg, 1987). Sin embargo, es importante tener en cuenta que una alta densidad no necesariamente indica un resultado positivo, pues en muy poco espacio se encuentra un elevado número de individuos. Este valor tan alto parece ser un efecto del área reducida del bosque donde se concentran. Los individuos jóvenes presentan muy pocas posibilidades de dispersarse y probablemente deban intentar ingresar a grupos vecinos o formar nuevos grupos y esta última opción va disminuyendo el espacio disponible (Crockett, 1998).

El tamaño promedio de los grupos de aulladores en el valle del Cerrejón concuerda con lo reportado para la especie, donde los grupos varían desde dos a más de 16 individuos, con un tamaño promedio de seis a nueve individuos (Chapman & Balcomb, 1998; Crockett & Eisenberg, 1987; Neville, 1972). Según Gómez-Posada (2006), el tamaño promedio de las tropas en una población de aulladores rojos

está en función de factores como la edad de la tropa, los eventos demográficos (como emigración e inmigración y mortalidad), número de hembras adultas por grupo y estado de crecimiento o disminución de la población, más que una función específica del tipo y la calidad de hábitat. Las tropas registradas en las diferentes estaciones de muestreo presentan una composición y estructura particular en sus grupos, ya que se componen de un gran número de adultos y muy pocos juveniles. En aulladores rojos, el crecimiento en el tamaño de una tropa se da a través de nacimientos y retención de individuos maduros, mientras que la reducción del tamaño de grupo se presenta por emigraciones y muertes (Crockett 1996). Estaciones como Arroyo Tabaco y Arroyo Bruno están presentando este fenómeno, ya que se encontraron grupos con un muy bajo número de individuos. Por esta razón, alteraciones de esta estructura social típica podrían ser reflejo de dificultades en la población (Chapman *et al.*, 2003, Crockett 1996).

Aunque los aulladores parecen responder adecuadamente a las condiciones de la fragmentación, no se sabe con certeza si las poblaciones en estos bosques intervenidos y fragmentados son viables a largo plazo, por lo que los monitoreos en Cerrejón son de gran valor científico (Bicca-Marques, 2003). En

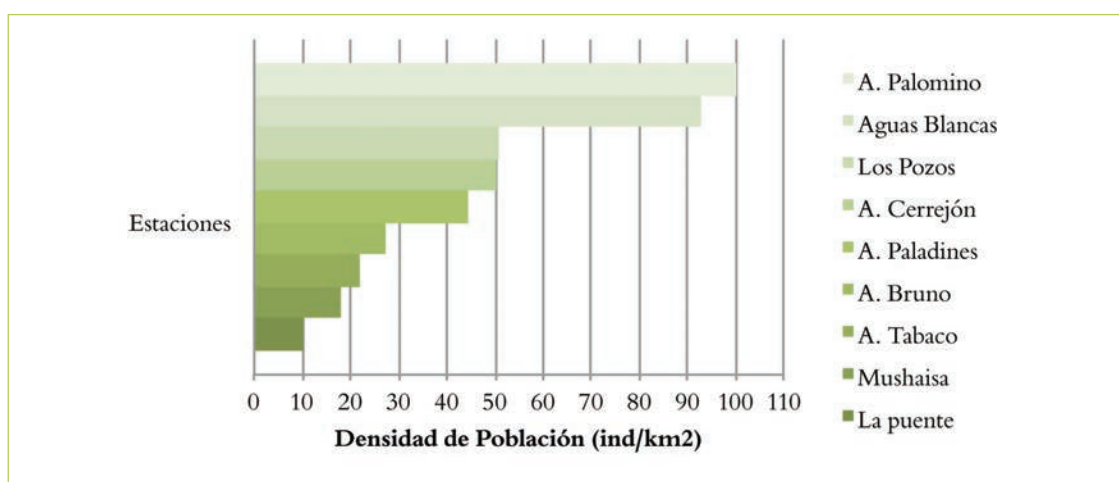


Figura 1. Densidad de población de aulladores 2013 en las diferentes estaciones de muestreo en el valle del Cerrejón.

el valle del Cerrejón las poblaciones de aulladores se encuentran en fragmentos inmersos en matrices antrópicas. Los resultados de este estudio sugieren que estos bosques son necesarios para conectar poblaciones aisladas de monos y ampliar el hábitat de los mismos en la región.

En cuanto a los monos cariblanos, se estimó una densidad de 1,72 ind/km² para todo el valle del Cerrejón. Esta especie fue registrada en estaciones como Paladines, Palomino y Los Pozos, y a través de los pobladores se conoce su presencia en lugares como arroyo Cerrejón y la zona de Remedios.

C. albifrons es una especie omnívora, consume invertebrados pequeños, frutos y huevos de aves. Buscan su alimento en todos los niveles del bosque y descienden al suelo con frecuencia; llegan a consumir más de 40 especies de plantas y pueden utilizar todos los días la única fuente de agua disponible en su área de dominio vital (Defler, 1979). Esto hace de los monos cariblanos unos excelentes colonizadores de hábitats, sin embargo son muy vulnerables a la intervención de los bosques.

La especie más importante de monos en el valle del Cerrejón es *A. hybridus*. Este primate solo se encontró en una de las estaciones de monitoreo, cerca al corregimiento de Remedios, y permite resaltar la importancia de los hábitats más conservados presentes en el área. La marimonda también está reportada para la Reserva Forestal Protectora Montes de la Oca (Galvis *et al.*, 201), que se localiza en el extremo norte de la Serranía de Perijá y comprende la porción más septentrional de la cordillera Oriental de Colombia; no se tiene información sólida sobre sus requerimientos de espacio, dieta o su patrón de actividad en esta zona, por lo cual es necesario establecer planes de acción encaminados a la investigación y conservación de esta especie, ya que se encuentra muy cerca de asentamientos humanos.

Conclusiones

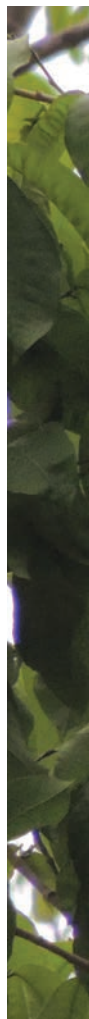
Los monos aulladores presentan baja variabilidad en su tamaño y composición a lo largo de los años de muestreo en el Cerrejón. Esto muestra que son especies con relativa buena adaptación a cambios en los hábitats, pero se recomienda continuar monitoreando sus grupos y garantizando la

integridad de parches de bosques para no ponerlos en riesgo.

La especie *A. hybridus*, se encontró mas arriba de la población de los Remedios, sobre el arroyo Tabaco; aunque no se encuentra en zona de influencia directa de La Mina, requiere de un plan de manejo urgente en la zona. Esta especie amerita un análisis de conectividad para garantizar que en el futuro no haya pérdida de bosque que conduzca a su aislamiento y posterior desaparición.

Bibliografía

- Bicca-Marques, J. 2003. How do the Howlers Cope with Habitat Fragmentation? En: Marsh LK (Eds.), Primates in Fragments: Ecology and Conservation. (pp. 283-304). Kluwer Academic/Plenum Publisher.
- Chapman, C. & Balcomb, S. 1998. Population Characteristics of Howlers: Ecological Conditions or Group History. *International Journal of Primatology*, 19(3):385-403.
- Chapman, C., Lawes, Mj., Naughton-Treves, L. & Gillespie, T. 2003. Primate Survival in Community-Owned Forest Fragments: are metapopulations model useful amidst intensive use? En: Marsh LK (Eds.), Primates in Fragments: Ecology and Conservation. (pp: 63-78.) Kluwer Academic/Plenum Publisher.
- Crockett, C. & Eisenberg, J. 1987. Howlers: Variations in Group Size and Demography. En: B. Smuts, R. Seyfarth, R. Wrangham & T. Struhsaker (Eds.), *Primate Societies*. (pp. 54-68) Chicago: University of Chicago Press.
- Crockett, C. 1996. The Relation Between Red Howler Monkey (*Alouatta seniculus*) Troop Size and Population Growth in Two Habitats. En: Norconk, M. A., A. L. Rosenberg & P. Garber (Eds.), *Adaptive Radiations of Neotropical Primates*. (pp. 489-510) New York: Plenum Press.
- Crockett, C. 1998. Conservation Biology of the Genus *Alouatta*. *International Journal of Primatology*, 19: 549-579.
- Defler, T. 1979. On the Ecology and Behavior of *Cebus albifrons* in Eastern Colombia: I *Ecology Primates*, 20:475-490.
- Defler, T. 2010. *Historia Natural de los Primates Colombianos*. (2ª Ed). Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.
- Defler, T. & Bueno, M. 2010. Prioridades en Investigación y Conservación de Primates Colombianos. En: V. Pereira-Bengoa., P.R. Stevenson., M. Bueno., F. & Nassar-Montoya (Eds.), *Primatología en Colombia: avances al principio del milenio*. (pp. 193-214) Bogotá: Gráficas San Martín.
- Estrada, A. & Coates-Estrada, R. 1996. Tropical Rain Forest Fragmentation and Wild Populations of Primates at Los Tuxtlas, Mexico. *International Journal of Primatology*, 17:759-783.
- Fedigan, L. & Jack, K. 2001. Neotropical Primates in a Regeneration Costa Rica Dry Forest: a Comparison of Howler and Capuchin Population Patterns. *International Journal of Primatology*, 22(5): 689-713.





- Galvis, P., Mejía, A., Rueda, J. & Lázaro, L. 2011. Fauna Silvestre de la Reserva Forestal Protectora Montes de Oca, La Guajira, Colombia. Primera edición.
- Gómez-Posada, C. 2006. Biología y Estado de Conservación del Mono Aullador Rojo. En: G. Kattan & C. Valderrama (Eds.), Plan de Conservación del Mono Aullador Rojo (*Alouatta seniculus*) en la Región del Sirap Eje Cafetero y Valle del Cauca. (pp. 13-40). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y WCS Colombia / Fundación EcoAndina.
- Kay, R., Madden, R., Van Schaid, C. & Higdon, D. 1997. Primate Species Richness is Determined by Plant Productivity: Implications for conservation. Process of the National Academy of Sciences USA.
- Milton, K. 1980. The Foraging Strategy of Howler Monkeys. A study in primate Economics. Columbia University Press.
- Neville, M. 1972. The Population Structure of Red Howler Monkeys (*Alouatta seniculus*) in Trinidad and Venezuela. Folia Primatológica, 17: 56-86.
- Orihuela-López, G., Terborgh, J. & Ceballos, N. 2005. Food Selection by a Hyperdense Population of Red Howler Monkeys (*Alouatta seniculus*). Journal of Tropical Ecology, 21: 445-450.
- Soini, P. 1992. Ecología del Coto Mono (*Alouatta seniculus*, Cebidae) en el río Pacaya, Reserva Nacional Pacaya-Samiria, Perú. Folia Amazónica, 4(2):117-134.
- Stevenson Pr (2005). Potential Keystone Plant Species for the Frugivore Community at Tinigua Park, Colombia. En: Dew L, Boubli J (Eds.), Tropical fruits and Frugivores: the search for strong interactors. (pp 38-57). Springer, The Netherlands Berlin Heidelberg.



Tortuga blanca (*Chelonia mydas*)



Coral cerebro (*Diploria strigosa*)

Ecosistemas Marinos

Luis Alonso Gómez Lemus, Luis Alejandro Mejía Torres, Maryela Paola Bolaño Lara, Alianis Orjuela Rojas, Ricardo Esteban Ricardo y Alex Báez Polo

Introducción

No muchas personas han tenido la oportunidad de conocer la complejidad que el mar esconde bajo su apariencia homogénea y, en consecuencia, la importancia de los ecosistemas marinos en el delicado equilibrio ambiental y en buena parte del funcionamiento y bienestar de la sociedad (Márquez 1996). Colombia tiene la fortuna de contar con casi 3.000 km de costas, de los cuales la península de La Guajira abarca cerca de la tercera parte sobre el mar Caribe (CORPOGUAJIRA & INVEMAR 2012). Incrustada en su parte noroccidental, la bahía de Portete se destaca por poseer una gran diversidad de tipos de hábitats que proporcionan un medio único para distintas especies de organismos marinos (Integral 1982) (Anexo 1).

Entre los tipos de hábitats marino-costeros presentes en la bahía se encuentran las formaciones coralinas, los arrecifes rocosos, los fondos fangosos, los fondos arenosos, los manglares y las praderas de vegetación marina (Integral 1982); condición, que sumada al

hecho de que la bahía está relativamente encerrada y bien protegida de las influencias hidrodinámicas adversas, han permitido la implantación y desarrollo de estas importantes comunidades marinas (Corpo-guajira 2003; CORPOGUAJIRA & INVEMAR 2012).

Antes de 1980, los estudios en esta bahía se enfocaron principalmente en las características oceanográficas (Dames y Moore 1977, 1979; Dean 1979). El conocimiento detallado de los ecosistemas dentro de la bahía comenzó en 1980, con la llegada del proyecto carbonífero del Cerrejón (Integral 1982; Environment 1983, 1984). Puerto Bolívar inició actividades en 1984, y el primer estudio marino posterior al inicio de operaciones fue realizado por el Cerrejón mediante el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR– en 1988 (INVEMAR 1988); posteriormente, en 1992, se realizó un marcaje de parcelas para su monitoreo en el tiempo, especificando estaciones dentro y fuera del área de influencia del puerto, para así llevar a cabo

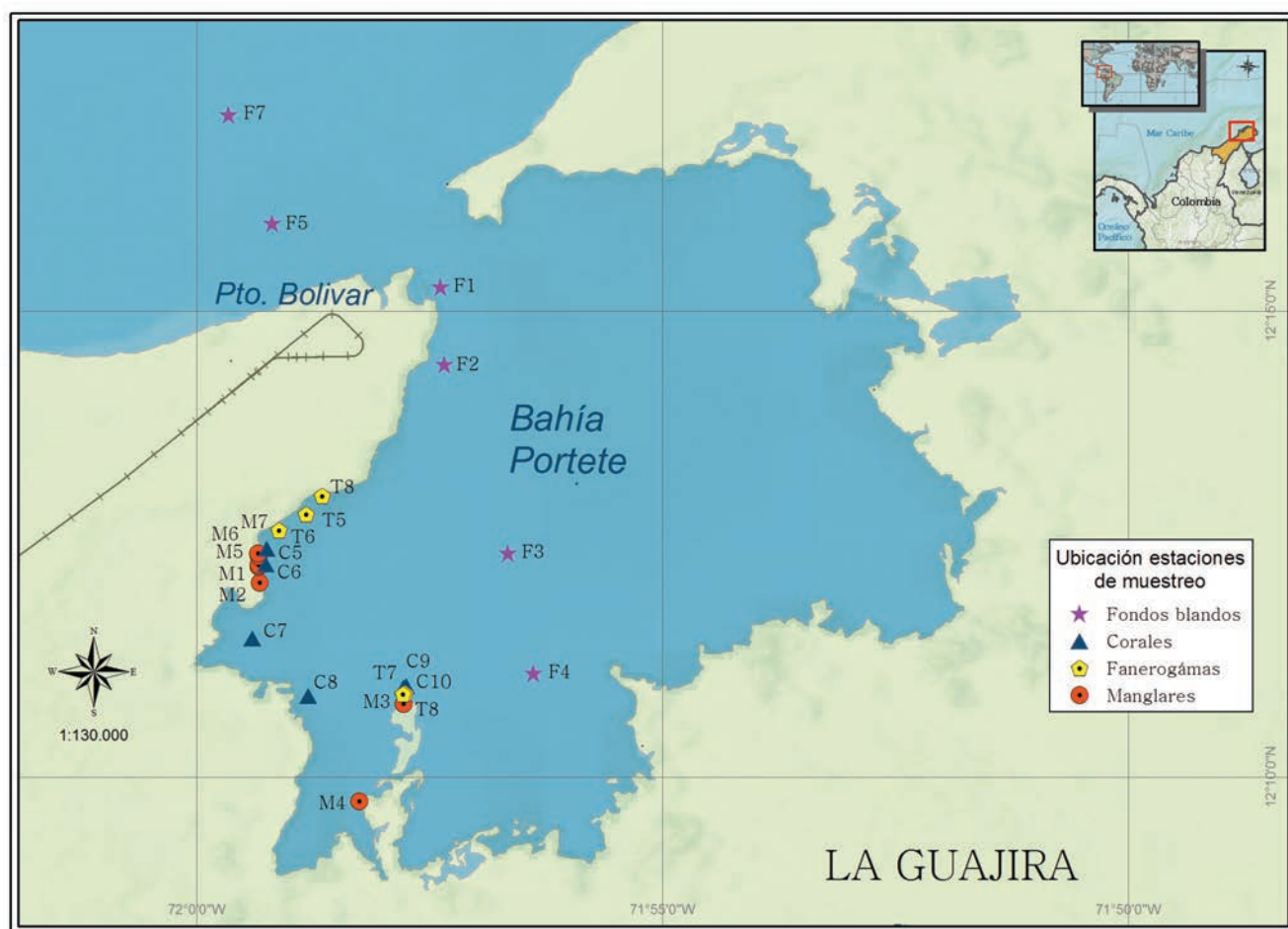
estudios espaciales y temporales que permitieran establecer potenciales impactos (INVEMAR 1992), estudio que fue repetido en 2004 y 2010 (INVEMAR 2004; Sánchez *et al.*, 2010).

El presente capítulo representa una síntesis de la caracterización ambiental y monitoreo de los principales ecosistemas marinos presentes en la bahía de Portete, los cuales han sido objeto de constante estudio y control por parte de Cerrejón, teniendo en cuenta la operación portuaria allí ubicada. Estos estudios se han realizado a través del INVEMAR buscando establecer una referencia de las características generales de los ecosistemas marinos presentes en el área (Mapa).

Formaciones coralinas

Los arrecifes coralinos son estructuras geológicas masivas construidas por organismos vivos, que crecen normalmente sobre sustratos rocosos y elaboran su esqueleto por medio de la fijación de carbonato de calcio (Achituv y Dubinsky 1990). El sustrato generado por los corales da origen a estructuras con muchas cavidades y grietas, que constituyen diversos hábitats aprovechados por gran cantidad de especies marinas para su subsistencia y desarrollo (Díaz *et al.*, 1996).

Los arrecifes coralinos son de gran importancia para el hombre ya que sus estructuras protegen las costas, playas y asentamientos humanos del embate de las



Mapa ubicación del área de estudio y estaciones de muestreo para los ecosistemas marinos en los monitoreos realizados por INVEMAR.



Almeja fuego (*Ctenoides scabra*)



Anémona (*Condylactis gigantea*)



Cangrejo (*Mithrax verrucosus*)



Langosta espinosa (*Panulirus argus*)

Fauna asociada a cavidades y grietas consolidadas por los corales de la bahía de Portete.

olas y las tormentas. Las pesquerías en áreas arrecifales han sido el sustento de muchas comunidades costeras que extraen especies de valor comercial (INVEMAR 2007). Los ecosistemas coralinos también tienen un gran potencial económico en el desarrollo turístico (Garzón-Ferreira 1997) y en el ámbito farmacéutico, ya que se han encontrado gran variedad de sustancias bioactivas en los organismos arrecifales (Díaz *et al.*, 2006; Mora-Cristancho *et al.*, 2007). Se ha estimado que el sustento directo e indirecto del 5 - 10 % de la población colombiana se deriva de los arrecifes coralinos (DANE 2010).

En Colombia hay aproximadamente 2.900 km² de áreas coralinas, (INVEMAR, 2007) de los cuales más de 100 km² se encuentran dentro de la bahía de Portete, en donde se han reportado cerca de 21 especies de corales (Díaz-Pulido 1997; Díaz *et al.*, 2000).

En la bahía de Portete el ecosistema coralino se encuentra confinado en la parte suroccidental, generalmente asociado a amplias praderas mixtas de *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* en los primeros metros de profundidad. El desarrollo de los

Diploria estrigosa



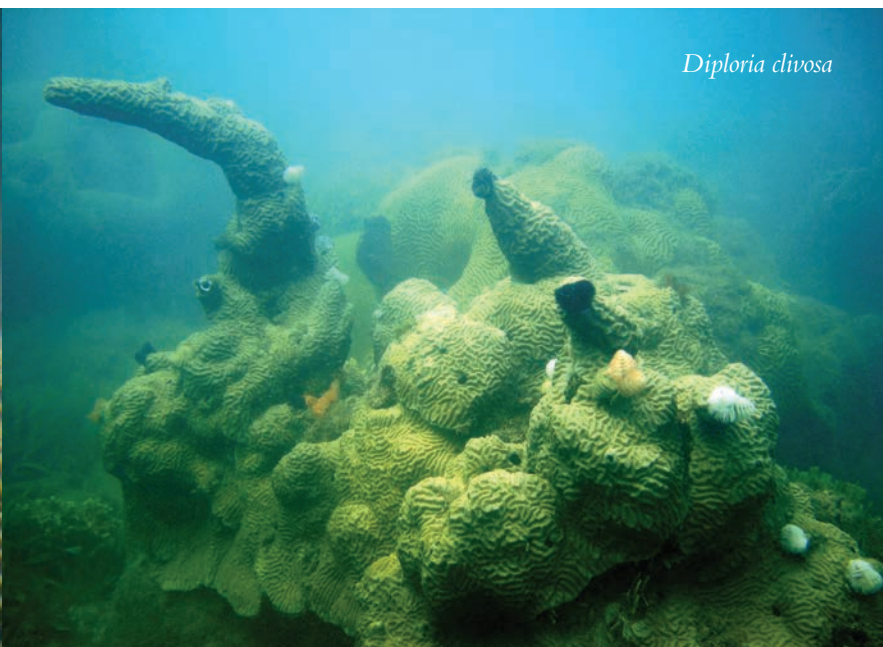
Siderastrea siderea



Formaciones coralinas dispersas entre praderas de pastos marinos en la parte suroccidental de bahía de Portete.

corales en el área se caracteriza por ser limitado y normalmente han sido catalogados más como “formaciones coralinas”, que como verdaderos arrecifes coralinos (INVEMAR 1988; Díaz *et al.*, 2000; INVEMAR 2004). Dentro de la bahía se han encontrado dos tipos de formaciones coralinas, que han sido denominadas como parches arrecifales y formaciones de corales dispersos en praderas de fanerógama (INVEMAR 1988; Solano 1994).

Según el último monitoreo realizado en 2010 por el INVEMAR (Sánchez *et al.*, 2010), dentro de las



Diploria divosa



Millepora alcornis



Porites astreoides



Briareum asbestinum

Formaciones coralinas tipo parches arrecifales en la parte suroccidental de la bahía de Portete.

Corales destacados por presentar una mayor frecuencia de aparición en el área estudiada..

especies más destacadas por frecuencia de aparición están *Millepora alcornis* y *Briareum asbestinum*, presentes en todas las estaciones de muestreo, seguidos por *Porites porites*, *P. astreoides* y *Favia fragum* presentes en cinco de las seis estaciones. Adicionalmente, se observaron próximos a las estaciones de monitoreo las especies *Montastrea annularis*, *Oculina diffusa* y *Agaricia lamarcki*.

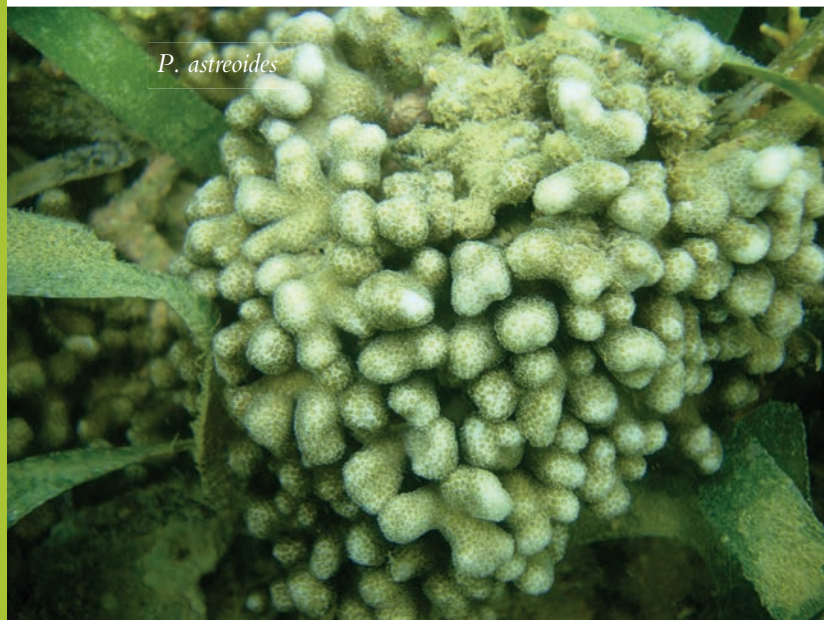
Desde el inicio de los monitoreos en 1993, las formaciones arrecifales objeto de estudio por parte de INVEMAR han presentado una relativa estabilidad

en términos de composición de especies reportadas (10 especies en 1992, 11 especies en el 2004 y 12 especies en el 2010) que también se ve reflejada al comparar las principales categorías de cobertura.

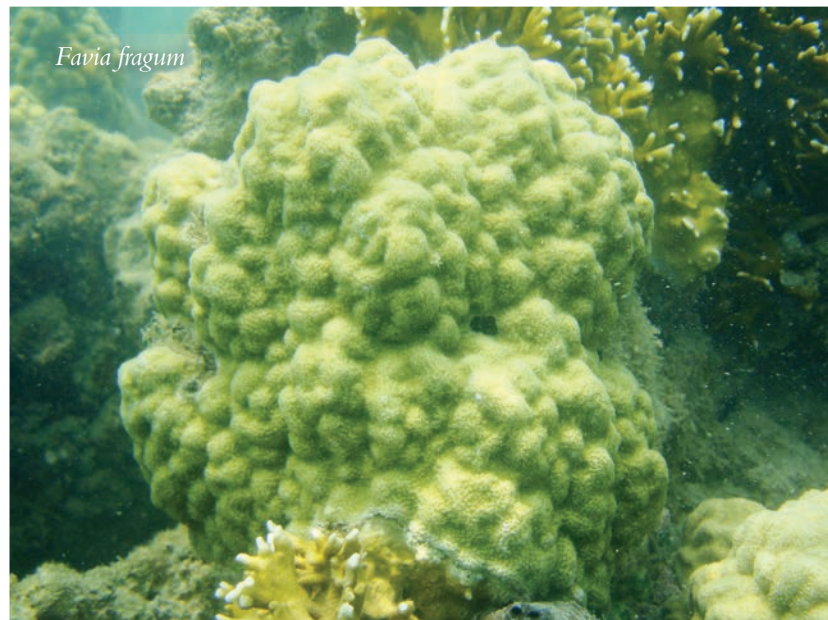
Algunas variaciones que se han encontrado a lo largo de los últimos 20 años en los porcentajes de coral vivo y algas asociadas a lo largo de los últimos 20 años, se han atribuido a procesos de degradación coralina a gran escala como el paso de huracanes; no obstante, el estado en general de las formaciones coralinas encontrado en el último monitoreo es



Porites porites



P. astreoides

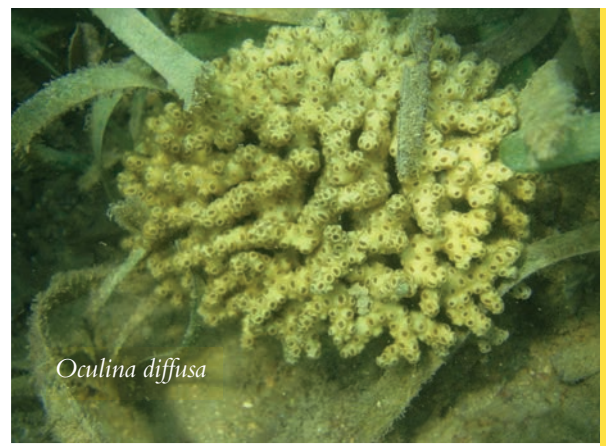


Favia fragum

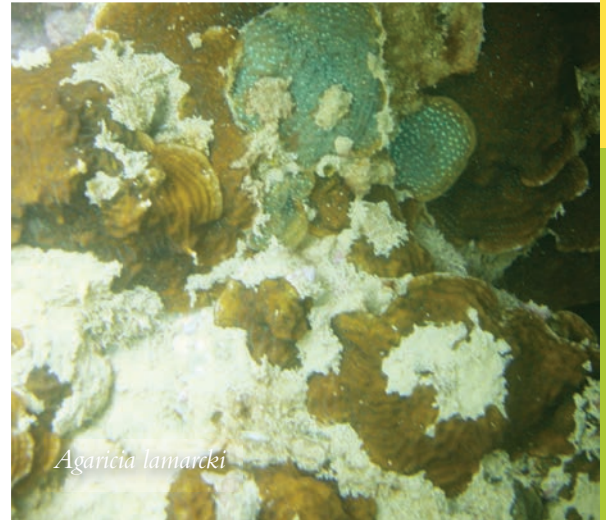
Corales presentes en la bahía de Portete con segundo grado de importancia en frecuencia de aparición.



Montastrea annularis



Oculina diffusa



Agaricia lamarcki

Especies de coral encontradas en los alrededores de las estaciones de monitoreo.

relativamente bueno, lo cual se reafirma por la no detección de enfermedades coralinas o fenómenos de blanqueamiento.

Actualmente, los arrecifes coralinos se encuentran sometidos a diversos y poderosos agentes de deterioro de origen antrópico y natural en todo el planeta. El desarrollo costero, el desbroce de la tierra y la agricultura intensiva, contribuyen a acelerar el deterioro de los ambientes arrecifales por el aporte de sedimentos y contaminantes a las aguas, mientras que la sobreexplotación pesquera altera el balance ecológico. Además, el incremento de la temperatura en los océanos ha provocado episodios dramáticos de blanqueamiento destruyendo corales en muchas partes del mundo (Díaz-Pulido 1997).

Dentro del área de estudio, en la bahía de Portete, existen por lo menos cinco especies de coral que actualmente se encuentran catalogadas bajo algún grado de amenaza (Tabla 1). Se destacan *Acropora*

cervicornis y *A. palmata* debido a su importancia ecosistémica como especies formadoras de arrecife y por proporcionar refugio y alimento a otros organismos (Ardila *et al.*, 2002).

Pastos marinos

Las praderas de pastos marinos están conformadas por plantas acuáticas vasculares, encontrándose dentro de las asociaciones vegetales marinas más productivas y de mayor tasa de crecimiento, incluso comparables con cosechas agrícolas (Waycott *et al.*, 2009). Revisten especial importancia ecológica y económica por proveer hábitat para numerosos organismos, participar en el reciclaje de nutrientes, aportar grandes cantidades de materia orgánica al medio y ser importante fuente de oxígeno y secuestro de carbono (Díaz *et al.*, 2003).

En el caso de la zona de La Guajira, representan un área cercana a las 34.000 hectáreas, más del 80 % del

Tabla 1. Especies de coral presentes en el área de estudio que se encuentran bajo algún grado de amenaza. Categorías IUCN*: CR: en peligro crítico, EN: en peligro, VU: vulnerable, LC: preocupación menor. Basado en Ardila *et al.* (2002).

Especie/nombre vernacular	Categoría nacional	Principales amenazas
<i>Acropora cervicornis</i> Coral cuernos de ciervo	CR	Cambio climático, calentamiento global, huracanes, enfermedad de la banda blanca, extracción para comercialización, vertimiento de aguas servidas y pesca con dinamita.
<i>Acropora palmata</i> Coral cuernos de alce	EN	Calentamiento global, huracanes, enfermedad epidémica la banda blanca, pesca con dinamita, extracción para comercio y descarga de aguas negras.
<i>Mussa angulosa</i> Spiny flower coral	VU	Calentamiento global, sedimentación, pesca con dinamita, extracción directa del coral para la fabricación de artesanías.
<i>Porites porites</i> Coral de dedos	LC	Diferentes factores de estrés ambiental como el aumento de la temperatura y la sedimentación, propician blanquimiento en la especie.
<i>Stephanocoenia intercepta</i> Blushing star coral	VU	Enfermedad de lunares oscuros, la sobrepesca con la consecuente disminución de herbívoros, ocasionando proliferación de macroalgas en los arrecifes.

* Categorías de amenaza de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas de la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN).

total de las praderas existentes para el Caribe colombiano, de las cuales 1.320 hectáreas se encuentran en la bahía de Portete (Díaz *et al.*, 2003), constituyéndose en una de las comunidades más notorias en los sitios más someros de los costados sur y occidente de la región (INVEMAR 1988) (Figura 2).

En la bahía se destacan dos tipos de praderas principales, praderas del tipo monoespecífico (una sola especie) conformada por *Thalassia testudinum*; y praderas del tipo mixto (más de una especie) conformadas por *T. testudinum* y *Syringodium filiforme*.

Las praderas suelen desarrollarse con mayor exuberancia y longitud en la parte suroccidental de la Bahía, sobre bajos que generalmente anteceden al manglar (Anexo 1) y destacándose la incidencia de ensamblajes coralinos dominados principalmente por *Millepora alcicornis*, presentándose también, un alto grado de epifitismo para algunos sectores.

Con base en las descripciones del estado general de las praderas en cada una de las estaciones realizadas en los monitoreos de los últimos años (1993, 2004 y 2010), al parecer, se ha mantenido una estabilidad relativa en términos de cobertura y características generales como composición de especies y fauna acompañante, en donde se destaca el predominio de *T. testudinum* en la conformación de la mayoría de ensamblajes y se describen las variaciones estructurales, como la densidad y el tamaño de las hojas, consecuencia directa del tipo de sustrato en el que se encuentran.

Para zonas arenosas con sedimentos consolidados, las hojas suelen ser cortas, con mayores rizomas y mayores densidades, mientras que en áreas lodosas las densidades disminuyen pero se encuentran hojas de mayor altura (INVEMAR 2004; Sánchez *et al.*, 2010).

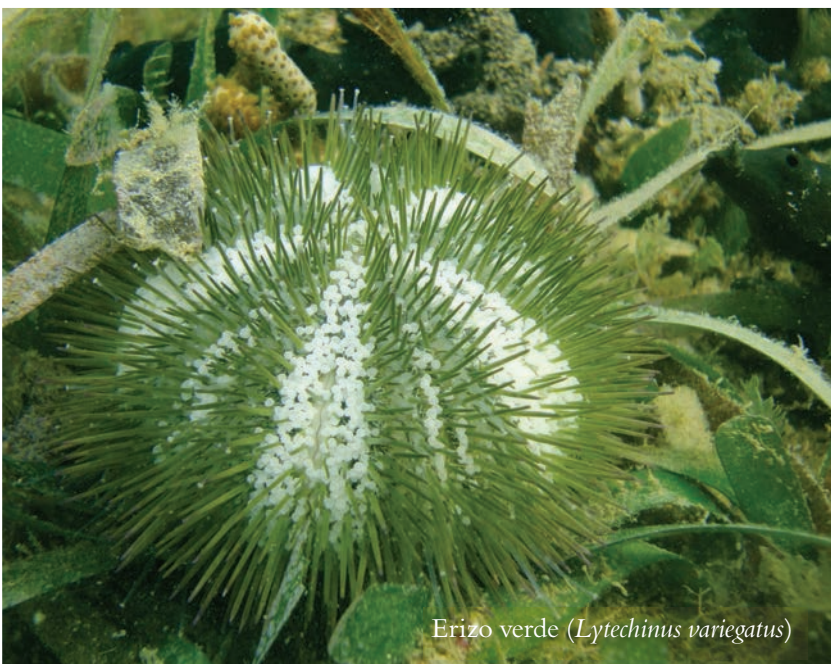
Al observar la fauna acompañante a las pradera de pastos, también se evidencia una estabilidad relativa



Medusa (*Cassiopea sp.*)



Erizo negro (*Diadema antillarum*)



Erizo verde (*Lytechinus variegatus*)



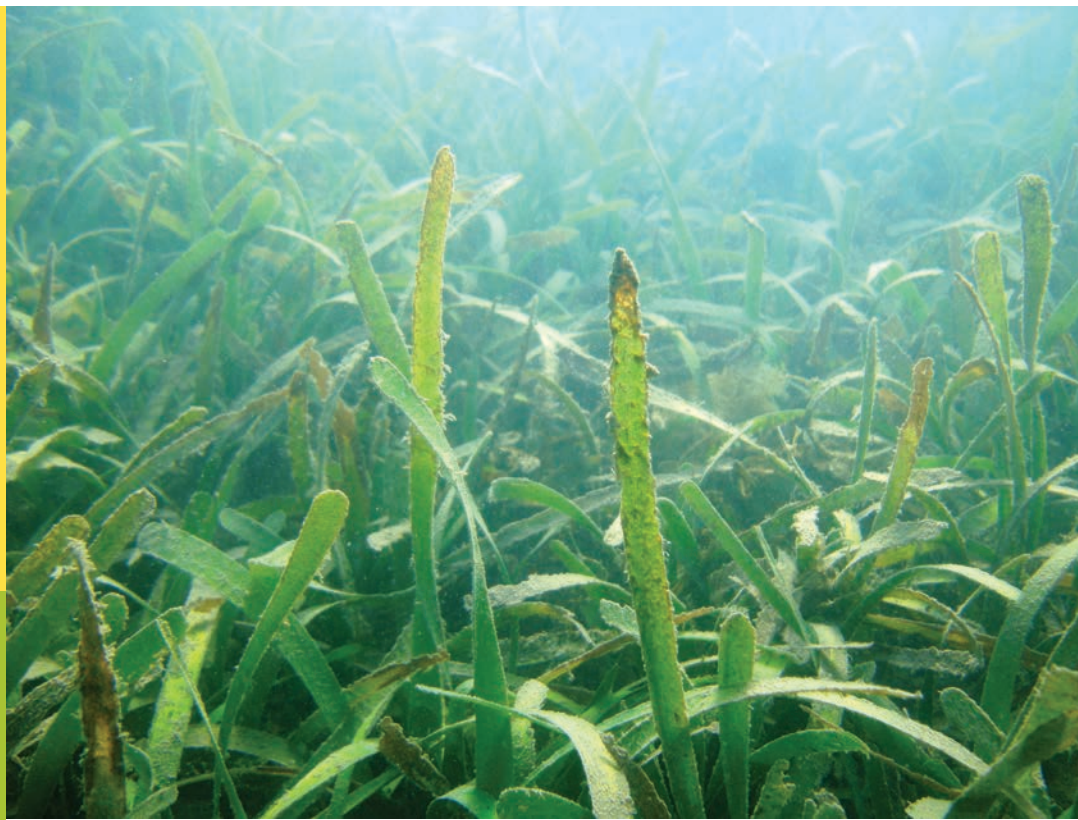
Pepino de mar (*Isostichopus badionotus*)



Estrella de mar (*Echinaster echinopus*)



Estrella de mar (*Oreaster reticulatus*) ()



Panorámica general de los tipos de praderas presentes en la bahía de Portete.



Características generales de las praderas de pastos en la bahía de Portete.



Mapa áreas de cobertura de pastos marinos para la península de La Guajira con ampliación de la bahía de Portete.

en el número de especies presentes, con lo cual se puede asumir que los servicios de alimentación y refugio que las praderas normalmente prestan a los organismos, se han mantenido relativamente estables (Sánchez *et al.*, 2010).

Las praderas marinas han sido catalogadas como ecosistemas globalmente amenazados, debido a su distribución restringida a aguas someras cercanas a las costas y a que son altamente sensibles a la actividad humana y cambios ambientales de origen natural como tormentas y huracanes (Díaz *et al.*, 2003).

Manglares

Los bosques de manglar son formaciones de plantas adaptadas a la salinidad, establecidas en la franja

intermareal, que bordean las líneas de costa (Ball y Farquhar 1984) y comparten características morfológicas y fisiológicas. Estas características comunes son: 1) tolerancia al agua salada y salobre, 2) raíces adventicias o en zancos que aumentan su superficie de sustentación, 3) adaptaciones para intercambiar gases en sustratos pobres en oxígeno y 4) reproducción por embriones capaces de flotar que se dispersan por el agua (Prahl *et al.*, 1990).

Estos ecosistemas son considerados estratégicos debido a su importancia en procesos naturales, socioeconómicos y ecológicos; constituyendo, al igual que los arrecifes de coral, uno de los ecosistemas con las más altas productividades biológicas en el planeta, llegando a estimarse que las dos terceras partes de las



Adaptaciones presentes en los manglares típicos de la bahía de Portete para soportar condiciones extremas.

poblaciones de peces en el mundo dependen de las áreas de manglar y sus detritos (Odum y De la Cruz 1967). Adicionalmente, son de gran valor como amortiguadores de inundaciones y protectores de la erosión del viento y las olas en la línea de costa (Sánchez-Páez *et al.*, 1997, 2000).

En Colombia, los manglares están representados principalmente por nueve especies que forman extensos bosques en las costas del Caribe y Pacífico, (Ogden 1983). En el caso de la bahía de Portete, la línea de costa está bordeada en su mayor parte por formaciones densas de manglares *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* (Figura 14), ocupando un área aproximada de 13 km² y presentando su mayor desarrollo en el litoral plano y fangoso (Gil-Torres *et al.*, 2009) (Anexo 1).

Con base en los monitoreos realizados por el INVEMAR en los últimos años (1988, 1992, 2004 y 2010), en términos generales las condiciones del manglar en las áreas del monitoreo se han mantenido. Se conserva una estructura arbórea conformada por elementos de poca envergadura, donde el ancho del cinturón de manglar sobre la línea de costa no sobrepasa los 100 m, caracterizándose como un bosque “achaparrado” o “manglar de borde”, típico de lugares en donde las fuerzas del viento imponen barreras muy precisas al crecimiento de los árboles; además, las condiciones extremas como salinidad y altas temperaturas limitan el crecimiento del manglar, lo cual se evidencia con la presencia de bosque maduros con árboles de poca altura (Hutchings y Saenger 1987).

En el área se ha identificado poca presión antrópica comparada con otras áreas del Caribe; no obstante, se destaca el empleo del manglar en alimentación de ovinos y caprinos y el uso de varas e incluso raíces de *R. mangle* para construcción y mantenimiento de ranchos y para la elaboración de aparejos de pesca; además, se aprovecha la fauna asociada, como peces y moluscos, por parte de la comunidad indígena y para los turistas ocasionales que visitan el área. También se presentan efectos originados por inadecuada disposición de residuos sólidos (principalmente plásticos) y tala en sectores localizados del bosque para adecuación de infraestructura portuaria (Gil-Torres *et al.*, 2009).

Macroinfauna de fondos blandos

Los fondos blandos son aquellos que están ubicados únicamente en la zona infralitoral, sin incluir la zona intermareal de playas ni los fondos vegetados; es el ecosistema marino más extenso en el mundo, y se encuentra conformado por la acumulación de partículas sedimentarias como arenas, arcillas, cienos y limos, que lo constituyen como un sustrato inestable y de baja complejidad topográfica, que ofrece alimento y protección a una gran cantidad de organismos bentónicos (Steer *et al.*, 1997). Dentro de la bahía de Portete, son el ecosistema marino que ocupa mayor área (Anexo 1).

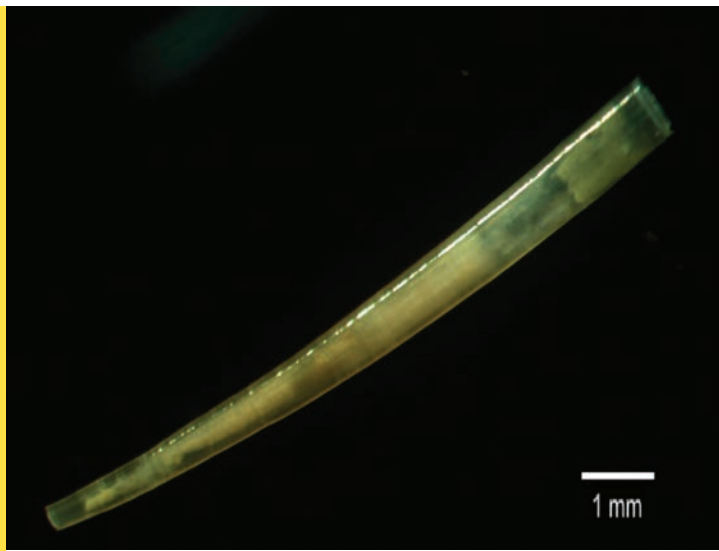
Los organismos bentónicos representan el mayor componente de los ambientes marinos y se definen como aquellos que viven dentro o sobre el sedimento en cualquier momento de su historia de vida (Pohle y Thomas, 2001). Se consideran buenos indicadores de perturbaciones antrópicas y naturales, por lo que sus comunidades son ampliamente utilizadas en programas de monitoreo, evaluación y vigilancia en muchas partes del mundo; ya que cuentan con una gran diversidad, formas de vida, alimentación, comportamiento y respuesta rápida a las perturbaciones; se destacan grupos como los poliquetos, crustáceos, moluscos y equinodermos, la mayoría de ellos tienen poca movilidad, ciclos de vida largos, amplia tolerancia al estrés y están íntimamente asociados al sedimento (donde se acumula material orgánico particulado y/o tóxico) (Carrasco y Gallardo, 1989; Soto y Leighton, 1999; Guzmán-Álviz y Ardila, 2004; Guzmán-Álviz *et al.*, 2001; Pohle y Thomas, 2001). La macroinfauna incluye organismos con tamaños superiores a 500 μm .



Vista aérea de una porción de línea de costa de la bahía de Portete donde se observa la barrera natural generada por el manglar.



Formaciones de manglares típicas de la bahía de Portete: (a.) Franja de *Rhizophora mangle* de reducida altura. (b.) Franja de *Avicennia germinans*.



Algunos representantes de la de la macroinfauna presente en los fondos blandos de la bahía de Portete.

Los grupos taxonómicos de la macroinfauna de fondos blandos en la bahía de Portete se han mantenido a lo largo de los monitoreos realizados (Integral, 1982; INVEMAR, 1988; INVEMAR, 1992 e INVEMAR, 2004) (Figura 16). Los grupos dominantes de la macroinfauna, según los resultados obtenidos en los monitoreos realizados por INVEMAR en 2004 y 2010, son los anélidos en lo que se refiere a abundancia, y los moluscos en cuanto a la biomasa (INVEMAR, 2004; Sánchez *et al.*, 2010).

En estos monitoreos, se indica la existencia de dos comunidades distintas de la macroinfauna según el entorno natural registrado en las estaciones monitoreadas: la comunidad de las estaciones ubicadas dentro de la bahía de Portete y la conformada por las estaciones por fuera de esta, la cual es más diversa y abundante. Estas diferencias se deben a que en el sector externo se presentan sedimentos constituidos en su mayoría por arenas gruesas y medias, lo cual ofrece ensamblajes más diversos que los constituidos por arenas más finas y por fangos, como los que se encuentran al interior de la bahía.

Debido a la estrecha relación de estas comunidades con el sedimento y a la alta sensibilidad que presentan los organismos que la conforman, cualquier alteración de las condiciones fisicoquímicas de este ambiente, ya sea por actividades antrópicas o de carácter natural (de tipo químico, físico o biológico), pueden generar alteraciones en la estructura (composición y abundancia) de las mismas (Warwick 1986).

Cerrejón continuará periódicamente con los monitoreos de los ecosistemas marinos aledaños a su operación portuaria, para darle continuidad y seguimiento en la conservación de estos sistemas.

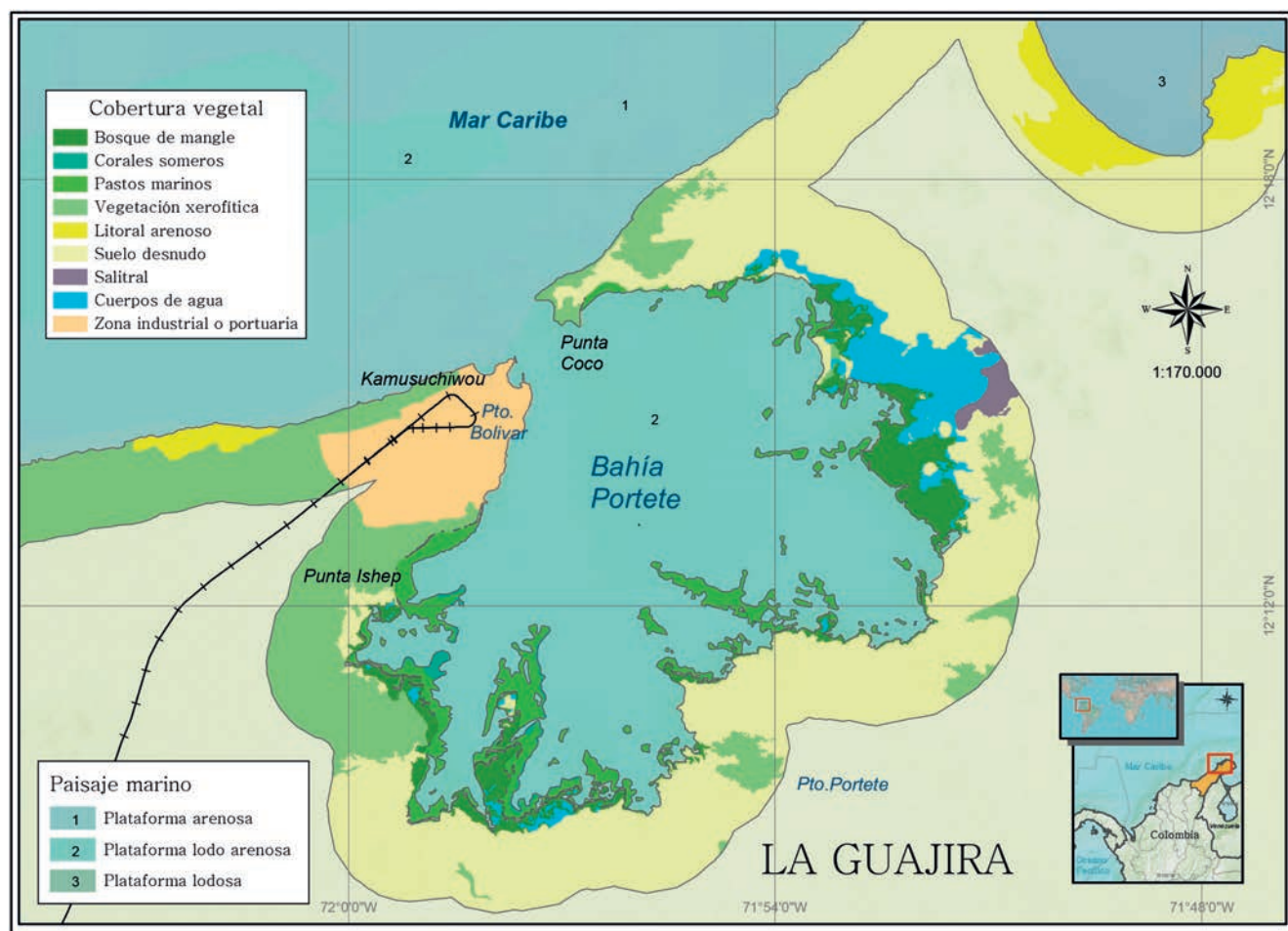
Bibliografía

- Achituv, Y. y Z. Dubinsky. 1990. Evolution and zoogeography of coral reef: 1-7. En: Dubinsky, Z (Ed.). Coral reef: Ecosystems of the world. Vol. 25. Elsevier Science B.V. Amsterdam.
- Ardila, N., G.r. Navas y J. Reyes. (Eds.). 2002. Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia. INVEMAR. Ministerio de Medio Ambiente. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia, 180 pp.
- Ball, M. y G. Farquhar. 1984. Photosynthetic and stomatal responses of the Grey mangrove, *Avicennia marina*, to transient salinity conditions. *Plant Physiol.*, 74: 7-11.
- Barnes, R.s. y R. Hughes. 1986. An introduction to marine ecology. Blackwell Scientific Publications, London. 339 pp.
- Carrasco, F. y V. Gallardo. 1989. La contaminación marina y el valor de la macrofauna bentónica en su evaluación y vigilancia: casos de estudio en el litoral de Concepción, Chile. *Biol. Pesq.*, 18: 15-27.
- Corpoguajira, 2003. Estado actual de los manglares, aprovechamiento y zonificación en el departamento de La Guajira. Área de cuencas hidrográficas y ecosistemas estratégicos. 125 pp.
- Corpoguajira e Invemar. 2012. Atlas marino costero de La Guajira. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar No. 27. Santa Marta, Colombia. 188 pp.
- Dames y Moore. 1977. Report reconnaissance surveys proposed North Coast port facilities, Colombia, South America. For Exxon Research and Engineering Co.
- Dames y Moore, 1979. Marine geotechnical and geophysical studies, Part I- Field and laboratory test data, Cabo de la Vela and Bahía Portete, proposed North Coast port facilities, Cerrejon Coal Project, South America. INTERCOR.

- DANE - Departamento Administrativo Nacional De Estadísticas. 2010. http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.
- Dean, R.G. 1979. Assessment of shoaling potencial at Bahía Portete. For Exxon Research and Eginceering Co.
- Díaz, J. M., L. M. Barrios, M. H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G. H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Ángel, F. A. Zapata Y S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR Serie Publicaciones Especiales No. 5, Santa Marta, 176 pp.
- Díaz, J. M., G. Díaz-Pulido, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, J. A. Sánchez y S. Zea. 1996. Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano, I Complejos arrecifales oceánicos. INVEMAR., Serie de publicaciones especiales 2, Santa Marta, 83 pp.
- Díaz, J. M., L. M. Barrios y D. I. Gómez-López (Eds). 2003. Las praderas de pastos marinos de Colombia: Estructura y distribución de un ecosistema estratégico. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 10. Santa Marta, 160 pp.
- Díaz, M. C., G. Bula, S. Zea y A. Martínez. 2006. Ensayos de actividad biológica y ecología química de extractos orgánicos de macroalgas del Caribe colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras 35: 241-247.
- Díaz-Pulido, G. 1997. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia: ecosistemas marinos y costeros. INVEMAR, Santa Marta. 141 pp.
- Ecology and environment. 1983. Environmental reconnaissance study of the Cerrejón Coal Project in Bahía Portete, Colombia, South America. Sin publicar. Task 1 to 4.
- Ecology and environment. 1984. Environmental reconnaissance study of the Cerrejón Coal Project in Bahía Portete, Colombia, South America. Sin publicar. Task 5.
- Garzón-Ferreira, J. 1997. Arrecifes coralinos: ¿un tesoro camino a la extinción? Colombia: Ciencia y Tecnología 15 (1): 11-19.
- Gil-Torres, W., G. Fonseca, J. Restrepo, P. Figueroa, L. Gutiérrez, G. Gómez, P. C. Sierra-Correa, M. Hernández-Ortiz, A. López y C. Segura-Quintero. 2009b. Ordenamiento ambiental de los manglares de la alta, media y baja Guajira. Sabaneta, Colombia. 283 pp.
- Guzmán-Álvis, A., O.d. Solano, M. Córdoba-Tejada y A. López-Rodríguez. 2001. Comunidad macroinfaunal de fondos blandos someros tropicales (Caribe colombiano). Bol. Invest. Mar. Cost., 30: 39-66.
- Guzmán-Alvis, A, y N. Ardila. 2004. Estados de los fondos blandos en Colombia. En: Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: Año 2003. INVEMAR, Santa Marta, Serie de publicaciones periódicas No. 8. 183-198.
- Hutchings, P. y P. Saenger. 1987. Ecology of mangroves. Univ. Queensland Press, Queensland, 388 pp.
- Integral. 1982. Proyecto Carbonífero de El Cerrejón (zona norte). Estudio de impacto ambiental. Apéndice técnico. Ecología Marina. Carboacol - Intercor. Vol. I, II. Barranquilla. No publicado.
- INVEMAR. 1988. Diagnóstico actual de las comunidades marinas de la bahía de Portete, análisis de efectos reales por la construcción y operación de las instalaciones portuarias. Informe final. Editado por Díaz, J.M., O.D. Solano, R. Dueñas y J. Garzón-Ferreira. Preparado para CARBOCOL, INTERCOR, El Cerrejón-Zona Norte. INVEMAR, Santa Marta. 156 pp.
- INVEMAR. 1992. Descripción inicial de unidades de monitoreo de ecosistemas marinos en la bahía de Portete. Determinación del área de influencia de Puerto Bolívar afuera de la Bahía de Portete. Informe final. Editado por Díaz J.M., J. Garzón Ferreira, M. Puyana y C. Obregón. Preparado para CARBOCOL, INTERCOR, El Cerrejón-Zona Norte. INVEMAR, Santa Marta. 67 pp.
- INVEMAR. 2004. Monitoreo de ecosistemas representativos de Bahía Portete. INVEMAR, Coordinación de Servicios Científicos, informe técnico final para la empresa Cerrejón LLC, Santa Marta. 137 pp + Anexos.
- INVEMAR. 2007. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: Año 2006. Santa Marta: INVEMAR, Serie de publicaciones periódicas No. 8, 378 pp.
- Márquez, G. 1996. Ecosistemas estratégicos y otros estudios de ecología ambiental. Fondo Fen Colombia, Santafé de Bogotá, 211 pp.
- Mora-Cristancho, J., S. Zea, M. Santos-Acevedo y F. Newmark-Umbreit. 2007. Capacidad antimitótica de extractos de esponjas marinas del Caribe colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras 36: 167-179.
- Odum, E.p. y A. De La Cruz. 1967. Particulate organics detritus in a Gorgia Salt-marsh estuarine ecosistema. P.pp. 383-389 En: Lauff, H. (ed.). Estuaries Publ. Amer. Assoc. Adv. Sci., 83.
- Pohle, G. y M. Thomas. 2001. Marine Biodiversity monitoring. Monitoring protocol for marine benthos: intertidal and subtidal macrofauna. A report by the marine biodiversity monitoring committee (Atlantic Maritime Ecological Science Cooperative, Huntsman Marine Science Center) to the ecological monitoring and assessment network of environment data. New Brunswick, Canada. 28 pp.
- Prahl, H. Von, J. R. Cantera y R. Contreras. 1990. Manglares y hombres del Pacífico colombiano. Fondo FEN Colombia, Editorial Presencia, Santafé de Bogotá, 193 pp.
- Sánchez-Páez, H. G., R. Ulloa- Delgado, W. O. Álvarez-León, A. S. Gilli-Torres, O. A. Sánchez- Alferez, L. P. Guevara-Mancera y F. E. Páez-Parra. 2000. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. . En: Proy. PD 171/91 Rev. 2 (F) Fase II (Etapa II). Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia. MINAMBIENTE/OIMT, Santafé de Bogotá D.C. 294 pp.
- Sánchez-Páez, H. R. Álvarez-León. F. Pinto-Nolla. A. Sánchez-Alferez. J. Pino-Renjifo. I. García-Hansen. y M. Acosta-Peñaloza. 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia. Organización internacional de maderas tropicales-Dirección de proyectos de repoblación y ordenación forestal. Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Sánchez Ramírez, C., J. P. Parra, D. Morales, L. A. Gómez, L. A. Mejía, M. Bolaño, A. Orjuela, R. E. Ricardo Y O. Solano. 2010. Monitoreo de ecosistemas marinos de Bahía Portete (Puerto Bolivar). INVEMAR, Coordinación de Servicios Científicos. Informe Técnico Final, para Carbones del Cerrejón LLC. Santa Marta. 235 pp. + Anexos

- Solano, O. 1994. Corales, formaciones arrecifales y blanqueamiento de 1987 en Bahía Portete (Guajira, Colombia). *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras* 23: 149-163.
- Soto, E. y G. Leighton. 1999. Indicadores biológicos de ecosistemas marinos de fondos blandos y su importancia en los programas de monitoreo ambiental. VI Jornadas del CONAPHI-CHILE. 15p.
- Steer, R., F. Arias, A. Ramos, P. Aguirre, P. Sierra y D. Alonso. 1997. Políticas de ordenamiento ambiental de las zonas costeras colombianas. Santa Marta: INVEMAR, Consultoría financiada por el Ministerio del Medio Ambiente, Documento preliminar. 413 pp.
- Warwick, R.M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, 92: 557-562.
- Waycott, M., C. Duarte, T. Carruthers, R. Orth, W. Dennison, S. Olyarnik, A. Calladine, J. Fourqurean, W. Heck, R. Hughes, G. Kendrick, J. Kenworthy, F. Short y S. Williams. 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. PNAS. 106 (27).

Anexo 1. Mapa de ecosistemas y coberturas en la bahía de Portete.





Grupo mixto de peces del caribe, se encuentra la especie *Haemulon sciurus*



Rescate de una babilla en el Cerrejón



Manejo y centro de rehabilitación de fauna

Lina Báez y Carolina Polo

Introducción

Hasta hace relativamente pocos años, se evidenció la necesidad de que las operaciones humanas en el medio natural tengan en cuenta las perturbaciones que se realizan sobre la fauna. Campamentos, obras de infraestructura y vías de comunicación, entre otros han generado en el pasado altas mortalidades en muchas regiones geográficas del mundo. La construcción de hidroeléctricas por ejemplo, involucraba la inundación de grandes extensiones donde previamente se reubicaban poblaciones humanas pero no se tenían en cuenta las especies animales. En la década de los años ochenta, los gobiernos de diferentes países acogieron las recomendaciones de ecólogos y biólogos para hacer los mejores esfuerzos en inventariar, capturar y traslocar especies en áreas donde se realizaran intervenciones de gran escala que pudieran ocasionar altas mortalidades de especies. Estos primeros esfuerzos generalmente estaban

enfocados en animales con poca capacidad de movilidad, que requerían ser desplazados para garantizar su supervivencia. Esto se complementaba con estrategias de ahuyentamiento de fauna utilizando ruidos y voluntarios que generaban el desplazamiento de los animales.

Con el paso de los años, las diferentes operaciones económicas fueron incorporando iniciativas voluntarias para disminuir la afectación de la fauna. Esto no fue ajeno al sector de hidrocarburos y minero, que empezaron a incluir dentro de sus estándares ambientales el componente de fauna. El Consejo Internacional de Minería y Metales (*International Council on Mining & Metals*; ICMM, 2011) ratificó la importancia de las actividades de conservación de la biodiversidad en la industria minera, ya que generalmente se opera en áreas remotas y ambientalmente sensibles. En Colombia, Cerrejón ha sido una de las

empresas pioneras en este sentido y, lo que comenzó con proyectos voluntarios en el 2004, ha madurado en un programa bandera dentro de la compañía con una gran cantidad de resultados positivos para la conservación de la biodiversidad en el departamento de La Guajira. El impacto de estas medidas no solo se quedó a nivel local, sino que sirvió de base para que las autoridades ambientales estructuraran varias de sus políticas y normativas para el sector minero en términos de manejo de fauna.

De manera general, existen varios términos relacionados a la incorporación de animales a su ambiente, cada uno de los cuales involucra diferentes criterios a seguir, sean la reintroducción, introducción, establecimiento, traslocación, repoblación y demás, los cuáles promueven diferentes tipos de objetivos a su vez, que generan diversas implicaciones (García, 2000).

En este contexto, para el proceso de diseño y ejecución del proyecto minero de Cerrejón, el desarrollar procedimientos que incluyan consideraciones importantes para el manejo de la biodiversidad, ha sido un aspecto muy relevante. Por tal razón, ha comprometido recursos, proyectos y estándares encaminados hacia la supervivencia de la fauna local como un cimiento de la operación minera, hacia el desarrollo de nuevas prácticas sostenibles, generación de conocimiento e información científica; así como también, hacia una estrategia fortalecedora de procesos y compromisos con las comunidades, las autoridades ambientales regionales y nacionales y organizaciones no gubernamentales.

Cerrejón actualmente produce 32 millones de toneladas de carbón al año, operando de manera continua con una capacidad laboral de más de 10.000 empleados y contratistas. Esta extracción se desarrolla en tres etapas básicas: preminería, minería y postminería. La preminería involucra la concertación de la tierra y sus usuarios. Posteriormente se procede con las acciones de ahuyentamiento, rescate y relocalización de fauna en las zonas de avance de minería. Este paso ha sido implementado de manera voluntaria y establecido como un procedimiento obligatorio dentro del proceso de minería de Cerrejón. El siguiente paso es el aprovechamiento forestal, desmonte de la vegetación y acopio de suelo en bancos para ser usados en la etapa de postminería.



Ocelote muerto.



Alimentación de un perico rescatado.



Captura y valoración de una marmosa (*Marmosa* sp.) en el Centro de Fauna.

Seguidamente comienzan las actividades de minería propiamente dicha, y finalmente la postminería recopila las actividades necesarias para comenzar los procesos de rehabilitación de tierras y vegetación, que desencadenará una serie de sucesiones pertinentes para la recuperación del paisaje a lo largo de varios años posteriores.

Actualmente, Cerrejón cuenta con un Plan de Manejo de Fauna terrestre y acuática que implementa acciones necesarias para prevenir, mitigar y compensar los impactos generados a la biodiversidad, específicamente por la intervención minera, y cuyos procedimientos están numerados y registrados en el SIO (Sistema de Integridad Operacional) de la compañía, los cuales tienen por objetivo:

- Realizar el oportuno rescate y reubicación de fauna en zonas de avance de minería.
- Realizar monitoreos de fauna terrestre y acuática asociada a las diferentes coberturas vegetales de áreas aledañas a la intervención minera, especialmente:
 - En y cerca del cauce del río y los arroyos.

- Las áreas en proceso de rehabilitación y compensación.
- Las áreas utilizadas para la reubicación de fauna, con el fin de evaluar posibles cambios en las poblaciones locales existentes.

- Rehabilitación de fauna mediante la atención de ejemplares lesionados y promoción del cuidado y preservación de la biodiversidad con actividades educativas que permitan y estimulen la participación de la comunidad en la conservación de la fauna.
- Apoyo a entidades ambientales en conservación y protección de la biodiversidad de la región.
- Labores educativas.

Rescate y reubicación de fauna antes de la deforestación minera

Anteriormente, en los avances de minería se realizaban labores de ahuyentamiento para salvaguardar las especies de fauna del área local, esto acompañado de un proceso constante de sensibilización a todos los trabajadores de Cerrejón y sus directivas en la importancia del manejo de fauna silvestre. Esto fue



Operario haciendo entrega de una tortuga encontrada.



Equipo del Centro de Rescate de Fauna recibiendo un ave de un trabajador.



Reportes de animales por personal de la operación.



Rescate de una serpiente por parte del equipo de Rescate de Fauna.

un proceso constante que inició con recursos humanos y financieros limitados, y con unidades móviles cubriendo la mayor parte del área del Cerrejón. A nivel de trabajadores de la zona, implicó un reto importante, ya que la fauna en la región ha sido vislumbrada tradicionalmente como una fuente de proteína complementaria, por lo que la caza es una actividad permanente, a pesar de los importantes esfuerzos que hace Corpogujira para regularla y que solo sea orientada a la subsistencia, ya que la cacería comercial está prohibida por ley.

A partir del 2004, Cerrejón generó un procedimiento obligatorio de rescate y relocalización de fauna previo a cualquier actividad que intervenga algún tipo de cobertura vegetal. De esta forma, los resultados de esta sensibilización y rescates permitieron

aumentar constantemente el número de individuos de fauna local protegidos y rescatados, los cuales eran en la mayoría de los casos, reportes de los trabajadores de la compañía para salvaguardar animales que pudiesen estar cerca de las operaciones, vías internas y externas, o áreas pobladas cercanas.

El protocolo de rescate de fauna permite desarrollar técnicamente las labores en las áreas objeto de intervención minera y su inmediata relocalización o reubicación en áreas previamente estudiadas para este fin. Los animales capturados en los rescates de avance de minería, no ingresan al centro de rehabilitación de fauna ya que son inmediatamente medidos, marcados y liberados. Únicamente los animales a los cuales se les encuentra alguna deficiencia fisiológica o anatómica son ingresados al centro de fauna.

El proceso de rescate comienza con una evaluación ecológica para determinar el tipo y la cantidad de especies habitantes en la zona. Posteriormente, el equipo de manejo de fauna silvestre hace la captura de nidos, anfibios, reptiles y algunos mamíferos de baja movilidad para reubicarlos en zonas que no serán intervenidas por la minería y que ofrecen un hábitat y oferta alimenticia similar a su lugar de origen. Los pasos del proceso son los siguientes:

1. Reconocimiento y estudio del lugar de rescate

Se evalúa el tamaño del área y se dividen los transectos de trabajo.

2. Determinación del área de reubicación

Teniendo en cuenta las condiciones de la vegetación, se selecciona uno de los lugares ya establecidos dentro de las zonas de reubicación que pueda ofrecer un hábitat similar y una oferta alimenticia prolongada.

3. Coordinación logística y de seguridad

Se establece el cronograma de trabajo con horarios diurnos y nocturnos.

Se coordina el equipo técnico y las herramientas necesarias como guantes, nasas, domadores, redes, ganchos y pinzas herpetológicas, cajas de transporte y sacos; así como también trampas de caída para herpetos y mamíferos pequeños y/o trampas Sherman.

Se realiza la coordinación de seguridad requerida bajo los estándares de la empresa ya que parte del trabajo se realiza en áreas activas de minería.

4. Operación de rescate

Se trabaja mediante transectos, captura directa y trapeo para capturar los animales de baja movilidad, en estado juvenil o con deficiencias morfológicas. Se aplican las técnicas de captura y manejo de animales específicas para cada grupo, evitando manipulaciones indebidas y estrés en los animales. Se revisan huellas, cuevas, refugios, excrementos y se buscan nidos en los árboles.

Posteriormente, los animales son medidos, pesados y marcados (instalación subcutánea de microchips y cortes procedentes), evaluando



Entrega de un venado por parte de la autoridad local.



Alimentación de juvenil de venado de cola Blanca

su estado de salud; en caso de ser necesario son trasladados al centro de rehabilitación de fauna, donde son provistos de atención veterinaria.

5. Reubicación

Los animales capturados son asegurados en guacales o sacos especiales y transportados al lugar de reubicación, asegurando que el trayecto sea lo menos traumático para ellos.

La liberación se realiza con poco personal, de manera que tengan el menor contacto humano posible y se dejan generalmente cerca del cuerpo de agua de la zona de reubicación que ofrece unas condiciones de hábitat similar a las de su procedencia.

6. Seguimiento

Se realizan monitoreos periódicos de las áreas de reubicación para poder establecer en parámetros de tiempo la efectividad del trabajo y los niveles de adaptación de la fauna.

Desde la implementación de este procedimiento, se han rescatado y reubicado más de 30.000 individuos de fauna terrestre y acuática en los frentes de avance de minería. Igualmente, se han capturado o registrado algunas especies que no han sido evidenciadas en los monitoreos de fauna como *Amphisbaena fuliginosa*, *Xenodon severus*, *Porzana carolina*, *Nomonyx dominicus*, *Steatornis caripensis*, *Steatornis caripensis*, *Crypturellus erythropus idoneus*, *Monodelphis palliolata*, *Caluromys lanatus*, *Coendou sanctaemartae*, *Puma concolor* y *Panthera onca*.

Monitoreo y seguimiento de fauna silvestre

El monitoreo permite analizar la composición de las especies, la abundancia, diversidad y la distribución espacio-temporal de las poblaciones de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. El programa de monitoreo se realiza de manera paralela al de rescate y reubicación de fauna, ya que genera la información necesaria para mejorar continuamente los planes de



Zorra plateada (*Cerdocyon thous*) recibiendo alimento en su proceso de rehabilitación.



Equipo del Centro de Rescate y Rehabilitación de Fauna.

manejo ambiental, de tal forma que los impactos a la fauna puedan ser minimizados.

Durante los últimos 10 años, se han realizado ocho evaluaciones biológicas en Cerrejón con el apoyo de varias organizaciones no gubernamentales, universidades y empresas dedicadas a realizar este tipo de trabajos. Esto ha aportado valiosos datos sobre la diversidad de especies en La Guajira, que han sido incluidos en las bases de datos del país como el Sistema de Información Biológica (SIB) del Instituto Alexander von Humboldt. Los resultados de la recopilación de estos monitoreos se encuentran en los capítulos insertos de esta publicación. Hasta la fecha se reportan 197 especies de insectos, 77 especies de herpetos (anfibios y reptiles), 256 especies de aves y 68 especies de mamíferos.

Centro de rehabilitación de fauna silvestre

Como parte del programa de Cerrejón para la recuperación clínica y biológica de animales silvestres del área de operaciones, se creó el Centro de

Rehabilitación de Fauna de Cerrejón (CRFC), el cual tiene como objetivo aportar al mantenimiento de la fauna silvestre de la región, evitar el sufrimiento animal por causas humanas, reintroducir animales sanos a sus hábitats naturales y sensibilizar a las comunidades sobre los impactos al ecosistema local que ocasionan la tenencia ilegal, la cacería y el tráfico de fauna silvestre en la región.

Este centro, construido en el 2008, se convirtió rápidamente en el referente regional para la protección e inclusión de la fauna necesitada. Operativo las 24 horas del día durante los 365 días del año, está conformado por un equipo completo de biólogos, veterinarios y auxiliares; así como equipos médicos, biológicos y herramientas de campo que permiten el adecuado manejo de los animales, su recuperación y opciones de supervivencia a largo plazo.

El método implementado por Cerrejón para su proceso de rehabilitación de fauna, como el de muchos otros centros a nivel nacional e internacional, comprende las fases mencionadas por Aprile, G. & C.Bertonatti. (1996), descritas a continuación:



Señalización preventiva de paso de fauna encontrada en todo el complejo.



Rescate de nidada de huevos de babilla.



Liberación de babilla.



Cría de babilla.



Entrega de boa por parte de funcionario.



Procedimiento veterinario.

1. **La recepción o cuarentena:** consiste en la llegada de los animales provenientes de rescates, decomisos o donaciones.
2. **Valoración médica e identificación taxonómica:** a través de este ejercicio se determina el tipo de reclusión y alimentación; si es viable la rehabilitación del animal y el posible lugar de liberación, de ser el caso. De lo contrario, se selecciona un lugar de derivación como zoológicos y centros de cría.
3. **Liberación o reubicación:** se deben tener identificados con claridad los lugares que ofrezcan condiciones similares a las previas donde puedan establecerse. Así mismo, asegurarse de que el individuo haya superado el proceso de rehabilitación conductual y física, y tener su correspondiente marcaje o identificación (anillo, seña, tatuaje o chip).
4. **Seguimiento y evaluación:** en esta fase se analiza la evolución del animal, luego de su liberación, realizando monitoreos en la zona.
5. **Difusión y educación ambiental:** la cual es de vital importancia ya que tienen como objetivo prevenir los problemas relacionados con el tráfico de fauna.

El CRFC comenzó con el cuidado impartido por el biólogo de Cerrejón y contratos esporádicos de personal auxiliar. Actualmente, cuenta con un equipo

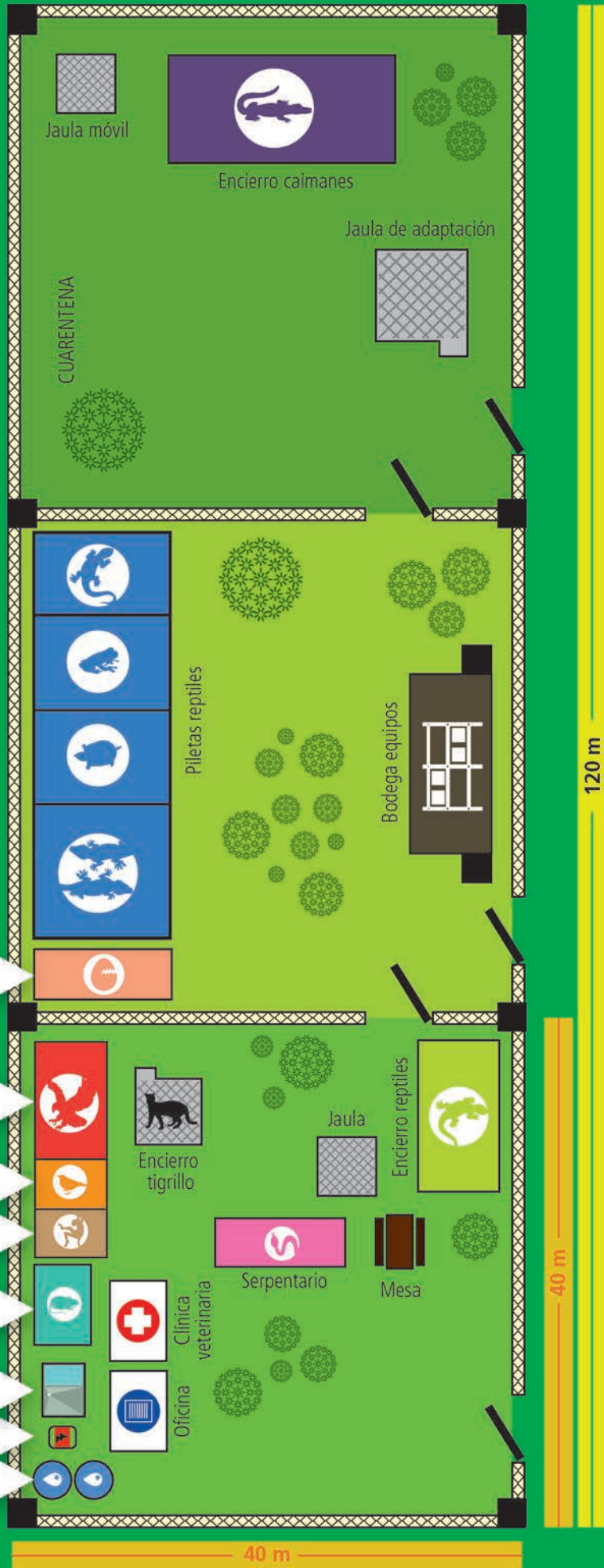
humano permanente de dos médicos veterinarios zootecnistas y dos biólogos, apoyados por siete auxiliares con experiencia en captura de animales silvestres.

Sus instalaciones tienen zonas para diferentes manejos y labores. La mayor área está dotada con jaulas y piletas destinadas a mantener y alojar animales que permanecerán reclusos durante su rehabilitación.

Se cuenta con una jaula de vuelo, jaula de felinos, serpentario, bioterio y diferentes espacios para cada grupo faunístico, como las piletas de crecimiento de hicoetas (*Trachemys callirostris*), el área de incubación de huevos y piletas de grandes reptiles. La bodega cuenta con las condiciones necesarias para albergar todo tipo de trampas y equipos utilizados en la captura y manipulación de fauna.

La clínica está dotada con una farmacia junto con material general para la aplicación de tratamientos veterinarios. Cuenta con una zona de cirugía e instrumental completo, y otra de recuperación. Se cuenta con incubadora para huevos y diferentes tipos de jaulas para crías y juveniles. Además, un resucitador ambú, pipeta de oxígeno, fonendoscopio y glucómetro. Finalmente, dispone de una oficina para el personal del área y material informativo y educativo para los visitantes, cuya intención es sensibilizar a la comunidad acerca de la importancia de mantener la vida silvestre y la prohibición en la tenencia, caza y pesca ilegal de fauna en la región.

CENTRO DE REHABILITACIÓN FAUNA CERREJÓN



- Área de incubación
- Rapaces
- Aves
- Monos
- Bioterio
- Lavadero
- Motobomba
- Tanques de agua

120 m

40 m

40 m

Localización centro de rehabilitación de fauna – Cerrejón

Valle del Cerrejón – Departamento de La Guajira – Colombia.



Mapa localización centro de rehabilitación de fauna en el valle del Cerrejón.

Los animales que pueden ingresar al centro de rehabilitación de fauna son los individuos provenientes de tres formas:

- Rescates programados de avance de minería que presenten alguna condición fisiológica o física inadecuada que no permita su inmediata liberación.
- Los animales provenientes de llamadas de emergencia por la operación, ya que se encuentran en condiciones que pueden representar algún peligro para el animal o para el personal del área donde se ubica.
- Los animales provenientes de decomisos realizados por las autoridades ambientales competentes, como Corpogujira y la Policía ambiental local.

Todos estos ingresos se realizan mediante una historia clínica, la cual permite el adecuado seguimiento a los tratamientos convenidos por los veterinarios del centro. Los ejemplares son medidos, pesados y marcados para dar la continuidad y evaluación de su proceso de rehabilitación.

Estas historias clínicas recopilan toda la información posible de datos relacionados con requerimientos de cada ejemplar, especie, forma de adquisición, procedencia, fecha, edad aproximada, sexo, alimentación recibida, lugar en el que fue mantenido, enfermedades que padeció, tratamiento aplicado, estado general al ser recibido, revisión médica, exámenes complementarios, entre otras.

Algunos de estos animales ingresan con heridas severas o limitaciones físicas, así como también otros llegan con problemas de deshidratación severa. Cada caso representa un tratamiento único y aunque se obtienen unos porcentajes altos de mejoramiento de las condiciones físicas, fisiológicas y conductuales, existen momentos en donde definitivamente el animal no puede ser liberado y por ende algunos de ellos permanecen en las instalaciones dedicados a demostrar las tristes implicaciones de su retención y cambio de hábitos por la tenencia doméstica. Para estos, el proceso de rehabilitación es incierto, ya que existen pocas probabilidades de supervivencia en la naturaleza; en este caso, los animales son recluidos para planes educativos y sensibilización social y como última medida, cuando las condiciones son muy desfavorables, se toma la decisión de aplicar eutanasia (Miller, 2012).

En el Centro de Rehabilitación de Fauna de Cerrejón el manejo y la restricción física dependen del grupo taxonómico; la seguridad del animal y de la persona que lo manipula es uno de los principales logros de efectividad. Esto se obtiene con capacitaciones constantes del personal del centro en manejo, manipulación y restricción física de animales. Mientras unos son manipulados con guantes de carnaza, otros deben ser manipulados mediante nasas, horquillas, pinzas o tubos. Cada tipo de jaula tiene su adecuación para restricción física, la cual permite hacer las actividades rutinarias de limpieza sin tener contacto directo con los animales. Estas medidas no solamente previenen la transmisión de patógenos de los humanos hacia los animales, sino también la transmisión de enfermedades zoonóticas, o ataques esporádicos e incluso la muerte por mordedura de serpientes venenosas.

Transcurrido el tiempo de rehabilitación, cuando el paciente está en adecuadas condiciones físicas y psíquicas, es necesario valorar otros factores para escoger el área de liberación (Caldera, J, & Gonzalo, J. 1993), como el tipo de hábitat, posible competencia de individuos de su misma u otras especies, disponibilidad de alimento e incluso peligros relacionados con el hombre. Estas zonas están ya seleccionadas en inmediaciones de la operación minera, específicamente determinadas por características ecosistémicas similares a su hábitat y disponibilidad de recursos original.



Búho orejón (*Bubo virginianus*)

Previo a la liberación, se realizan exámenes médicos, para asegurar que no lleve enfermedades que puedan transmitir a las poblaciones que ya habitan en la zona. Una de las principales razones por las que liberar animales puede ser peligroso es la transmisión de patógenos adquiridos por estos, ya sea en cautiverio o en sus poblaciones de origen, a los animales silvestres (Jiménez y Cadena, 2004).

Existen dos alternativas de liberación: la dura o rápida y la blanda o gradual. La primera consiste en liberar sin ningún periodo de aclimatación al nuevo entorno. Y la segunda, consiste en liberar con un período de aclimatación, provisiones de alimento y en algunos casos refugio después de la liberación (Lozano-Ortega, 2003).

A través de diferentes mediciones, indicadores y ayudas tecnológicas se valora la condición biológica de base de los animales que ingresan al centro para

compararlo con fauna silvestre no intervenida, y con estos mismos animales en el caso que vuelvan al centro por recapturas. Estos datos se convierten en información de gran ayuda para incrementar las posibilidades de supervivencia de otros animales que ingresen al centro en el futuro.

Por ejemplo, se han recapturado varios animales, tal es el caso de babillas que se han encontrado dos años después de su liberación y han mostrado aumento normal en sus medidas y peso, así como actividades de desplazamiento interesantes que permiten entender un poco más los parámetros espacio-temporales de este grupo. Igualmente, se han recapturado aves en áreas de rehabilitación luego de varios años indicando su permanencia y uso del recurso.

En el CRFC, el personal profesional toma decisiones teniendo en cuenta las necesidades del medio y las de los animales silvestres. Estas decisiones siempre son consolidadas mediante el apoyo y validación de la Autoridad Regional Ambiental, Corpoguajira.

La translocación o relocalización de fauna es uno de los principales objetivos del centro, este proceso se refiere al traslado de una animal hacia otro hábitat diferente, que sea apropiado y donde la especie sea autóctona; en estos casos no es necesario que el animal sea rehabilitado, ya que una valoración clínica previa dictamina que tiene grandes probabilidades de supervivencia y menos probabilidades de daño ecológico (Aprile, G. & C.Bertonatti. 1996).

Desde el 2008 hasta la fecha, se han rehabilitado más de 6.000 individuos en el centro de fauna. De estos, el 63% corresponde al grupo de herpetos, el 28% son aves y el 9% mamíferos.

El mantenimiento de estos animales es dotado completamente por Cerrejón. La compra de insumos, medicinas y equipos está actualmente contemplado en los planes de control ambiental del Departamento de Gestión Ambiental. Sin embargo, la recursividad ha sido una característica importante en el desarrollo del centro; muchas de sus instalaciones han sido construidas con materiales reciclables, para mantener el ambiente acorde al área natural donde opera.

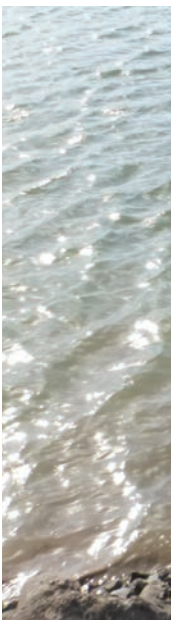
Las diferentes especies reclusas en el centro de fauna requieren de variadas dietas dependiendo de sus requerimientos diarios. En el caso de reptiles como los caimanes, tienen una dieta a base de carne y pescado, y son alimentados dos veces por semana. Las tortugas adultas, al ser omnívoras, se les brinda una dieta de frutas, verduras y pescado o carne tres veces por semana. Las boas son alimentadas cada 10 días con presas vivas (ratones) criadas en el bioterio del centro.

En las dietas de los carnívoros como el tigrillo, las rapaces e incluso las hicoetas, se adicionan suplementos nutricionales para cumplir con todos los requerimientos necesarios de vitaminas y minerales, y así descartar problemas por desbalance nutricional.

La carne, pollo y vísceras son comprados para el consumo animal, el pedido de carne consta de un aproximado de 36 kg cada tres semanas. El pescado se obtiene de ciertas lagunas internas capturando, en promedio, 70 kg al mes. Las frutas y verduras se obtienen de los productos de descarte, pero aún consumibles, del supermercado local.



Rescate de especie de reptil dentro de la operación.



Todas las dietas se realizan diariamente en la mañana, los alimentos son preparados de tal forma que sea posible ser consumidos por los animales reclusos. Se realizan papillas para aquellos animales como osos hormigueros, monos y carnívoros juveniles. En algunas ocasiones, como parte del enriquecimiento, se ofrece alimento de múltiples maneras, simulando las condiciones naturales como en colgaderos, hamacas, ramas y escondites, para que los animales no se adapten a obtenerla de la misma forma y puedan mejorar sus hábitos naturales de cómo conseguir presas.

Los cuidados clínicos y nutricionales mejoran considerablemente las condiciones de los animales, posibilitando su supervivencia a largo plazo. Algunos de los casos comunes son monos aulladores muy juveniles, quienes son raptados de sus madres en estadios tempranos para ser vendidos en las principales

carreteras de la región como mascotas. Estos, al tener requerimientos nutricionales tan específicos, sufren enormes anomalías en su pelaje debido al desbalance nutricional y emocional.

Gran cantidad de babillas y serpientes son capturadas, ya que tienen facilidades de desplazamiento y son ampliamente reportadas por el personal para ser reubicadas en las inmediaciones donde no existen campamentos de minería. El maltrato a la fauna, así como la cacería y la pesca ilegal están prohibidas en los predios de la compañía, generándole oportunidades de establecimiento en los relictos de bosques que permanecen en el área.

Gran cantidad de aves ingresan al ser maltratadas por personas con caucheras, sufrir impactos de colisión o ser capturadas para la venta y tenencia en casas; especialmente psittácidos, passeriformes y rálidos.



Búsqueda intensiva de animales en lugares de la operación.



Cada caso se maneja de manera independiente por tener requerimientos tan diferentes. Muchos de estos casos llegan por la colaboración de otros entes de control como policía y ejército, quienes han acompañado varios procesos de conservación y protección de especies en la región.

En la actualidad ingresan aproximadamente 60 individuos al mes, de los cuales solo el 20% requiere tener estancias mayores a 30 días en las instalaciones. De esta forma, el flujo de fauna es constante y solamente permanecen los individuos que han quedado allí con fines educativos, ya que su liberación no es posible debido a las condiciones de improntación o domesticación, y severos traumas físicos que impiden su liberación al medio natural. Algunos de estos son ejemplares de las especies *Leopardus pardalis*, *Pulsatrix perspicillata*, *Pseudocops clamator*, *Tyto alba*, *Cardinalis phoeniceus* y *Odocoileus virginianus*.

Labores educativas

Cerrejón desarrolla un conjunto de actividades encaminadas a mejorar el conocimiento y la conciencia ambiental de empleados, contratistas y comunidades hacia una responsabilidad individual por el cuidado del medio ambiente dentro del desarrollo de sus actividades diarias; al igual que promover el uso racional y eficiente de los recursos naturales. Adicionalmente, se busca promover actitudes responsables con el medio ambiente dentro y fuera de la organización y empoderarlos así, para que actúen con ética y consciencia ambiental clara en el manejo de la cotidianidad.

A nivel externo, se realizan visitas ambientales semanales que permiten la interacción práctica de las comunidades con la realidad ambiental y los programas de monitoreo y control de la compañía. A nivel interno, se realizan difusiones por medios masivos y

Alimentación de venado caquero.



Morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*)



charlas educativas permanentes, orientadas hacia el cambio actitudinal de la población cercana. El manejo sostenible y la no tenencia de fauna silvestre en cautiverio, son los pilares de la estrategia. Semanalmente se transmiten programas radiales, documentos educativos y visitas ambientales que permiten tener un mayor acercamiento entre la comunidad y la fauna local.

Desde el inicio, las labores educativas han sido el pilar de toda la estrategia de conservación de biodiversidad. Es claro que en la medida en que se pueda conocer la riqueza natural, los niveles de conciencia para respetarla y protegerla aumentarán; de esta forma, Cerrejón ha liderado campañas que promuevan y estimulen la protección de la fauna regional.

El centro de rehabilitación de fauna recibe aproximadamente 300 visitantes al mes de diferente

procedencia, como comunidades wayúu, estudiantes, entes gubernamentales, sectores productivos y no gubernamentales. Actualmente se está construyendo el Centro de Interpretación de Cerrejón, el cual pretende ser un espacio de registro, conocimiento y profundización de la biodiversidad regional para los diferentes actores interesados en la conservación y uso sostenible de esta.

Se han establecido fuertes vínculos de cooperación con la policía, el ejército y los guardacostas para disminuir el tráfico ilegal de fauna silvestre en La Guajira. El éxito de estas estrategias educativas ha consistido en la continuidad con que son replicadas y difundidas a los diferentes actores que interactúan con la operación. Prueba de ello son los cambios actitudinales de los trabajadores, que se ven reflejados en el aumento de reportes de los trabajadores por animales que requieren ser reubicados por el equipo



Juveniles de babilla (*Caiman crocodilus fuscus*).

de fauna silvestre hacia zonas lejanas del contacto antrópico.

En la actualidad, se están encontrando nuevas aproximaciones para integrar el manejo de los ecosistemas y la biodiversidad con las actividades extractivas, de tal manera que se reduzca el riesgo en los impactos a través de estrategias de mitigación durante todo el ciclo de vida de la operación minera. La integración de la biodiversidad dentro del negocio permite generar un significado tangible de valor adicional que permite incrementar la efectividad de la operación, asegurando la sostenibilidad y aportando al conocimiento científico regional y nacional.

Así pues, Cerrejón continuará siendo pionero en la implementación de programas de conservación de la biodiversidad, demostrando su compromiso de responsabilidad por prácticas apropiadas que

permitan que la actividad extractiva pueda realizarse de manera amigable con el entorno.

Bibliografía

- Aprile, G. & C.Bertonatti. 1996. Manual sobre rehabilitación de fauna. Boletín Técnico N° 31. Pág. 9-14 Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- Bertonatti, C. 1999. Liberación de animales: ¿solución o problema?. III Congreso Nacional de Fauna, Río Cuarto, Córdoba. Fundación vida silvestre argentina.
- Casey, S. & Goldthwait, M. 2009. Wildlife Rehabilitators Contribute to Public Health. Publicado en www.ewildagain.org
- Ceballos, G. 1993. Especies en peligro de extinción. Ciencias 7:5-10. Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre, Instituto de Ecología, UNAM.
- Coombes P. & Stacey J 2003. Anglo American Best Practice Environmental Guidelines Series; 01 Guideline for Biodiversity Action Plans. Zambia
- Delibes, M. 1988. Papel de los centros de recuperación y cría en cautividad en la conservación de especies amenaza-



- das. I Jornadas Nacionales de Centros de Recuperación de Fauna Salvaje. Málaga, España.
- Domínguez, J. & Cordero, J. 1993. Rehabilitación de aves heridas salvajes heridas. Primera edición. Pág. 150. España.
 - Gallina, S. & López, C. 2011. Volumen I. universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de ecología, A. C. Pág. 1-6. Querétaro, México.
 - Garcés, F., Schuster, C., Álvarez, E., Viada, C., Feás, F., García, F., Cortés, Y., Álvarez, A., Álvarez, M. 2010. Manuales de Desarrollo Sostenible. 9 Recuperación de la Fauna Autóctona. Fundación Banco Santander. Pág. 9-14. España,
 - García, M. (2000) Programa de Liberación. Centro de Rescate y Conservación de vida Silvestre, Arcas Peten. Guatemala.
 - Gualdrón, R. (2010) Hacia la Rehabilitación de las Tierras Intervenidas por la Minería a Cielo Abierto. Cerrejón-Conservación Internacional. Colombia.
 - ICMM Guía de Buenas Prácticas para la Minería y la Biodiversidad. 2011.
 - Jimenez, I & Cadena, C. 2004. Por qué no liberar animales silvestres decomisados. Ornitología Colombiana N°2:53-57. Colombia.
 - Miller, E.A. 2012. Minimum Standards for Wildlife Rehabilitation, 4th edition. National Wildlife Rehabilitators Association, St. Cloud, MN.
 - Polanco-Ochoa, R. (ed). 2003. Manejo de fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica. Selección de trabajos V congreso internacional. CITES. Fundación Natura. Bogotá, Colombia. 446 pp.
 - Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals (RSPCA). 2008. Back to the wild – wildlife treatment and rehabilitation. [En línea]: Back to the wild < <http://www.rspca.org.uk/in-action/whatwedo/centres> > [consulta: 14 agosto 2013].



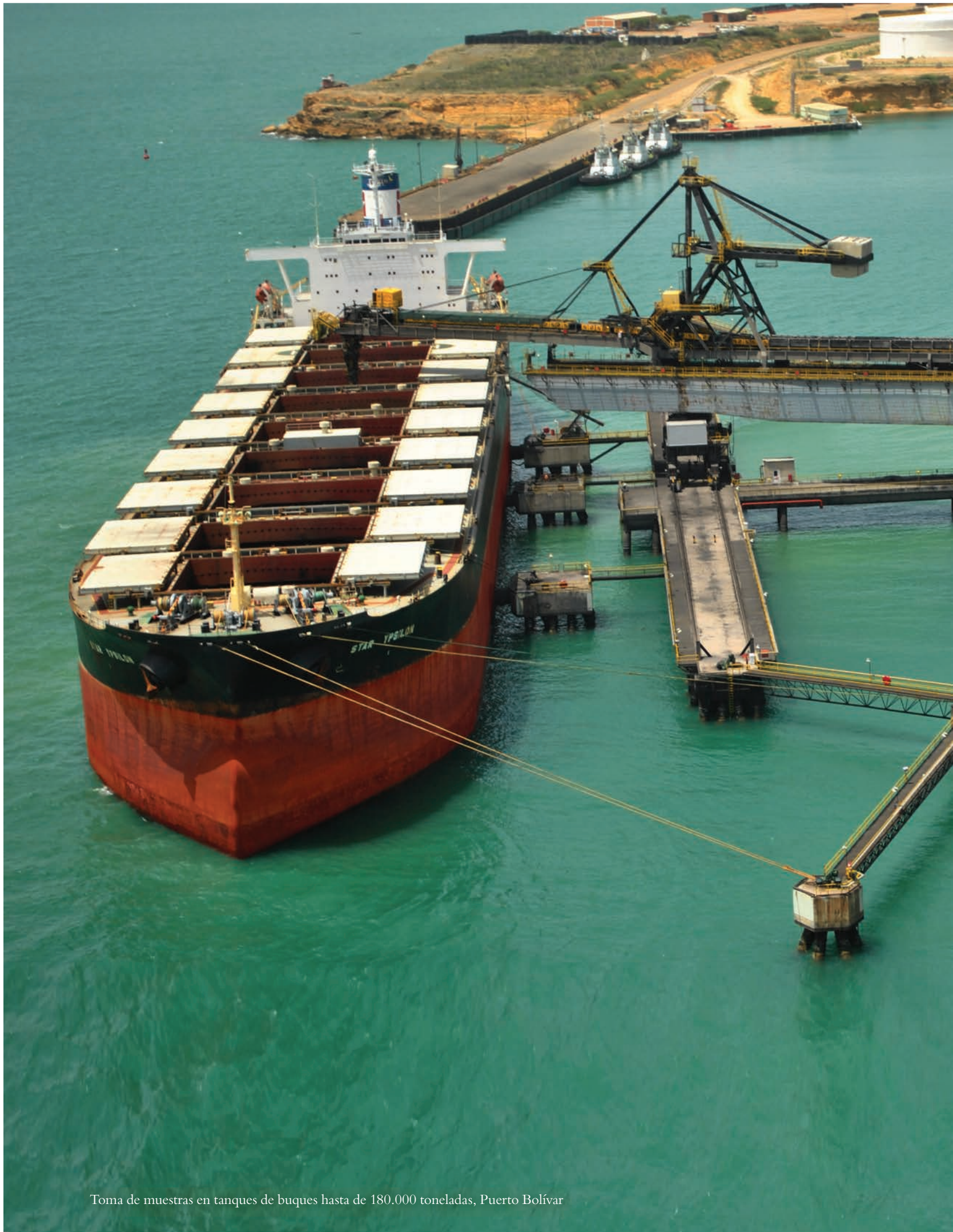
Liberación de un oso mielero (*Myrmecophaga tridactyla*).











Toma de muestras en tanques de buques hasta de 180.000 toneladas, Puerto Bolívar



Toma de muestras en tanques de buques hasta de 180.000 toneladas, Puerto Bolívar

Manejo de aguas de lastre para control de especies invasoras

Mary Luz Cañón Páez y Fabián Ramírez Cabrales

El transporte marítimo mueve más del 90% del comercio mundial representado en miles de toneladas de materias primas, artículos manufacturados, combustibles y alimentos, entre otros. Por tanto, transportar cantidades ingentes de manera eficaz en función de los costos, respetando el medio ambiente y en condiciones de seguridad, es quizás la actividad más importante a nivel internacional en el sector económico mundial¹. Con relación a la globalización del comercio, Raaymakers (2002) señala que casi dos tercios del comercio mundial se facturan por este medio. Anualmente, 5.434 toneladas de mercancías son transportadas a bordo de buques mercantes, siendo las principales cargas a granel el combustible, las materias primas para la industria y los comestibles. Ahora bien, si se clasifica por tipo o materia, se

encuentra que el petróleo crudo representa la tasa más alta dentro del mercado, registrando un (30%) de los movimientos, seguido por el carbón (9,6%). Lo anterior implica que, anualmente, se transfieren aproximadamente de tres a cinco billones de toneladas de agua de lastre a nivel global; lo cual plantea un serio riesgo ambiental, en el sentido de que más de 10.000 tipos de especies de microbios acuáticos, plantas y animales pueden ser transportados en las aguas de lastre cada día y descargados en nuevos ambientes marinos (IMO, 1999).

Por esta razón, el agua de lastre ha sido considerada una de las cuatro amenazas más grandes de los océanos del mundo (Leung *et al.* 2002) debido a que ocasionan pérdida en la diversidad, cambios ambientales a nivel global, y contaminación biológica la cual en muchos casos es irreversible e invisible.

¹ Mitropoulos, 2008. Diplomacia No 114. Santiago de Chile, ISSN 0716193X. pág 26.

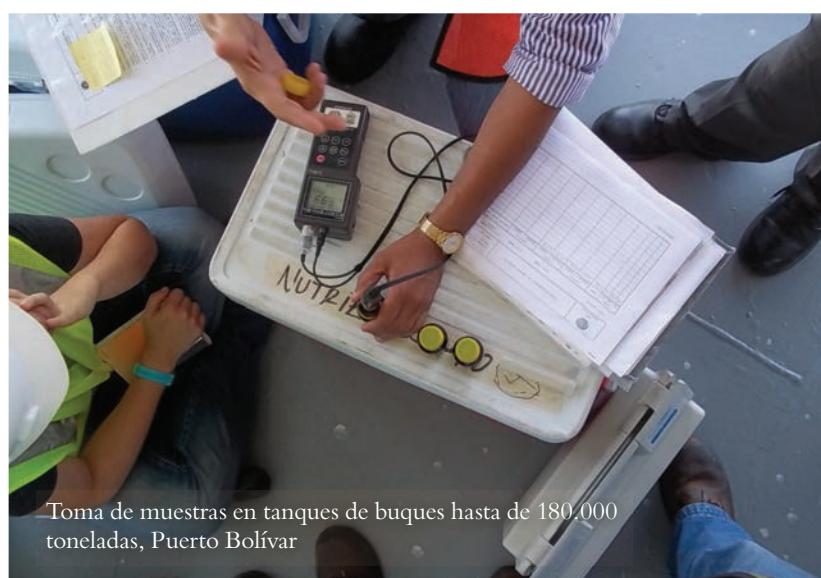
La Organización Marítima Internacional - OMI, organismo especializado de las Naciones Unidas cuya función es desarrollar convenios internacionales en temas de prevención de accidentes, siniestros y daños al medio ambiente marino, que puedan ser causados por los buques de tráfico marítimo internacional, promovió el Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques, en febrero de 2004. De esta forma, se pretendió abordar esta problemática, a través de la implementación de medidas eficientes para disminuir el riesgo de nuevas bioinvasiones.

El mencionado convenio exige a los estados contratantes implementar un plan de gestión de agua de lastre y sedimentos aprobado por la administración marítima de los gobiernos. Dicho instrumento internacional contiene disposiciones técnicas como el plan de manejo de las aguas de lastre, el libro de registros del agua de lastre y de los sedimentos de los buques, la inspección y requerimientos de certificación para el manejo de las aguas de lastre, entre otros. Este marco de cooperación global constituye la iniciativa más grande en el desarrollo de la investigación y desarrollo para establecer sistemas y tecnologías para el tratamiento de aguas lastre².

Adicionalmente, la OMI junto al Programa de Desarrollo de Naciones Unidas (PNUD), la industria naviera, el Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF, por su siglas en inglés) y autoridades ambientales unieron esfuerzos para desarrollar el Programa Globallast. Este programa se realizó entre el 2000 y 2004 con el Proyecto denominado “Remoción de barreras para la efectiva implementación del control y medidas de gestión del agua en países en desarrollo” cuyo objetivo inicial fue apoyar a los países interesados en reducir la transferencia de organismos bioinvasores transportados en las aguas de lastre.

A partir de las experiencias aprendidas en la fase experimental del proyecto Globallast, se planteó el desarrollo de una segunda fase, con un nuevo proyecto conocido como “Asociación GloBallast” (Globallast Partnership), en donde Colombia actúa como país líder para la cuenca del Pacífico Sudeste y Argentina.

2 Dimar 2009.



Toma de muestras en tanques de buques hasta de 180,000 toneladas, Puerto Bolívar



Mapa área de estudio en la bahía de Portete. Con la distribución de estaciones durante el periodo de muestreo así: MPB (muelle Puerto Bolívar). B11 (boya 11); B12 (boya 12). B14 (Boya 14). Baliza; NEAC (norte área de puerto Nuevo). Ac (área de cuarentena). CBP (centro bahía Portete). AF (área fondeo- puerto Portete) y Punta Ishep. Fuente: Dimar, 2009.

A nivel Caribe, Cerrejón realizaba estos muestreos de manera esporádica, pero en el 2007 decidió comenzar de manera permanente el monitoreo apoyado por la DIMAR.

Puerto Bolívar está ubicado en la bahía de Portete, y cuenta con un sistema de cargue directo, recibe barcos hasta de 180.000 toneladas de peso muerto, con 300 metros de eslora y 45 metros de manga, su canal navegable tiene 19 metros de profundidad, 225 metros de ancho y cuatro kilómetros de largo, cuenta además con un muelle de suministros para recibir barcos hasta de 30.000 toneladas, con maquinaria,

repuestos, combustibles y otros materiales para la operación minera.

Durante 2007 y 2008, se realizó el levantamiento de información fisicoquímica, biológica y microbiológica en 10 estaciones (Figura 1); así como, en los buques de tráfico internacional que arribaron al puerto. La mayoría de los parámetros analizados en la bahía y en el puerto (nutrientes, temperatura, salinidad, clorofila, *Escherichia coli*, enterococos intestinales), evidenciaron que el área responde a la estacionalidad descrita para el mar Caribe, observándose asociaciones fisicoquímicas, biológicas y



Toma de muestras en tanques de buques hasta de 180.000 toneladas, Puerto Bolívar.

microbiológicas de acuerdo con el período climático evaluado. Además, estos se reportaron dentro de los valores típicos de las aguas marinas, así como dentro de los límites permisibles de diferentes normas para uso recreativo, pesquero y preservación de flora y fauna³.

Respecto a los tanques de lastre, algunos parámetros mostraron niveles de concentración un poco más alto con respecto al medio; entre estos se citan los ortofosfatos (50%), el amonio (40%) y los nitratos (7%). La salinidad, tomada como parámetro de referencia para evidenciar la gestión de acuerdo con el estándar D1 del Convenio de agua de lastre o intercambio del agua en mar abierto, cuya eficacia se estima entre el 95 y 99%⁴, evidenció que el 75% de los buques analizados realizaron gestión del agua de lastre, mientras que el restante 25% no realizó la gestión de acuerdo con los lineamientos de la Organización Marítima Internacional⁵. Por lo tanto, estos resultados permiten corroborar el cumplimiento de recambio de aguas y gestionar eficientemente el mejoramiento de este proceso en los buques, de manera vigilante y permanente.

3 Cañón, M. (2009). Pág 96.

4 Gray, *et al.* (2007)

5 Cañón, M. (2009). Pág. 102.

Por otro lado, las especies de fitoplancton y zooplancton identificadas en los tanques, estaban identificadas dentro de las ya referidas tanto para el área como para el mar Caribe. Lo anterior permitió inferir que, con respecto a este parámetro, el riesgo de introducción no es evidente.

Ello se sustenta en que, una vez analizados los formatos de gestión de agua de lastre para Puerto Bolívar, los cuales proporcionan información sobre origen, frecuencias, volúmenes y gestión del agua de lastre; se pudo evidenciar que a este puerto arriban buques de 55 lugares diferentes del mundo, siendo Europa, América del Norte, Centroamérica e Israel los lugares de mayor procedencia, con cantidades de agua deslastrada que superan los 465.000 m³ en promedio mensual.

Actualmente, se continúa el monitoreo constante de una muestra aleatoria de buques que arriban a Puerto Bolívar, obteniendo resultados que indican que las morfoespecies encontradas corresponden a una distribución cosmopolita normal del área y las cuales ya han sido registradas para la zona.

A pesar que este tipo de monitoreos no es del orden mandatorio aún en el país, Cerrejón asumió el compromiso de darle continuidad, pues es una metodología preventiva que invita a realizar los oportunos deslastrados en las condiciones y zonas establecidas,



Toma de muestras en tanques de buques hasta de 180.000 toneladas, Puerto Bolívar.

para de esta forma continuar con el óptimo mantenimiento biológico del mar en inmediaciones a Puerto Bolívar. Este compromiso será continuo ya que es la mejor estrategia de prevención de especies invasoras en el área y permite la vigilancia de los buques que arriban para salvaguardar la riqueza marina de la zona.

Bibliografía

- Cañón, M. 2009. Primeros Avances, caso Colombia. Pp 73–108. En DIMAR-CIOh. 2009. Dossier para el control y la gestión del agua de lastre y sedimentos de los buques en Colombia. Dirección general Marítima- Centro de Investigaciones oceanográficas e Hidrográficas del Caribe. Ed. Dimar, Serie Publicaciones Especiales CIOHh Vol.3. Cartagena de Indias, Colombia. 116pp.
- DIMAR-CIOh. 2009. Dossier para el control y la gestión del agua de lastre y sedimentos de los buques en Colombia. Dirección general Marítima- Centro de Investigaciones oceanográficas e Hidrográficas del Caribe. Ed. DIMAR, Serie Publicaciones Especiales CIOHh Vol.3. Cartagena de Indias, Colombia. 116 pp.
- DONNER, P. (2010), “Ballast Water Treatment Ashore – Better for the Environment and for Seafarers”, en WMU Journal of Maritime Affairs, Vol. 9 (2010), No.2, 191–199.
- Gray, D.K., Johengen, T.H., Reid, D.F., Macisaac, H.J, 2007. Efficacy of open- ocean ballast water exchange as a means of preventing invertebrate invasions between freshwater ports. Limnol. Oceanogr. 52 (6), 2386–2397.
- IMO, 2013. Status of Multilateral Conventions and Instruments in Respect of which the International Maritime Organization or its Secretary-General Performs Depositary or Other Functions (as of 31 January 2013). IMO, London, 526 pp.
- Leung, B., Lodge, D.M., Finnoff, D., Shogren, J. F. , Lewis, M.A. and G. Lamberti, 2002. Announce of prevention or a pound of cure: Bioeconomic risk analysis of invasive species. Proc. R. Soc. Lond. B. 269: 2407–2413.
- Mitropoulos, s. 2008. La OMI y la adopción de normas internacionales para el transporte marítimo. Diplomacia. N° 114. 25–32. Santiago de Chile.
- Yongming Sun & S. Shuhong, 2012. The Study of Ships Ballast Water Replacement Monitoring at Sea Based on MCU. Elsevier. Procedia Environmental Sciences 12. 199 – 205.



Caimán aguja (*Crocodylus acutus*)



Juvenil de tortuga (*Caretta caretta*).

Programa de especies amenazadas

Lina Báez, Luis Alonso Merizalde Maldonado y
John Jairo Gómez González

Desde el 2007, Cerrejón tomó la iniciativa de comenzar de manera voluntaria una serie de evaluaciones en el área de influencia y no influencia de su operación portuaria, teniendo en cuenta la presencia de varias especies amenazadas en la zona con posibilidades de recuperación. Generalmente, estas amenazas son de tipo natural o antrópico, ya que las comunidades locales o cercanas tienen una alta dependencia en el uso de estos recursos, y por lo tanto cualquier iniciativa debería ser concertada de la mano de la comunidad aledaña. Así pues, Cerrejón comenzó los primeros acercamientos y reconocimiento de las áreas desde la bahía de Portete, pasando por Punta Cocos, hacia Punta Gallinas. Este trabajo comenzó con el apoyo de los biólogos de la Fundación Hidrobiológica George Dahl, determinando amplias posibilidades de conservación de las poblaciones de caimán aguja (*Crocodylus acutus*), ubicado en la zona de la bahía de Portete, y varias

especies de tortugas marinas que anidaban en las playas hacia el norte del territorio, las cuales se creía utilizaban la zona solamente para forrajeo (Fundación George Dahl-Cerrejón, 2009).

Durante 2008 y 2009 se realizaron acercamientos continuos con la población wayúu habitante en la zona; al mismo tiempo se comenzaron a registrar los patrones ecológicos de los ecosistemas del área y el uso que las comunidades daban a estas poblaciones faunísticas. Una vez la comunidad comenzó a tener contacto con las especies de interés, se convirtieron en los partícipes del monitoreo biológico, siendo ellos mismos los encargados del levantamiento de la información primaria.

En 2010 se estableció la alianza Cerrejón-Conservación Internacional-Fondo Acción Ambiental-Corpoaguajira y las comunidades de bahía Hondita

y Punta Gallinas. Con esta alianza surgió el primer “Acuerdo de Conservación” entre las partes, siendo esta una metodología utilizada a nivel mundial como custodios de la naturaleza, e implementada con gran éxito en comunidades locales con escasos recursos económicos (Zurita, 2010). El objetivo principal de estos acuerdos es la construcción de estrategias y pactos mediante una alianza que logre disminuir la captura dirigida, el comercio, tráfico y consumo de estas especies a cambio de beneficios sociales que permitan el mejoramiento de la calidad de vida de acuerdo a las medidas que ellos mismos implementen para la conservación y protección.

A la fecha se han firmado cuatro acuerdos, alcanzando gran éxito el desarrollo de la metodología y un compromiso por parte de las instituciones de la alianza así como especialmente, el liderazgo de las comunidades que los ha llevado a ganar el premio mundial ambiental de excelencia otorgado por BHP Billiton en noviembre de 2013, participando entre más de 90 proyectos a nivel global.

Acuerdo de conservación de tortugas marinas en la Alta Guajira con las comunidades de bahía Hondita y Punta Gallinas

Luis Alonso Merizalde Maldonado

Introducción

Las tortugas marinas existían como un grupo ampliamente diverso, mucho antes que los extintos dinosaurios habitaran la tierra y fueran sucedidos por los mamíferos placentarios. Las condiciones del medio marino y diferentes aspectos ecológicos inherentes a estos animales, han hecho que su vida esté llena de amenazas y que actualmente solo existan ocho especies en el mundo; de las cuales cinco visitan las costas americanas y transitan por los litorales del Pacífico y de la región del mar Caribe colombiano.

La ecología de la tortugas marinas sugiere su presencia en ecosistemas muy diversos y de mucha importancia energética en el contexto de la productividad de los océanos (Eckert, 2000). El rol de estas especies es fundamental para la sostenibilidad de los

mares; para la calidad de servicios ambientales que prestan y para el bienestar humano de las comunidades nativas que dependen de los recursos hidrobiológicos para su sustento (MAE, 2004). Es así como el estatus de conservación de las tortugas marinas en el mundo y en Colombia es de amenaza (*Lepidochelys* sp. VU; *Chelonia mydas* EN; *Caretta caretta* EN; *Eretmochelys imbricata* CR; *Dermochelys coriácea* CR) (IUCN 2013, Groombridge, 1982; Rojas & Castaño; 2000); coincidiendo con la baja calidad y poca o nula productividad pesquera en los mares tropicales durante la última década (FAO, 2003; MAE, 2004). De las múltiples amenazas que enfrentan estas especies en su ciclo de vida, presiones como la captura incidental o dirigida por las actividades pesqueras; el comercio y consumo de carne, huevos y subproductos de tortugas marinas, arraigados a costumbres y tradiciones como la indígena wayúu de la Alta Guajira colombiana, hace que los índices de vulnerabilidad y amenazas sobre estas especies sean más difíciles de disminuir o mitigar, si no se opta por medidas y estrategias de manejo y conservación participativas, que le impriman sostenibilidad al proceso y que al mismo tiempo vele por las necesidades básicas de las comunidades nativas involucradas en este uso tradicional.

Es por esto que, desde el año 2007, la empresa Carbones del Cerrejón Limited empezó con un grupo de biólogos de la Fundación George Dahl, a evaluar la biología reproductiva de las tortugas marinas que anidan en playas de Punta Gallinas y Hondita, municipio de Uribia – Alta Guajira; invitando abiertamente a la comunidad que autorizó el ingreso en el territorio, a formar parte de esta investigación biológica. El resultado de este trabajo participativo generó un efecto vinculante y apropiativo; hasta el punto que, desde el año 2011, el colectivo que habita estos territorios decidió firmar un acuerdo de conservación de tortugas marinas; bajo el modelo de los Conservation Stewards Program implementado por Conservación Internacional (Conservation International, 2007).

Este Acuerdo de Conservación de Tortugas Marinas en la Alta Guajira compromete a las comunidades indígenas wayúu de bahía Hondita y Punta Gallinas a eliminar de sus costumbres el consumo y por ende el comercio de carne, huevos y subproductos de tortugas marinas; a eliminar la tradicional



Comunidad participando en la liberación de tortugas.



Crías de tortuga (*Caretta caretta*) en liberación.

pesca dirigida hacia los quelonios; y a rescatar todos los ejemplares capturados incidentalmente; además del compromiso de participar en los monitoreos de su biología reproductiva. Basados en esto, se generó una alianza institucional (de ahora en adelante mencionada como la Alianza); conformada por Cerrejón, Conservación Internacional, Fondo para la Acción Ambiental y la niñez, Corpogujaira, Comunidades de Bahía Hondita y Punta Gallinas, Fundación Crea y Guardacostas de Puerto Bolívar; con el objetivo de apoyar y brindar beneficios para la comunidad y para el cumplimiento de los mencionados monitoreos durante todas las temporadas reproductivas.

Antecedentes del acuerdo de conservación de tortugas marinas en la Alta Guajira

Desde los primeras evaluaciones realizadas sobre la historia natural de las tortugas marinas en el mundo, se han considerado muy importantes estas especies para el bienestar de los ecosistemas marinos y costeros; fundamentalmente por su papel como

cicladores de nutrientes durante sus actividades tróficas y en el tránsito entre estos sistemas ecológicos (Eckert, 2000; Piraino *et al*, 2002). No obstante, toda su función ecológica se ve suprimida por las diferentes presiones de origen humano que encuentran en sus hábitats reproductivos, en las rutas migratorias, en zonas de forrajeo y en sus áreas de desarrollo (Meylan, 2002).

Los primeros estudios que se tiene registro en Colombia, corresponden a los realizados en el Caribe en los años cuarenta por el Hermano Nicéforo María; posteriormente se documentaron los esfuerzos del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INDERENA), bajo la asesoría de los científicos extranjeros, Craig Tufts y Reinhard Kaufmann (Gutierrez & Merizalde, 2001), enfocados en implementar una estrategia de manejo, como fue la declaratoria de siete kilómetros y medio de playas; comprendidas entre las bocas de los ríos Buritaca y Don Diego, que constituyó la primera reserva para la protección de las tortugas marinas, impulsada con la ejecución del proyecto “Operación Tortuga Marina”. Esta iniciativa



Comunidad participando en la liberación de tortugas.

colombiana solo duró cinco años, hasta que fue cancelada en 1975 (Amorocho & Merizalde, 2006).

Desde 1978, el Dr. Archie Carr, en estudios realizados en Tortuguero, Costa Rica; sugirió a la costa Guajira colombiana como zona estratégica para la anidación, migración y forrajeo de las tortugas marinas que entran de mar abierto a transitar en la región del Gran Caribe, facilitadas por la corriente de Humboldt del noreste. Hasta ese momento en Colombia, los esfuerzos poco articulados, han terminado en iniciativas aisladas, que no brindan confianza, ni sostenibilidad a los alcances de conservación esperados; y por esta razón, el Instituto de Recursos Naturales – INDERENA planteó el primer Plan para la Investigación y el Manejo de las Tortugas Marinas en Colombia (Rueda, 1987).

En Rueda, *et al.* (1992) los autores realizan unas observaciones sobre la captura comercial de tortugas marinas en la península de La Guajira de Colombia; se enumeran las diversas presiones que existen sobre estas especies, arraigadas a costumbres regionales; e involucrando no solo a las colonias reproductivas de las playas de La Guajira colombiana, sino también a colonias reproductivas de otros países, que transitan, forrajean o permanecen en estos ecosistemas, como sus áreas de desarrollo. Posteriormente en Isla de Aves, Venezuela y en Bermudas (Sole, 1994 y Meylan *et al.*, 2001 respectivamente) corroboran esta información, registrando algunas de sus hembras anidantes y de sus ejemplares juveniles en cercanías a las costas colombianas guajiras, realizando actividades de forrajeo (Vázquez, 2012).

En Amorocho & Merizalde (2006), se mencionan los esfuerzos adelantados desde 1998 por la red RETOMAR, conformada para articular trabajos en torno a la investigación para la conservación de las tortugas marinas en Colombia, donde se establecen nuevas reglas de juego, como el impulso de la dinámica de trabajo, en el que las comunidades de base son las protagonistas de las acciones de conservación, buscando siempre la participación activa y el apoyo de un amplio rango de actores del sector privado y del sector gubernamental; para así imprimirle sostenibilidad a estas acciones y generar un verdadero compromiso social y empresarial.

Continuando con la búsqueda de estrategias de conservación efectivas, desde el año 2007 se suma

a este reto Cerrejón, para desarrollar acciones enmarcadas dentro de los lineamientos del Programa Nacional para la Conservación de Tortugas Marinas y Continentales en Colombia (Ministerio de Ambiente, 2002). Comienza con el apoyo constante de biólogos especializados en técnicas de monitoreo y rescate de estas especies para determinar su estado de conservación; brinda apoyo a comunidades distantes en el territorio nacional y que tiene muchas necesidades básicas insatisfechas; además de favorecer activamente con una labor científica y de conservación.

Las prácticas y usos consuntivos de las tortugas marinas, arraigados a las costumbres de la cultura indígena wayúu, fueron cambiando, frente al vínculo y a la apropiación del colectivo, sobre el conocimiento generado cada temporada. Desde el inicio de estos monitoreos biológicos, los voluntarios y monitores de las comunidades de bahía Hondita y Punta Gallinas, no solamente se preparan en técnicas de manejo y conservación de tortugas marinas, estas personas también están recibiendo una formación como líderes comunitarios, toda vez que están velando por los bienes colectivos, como son, la calidad de los servicios de los ecosistemas marinos y costeros al proteger estas majestuosas especies.

El acuerdo de conservación de tortugas marinas ocurre de manera formal al integrar la alianza entre diferentes instituciones comprometidas con el objetivo, como lo son Corpoguajira, Conservación Internacional, El Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez, las comunidades de bahía Hondita y Punta Gallinas, Guardacostas de Puerto Bolívar y recientemente la Fundación Crea.

Este acuerdo presenta relevancia global, desde el aporte de una comunidad que ha generado una cuota histórica de conservación, validada frente a la aplicación de protocolos establecidos en el transcurso de los acompañamientos y consultorías realizadas desde el 2007. Igualmente los beneficios otorgados a la comunidad se calculan, frente a la valoración económica del costo de oportunidad; que solamente ha sido posible con la participación del colectivo de estas comunidades indígenas wayúu en los patrullajes nocturnos y en el rescate de estas tortugas marinas

capturadas incidentalmente durante las actividades de pesca artesanal.

Los indicadores más relevantes para validar este acuerdo de conservación se van midiendo mediante estudios socioeconómicos especializados, que determinan si suprimir de sus actividades económicas la ilegalidad punible de la captura y comercio de tortugas marinas (Ley 599 del 2000)¹, en realidad mejora las condiciones de vida de estas comunidades indígenas wayúu.

Metodología

Área de estudio

Los territorios de Punta Gallinas y bahía Hondita pertenecen a la Alta Guajira, municipio de Uribia, corregimiento de Taroa; y al resguardo indígena donde habita la etnia wayúu. En los estudios de la biología reproductiva de las tortugas marinas de los años iniciales, se trabajó toda la extensión de las playas de bahía Hondita y Punta Gallinas; sin embargo en las siguientes temporadas se fueron definiendo los sectores de mayor probabilidad de intercepción de hembras anidantes. De esta manera, en la temporada de 2012 se demarcaron los sectores de playa y la extensión de las áreas de patrullaje para el estudio. Las playas monitoreadas de bahía Hondita y Punta Gallinas tienen un área disponible de anidación de 71,09 km² y 87.969 km² respectivamente, representando el 95,15% y 80,46% del área total presente en cada playa. Esto se valida con las condiciones de la arena de los perfiles encontrados que hace a estas playas aptas para anidación de *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* y *Eretmochelys imbricata*. Sin embargo, Vázquez (2012) recomienda seguir registrando los cambios de perfil de playas para conocer el comportamiento erosivo de las áreas reproductivas en los meses de anidación y la posible pérdida de nidos por ese hecho.

Punta Gallinas. La playa monitoreada está localizada entre las coordenadas: Latitud 112°26'59,1" N - 071°41'12,1" W y 12°27'18,3" N - 071°39'11,6" W; con una extensión de 4.000 metros (Mapa).

1 Ley 599 del 24 de julio del 2000. Código Penal Colombiano. Sanciona desde seis a nueve años de prisión por la muerte, captura y el tráfico de especies silvestres (tipos de fauna (328 Silvestre)).

Anidación de tortugas marinas Alta Guajira

Departamento de La Guajira, Colombia



Mapa ubicación del área de estudio.

Construcción de botes por la comunidad.



Bahía Hondita. La playa de muestreo de esta zona es de dos kilómetros y medio (2,5 km) y está localizada entre las coordenadas 12°26'10,5" N - 071°43'12,4" W y 12°26'28,8" N - 071°42'10,8" W, con una extensión de 2.000 metros.

Manual de monitoreo de tortugas marinas

El manual de monitoreo de tortugas marinas se generó con la intención de capacitar y guiar a todas las personas que participan en la toma y análisis de datos en las playas de anidación y en captura incidental (Vázquez, 2012). Esto es de vital importancia en un proceso donde la comunidad participa activamente, por lo que es necesario hacer de las capacitaciones y ejercicios de estandarización una actividad constante, para generar información y datos coherentes y comparables con la información que se genera en otros ecosistemas donde se trabaje con tortugas marinas.

Actividad reproductiva de tortugas marinas en la Alta Guajira

Síntesis de temporadas (2009 – 2013)

La unidad de esfuerzo definida desde la temporada 2012, ha sido sin duda, lo que ha permitido que durante la temporada 2013 se obtenga el récord de actividad anidatoria durante la historia de todas las temporadas de este hábitat reproductivo de la Alta Guajira para especies como *Caretta caretta* y *Chelonia mydas*. Durante la temporada 2013 se realizaron patrullajes nocturnos hasta el amanecer, cumpliendo dos turnos de cuatro horas de intensidad cada uno, con cuatro voluntarios y un monitor por turno, es

decir, diez personas caminan por la playa en dos grupos de cinco personas. En la playa de Punta Gallinas se trabajaron 67 noches, 536 horas en patrullaje nocturno presentando un esfuerzo de muestreo del 7,174 horas/área de estudio; y en bahía Hondita se trabajaron 114 noches, con 912 horas de patrullaje nocturno, presentando un esfuerzo de muestreo total de 8,342 horas/área de estudio (# de horas invertidas por # de personas/día/área).

En el análisis de la última temporada (Merizalde, 2013), la abundancia relativa de nidos por metro de la especie *Caretta caretta*, en el área de Punta Gallinas persiste, como en temporadas de años anteriores, aunque se presentan diferencias significativas en cuanto al sector de "Caporromana". En bahía Hondita no se presenta diferencia significativa alguna, como sucedió en temporadas pasadas, sin embargo la abundancia relativa es superior al área de Punta Gallinas (ANOVA alpha:0.05) entre las cinco temporadas muestreadas (2009 a 2013).

Las diferencias al comparar la abundancia relativa en cada una de las zonas entre las temporadas, señalan una no uniformidad en la distribución de los nidos, tendiendo a estar en zonas específicas como los sectores de Palenterru y Yatemana PG en Punta Gallinas y en bahía Hondita en Palenterru y Yatemana BH (Tabla 1).

Los resultados del 2012 sugieren continuar revisando si las anidaciones de *Caretta caretta*, suceden de nuevo en estos relieves adyacentes rocosos en la línea de

Tabla 1. Abundancia relativa para las zonas de Punta Gallinas y bahía Hondita durante las temporadas de anidación del 2009-2013.

AÑO	KIJORU	YORENSU	FARO	CAPORROMANA	PALENTERRU	YATEMANA	TEMPORADA
2009	0,006	0	0,001	0	0,005	0	0,002
2010	0,001	0	0	0	0,005	0	0,001
2011	0,002	0,001	0	0,003	0,006	0	0,002
2012	0	0	0,001	0	0,001	0,004	0,001
2013	0,001	0,002	0,002	0,003	0,005	0,005	0,003
ANOVA					F	VALOR CRÍTICO	PROBABILIDAD



marea, sugiriendo el uso de las rocas para la identificación de playas en movimientos interanidatorios. Además, pone en consideración la posibilidad que las tortugas se alimenten durante sus periodos nidatorios de crustáceos que aquí habitan (Hughes, 1974).

Las densidades registradas en el área de estudio durante la temporada de 2013, se encuentran dentro del rango presente para el Caribe colombiano, pero al compararlas con otras regiones del Atlántico, esta región aún representa un valor muy bajo, solo el 15,56%, 18,21% y 2,05% de las densidades registradas en Cayo Siju (Cuba), río Longa (Aruba) y Martin County (Península de la Florida); esta última catalogada como una de las áreas más importantes de

anidación para la especie *Caretta caretta*. Sin embargo y dentro de todo el contexto cultural que representa el Acuerdo de Conservación de tortugas marinas en la Alta Guajira colombiana, estos esfuerzos de conservación con participación social son de mucha importancia y deben mantenerse y fortalecerse.

La periodicidad de la temporada de anidación 2013 siguió el estándar que se ha venido reconociendo a través de los años, empezando a finales de mayo e inicios de junio (2009: 7 junio, 2010: 29 de mayo, 2011: 6 junio, 2012: 29 de mayo y 2013: 25 de mayo) y finalizando los últimos días de julio e inicios de agosto (2009: 18 agosto, 2010: julio 24, 2011: 10 agosto, 2012: 12 de agosto y 2013: 30 de agosto).

Tabla 2. Comparación biométrica de hembras anidantes, el valor se presenta como $X \pm SD$ (rango) n. SD: Desviación Estándar; (rango de valores) n: tamaño de muestra.

PLAYA DE ANIDACIÓN	LCC max (cm)	LCC min (cm)	ACC (cm)	REFERENCIA
Bahía Hondita – Punta Gallinas	109,3±1,15(108-110)3		97,3±7,02(97-104)3	Fundación George Dahl, 2011
Bahía Hondita – Punta Gallinas	103,4±2,61(99-103)5		96,4±6,43(89-103)5	Fundación George Dahl, 2011
Bahía Hondita – Punta Gallinas	103,7±3,95(99-107)4	101,5±4,36(96-105)4	94,5±6,35(89-100)4	Vázquez, 2012
Bahía Hondita – Punta Gallinas	94,2±4,50(90-100)3	97,3±3,25(94-102)3	89,3±2,85(86-92)3	Merizalde, 2013
	102,6±9,5(90-110)15	99,4±2,50(94-105)7	94,37±3,95(86-104)15	PROMEDIO
	LCC max: Largo curvo caparazón máximo	LCC min: Largo curvo caparazón mínimo	ACC: Ancho curvo caparazón	

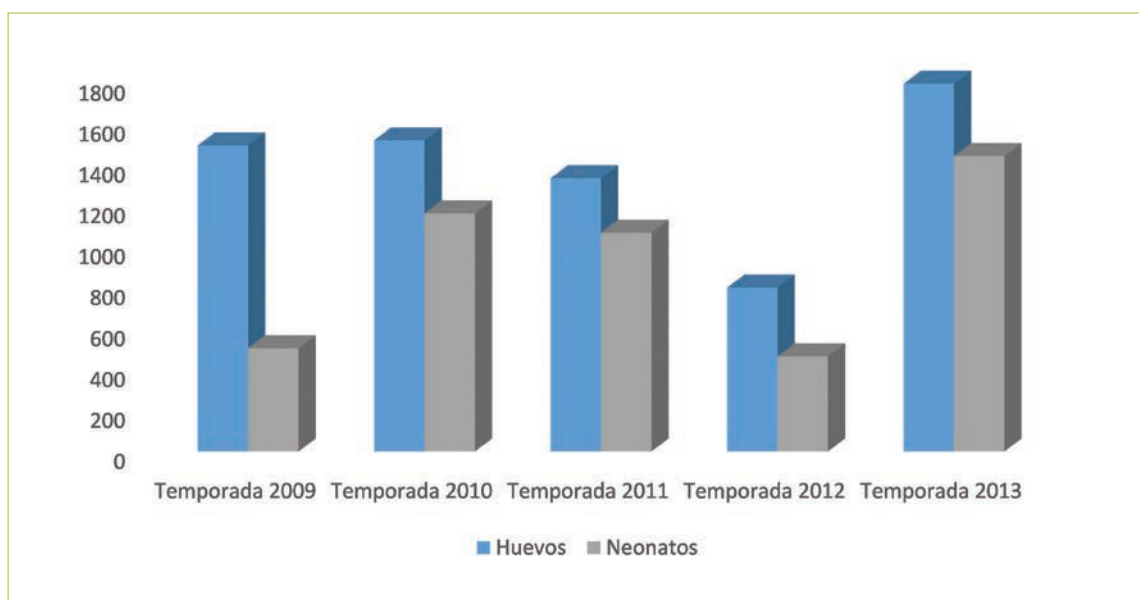


Figura 1. Porcentaje de eclosión promedio para las temporadas 2009–2013 en relación al número de huevos desovados y número de crías liberadas.

A continuación, en la Tabla 2 se observan las comparaciones biométricas de la población anidante durante las temporadas 2009–2013.

Productividad (2009–2013)

Desde las primeras temporadas, la productividad y tasa de reclutamiento de neonatos sugieren la

cuota de conservación que aporta la comunidad en una acción participativa para la conservación de la biodiversidad.

Alcances del rescate de tortugas capturadas incidentalmente durante la pesca artesanal (2009–2013)

Historia del acercamiento, visitas a pescadores y firma de microacuerdos

El acuerdo de conservación firmado entre las comunidades de bahía Hondita y Punta Gallinas, Cerrejón, Conservación Internacional, Fondo Acción y Corpogujira, compromete a los pescadores artesanales a rescatar y liberar las tortugas marinas capturadas incidentalmente durante sus faenas de pesca, como a enterrar los ejemplares muertos durante estas actividades. Se firmaron inicialmente 36 microacuerdos, que corresponden a acuerdos con cada familia de los pescadores artesanales, identificadas como las personas involucradas en la captura histórica de estos animales, y como actores principales de cada microacuerdo que involucra un cambio de costumbres y tradiciones de una comunidad indígena, hacia el entendimiento colectivo de que la conservación de las tortugas marinas generan un beneficio común y global.

Evaluación pesquera

Los resultados de los años anteriores determinan que la razón por la razón por la que se presenta el mayor número de captura con redes langosteras, es por la ventaja económica que representa para los pescadores dedicar el esfuerzo de pesca a capturar langosta; además, describe la adaptación que los pescadores nativos han hecho a las redes, para aumentar su efectividad en la captura de langosta, que ha resultado, bastante perjudicial para las tortugas marinas que son capturadas incidentalmente. El estudio establece unos formatos detallados para que el monitor de pesca colecte información referente al arte de pesca, el sitio de calado, la profundidad, el tiempo de calado y otra información pertinente para conocer detalladamente como actuar para disminuir su captura o su mortalidad eventual y hacia donde enfocar esfuerzos de conservación de estas especies a futuro. Sobre los tiempos de pesca, el chinchorro es el arte que más tiempo permanece en el agua $20,38 \pm 5,59$ horas, seguido de la malla transparente que se mantiene durante $8,25 \pm 2,36$ horas por faena.

Seguimiento y rescate de ejemplares capturados incidentalmente (2009–2013)

Autores como Kaufman (1975), señalan desde hace varias décadas la importancia de áreas de forrajeo de tortugas marinas en el Caribe colombiano y de la incidencia que tiene la captura incidental y dirigida hacia estas especies sobre su conservación y sobre la sostenibilidad de los ecosistemas marinos y costeros de la región Caribe.

La comunidad de pescadores artesanales reconocen que estas tortugas capturadas pertenecen a colonias reproductivas de otras playas del Gran Caribe, que durante sus viajes migratorios encuentran estas áreas ricas en oferta alimenticia. Las preguntas que surgen ahora son: ¿estas serán áreas transitorias de alimentación o serán consideradas áreas de desarrollo de algunas colonias reproductivas del Gran Caribe de *Chelonia mydas* y *Caretta caretta*? Además, ¿a qué colonias reproductivas pertenecen? Lograr descifrar estas preguntas puede generar información muy importante y de altísima utilidad en los programas de conservación de tortugas marinas que se adelanten en la región.

Participación y fortalecimiento social ofrecido a las comunidades de bahía Hondita y Punta Gallinas, municipio de Uribia, corregimiento de Taroa

Número de voluntarios y monitores durante las temporadas (2009–2012)

En la actualidad el grupo de voluntarios y monitores consta de personas con un rango de edad desde los 17 (una persona menor de edad) hasta los 83 años (una persona mayor de 60 años), predominando el rango entre los 18 y 30 años (20 personas); seguido de 17 personas con edades entre 31 y 60 años. De estas 39 personas 18 hablan y entienden español (46,15%), 18 saben leer y escribir (46,15%) y 9 saben leer y escribir los números (23,07%).

La participación de los voluntarios en los patrullajes de áreas reproductivas de tortugas marinas, los compromete a registrar una información determinada por los protocolos y formatos establecidos; para esto, durante los acompañamientos realizados, se han ofrecido facilitaciones de lectura y escritura para ellos. La respuesta de los voluntarios y



Comunidad participando en la liberación de tortugas.

monitores ante esta actividad es positiva; y según ellos, les brinda nuevas expectativas de vida.

Mujeres artesanas empresarias – empresa Ai' inmajaâ

Un proyecto sostenible debe trabajar con todos los grupos de interés, especialmente aquellos vulnerables como las mujeres. De esta forma y reconociendo las fortalezas de sus habitantes, como resultado de los estudios socioeconómicos se observó que las actividades de elaboración de artesanías por parte de las mujeres cabeza de familia eran una buena alternativa de sustento económico si se trabajaban organizadamente; así, durante esta temporada, se introduce bajo el marco del acuerdo, a la Fundación Crea, expertos en conformación de empresas artesanales wayúu, para favorecer las familias de las mujeres artesanas.

Desde los años anteriores la comunidad ha visto la participación de los hombres en los monitoreos biológicos como una oportunidad laboral, que en años anteriores no conocían. Las intenciones del acuerdo de conservación no son las de pagar por conservar; sin embargo, esta retribución por un servicio prestado, se espera que se entienda como un reconocimiento por un tiempo invertido a un trabajo de investigación y que se preserve por necesidad de mejorar las condiciones de vida.

Así, las mujeres de la comunidad que tienen unos roles diferentes y que no involucran las actividades de patrullaje de playas, han reconocido su fortaleza artesanal y la capacidad de elaborar artículos como mochilas de diferentes tamaños, chinchorros y hamacas. El acuerdo de conservación de tortugas marinas, durante la temporada del 2013, dedicó una parte del recurso, en la ejecución de un proyecto de emprendimiento empresarial con las mujeres cabeza de familia.

Desde agosto de 2013, el programa comienza a involucrar y conformar la organización de las mujeres generando su microempresa llamada “Aa’Imajaa”, término en lengua wayunaiki, que significa en español “conservamos”; y en este proceso, las mujeres participantes recibieron capacitaciones técnicas para perfeccionar acabados, mejorar su estilo de costura y para conocer las tendencias mundiales en colores

Indígenas wayúu tejiendo.



y diseños para ser aplicados a sus productos artesanales. Las mujeres participantes recibieron capacitaciones sobre el funcionamiento empresarial y el movimiento financiero en la empresa, aprendieron a calcular los costos de producción, para establecer los verdaderos valores de los elementos fabricados.

La empresa de las mujeres artesanas quedó conformada con la siguiente estructura organizacional: Jefe de producción, es la persona encargada de verificar la calidad de los productos y las necesidades de materia prima; Jefe comercial, es la persona encargada de vender y buscar salida a los productos, además de desarrollar estrategias comerciales y de mercadeo para los productos ofrecidos; y Jefe administrativa, que es la persona encargada de todas las actividades administrativas y de tesorería, es la persona en la que recae la responsabilidad de distribuir bien las utilidades, los valores de mano de obra, los costos generales del grupo y las utilidades de la empresa,

a la cual pertenecen cuarenta y cinco mujeres de la comunidad.

Entrega de beneficios a la comunidad, frente a las cuotas de conservación aportada por el colectivo cada temporada. Recuento de beneficios (2009–2012)

Como reconocimiento al cumplimiento de los compromisos por parte de la comunidad, se entregan beneficios para cada temporada cumplida. Los beneficios deben solventar necesidades básicas insatisfechas, o deben relacionarse con actividades que generen el sustento familiar.

Los beneficios comunitarios para cada año se negocian y son calculados con base en el costo de oportunidad, tortugas y nidos reportados en la temporada anterior. Estos beneficios son acordados con las comunidades en reunión plenaria en la cual se firman las actas correspondientes.

En todo el trabajo comunitario se involucran laboralmente dos monitores por sector y los voluntarios

que se van inscribiendo. Todas las personas partícipes reciben una pequeña retribución en especie, por su compromiso y participación.

Como beneficios adicionales del presente Acuerdo de Conservación, se consideran:

- a) El entrenamiento de 40 jóvenes de la etnia wayúu en técnicas de monitoreo de playas de anidación.
- b) El posicionamiento a nivel local, nacional e internacional de la comunidad wayúu de bahía Hondita y Punta Gallinas, como pioneros en la implementación de acciones para la conservación de las tortugas marinas.
- c) La oportunidad que tienen los lugareños de compartir sus experiencias de conservación de tortugas marinas con los turistas que visitan la región, lo cual se ha convertido en un valor agregados a los paquetes ecoturísticos ofertados.
- d) El haber logrado que la comunidad local reconociera a las tortugas marinas como patrimonio de conservación.
- e) La promoción de la unidad comunitaria como herramienta de desarrollo conjunto.
- f) Eventos de capacitación en temas específicos identificados y acordados por la comunidad.
- g) La conformación del grupo de artesanas de las comunidades con un capital semilla indispensable para la estructuración de su grupo y la producción de artesanías
- h) Implementos indispensables para su vida como tanques de almacenamientos de agua, materiales de construcción para arreglos de viviendas, materiales para construcción de botes y redes.
- i) Taller artesanal y enramada de reuniones.
- j) Empoderamiento y participación comunitaria en la organización de su propia comunidad

Conclusiones

Los datos recopilados por la entrega de tortugas marinas por los pescadores desde las primeras temporadas indican la importancia del área próxima a las costas de bahía Hondita y Punta Gallinas como área de desarrollo o como zona de alimentación temporal para la especie *Chelonia mydas*.

En necesario continuar fomentando el vínculo con proyectos desarrollados en La Guajira e iniciar con proyectos nacionales; además de impulsar actividades de educación ambiental con la comunidad

Comunidad participando en la liberación de tortugas.



infantil, las cuales no han tenido una cobertura significativa debido al poco cubrimiento escolar en la región.

La temporada del año 2013 presentó el récord de anidación en todas las temporadas monitoreadas, y se presume que la colonia reproductiva es una colonia joven por la diferencia de tamaños de los ejemplares marcados durante esta temporada.

Los monitores y voluntarios de la comunidad están empoderándose cada vez más del programa de patrullaje de actividad reproductiva de tortugas marinas, y tienen las intenciones de conformarse como grupo y de gestionar acciones de conservación con fines de beneficio para la comunidad.

Es necesario fortalecer más los esfuerzos investigativos sobre la actividad anidatoria, para determinar los verdaderos efectos del cambio climático sobre la población reproductiva y las acciones humanas posibles con el objetivo de mitigar estos factores y fortalecer la capacidad de resiliencia de un territorio, a partir del capital natural.

Los acuerdos de conservación con las comunidades de La Guajira están generando un proceso ejemplar para autogestión de su patrimonio natural, con beneficios sociales y económicos concretos. Por esa razón se debe continuar el acompañamiento y reforzamiento de estos acuerdos generando alianzas institucionales.

La unión de la comunidad indígena wayúu a través de las acciones de conservación, facilitó en este grupo étnico, el entendimiento de aspectos como la importancia del trabajo colectivo y de la participación comunitaria para solucionar problemas que pueden afectar a todos.

El acompañamiento realizado a este grupo étnico genera espacios de fortalecimiento local vocacional; que van desde la alfabetización de un grupo importante de la población, hasta el desarrollo de habilidades de gestión y de identificación de problemas o situaciones de interés colectivo.

Gracias al acuerdo de conservación, la comunidad ha avanzado en procesos que deben resultar en el fortalecimiento de la gobernabilidad ambiental en



su territorio, y en el bienestar de las personas que realmente lo habitan.

Igualmente, la dinámica del acuerdo de conservación y las acciones de investigación continuadas, brindan oportunidades para visibilizar un territorio de alta apetencia turística por la belleza única de sus ecosistemas y por su cultura; con un valor agregado, como es este importante trabajo de conservación de la naturaleza con la participación de la comunidad wayúu.



Comunidad participando en la liberación de tortugas.

Bibliografía

- Amorocho D. y Merizalde L.A. 2006. Estado de la investigación, educación y conservación de tortugas marinas en Colombia. Tomo II. 92-104 p. En: Chaves, M.E. y Santamaría, M. (eds). 2006. Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998 - 2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 2 Tomos.
- Castaño – Mora O.V. (ed). Libro Rojo de reptiles de Colombia. Serie Libros Rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales – Universidad

Nacional de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional – Colombia. Bogotá Colombia. 160 p.

- Conservation International, 2007. Conservation Agreements: Model, design and implementation. Conservation Steward Programs. Conservation Economics Programs. October 2007.
- Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F.A., Abreu-Grobois, y M. Donnelly. 2000 (editores). (Traducción al español). Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. Grupo especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE. Publicación no. 4. 273 p.



Comunidad participando en la liberación de tortugas.



Protección de las nidadas de tortugas en la Alta Guajira.

- FAO 2001. Circular de Pesca No. 957/2 FIPP/C957/2(Es). Promoción de la ordenación de la pesca costera 2. Aspectos socioeconómicos y técnicos de la pesca artesanal en el Salvador, Costa Rica, Panamá, Ecuador y Colombia. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/ad056s/ad056s00.pdf>
- FAO. 2003. Fishery country profile: the Republic of Colombia. <http://www.fao.org/fi/fcp/en/COL/profile.htm>. 20/02/09.
- FAO. 2005. Examen de la situación de los recursos pesqueros marinos mundiales. FAO Doc. Téc. Pesca, No. 457, Roma. 16 p.
- FAO. 2007. Estado mundial de la pesca y la acuicultura 2006. Roma FAO 2007.
- Fundación Hidrobiológica George Dahl-Cerrejón. 2009. Monitoreo poblacional de tortugas marinas y caimán aguja en la Alta Guajira.
- Groombridge B., 1982. The IUCN Amphibia – Reptilia Red Data Book, Part 1. Testudines, Crocodylia, Rhynchocephalia. Internacional. Union for the Conservation of Nature (IUCN) Gland Switserland. 426 p.
- Gutiérrez C.F., L.A. Merizalde. 2001. Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos, Vía Parque Isla Salamanca. Contribución al conocimiento del estado actual de las tortugas marinas y sus hábitats de anidación en los Parques Nacionales Naturales de la Costa Atlántica. Convenio Asociación Widecast Colombia – UAESPNN. Informe parcial.
- Kaufmann, R., 1975. Studies on loggerhead sea turtle, *Caretta caretta caretta* (Linné) in Colombia, South America. *Herpetologica* 31(3):323-326.
- Margatitoulis D., 2005. Nesting activity and reproductive output of Loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, over 19 seasons (1984-2002) at Laganas Bay, Zakunthos, Grece: The largest rookery in the Mediterranean. *Chelonian conservation and Biology* 4(4):916-929 p.
- Merizalde, L.A. 2013. Monitoreo de tortugas marinas dentro del marco del Acuerdo de Conservación entre la comunidad wayúu de bahía Hondita y Punta Gallinas, Alta Guajira Colombiana y la Alianza institucional CERREJON – CONSERVACION INTERNACIONAL – FONDO DE ACCION PARA EL DESARROLLO DEL MEDIO AMBIENTE Y LA NIÑEZ – CORPOGUAJIRA. Informe final 2013. 52p.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Programa Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas y Continentales en Colombia. Junio de 2002, Pg. 12.



Rescate de los huevos de tortugas en la Alta Guajira.



- Piraino, S., S. Fanelli & F. Boero. 2002. Variability of species' roles in marine Communities: change of paradigms for conservation priorities. *Marine biology* 140:1067- 1074. En: noticiero de tortugas marinas 100, 2003.
- Rueda J.V. 1987. La situación actual de ls poblaciones de tortugas marinas en el Caribe colombiano. Inderena. Reporte nacional presentado al II Simposio sobre tortugas marinas del Atlántico occidental. STAO, Mayaguez. Puerto Rico. 52 p.
- Rueda J.V. 1992. Anotaciones sobre un caso de mortalidad masiva de tortugas marinas en la Costa Pacífica de Colombia. Biblioteca Andrés Posada Arango, No. 4. Serie de publicaciones especiales del Inderena, 179-190.
- Rueda J.V., Mayorga, J.E. & G. Ulloa. 1992. Observaciones sobre la captura de tortugas marinas en la península de La Guajira – Colombia. Biblioteca Andrés Posada Arango, No. 4. Serie de publicaciones especiales del Inderena, 133-154 p.
- Vásquez A.M. 2012. Manual de monitoreo de tortugas marinas. Producto de Informe técnico interno Acuerdo de Conservación de tortugas marinas en la Alta Guajira 2012.
- Vásquez, A.M. 2012. Monitoreo de tortugas marinas dentro del marco del Acuerdo de Conservación entre la comunidad wayúu de bahía Hondita y Punta Gallinas, Alta Guajira Colombiana y la alianza institucional CERREJON – CONSERVACION INTERNACIONAL – FONDO DE ACCION PARA EL DESARROLLO DEL MEDIO AMBIENTE Y LA NIÑEZ – CORPOGUAJIRA. Informe final 2012. 98p.
- Zurita, P. 2010. Haciendo que la conservación sea beneficiosa para la gente. Conservation Stewards Program-CI. Presentación 2010.

Caimán aguja (*Crocodylus acutus*)





El kayuüshi (*Crocodylus acutus*) en la bahía de Portete: aportes al conocimiento del estado de conservación

John Jairo Gómez González

Introducción

kayuüshi es el nombre wayúu para el caimán aguja (*Crocodylus acutus*). En Colombia, la población se encuentra fragmentada y distribuida en siete grupos de importancia para la conservación, uno de estos el ubicado en la bahía de Portete; lugar que ha sido objeto de algunas investigaciones, una de las cuales fue desarrollada por Cerrejón como parte de su proyecto de responsabilidad social y ambiental.

Las poblaciones naturales de *C. acutus* se encuentran distribuidas desde Estado Unidos en el sur de la Florida, en los países de Centroamérica como México, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, en las islas antillanas de Cuba, Haití, Islas Caimán, Jamaica, Martinica, República Dominicana, Trinidad y Tobago y en Suramérica, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Rodríguez-Melo, 2000a; Thorbjarnarson, 2010; Morales *et al*, 2013).

En Colombia, las poblaciones se encuentran localizadas en el río Man (Antioquia), la ciénaga la Caimanera y caño Grande (Sucre), las ciénagas cercanas a Puerto Badel (Bolívar), la cuenca del río Dibulla (Guajira) y en la bahía de Portete (La Guajira) y el río Catatumbo (norte de Santander) (Rodríguez-Melo, 2000b; Ulloa-Delgado, 2011).

C. acutus ocupa una diversidad de hábitats correspondientes a ríos, zonas costeras, pantanos y marismas conformados por agua dulce, salobre, salina e hipersalinas (Rueda-Almonacid *et al*, 2007; Thorbjarnarson, 2010).

La especie se encuentra en estado de amenaza a nivel internacional por la IUCN (2003) en la categoría vulnerable (Vu A1ac). Para Colombia se encuentra en la categoría de peligro crítico (CR) (Castañón-Mora, 2002; MAVDT, 2010). La causa de esta amenaza es la caza excesiva para la venta de pieles durante la década de los años 70, que diezmo la

población hasta el punto de desaparecer (Medem, 1981); y actualmente se consideran, la desaparición de su hábitat natural y el comercio ilegal de ejemplares, huevos y pieles para comercialización en granjas de cría (CORPOGUAJIRA e INVEMAR, 2012). Sin embargo, aún existen en el país siete grupos con una buena estructura demográfica y abundantes ejemplares para la realización de programas de conservación (Rodríguez-Melo, 2000b; Ulloa, 2011); uno de estos grupos es la población localizada en la bahía de Portete.

Área de estudio

La bahía de Portete es la más grande de una serie de bahías ubicada en el sector septentrional de la península de La Guajira, en el costado occidental de su entrada está localizado el Puerto de Carbones del Cerrejón (CORPOGUAJIRA, 2006). La zona presenta condiciones especiales que la determinan como xerofítico basal (Ojeda *et al*, 1998) y la costa está bordeada en su mayor parte por formaciones de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle negro (*Avicennia germinans* aproximadamente con 1.156,96 ha (Sánchez-Páez *et al.*, 2000; Gil-Torres *et al.*, 2010).

El reporte de la existencia de una población de *C. acutus* en la bahía de Portete se realizó durante las primeras exploraciones de la evaluación ambiental para la construcción del Puerto Carbonífero de Cerrejón. A partir de allí se iniciaron los estudios con esta especie, la mayoría por interés de CCL (Abadía, 1995; 1996), algunos trabajos dispersos de Corpoguajira (Corpoguajira – Asociación Desarrollo Guajiro, 2006) y los resultados de mayor relevancia que se presentan a continuación (Fundación Hidrobiológica George Dahl-Carbones del Cerrejón Limited, 2007 al 2012).

Metodología

Desde el 2007 hasta el 2012, se realizaron trabajos sistemáticos para establecer el estado de la población empleando la metodología de conteos nocturnos con lámparas (Webb *et al*, 1987; Martínez, 1994; Rodríguez-Melo, 2000b; Rueda-Almonacid *et al*, 2007; Sánchez *et al*, 2011) y simultáneamente la captura y recaptura de ejemplares (Rueda-Almonacid *et al*, 2007; Sánchez *et al*, 2011). Dichos muestreos fueron programados durante las noches con el



Caimán aguja (*Crocodylus acutus*)

menor porcentaje de iluminación lunar de acuerdo al programa Moonphase (Tingstrom, 2009) para una mayor detección de los animales. Las observaciones y capturas se categorizaron de acuerdo a las clases propuestas por Platt y Thorbjarnarson (2000, Tabla 1).

Tabla 1. Clases de tallas propuesta por Platt y Thorbjarnarson (2000).

Clases	Categoría	LT (cm)
I	Neonatos	< 30
II	Juveniles	30-90
III	Subadultos	91-180
IV	Adultos	>180

En las capturas se emplearon dos sistemas de marcación: la implantación de microchip marca AVID, colocados subcutáneamente en la región del cuello y el corte de verticilos caudales sugerida por Ministerio del Medio Ambiente (2000). En los ejemplares

capturados, se registró la biometría de la longitud total, distancia desde la punta del hocico hasta la punta de la cola; longitud rostro cloaca, desde la punta del hocico hasta la parte posterior de la cloaca y el peso. Por último la determinación del sexo por la palpación directa de la cloaca o con el uso de una pinza tipo rinoscopio (Webb *et al.*; 1982, Sánchez *et al.*, 2011).

Se identificaron las áreas de importancia para la reproducción, realizando una búsqueda intensiva de nidadas en toda la bahía, describiendo las características de las nidadas, la biometría de huevos y crías. Concomitantemente a lo anterior, a partir del 2008 se realizaron actividades desde el punto de vista de la teoría del manejo adaptativo para el aumento de la población como: la adecuación de áreas de anidación, traslado de nidos, incubación protegida y levante *ex situ*. Teniendo como finalidad la recuperación acelerada de la población y el diseño de un programa de conservación de *C. acutus* por la comunidad indígena wayúu de la bahía de Portete. Para



Figura 2. A- Conteo nocturno para la detección visual de *C. Acutus*. B, C y D- Captura de ejemplares de *C. Acutus* durante el monitoreo en la bahía de Portete. E- Marcaje con microchips.



Figura 3. A- Adecuación de un área de anidación para la reproducción. B- Seguimiento de la temperatura y humedad, empleando lectores externos para el registro de información por los wayúu. C- Registradores de datos para seguimiento por el equipo técnico.

la ejecución de todas las actividades se contó con la participación de miembros de la comunidad indígena wayúu.

Etnozoología

Los cazadores que comercializaron *C. acutus* en la comunidad de la bahía de Portete han fallecido; sin embargo, la descendencia y pescadores actuales de la zona aún conservan la técnica del corte ventral para deshollerarlo. Actualmente, la caza está dada por la oportunidad de aprovechamiento de animales que se enredan en las artes de pesca, la mayoría de las veces únicamente se aprovecha la cola (Figura 4 A y B). En ocasiones realizan una caza dirigida para la obtención de carne durante la visita de familiares de Venezuela o a solicitud de restaurantes para personal de los buques de Puerto Alijuano. Culturalmente, los wayúu siempre han empleado la piel y los huesos de *C. acutus* para medicina, principalmente la preparación de cataplasmas para la infecciones dérmicas, aplicación que realizan las familias de escasos recursos (Figura 4, C). Otro uso es la ubicación de cráneos en la cabecera de caños que alimentan los jagüeyes, para que estos se sequen y ocasionar que enemigos dejen de visitar este recurso acuífero y la elaboración de algunas artesanías para uso personal (Figura 4, D).

La población kayüishi de Portete

La población de esta bahía se considera aislada de las otras poblaciones, sometidas a condiciones ambientales de extrema sequía. La oferta de agua dulce se presenta con mayor probabilidad durante el segundo período lluvioso en agosto e ingresa a la bahía por los caños. Condición que la determina como un grupo netamente marino.

A nivel general, los monitoreos realizados entre 2007 y el 2011 presentaron densidades entre 1,6 a 2,76 ejemplares/km. En 2008 y 2010, años de ocurrencia del fenómeno de la Niña, se presentaron las mayores densidades 1,8 y 2,76 ejemplares/km. Las lluvias favorecieron la agregación de *C. acutus* en los caños de ingreso de agua dulce a la bahía. En los transectos realizados en el manglar de Iian se presentaron las mayores densidades de toda la bahía (3,89 y 7,57), debido a que este tiene el mayor área de espesor (500 ha) (Gil-Torres *et al*, 2010).



Figura 4. A y B-. Ejemplares enredados en las artes de pesca, como carne para consumo se usa principalmente la cola. C y D- Aplicación de cenizas proveniente de incineración de la piel de *C. acutus* para el tratamiento de infección en el dedo del pie. E- Cicatrización de la infección cuatro días después. F- Elaboración de collares con dientes de *C. acutus*.

La estructura demográfica de *C. acutus* entre años ha sido variable. En los años de monitoreo durante la temporada lluviosa (2008, 2010), se observó mayor

abundancia de individuos juveniles (clase II) y subadultos (clase III), debido a la facilidad de dispersión que ocasionan la conectividad con los caños y la

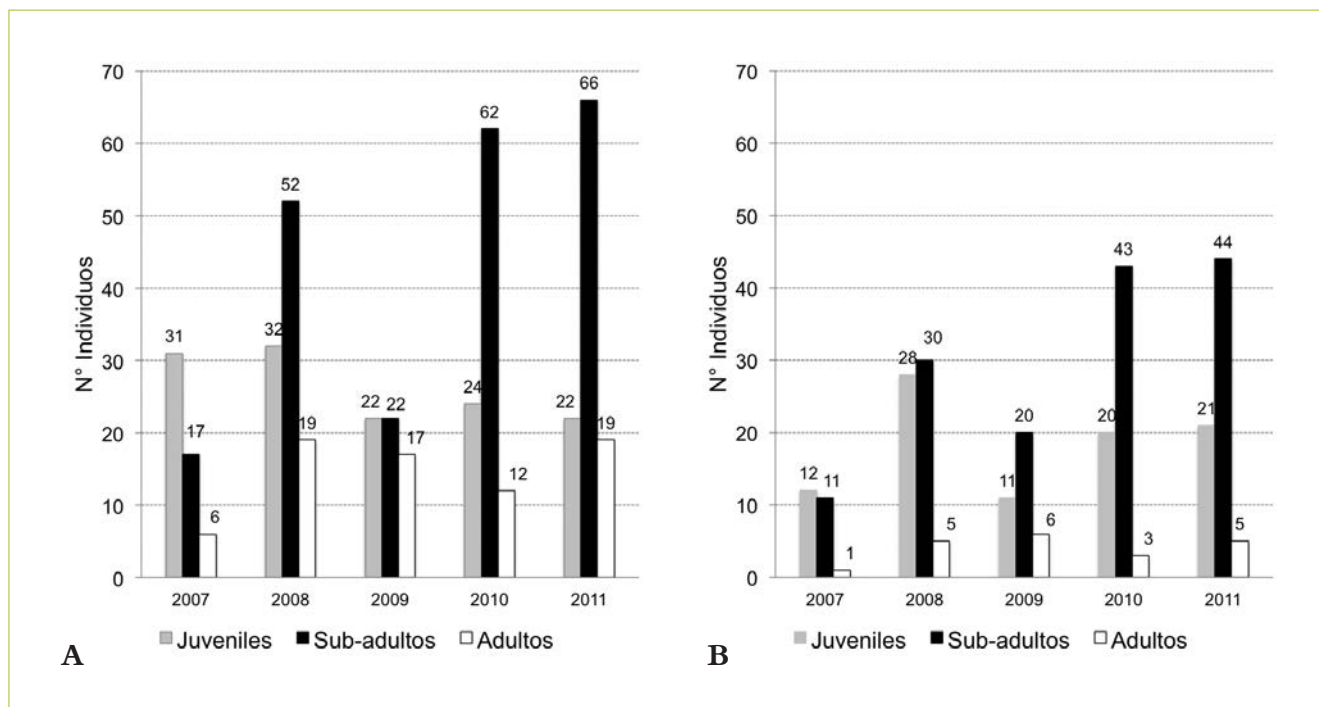


Figura 5. Estructura poblacional de *C. acutus* en la bahía de Portete durante los cinco años de estudio. A- Total de animales observados. B- Animales capturados.

aglomeración de animales para aprovechar la oferta de agua dulce proveniente de los caños de escorrentía durante la temporada de lluviosa (Figura 5).

A nivel general, se observó poca abundancia en el número de individuos adultos, grupo a cargo del aporte reproductivo de esta población, en el cual se presenta pérdida de ejemplares debido a decesos por ahogamiento en las artes de pesca, caza oportunista y dirigida ocasionado por su tamaño que refleja peligrosidad para el wayúu. Sin embargo el aumento del número de nidadas presentan una recuperación reflejada por el número de hembras con capacidad reproductiva.

Los primeros resultados de la estimación de la población de *C. acutus*, empleando la información del 2007 a 2009, se determinó la existencia de aproximadamente $134,3 \pm 17,9$ individuos (Espinosa *et al*, 2012). Con la continuidad del estudio la estimación de la población empleando la información hasta

2011, se presenta una población estimada de aproximadamente $497,9 \pm 56,3$ individuos. Para ambos casos la representación demográfica de ejemplares adultos es poca y determinan que la población se encuentra en peligro.

El conteo de *C. acutus* en bahía Hondita determinó la existencia de desplazamientos desde la bahía de Portete, aunque la ruta de la travesía se desconoce. Puede ser a través de caños durante la temporada lluviosa o por mar. Posiblemente, pueden desplazarse al área más al norte de la península de La Guajira y de aquí hasta el lago Maracaibo en Venezuela, favoreciendo un flujo genético entre poblaciones.

Los veintidos ejemplares adultos capturados presentaron tallas promedio de $219,13 \text{ cm} (\pm 23,32)$, con un intervalo entre 183 y 263 cm. En esta localidad, no se ubican ejemplares adultos que sobrepasen los 300 cm. El hábitat salino en la que se desarrolla esta población presenta un baja tasa de crecimiento que

ocasiona obtener una talle adulta con menor tamaño a los reportes de Morales-Betancourt *et al.* (2013).

Anidación

Las áreas de importancia para la construcción de nidadas en la bahía de Portete corresponden a cuatro lugares, las islas Juyui, Epirol 1 y Epirol 2, y las dunas de arena cercanas al manglar en Puerto Portete. La isla Juyui representa el área de mayor ocurrencia de nidos, convirtiéndola en la zona de mayor importancia para programas de conservación (Tabla 2). Corresponde a una isla con mayor dimensión, injerencia de poca intervención humana, su condición de aislada y protegida al interior del manglar, con una altura mayor a un metro sobre el nivel del mar y con las mismas características de las áreas de anidación descritas por Mazotti (1989). En todas las islas existen zonas de anidación de tipo colonial, con más ocurrencia en la isla Juyui. En estas aglomeraciones de posturas muy contiguas que con cierta frecuencia pueden contener huevos de dos hembras diferentes en un mismo nido (Medem, 1981; Rueda-Almonacid *et al.*, 2007), ocurre en estas islas la pérdida de nidadas completas durante actividades de excavación para la elaboración del nido por la hembra y con el

destape de las nidadas, transcurridas en el proceso de cuidado parental en la eclosión.

La anidación colonial es indicativo de la existencia de un recurso ambiental limitante, que en la bahía de Portete es la inexistencia de abundante terreno con las características requeridas para la selección de áreas de anidación por la hembra. El análisis granulométrico de las muestras de suelo tomadas en los nidos de cada una de las áreas de anidación en 2008, mostraron a la isla Juyui con el mayor porcentaje de arena y a Puerto Portete con el mayor porcentaje de limo y los menores porcentajes de arena y arcilla. Para la localidad de Puerto Portete la composición del suelo tiene componentes que favorecen la mayor absorción y se considera el componente que favoreció la mortalidad total de las nidadas ocurridas para cada año (Tabla 3); este mantiene un exceso de humedad, reduciendo la capacidad de intercambio de oxígeno y causando la muerte del embrión (Grigg, 1987; Thorbjarnarson, 1989; Ji *et al.*, 2002).

La fertilidad de huevos se encontró mayor al 95 %, considerada apropiada para el desarrollo de un programa de manejo de nidadas que favorezca una

Tabla 2. Nidadas ubicadas en las áreas de importancia para las posturas.

Año	Epirol 1	Epirol 2	Juyui	Portete	Total
2007		1	8	1	10
2008		2	9	1	12
2009	1	5	10	1	17
2010	2	4	7	1	14
2011	2	5	19	5	31
Total	5	17	53	9	84

Tabla 3. Características del suelo de las nidadas de la bahía de Portete.

	Juyui	Puerto Portete	Epirol 1	Epirol 2	Juyui*
Arena	71,9	51,69	69,60	69,61	79,44
Arcilla	25,78	11,04	28,27	23,51	20,55
Limo	2,32	37,27	4,83	6,88	0,01

*Muestra del área de anidación colonial en la isla.



Figura 6. A- Paisaje xerofítico de la isla Juyui, donde se construyen nidos de *C. acutus*. B- Nidadas cercanas en zonas de anidación colonial.

acelerada recuperación y estabilización de la población con fines de manejo y aprovechamiento sustentable. Las nidadas mostraron un intervalo entre 16 a 42 huevos, con un promedio de 28,25 (\pm 6,35). El registro de las dimensiones de 2.085 huevos, indicaron un diámetro mayor promedio de 71,84 mm (\pm 3,54) y peso 80,54 g (\pm 9,99). La incubación en la bahía de Portete tuvo un promedio de 76,10 días de duración con un rango de 62 a 89, que dependió de la influencia ambiental de sequía o pluviosidad que se presentaron la zona de estudio durante el año.

La cronología reproductiva de *C. acutus* presenta una tendencia latitudinal, iniciando los primeros indicios en latitudes bajas y posteriormente en latitudes altas (Thorbjarnarson, 1989) y están estrechamente relacionadas con los patrones climáticos de las áreas donde viven. Para el caso de *C. acutus* en Colombia, la postura ocurre entre los meses secos de enero a abril (Rueda-Almonacid *et al*, 2007; Morales *et al*,

2013). Sin embargo para la bahía de Portete se determinó que la posturas ocurren para los meses de mayo a junio (Gómez *et al*, en evaluación) y las eclosiones inician a mediados de agosto, las cuales están estrechamente relacionadas con el segundo período lluvioso considerado de mayor intensidad en el año. El ingreso del agua dulce a la bahía y el lento proceso de mezcla con el agua salada, disminuye los niveles de salinidad y favorece la adaptación de las crías al agua salobre.

A partir del 2009, se iniciaron tres estrategias de manejo de nidos: I) el enriquecimiento de hábitat mediante la adecuación de áreas de anidación, II) traslado de nidadas con riesgo de pérdida en áreas de postura colonial y III) la incubación protegida (Figura 7 A y B). La anidación protegida se fundamentó en la ubicación de una zona con las características de terreno similar a la zona de anidación colonial de la isla Juyui y se emplearon elementos



Caimán aguja (*Crocodylus acutus*)



Figura 7. A- Vista de perfil de la zona de incubación protegida. B- Detalle de la ubicación de las nidadas en la zona de incubación protegida.

para disminuir el efecto directo de la radiación solar sobre las nidadas, cada una se ubicó en cubículos y en una se instauró un registrador de datos para seguimiento de temperatura y humedad.

Con la incubación protegida, se obtuvo mayor porcentaje de nacimientos en relación con la incubación natural (Tabla 4). Del total de nacimientos, la mayoría fueron reubicados en las áreas de procedencia de los nidos. Un grupo de 100 animales se trasladaron hasta el Centro de Rehabilitación de Fauna de Cerrejón para desarrollar el levante *ex situ* como estrategia para el aumento de la población.

La morfometría de 976 crías presentó animales con una longitud promedio al instante de nacer de 25,46

cm ($\pm 1,24$), con un intervalo de 20,1 hasta 27,8 cm. Con la característica de un peso promedio de 57,39 g ($\pm 6,3$), con un intervalo de 40,5 hasta 70,5 cm.

Las malformaciones en los cocodrilidos son ocasionadas por cambios drásticos en las fluctuaciones térmicas en la cámara de incubación, las altas temperaturas constantes, la calidad nutricional de la hembra y también, debido a factores genéticos que se manifiesta durante el desarrollo embrionario o la influencia de ambos. (Ferguson, 1989; Huchzermeyer, 2003). En la bahía de Portete, los anidamientos presentaron las siguientes malformaciones para cocodrilianos (Ferguson, 1985): encefalocele, belfo, anoftalmia o sinoftalmia, exoftalmia, cola en espiral, cola a ras, hipomelánico (Figura 8).

Tabla 4. Evaluación de eficiencia de la incubación protegida y la incubación natural.

	Tipo de incubación	Número de nidos	Total de huevos	Infértiles	Mortalidad embrionaria	Crías	% de eclosión
2009	Incubación protegida	4	159	3	67	89	57,05
	Incubación natural	12	340	10	166	164	49,69
2010	Incubación protegida	8	216	1	1	214	99,53
	Incubación natural	6	177	2	63	112	64
2011	Incubación protegida	19	515	20	172	323	65,25
	Incubación natural	5	172	2	81	89	52,35



Figura 8. Malformaciones presentadas en *C. acutus* en la bahía de Portete, A- individuo con anofthalmia. B- Ejemplar con la cola a raa. C- Especimen hipomelánico.

El total de las malformaciones representan el 6,97% (Tabla 5). En 2010 las malformaciones pueden estar muy influenciadas por el fenómeno de la Niña, ocasionando menor incidencia de la radiación y altas temperaturas al interior del nido.

La población de *C. acutus* en la bahía de Portete se encuentra en unas condiciones ambientales especiales y en un aislamiento geográfico que, por las distancias entre poblaciones cercanas de la misma especie, se puede considerar como un deme (Krebs, 2009). Porras *et al.* (2008) determinó poca variabilidad y flujo genético entre tres poblaciones de *C. acutus* en tres ríos de Costa Rica con una distancia de separación no mayor a 55,5 km. Para el caso de la bahía de Portete, las poblaciones más cercanas son la de Dibulla, aproximadamente 180 km, en el departamento de La Guajira; y la del golfo de Maracaibo en Venezuela, aproximadamente a 450 km.

La evaluación del esfuerzo de manejo de nidos, se realizó durante el 2012 a través de la búsqueda de nidos y la no intervención en el manejo. El posterior seguimiento de las nidadas, presentó un total de 22 nidadas, de las cuales se malograron 10 (45%), el mayor número por la sobrepostura, pereciendo el total de huevos (n=8), seguido de la predación (n=2), mostrando la necesidad de manejo de nidos para la obtención de excedentes que favorezca la aplicación de un modelo de conservación de aprovechamiento de estos excedentes por la comunidad.

La comunidad wayúu en la conservación del kayuüshi

Desde los primeros años de trabajo, la comunidad fue participe del monitoreo biológico en campo. En el área de asentamiento del proyecto se determinó la existencia de aproximadamente 30 pescadores activos y 7 botes con motor conocidos localmente como toco-toco, que participan de las actividades del proyecto.

A partir del tercer año, se inició la capacitación en los pescadores en relación a la búsqueda de nidadas y el manejo de huevos, así mismo como el manejo del área de anidación protegida y el manejo de animales en piscinas de cría. En la comunidad en general, se realizaron presentaciones con temáticas como: las diferentes actividades que se realizan en la cría a ciclo cerrado (zoocría) de *C. acutus*, y la conservación y el uso sostenible de fauna silvestre, enfocada a la conservación de *C. acutus* (Figura 9). Concomitantemente, se desarrollan actividades lúdicas y educativas en los colegios.

Tabla 5. Malformaciones registradas en el seguimiento del anidamiento de *Crocodylus acutus* en la bahía de Portete.

Malformación	2008		2009		2010		2011		Total	
	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
Absorción de vitelo		0,00%		0,00%	5	1,71%		0,00%	5	0,50%
Anoftalmia	1	1,85%	2	0,78%		0,00%	1	0,25%	4	0,40%
Anoftalmia, belfo		0,00%	1	0,39%		0,00%		0,00%	1	0,10%
Belfo		0,00%	3	1,16%	7	2,39%	3	0,75%	13	1,29%
Belfo, cola sesgada		0,00%		0,00%		0,00%	3	0,75%	3	0,30%
Cola en espiral		0,00%	2	0,78%	1	0,34%	1	0,25%	4	0,40%
Cola sesgada	1	1,85%	1	0,39%	4	1,37%	5	1,25%	11	1,09%
Encefalocele		0,00%	2	0,78%	6	2,05%		0,00%	8	0,80%
Encefalocele, belfo	1	1,85%	1	0,39%		0,00%		0,00%	2	0,20%
Encefalocele, escoliosis		0,00%		0,00%	7	2,39%		0,00%	7	0,70%
Escoliosis		0,00%	1	0,39%	3	1,02%		0,00%	4	0,40%
Escoliosis, cola en espiral	3	5,56%		0,00%		0,00%		0,00%	3	0,30%
Escoliosis, cola sesgada		0,00%	1	0,39%		0,00%		0,00%	1	0,10%
Exoftalmia		0,00%	1	0,39%		0,00%		0,00%	1	0,10%
Gemelos	1	1,85%		0,00%		0,00%		0,00%	1	0,10%
Hipomelánico, anoftalmia		0,00%	1	0,39%		0,00%		0,00%	1	0,10%
Lánguido		0,00%	1	0,39%		0,00%		0,00%	1	0,10%
Normales	97	92,74%	241	93,41%	260	88,74%	387	96,75%	935	93,03%
Total	54	100%	258	100%	293	100%	400	100%	1005	100%

La investigación acción participativa, es una metodología que genera grandes beneficios para las comunidades, como la transformación del conocimiento, el empoderamiento de la comunidad como estructura social, además de incentivos que mejoren su calidad de vida.

Recomendaciones

La población de *C. acutus* de la bahía de Portete necesariamente requiere de la continuidad de estudios a largo plazo, para determinar con claridad la manera como la especie responde a las distintas condiciones ambientales y de presión antrópica. De los ambientes que ocupa aún se conoce poco en Colombia y se requiere de mayor profundización. Información que propenda para la toma de decisiones

de la vinculación de la comunidad indígena wayúu en las actividades de conservación y la obtención de beneficios económicos que deriven de cada una de estas actividades.

La vinculación de la comunidad indígena wayúu de los alrededores de la bahía de Portete en propuestas educativas, es imperativo para el éxito del programa. Estas deben desarrollarse a nivel escolar y en la comunidad en general. Así mismo, como la generación de incentivos por la conservación de la especie y los ligados al aprovechamiento de carne y pieles.

Los estudios genéticos facilitarían determinar la dirección de las acciones de conservación para favorecer la variabilidad genética, la determinación de

parentesco que indicaría la existencia de procesos endogámicos o polipaternidad y soportaría la necesidad de reforzamiento con animales provenientes de granjas de cría como parte del compromiso de compensación que las granjas deben realizar. La selección de estos deben cumplir con requisitos de estado de salud de los especímenes, población de procedencia y zoonosis.

Los beneficios obtenidos de la conservación de los crocodrílidos está muy bien desarrollados en cuanto a los diferentes niveles (aprovechamiento de carne, comercialización de pieles y ecoturismo) (Thorbjarnarson, 2001). El principal uso de los cocodrílidos consiste en la industria peletera, los beneficios económicos obtenidos de esta actividad presentan una fluctuación debido a que dependen de los caprichos de la moda. Razón por la cual es necesario el engranaje de todos estos diferentes usos para una continua obtención de recursos económicos que ingresen a la comunidad wayúu.

Bibliografía

- Abadía, G. 1995. *Crocodylus acutus* (Cuvier 1807) in la bahía de Portete. CSG Newsletter, 4 (1): 9 p.
- Abadía, G. 1996. Population dynamics and conservation strategies for *Crocodylus acutus* in la bahía de Portete, Colombia. In: CSG (Crocodile Specialist Group) (Eds.). Crocodiles. Proceedings of the 13th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland, pp 176-183.
- Carbones del Cerrejón Limited. 2007. Diagnóstico poblacional y algunos aspectos bioecológicos del kayüüshi (*Crocodylus acutus*; Cuvier, 1807) en la bahía de Portete, península de La Guajira – Colombia, Carbones del Cerrejón Limited. Informe.
- Carbones del Cerrejón Limited. 2008. Programa de conservación del kayüüshi (*Crocodylus acutus*) y tortugas marinas en la bahía de Portete, Península de La Guajira - Colombia. Fase II. Informe.
- Carbones del Cerrejón Limited. 2009. Programa de conservación del kayüüshi (*Crocodylus acutus*) y tortugas marinas en la Alta Guajira – Colombia. Informe.
- Carbones del Cerrejón Limited. 2010. Programa de conservación del kayüüshi (*Crocodylus acutus*) y tortugas marinas en la Alta Guajira – Colombia. Informe.
- Carbones del Cerrejón Limited. 2011. Programa de conservación del kayüüshi (*Crocodylus acutus*) y tortugas marinas en la Alta Guajira – Colombia. Informe.
- Castaño-Mora, O. V. (Ed). 2002. Libro rojo de reptiles de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia, Bogotá. 160 p.
- CORPOGUAJIRA e INVEMAR. 2012. Atlas marino costero de La Guajira. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar No. 27. Santa Marta, Colombia. 188p.
- Espinosa M., Bertin A., Gómez J., Mejía F., Guerra M., Baez L., Gouin N And E. Patiño .2012. A three-year mark-recaptu-



Caimán aguja (*Crocodylus acutus*)

- re study in a remnant population of *Crocodylus acutus* Cuvier in Portete Bay (Guajira, Colombia). *Gayana* 76(1):52-58
- Ferguson, M. W. J. 1985. Reproductive biology and embryology of the crocodilians. In *Biology of the reptilia*, C. Gans, F. Billet, and P. F. A. Maderson (eds.). John Wiley and Sons, New York, New York, pp. 451-460.
 - Gil-Torres W., Fonseca, G., J. Restrepo, P. Figueroa, L. Gutiérrez, G. Gómez, M., Sierra-Correa. P.C., Hernández-Ortiz, M., A. López. Y C. Segura-Quintero. 2009. Ordenamiento ambiental de los manglares de la Alta, Media y Baja Guajira. 283 páginas + 2 anexos. ISBN: 978-958-8448-19-0
 - Grigg, G. 1987. Water relations of crocodilian eggs: Management considerations. 499-502. En: Grahamel, J. W., S. Webb, C. Manolis y J. Whitehead (Eds.). *Wildlife management crocodiles and alligators*. Surrey Beatty and Sons Pty Limited in association with the Conservation Commission of the Northern Territory, Sydney. 552 p.
 - Huchzermeyer, F.W. 2003. *Crocodiles: Biology, Husbandry and Diseases*. CABI Publishing is a division of CAB International. ISBN 0-85199-656-6
 - Krebs, C.J. 2009. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 6th ed. Benjamin Cummings, San Francisco. 655 pp. Rainwater.
 - Martínez Aleida. 1994. *Manual para la evaluación de poblaciones de Crocodylia en Colombia*. Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables y el Ambiente. Bogotá. (Mecanografiado).
 - MAVDT (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2010. Resolución No 383 de 23 de febrero de 2010, por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman otras determinaciones. MAVDT, Bogotá. 29 pp.
 - Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, J. De La Ossa V. y A. Fajardo-Patiño (Editores). 2013. VIII. *Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 336 pp.
 - Ojeda, D., Barbosa, C., Pinto, J., Cardona, M. C., Cuellar, M., Cruz, S., De la Torre, L. E., Castañeda, J., Barrera, C. R., González, Y. y J. C. Alarcon. 1998. *Ecosistemas* En: Leyva, P. (Eds.). *El medio ambiente en Colombia*. IDEAM. Pp 279 - 346.
 - Platt, S. G y J. B. Thorbjarnarson. 2000. Status and conservation of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, in Belize. *Biological Conservation*. Vol. 96:13-20.
 - Rodríguez-Melo, M. 2000a. Cocodrilos (Archosauria: Crocodylia) de la región Neotropical. *Biot. Colo.*, 1 (2): 135-140.
 - Rodríguez-Melo, M. (Ed.). 2000b. *Estado y distribución de los Crocodylia en Colombia*. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá. 71 p.
 - Rueda-Almonacid, J.V., J.L. Carr, R.A. Mittermeir, J.V. Rodríguez-Mahecha, R.B. Mast, R.C. Vogt, A.G. Rhodin, J. de la Ossa-Velásquez, J.N. Rueda y C.G. Mittermeier. 2007. *Las tortugas y cocodrilos de los países andinos del trópico*. Serie de guías tropicales de campo N° 6. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 538 pp.
 - Rueda-Almonacid J. V., Amézquita A., Andrade-C Gonzalo y O. Cortes. 2011. *Fauna silvestre amenazada del Departamento de La Guajira Colombia*. CORPOGUAJIRA, Corporación Colombia en Hechos, 192 pp.
 - Sánchez-Páez, H., G. Ulloa-Delgado, R. Álvarez-León, O. Gil-Torres, A. Sánchez-Alfárez, O. Guevara-Mancera, L. Patiño-Callejas y F. Páez-Parra. 2000. *Hacia la recuperación de los manglares del Caribe colombiano*. Ministerio del Medio Ambiente. Asociación Colombiana de Reforestadores (ACOFOR). Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), Bogotá. 294 p.
 - Thorbjarnarson, J. 1989. Ecology of the American Crocodile (*Crocodylus acutus*). 228- 259. En: *Crocodiles: their Ecology, Management and Conservation*. Special Pub. Croc. Spec. Group. IUCN- The World Conservation Union Publ. N. S. Switzerland. 308 p.
 - Thorbjarnarson J. 2001 Recuadro XVIII.7 Manejo sustentable de caimanes y cocodrilos en: Primack R., Roíz R., Feinsinger P., Dirzo R. y F. Massarado. 2001 *Fundamentos de conservación biológica - perspectivas latinoamericanas -*, Fondo de Cultura Económica. ISBN 968-16-6428-0
 - Thorbjarnarson, J. 2010. American crocodile (*Crocodylus acutus*). 46-53. En: Manolis, S. C. y C. Stevenson (Eds.). *Crocodiles. Status survey and conservation action plan*. Tercera edición, Crocodile Specialist Group. Darwin. <http://www.iucnscg.org/pages/Publications.html>. 06/02/2011.
 - Ulloa Delgado, G. A. 2011. Natural populations of Crocodiles discovered in the Catatumbo region. *CSG Newsletter*, 30 (4): 6 p.
 - Webb, G., Manolis, C. and J. Whitehead. 1987. *Wildlife Management: Crocodiles and Alligators*. Surrey Beatty and Sons Limited Association with the Conservation omisión on the Northern Territory.



Bosque subxerofítico.

Remanentes de vegetación en una zona inundada en el valle del Cerrejón.



Conectividad y paisaje en el valle del Cerrejón

María Claudia Franco Rozo y Argelina Blanco Torres

Se entiende el paisaje como un mosaico de ecosistemas locales o usos de la tierra que se repiten de manera heterogénea en un área diferenciable y medible con características ecológicas diferentes, en el que se identifica más de un elemento y diversos grupos de regímenes de disturbio (Forman 1995, Hansson *et al.* 1995). El estudio del paisaje representa un marco alternativo para el estudio integrado del territorio, el cual presenta un potencial analítico que permite evaluar relaciones sociedad-naturaleza; esto puede ser enfocado a los campos de planificación, el ordenamiento territorial, los estudios de la biodiversidad y la articulación de actividades productivas con la conservación de los recursos y procesos ecosistémicos, con base en la georreferenciación dinámica de los componentes y procesos de transformación (Zonneveld 1995).

El paisaje se aborda generalmente desde un enfoque estructural y funcional, donde se identifican

tres tipos de elementos: matriz, parche y corredor. La matriz es entendida como el elemento más extenso e interconectado, que contiene tanto parches como corredores. Este elemento puede influenciar fuertemente las comunidades de fauna y flora, ya que su naturaleza puede alterar o potencializar los movimientos de los individuos; la composición de la matriz puede incluso determinar los efectos que ejercen factores como la extensión del borde, el área y el aislamiento en la vida silvestre, así como ser hábitat de fauna silvestre que ejerce interacciones de competencia, depredación y parasitismo a las poblaciones establecidas en los parches (Forman y Godron 1981, Yu y Lei 2001).

Los parches son elementos de superficie no lineal que difieren del área que los rodea y se distinguen fundamentalmente en su origen y dinámica. Su tamaño, forma y configuración espacial cumple un

papel relevante en la definición de los mismos. Se identifican cuatro tipos de parches a partir de sus características y dinámica evolutiva, estos son: parches de perturbación, parches introducidos, parches de recursos ambientales y parches remanentes (Etter 1991).

Los corredores se definen como franjas alargadas y angostas que atraviesan una matriz de manera continua o casi continua y difieren de la misma, conectan o aíslan elementos dentro de la matriz, siendo muy importantes a nivel ecológico por tener una función clave en los flujos de materia, especies y energía (Etter 1991, Bennett 1999).

A partir del patrón de distribución espacial de los elementos del paisaje, se define de manera general al

valle medio del río Ranchería como un mosaico, en donde las áreas con vegetación herbácea o arbustiva constituyen la matriz principal (45% del área estudiada), el bosque de galería junto con las corrientes de agua como el corredor natural (5,36%), la red vial como corredor cultural (0,32%) y las demás coberturas de la tierra como parches de perturbación (32,61%), parches remanentes (14,30%) y parches introducidos (2,32%; Tabla 1).

Análisis espacial de estructura y disposición de parches de vegetación

La disposición espacial de los elementos del paisaje puede afectar el movimiento de dispersión de la fauna entre el territorio natural y los parches adecuados de hábitat a los que se enfrentan los individuos

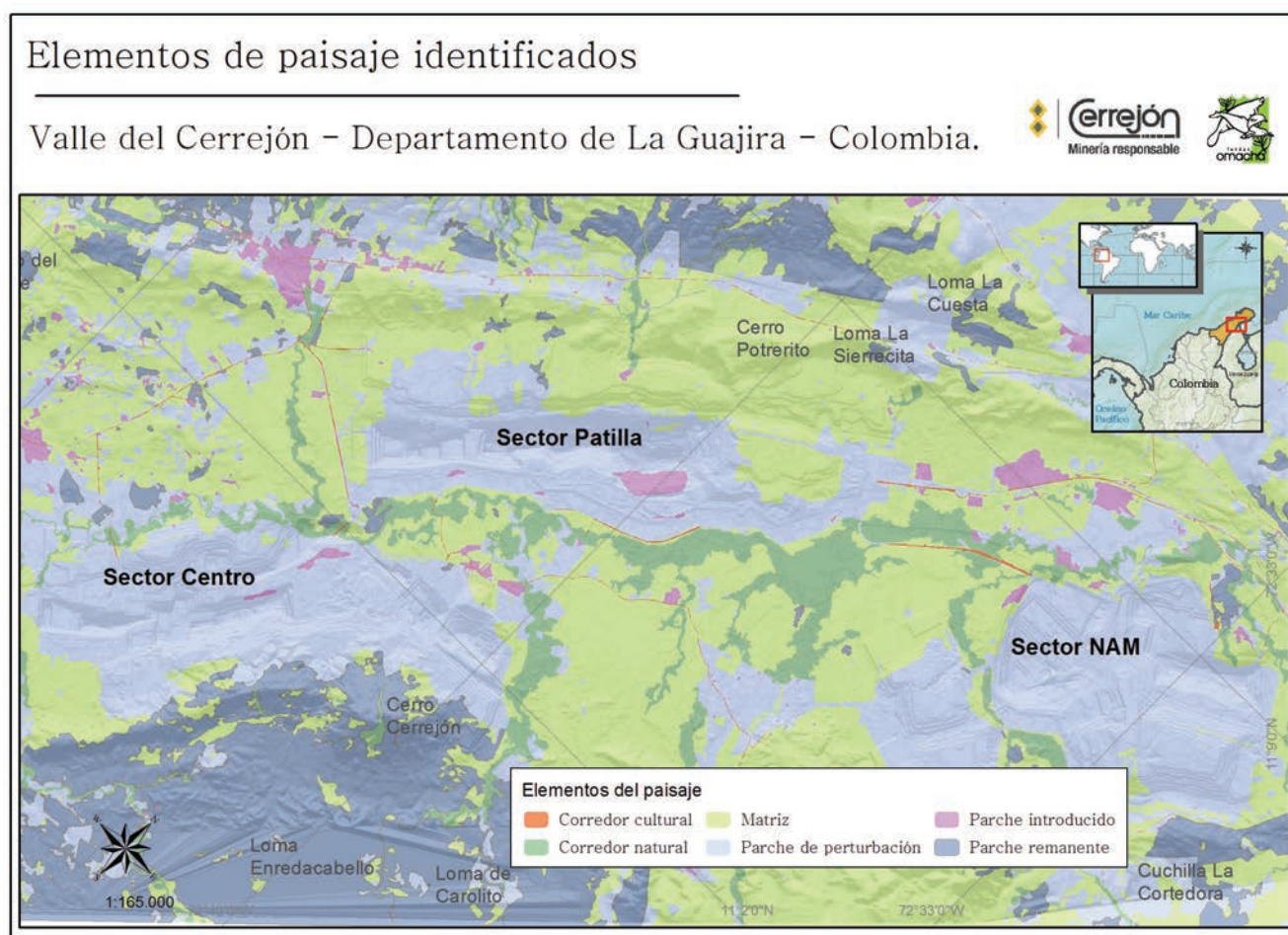


Figura 1. Elementos del paisaje identificados en la cuenca media del río Ranchería.



Panorámica de un bosque en las estribaciones de la Serranía de Perijá.

Tabla 1. Representatividad de los elementos del paisaje asociados a la cobertura de la tierra para la cuenca media del río Ranchería.

Cobertura de la tierra	Elemento del paisaje	Área (ha)	Representatividad por cobertura	Representatividad por elemento
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Matriz	35846,16	45,09%	45,09%
Vía	Corredor cultural	254,83	0,32%	0,32%
Bosque de galería	Corredor natural	3965,25	4,99%	5,36%
Río		294,02	0,37%	
Bosques	Parche remanente	11365,62	14,30%	14,30%
Áreas agrícolas heterogéneas	Parche de perturbación	286,94	0,36%	32,61%
Pastos		14859,89	18,69%	
Áreas abiertas, sin o con poca vegetación		609,04	0,77%	
Zonas de extracción minera		9609,78	12,09%	
Zonas industriales o comerciales		557,37	0,70%	
Cuerpo de agua artificial	Parche introducido	307,33	0,39%	2,32%
Cultivos permanentes		146,88	0,18%	
Cultivos transitorios		125,79	0,16%	
Zonas urbanizadas		1264,99	1,59%	
TOTAL		79493,88	100,00%	100,00%



Bosque ripario.

juveniles o subadultos al intentar establecerse nuevos territorios (Lindenmayer y Fischer 2006). Se considera de manera general, que los pequeños parches tienen una muestra reducida del hábitat original, por lo que es probable que tenga una gama más limitada de fauna que un área de mayor tamaño (Bennett 1999). Igualmente, se establece que los atributos de estos elementos como el tamaño y distribución de los fragmentos, la forma de los fragmentos y distancia media entre fragmentos producen cambios ecológicos como respuesta a los cambios en la geometría del paisaje (Forman 1995).

La evaluación de la estructura del paisaje de la cuenca media del río Ranchería se hizo puntualizando únicamente en la continuidad física de los elementos, a su conectividad o fragmentación. Este análisis se realizó mediante el cálculo de diferentes métricas que permiten la descripción de estas estructuras a través de la caracterización geométrica de las coberturas de bosque y vegetación secundaria alta, mediante la utilización del programa FRAGSTATS 4.1. Se realizó el cálculo de las métricas de fragmentación y de paisaje a dos niveles diferentes: parche y clase.

A nivel de parche, se definió la distancia entre los bordes más cercanos de los fragmentos evaluados. Este índice provee la identificación primaria de áreas fragmentadas, que permitan la argumentación, para luego realizar la evaluación de fraccionamiento de hábitat para especies con capacidades de dispersión limitadas a la disposición de recursos.

A nivel de clase se evaluó el número de parches (NP) y los índices de densidad de borde (ED), radio de giro (GYRATE), índice de forma (INDEX SH) e index-FRAC, los cuales buscan establecer a partir de la forma del parche, sus características generales sobre las cuales se cuantifica la fragmentación del tipo de paisaje (McGarigal 2014). El resultado de este análisis para los bosques naturales y la vegetación secundaria alta del área de estudio se sintetiza en la Tabla 2.

Hay 449 parches de vegetación que se encuentran alejados entre sí a una distancia promedio de 93,97 m, lo cual puede afectar a especies con capacidad de dispersión baja, si se tiene en cuenta que la distancia fluctúa entre 773,69 y 20 metros. Se pudo

Tabla 2. Categorías de fragmentación para la cuenca media del río Ranchería (Bosques y vegetación secundaria alta).

Nivel	Métrica de fragmentación	Distribución estadística	Valor índice
Parche	ENN	Máximo	773,69
		Media	93,97
		Mínimo	20,00
Clase	NP	Total	449
	AREA	Máxima	6675,83
		Media	57,68
		Mínima	0,25
	GYRATE	Media	193,71
	SHAPE	Máximo	16,36
		Media	2,28
		Mínimo	1,00
	FRAC	Máximo	1,37
		Media	1,13
Mínimo		1,02	

determinar que existen algunos parches que presentan un mayor aislamiento, lo que puede ocasionar una menor colonización por especies con rangos de movilización reducida.

A partir del índice medio de FRAC se puede inferir que las formas de los parches en el área evaluada tienden a ser simples y que su valor mínimo (1,02) y máximo (1,37), determina que a pesar de



Formación de bosque de galería.

las variaciones en sus formas los polígonos no tienen perímetros intrincados. Esto lo constata el índice de SHAPE, que varía entre 18,36 y 1,02, a pesar que su valor máximo representa formas en las que predomina la irregularidad, su media (2,28) permite establecer que aunque existe irregularidad de los bordes, en su mayoría los parches tienden a valores bajos, cercanos a formas más regulares.

Adicionalmente, el valor del índice GYRATE permite establecer que en promedio los parches trascienden valores de áreas mínimas de celdas (se establece un valor de 10 para la constitución del Raster de análisis). Esto se soporta por la variación en tamaño de parche de 0,25 a 6.675,83 ha, con un promedio de 57,68ha.

Estos valores determinan que los bosques y la vegetación secundaria alta, conforman parches con una sensibilidad variable a los efectos de borde, donde predominan las áreas con sensibilidad media a los mismos.

Conectividad

La conectividad del paisaje, también llamada conectividad ecológica, se puede definir como el grado en que esta facilita los flujos ecológicos, tales como el intercambio de individuos y genes a través de las zonas de hábitat distribuidas a lo largo del territorio. La conectividad es considerada clave para fomentar la persistencia y variabilidad genética de las poblaciones de flora y fauna, contribuyendo a mitigar los efectos negativos de la fragmentación de los hábitats y a permitir la adaptación de las especies a los desplazamientos en sus áreas óptimas de distribución debidos al cambio climático y otros factores.

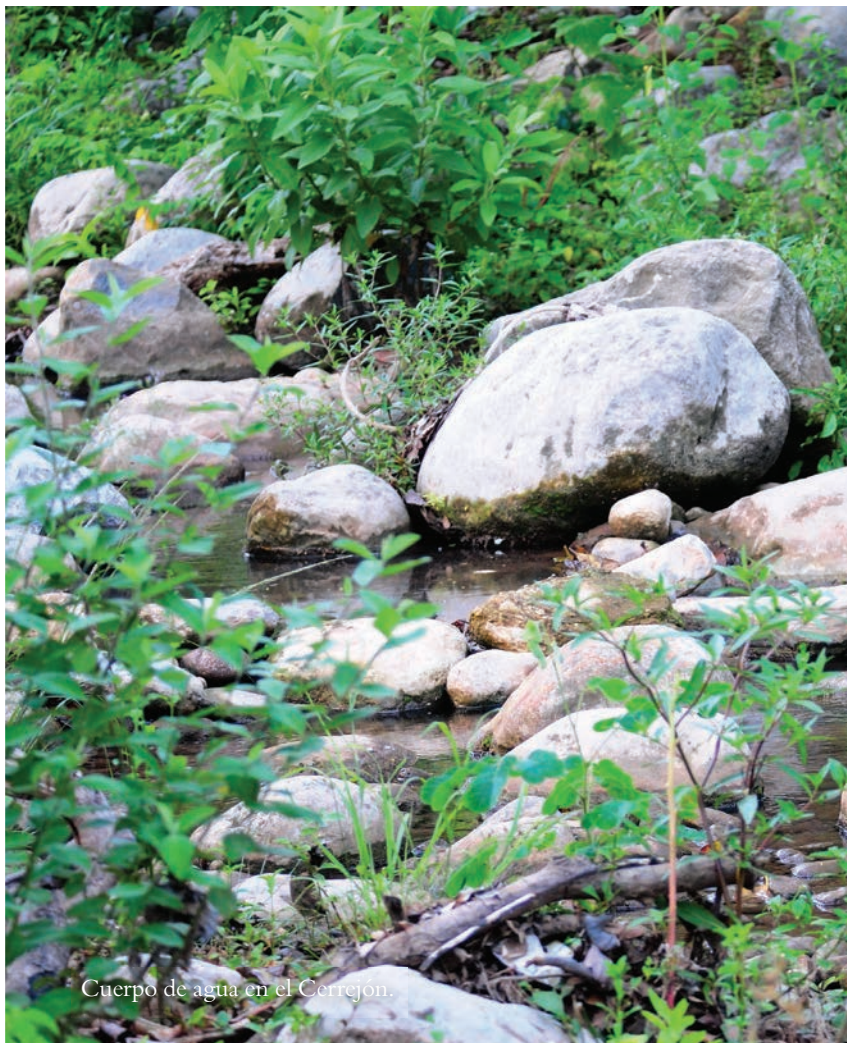
Como análisis preliminar a la conectividad de los parches remanentes boscosos y áreas en regeneración natural, se realizó la cuantificación de la importancia potencial de cada parche, a partir de la definición de un rango arbitrario de 500 m como capacidad de dispersión de las especies y una probabilidad del 50% de que ocurra; a partir de esto se estima una



Vista aérea del río Ranchería .



Arroyo en el valle del Cerrejón.



Cuerpo de agua en el Cerrejón.

evaluación general de la importancia espacial de los mismos. Es necesario anotar que para la definición puntual de la importancia de los parches para una especie en particular, deben tenerse en cuenta los datos reales de su capacidad de movilización entre parches en la matriz respectiva. Esto varía mucho en función del grupo taxonómico que se esté analizando, ya que por ejemplo mamíferos como los felinos mostrarán una mayor capacidad de dispersión que la que podría tener un anfibio.

Esta medición se realizó con respecto a la conectividad intraparche, extraparche y tamaño del mismo respecto a los demás a través del software Conefor Sensinode 2.6 (Saura y Torné 2009), el cual realiza un modelamiento para las áreas disponibles en el área de estudio. Esto se hace con el fin de conocer el delta de probabilidad de conectividad “dPC”, entendida como la posibilidad de que dos puntos al azar en un paisaje puedan convertirse en hábitats para esta especie, la cual se obtiene a partir del cálculo de

los diferentes roles: hábitat disponible (dPC_{intra}), el flujo de las conexiones del parche (dPC_{flux}) y la contribución de un parche a la conectividad entre otros parches ($dPC_{connector}$).

Para el área de estudio la zona con mayor probabilidad de conectividad según el índice dPC se encuentra al costado este del río Ranchería, que se distribuye a lo largo de su cauce. Esto es resultado de la presencia de parches que interconectan el sistema y cercanía entre ellos que puede permitir un flujo constante entre los mismos, como se observa en el $dPC_{connector}$ y dPC_{flux} respectivamente. Sin embargo, los resultados de dPC_{intra} demuestran que la zona del río comprendida del sector centro hacia Barrancas tiene menor cantidad de hábitat que la zona que va desde el sector Patilla hasta Nuevas Áreas de Minería (NAM; Figuras 2 y 3). Este patrón valida sin duda la importancia de los ríos y sus bosques aledaños como corredores biológicos de gran importancia.

Hábitat y conectividad

Valle del Cerrejón – Departamento de La Guajira – Colombia.

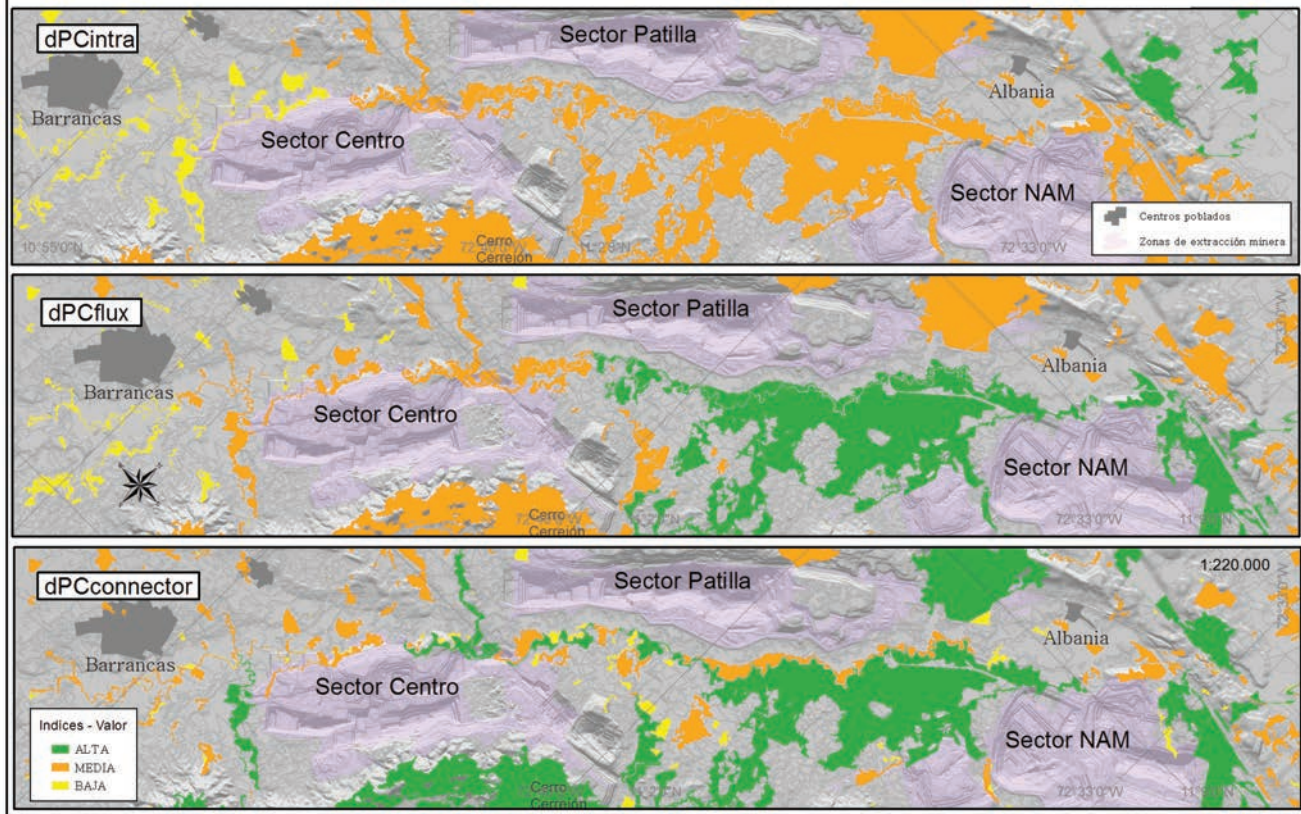


Figura 2. Diferentes roles que contribuyen a la disponibilidad de hábitat y conectividad total del cuenca media del río Ranchería.

Análisis de fragmentación a nivel espacial

Este análisis permite la cuantificación y mapeación de las categorías de fragmentación de un área; en este sentido se implementa el método de Ritters *et al.* (2000), sobre la unificación de las coberturas bosque y vegetación secundaria alta, que en conjunto conforman una sola estructura que configura un borde gradual del elemento o un borde maduro, sobre los cuales actúa los efectos de la fragmentación (Lindenmayer y Fischer 2006). Sobre estos mismos se definen las áreas núcleo, entendidas como las áreas de interior del bosque sobre las cuales se prevé que los efectos del borde no inciden (McGarigal 2014). Estas zonas núcleo constituyen en la mayoría de los casos los relictos principales para el sostenimiento de

la fauna. La evaluación se realizó con el software del Sistema Automatizado para el Análisis Geocientífico (System for Automated Geoscientific Analyses SAGA).

Este método mide la cantidad de celdas adyacentes al bosque dentro de una ventana de evaluación, determinando un grado de fragmentación. Los cálculos comienzan con la definición de la densidad P_f (proporción de celdas en la ventana que están cubiertas de bosque) y conectividad P_{ff} (en el sentido estricto y solo en puntos cardinales, de los pares de celdas que incluyan al menos una con bosque). En él identifican seis categorías: núcleo, interior, indeterminado, perforado, transición y ninguno (Adaptado

Probabilidad de conectividad dPC

Valle del Cerrejón – Departamento de La Guajira – Colombia.

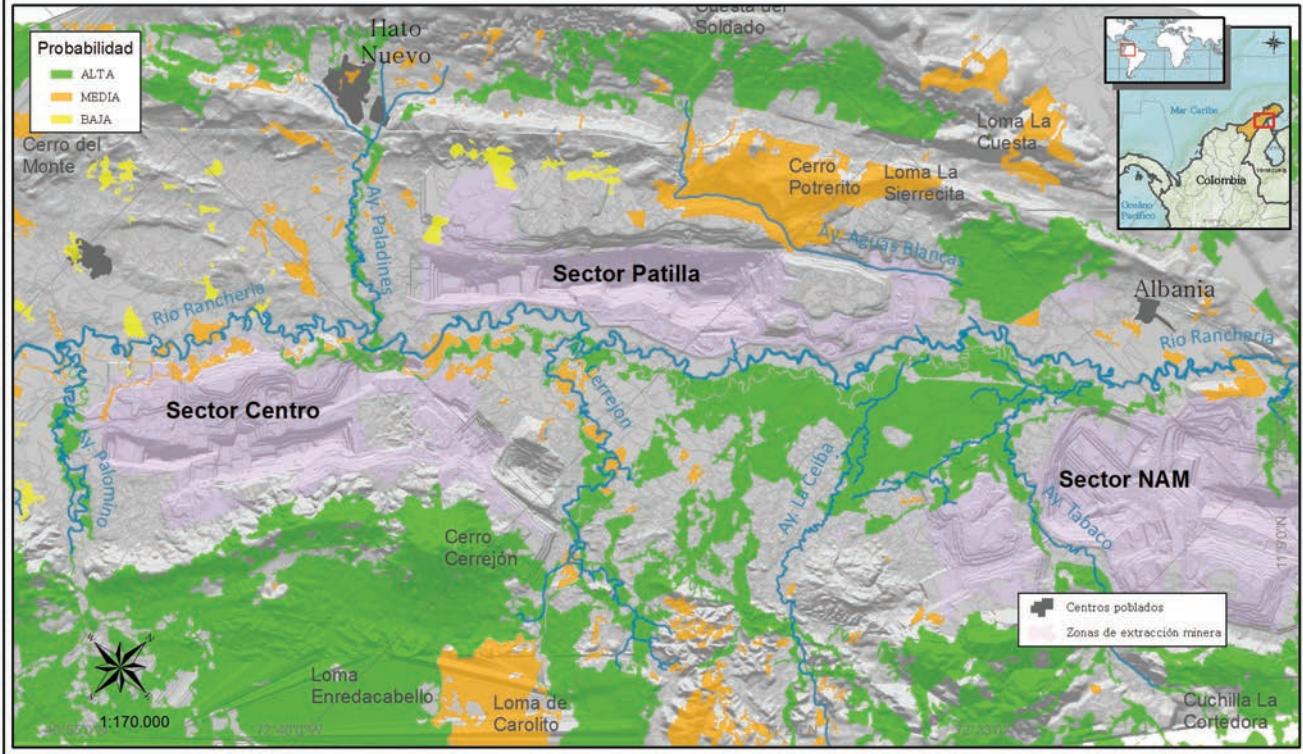


Figura 3. Probabilidad de conectividad para la cuenca media del río Ranchería.

de Phua *et al.*, 2008, antes Riitters *et al.*, 2000). El resultado arroja un modelo general de la fragmentación del área, ya que tanto las áreas núcleo como el borde de los parches inciden de manera diferente en dependencia a las características de estos y de las especies que allí habitan.

Es importante hacer referencia que a mayor tamaño de parche hay mayor probabilidad de la persistencia de áreas cuando ocurre un disturbio (Lyndenmayer y Fischer 2006), una menor incidencia del efecto borde en su estructura y mayor probabilidad de existencia de áreas núcleo. Estas áreas corresponden a zonas de especial interés debido a su tamaño, lo que las convierte en áreas estratégicas por la

disponibilidad de hábitat y recursos que presentan. Permiten el mantenimiento de poblaciones o comunidades y su pérdida puede convertirse en un tensor sobre las especies que se establecen o las utilizan. En la cuenca media del río Ranchería se determina que existen 242 áreas núcleo que ocupan 10.917,37ha, ubicadas en su mayoría en la zona este del mismo (Figura 4).

Las áreas de borde ocupan la tercera porción de categorías de fragmentación, después de las áreas núcleo (Figura 4). Los parches pequeños, de formas alargadas y ancho reducido, son más afectados en su totalidad por el efecto borde que las áreas con mayor tamaño y formas más robustas (Figura 5).

Representatividad de las categorías de fragmentación

Valle del Cerrejón – Departamento de La Guajira – Colombia.

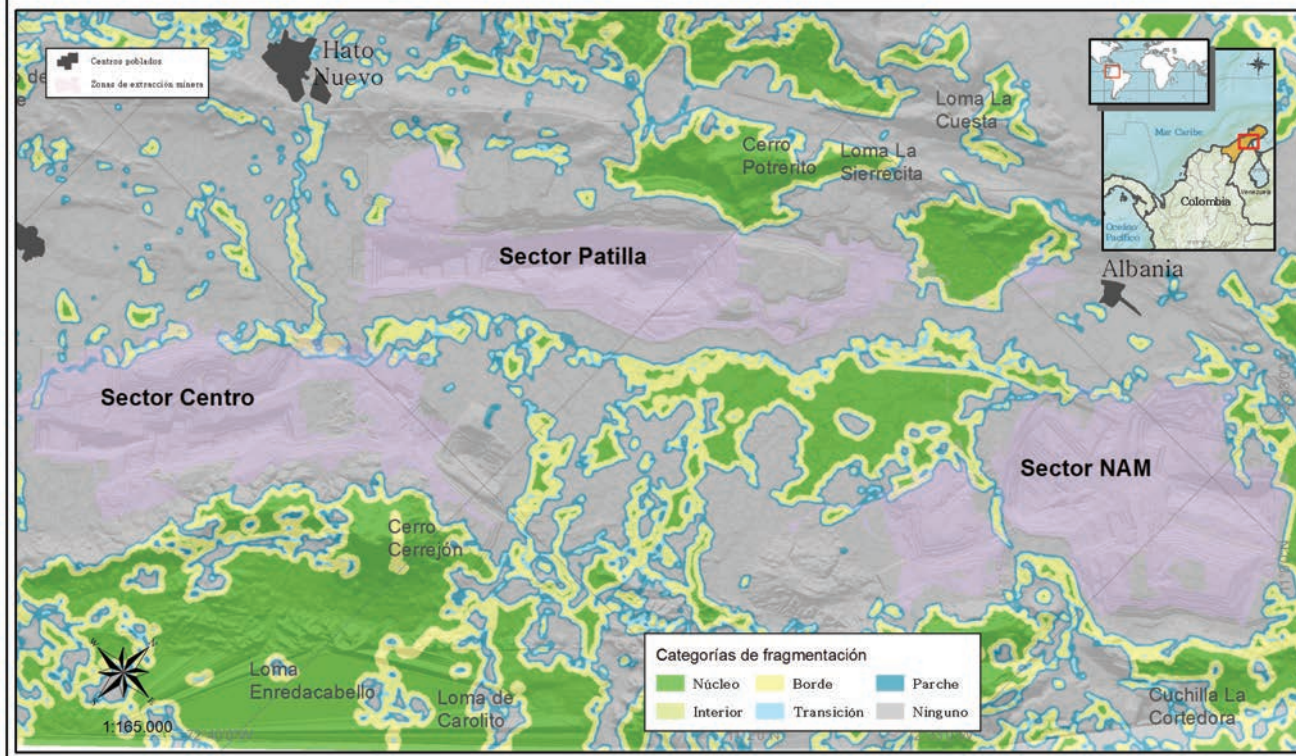


Figura 4. Representatividad de las categorías de la fragmentación para la cuenca media del río Ranchería.

Vertebrados terrestres y su relación con las métricas de paisaje

La riqueza de especies de vertebrados terrestres en Cerrejón muestra la importancia del valle del río Ranchería como zona de conexión entre la Serranía de Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta. Esta ubicación y la influencia de la zona seca de La Guajira le da características de heterogeneidad espacial muy particulares que derivan en alta riqueza de especies.

El valle cuenta con ambientes heterogéneos, que van desde bosques de galería hasta grandes extensiones de vegetación xerofítica, que lo constituyen en una zona muy diversa en especies, de tal forma que

cada localidad de monitoreo dentro de Cerrejón tiene fisonomía, condiciones de ubicación y tensores ambientales muy diferentes, que entre sí afectan el ensamblaje de vertebrados terrestres. Este ensamblaje se estructura de acuerdo a los requerimientos particulares de las especies que lo conforman en cuanto al tipo de hábitat, lo cual se observa en la poca similitud entre localidades (Figura 5). Por esta razón es importante el mantenimiento de la conectividad paisajística para que se conserve la riqueza de especies que aporta cada zona en particular al sistema biológico de la cuenca media del río Ranchería.

Según los monitoreos de vertebrados terrestres realizados, el sector medio del río Ranchería presenta la mayor riqueza de especies del sistema. En esta zona



Panorámica de los bosques que se encuentran en las estribaciones de la Serranía del Perijá.

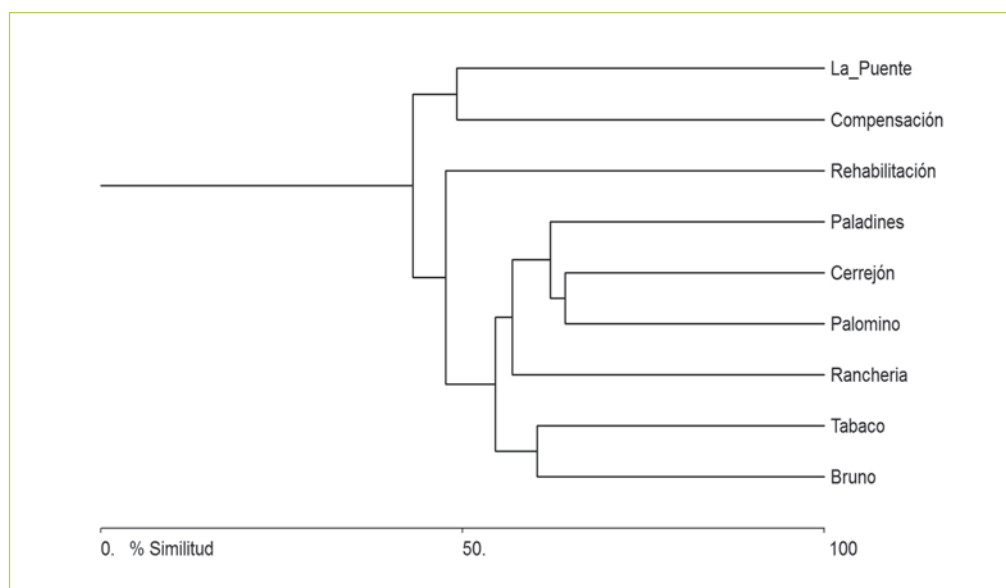


Figura 5. Similitud por composición de especies (Indice Jaccard) entre las localidades de monitoreo de vertebrados terrestres para Cerrejón.

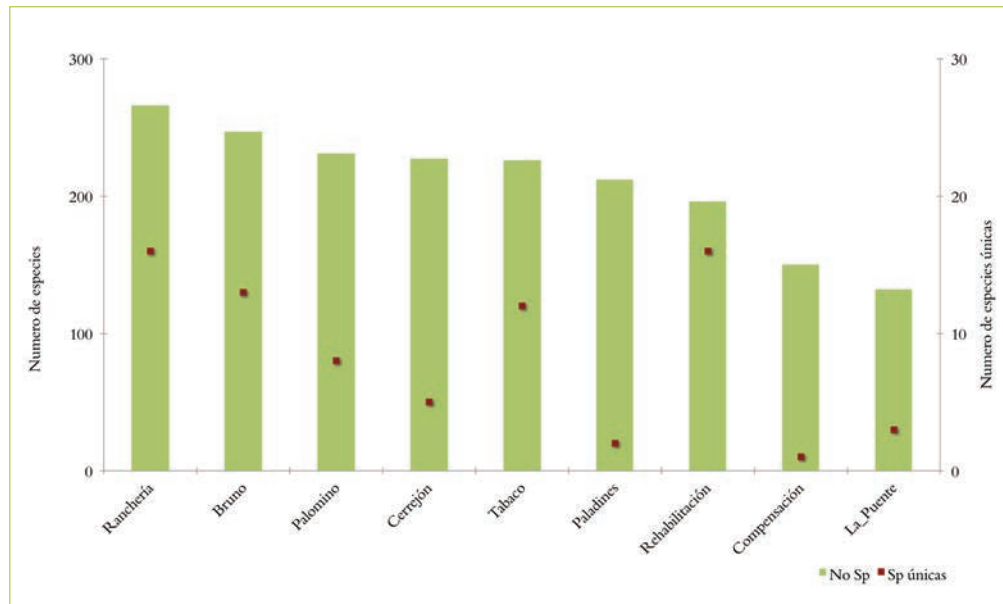


Figura 6. Riqueza de especies y especies únicas en las localidades de monitoreo de vertebrados terrestres dentro de predios de Cerrejón.

existe una porción de bosque remanente con un área núcleo de dimensión importante inmersa entre la zona de explotación minera (Figura 4) y cuenta con una alta probabilidad de conectividad (Figura 3); esto le confiere un valor importante como área de concentración y paso de fauna y junto al área de Rehabilitación son los sitios con mayor número de especies únicas. Cabe resaltar que dentro de estas especies se encuentran algunas con alto valor de conservación ya sea por su categoría de amenaza, hábito migratorio o uso, tales como *Panthera onca* (jaguar), *Puma concolor* (puma), *Pecari tajacu* (zaino), *Anas discor* (barraquete), *Trigrisoma lineatum* (vaco colorado), entre otros.

Arroyo Bruno es un importante conector del valle del río Ranchería con el sector que viene la serranía del Perijá (Figura 3), y es la segunda localidad con mayor riqueza de especies, además presenta una red de áreas núcleo de proporción media (Figura 4). En esta zona se encuentran algunas especies de vertebrados propias de esta área montañosa que aumentan la riqueza del valle. Con menor riqueza y especies únicas se encuentran los arroyos Palomino, Cerrejón y Tabaco, que ofrecen hábitats únicos para el valle del río Ranchería y son zonas con especies

de importancia para la conservación como *Ateles hybridus* (marimonda), *Ara militaris* (guacamaya verde) y *Crypturellus erythropus idoneus* (tinamú patirrojo); en ellos se presenta conectividad de alta a media pero con áreas núcleo muy reducidas.

Conclusión

A pesar de que la cuenca media del río Ranchería alberga la actividad minera de Cerrejón desde hace más de tres décadas, aún persiste una conectividad y áreas núcleos importantes en el sistema, lo cual se evidencia tanto en las métricas de paisaje evaluadas como en los resultados de los monitoreos de fauna. Es importante que esta conectividad se mantenga y aumente a través del tiempo, conservando las áreas de bosque y cuerpos de agua; ya que este valle corresponde, como se mencionó anteriormente, a la zona de conexión entre la Sierra Nevada de Santa Marta y la serranía del Perijá, para conservar la biota de estas regiones y la que confluye en la cuenca del Ranchería.

Los sistemas de arroyos en el valle del Ranchería constituyen corredores biológicos para muchas especies, y sin duda elementos importantes de



Bosque ripario

conexión entre parches de bosques que son fundamentales para el sostenimiento de la fauna.

Bibliografía

- Bennett, A. 1999. Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, RU, 254 pp.
- Etter, A. 1991. Introducción a la ecología del paisaje. Instituto Geográfico Agustín Codazzi – Subdirección de Docencia e investigación. 55 p.
- Forman, R.T.T. y Godron, M. 1981: Patches and structural components for a landscape ecology. *BioScience* 31(10): 733-740; Forman, R.T.T. & Godron, M. 1986: *Landscape ecology*. Wiley, NY.
- Forman, R. T. T. 1995. *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge/New York. 632 pp. [2000 Korean edition (2002 paperback)].
- Hansson L, Fahrig L, Merriam G, eds. 1995. *Mosaic Landscapes and Ecological Processes*. London: Chapman and Hall.
- Keitt, T. H., A. Franklin, and D.L. Urban. 1995. Landscape analysis and metapopulation structure. Capítulo 3, *Recovery Plan for the Mexican Spotted Owl, Volumen II: technical and supporting information*. U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service, Southwestern Region, Albuquerque, New Mexico, USA, pp 1-16.
- Lindenmayer, D y Fischer, J. 2006. *Habitat fragmentation and landscape change : an ecological and conservation synthesis*. Washington. D.C. London Island Press. pp 328.
- McGarigal K. 2014. *Fragstats Help*. University of Massachusetts, Amherst. 182 p.
- Riitters, K., J. Wickham, R. O'Neill, B. Jones, and E. Smith. 2000. Global-scale patterns of forest fragmentation. *Conservation Ecology* 4: 3. [Online] URL: <http://www.consecol.org/vol4/iss2/art3>.
- Saura, S. & J. Torné. 2009. Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. *Environmental Modelling & Software* 24: 135-139.
- Yu A. & Lei S. 2001. *Equilibrium Theory of Island Biogeography: A Review*. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-21. p380.
- Zonneveld, I. 1995. *Land Ecology, an introduction to Landscape Ecology as a base for Land Evaluation, Land Management and Conservation*, SPB, Amsterd. 199 p.



Cactus (Familia: Cactaceae) en la Mactira.



Áreas naturales protegidas

Víctor Hugo Vásquez V.

Un área natural protegida es un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces, para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados (UICN, 1998).

Mediante el establecimiento de áreas naturales protegidas, se protege la diversidad biológica y particularmente las poblaciones de especies únicas o en peligro de extinción; se preservan espacios poseedores de bellezas escénicas únicas o excepcionales, cuencas hidrográficas abastecedoras de fuentes de agua, y muestras representativas de los ecosistemas que conforman nuestro patrimonio natural, pero además se garantiza la provisión de servicios ecosistémicos esenciales como son la regulación hídrica, la producción de oxígeno, el control de inundaciones, la regulación del clima, la protección del suelo, y la captura y almacenamiento de carbono entre otros.

Mediante el establecimiento de áreas naturales protegidas se protege la diversidad biológica y

particularmente las poblaciones de especies únicas o en peligro de extinción; se preservan espacios poseedores de bellezas escénicas únicas o excepcionales, cuencas hidrográficas abastecedoras de fuentes de agua, y muestras representativas de los ecosistemas que conforman nuestro patrimonio natural, además se garantiza la provisión de servicios ecosistémicos esenciales como son la regulación hídrica, la producción de oxígeno, el control de inundaciones, la regulación del clima, la protección del suelo y la captura y almacenamiento de carbono, entre otros. Las áreas naturales protegidas constituyen escenarios excepcionales para la contemplación de la naturaleza, la recreación pasiva, y el desarrollo de actividades educativas y de investigación, contribuyen eficazmente a la protección de los valores histórico-culturales a ellas asociados y ocasionalmente a la salvaguardia de grupos étnicos; son además de gran ayuda en términos de mitigación y adaptación al cambio climático, por su papel en la absorción y almacenamiento de CO₂ y porque en virtud de los servicios ambientales que prestan incrementan la



Paisaje desértico en la Alta Guajira

resiliencia de los ecosistemas y de esa manera reducen la vulnerabilidad de las comunidades susceptibles de ser afectadas por este fenómeno (Amend S. 2010).

En concordancia con lo anterior, es globalmente aceptado que las áreas naturales protegidas son esenciales para la subsistencia de la humanidad. Con su declaración se busca contribuir en forma importante al logro de dos objetivos fundamentales: garantizar hacia el futuro la oferta de bienes y servicios ecológicos de los cuales depende el bienestar humano; y mantener la diversidad biótica, propósito respecto del cual, algunos autores consideran que estas áreas constituyen la última esperanza con la que contamos para impedir la extinción de muchas especies endémicas o amenazadas (Dudley, 2008).

Bajo esta perspectiva y de acuerdo con la información reportada por la UICN¹, en el mundo se han declarado aproximadamente 200.000 unidades de conservación bajo diferentes categorías de manejo, las cuales se estima que cubren un 12% de la superficie emergida del planeta.

En Colombia la información disponible publicada corresponde a un inventario realizado a diciembre de 2008 (Vásquez y Serrano, 2009), donde se indica que el país cuenta con 486 áreas naturales protegidas de carácter público, cifra que necesariamente en este momento es considerablemente superior y puede aproximarse a las 550 o 600 unidades de

1 World Data Base of Protected Areas. <http://www.wdpa.org>; <http://protectedplanet.net>



Familia wayúú en la Alta Guajira, Colombia.

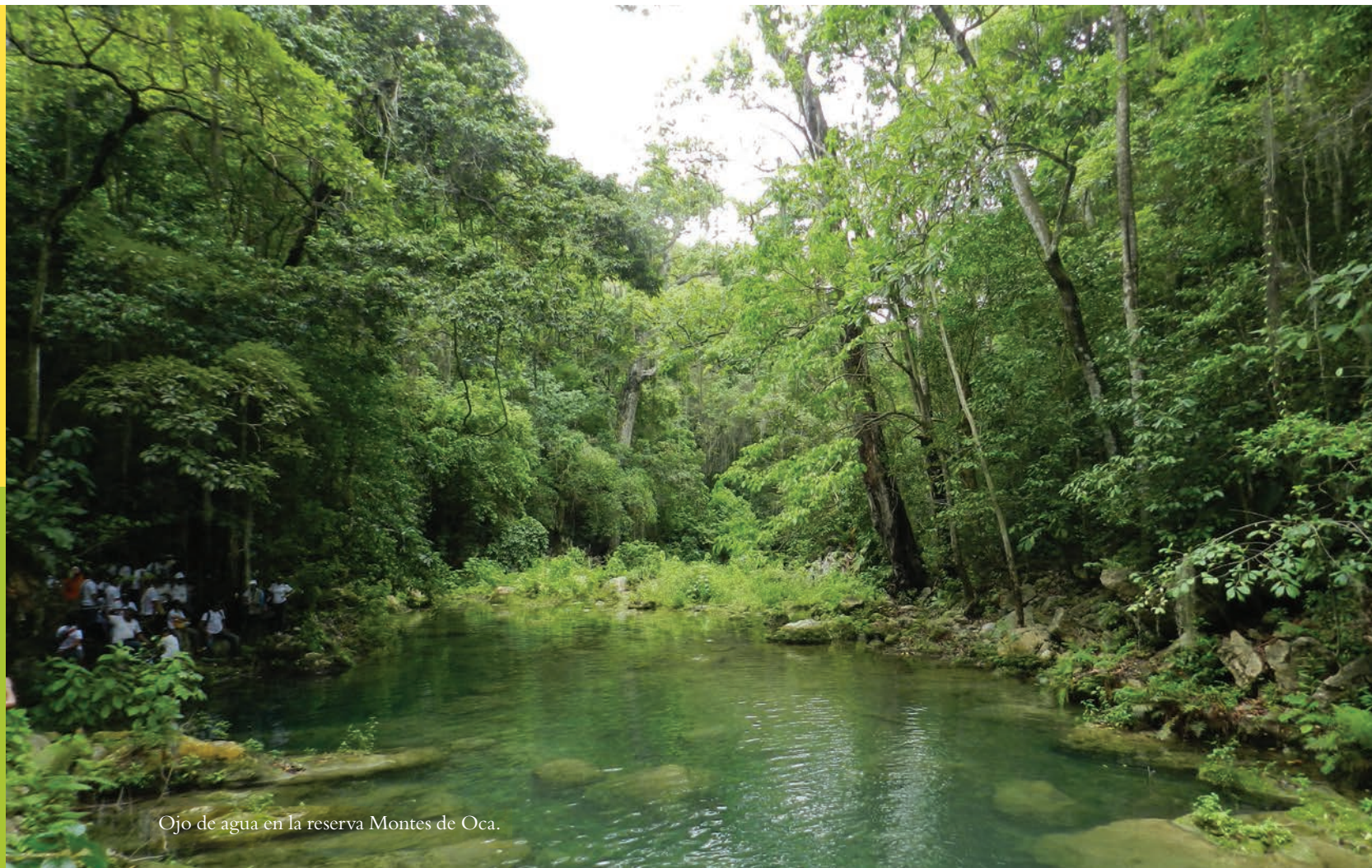
conservación. A ellas deben agregarse las Reservas Naturales de la Sociedad Civil, que corresponden a un importante esfuerzo de la ciudadanía para coadyudar a la conservación de la naturaleza².

A fin de lograr los objetivos de conservación que persigue el país, ha propuesto el establecimiento de un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, el cual intenta ser representativo ecológicamente, es decir que en él se encuentren debidamente incorporadas “muestras” de la biodiversidad nacional en sus diferentes niveles (genes, especies, comunidades y ecosistemas; DNP 2010). A este respecto

2 A 2011 la Unidad de parques Nacionales reporta 275 Reservas de la Sociedad Civil debidamente registradas <http://parquesnacionales.gov.co>

es necesario tener en cuenta que Colombia ostenta, después de Brasil, el segundo lugar en diversidad biológica del mundo (Mittermeier *et al.* 1997), y que igualmente posee una enorme riqueza ecosistémica, complejidad que en su conjunto se encuentra representada en 107 distritos biogeográficos (Hernández *et al.* 1992; Biocolombia, 2000).

El departamento de La Guajira exhibe una importante diversidad de ecosistemas, siendo la única región del país que incluye dentro de su territorio desde zonas desérticas totalmente desprovistas de cobertura vegetal, hasta nieves perpetuas. En su territorio emergido se diferencian playas rocosas y arenosas, zonas de marisma, lagunas costeras, herbazales halófitos y helófitos, manglares, vegetación dispersa del desierto, herbazales xerofíticos, matorrales xerofíticos y subxerofíticos, bosques de



Ojo de agua en la reserva Montes de Oca.

galería, bosques secos y muy secos tropicales, bosques húmedos tropicales localizados sobre las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, bosques subandinos, andinos y altoandinos, páramos y superpáramos.

A nivel biogeográfico, en este departamento se encuentran representadas las provincias Norandina, Sierra Nevada de Santa Marta y Cinturón Árido Pericaribeño, que incluyen ocho distritos biogeográficos a saber: Perijá y Páramos de Perijá en la primera de ellas; Marocaso, Guachaca y Chundua en la segunda; y Alta Guajira, Macuira, y Baja Guajira – Alto Cesar en la última.

Esta diversidad ecosistémica solo se encuentra debidamente representada en los distritos Macuira, Guachaca y Chundua, (Vásquez y Serrano, 2009), y presenta deficiencias con las demás unidades biogeográficas, por lo cual en los últimos años la Corporación Autónoma Regional de La Guajira,

Corpoguajira, ha venido adelantando una importante tarea en procura de subsanar los vacíos existentes.

Hasta la fecha, en el departamento de La Guajira han sido creadas nueve áreas naturales protegidas por parte de entidades públicas del Estado Colombiano.

Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta

Establecido en 1964 por el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria – INCORA, bajo el nombre de Parque Nacional Natural “Los Tayronas”³, abarca una extensión de aproximadamente 383.000 ha y se constituye en la primer área natural protegida que incluyó parcialmente territorios del departamento

3 En el mismo acto administrativo de creación de este parque se declararon los parques nacionales Isla de Salamanca (hoy Vía Parque Isla de Salamanca) y de “Santa Marta” (hoy PNN Tayrona).

Ubicación iniciativas de conservación

Valle del Cerrejón – Departamento de La Guajira – Colombia.



Mapa ubicación de las áreas protegidas en el departamento de La Guajira.

de La Guajira. Tiene la condición de ser el segundo Parque Nacional Natural creado en Colombia⁴, y sobresale por haber sido declarado por la UNESCO en 1979 como Reserva de la Biósfera.

Con un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 5.770 m de altitud en los picos más altos de Colombia, Cristóbal Colón y Simón Bolívar, este parque encierra todos los pisos climáticos

4 El primer Parque Nacional declarado en nuestro país fue la Cueva de Los Guacharos en el año 1960. Pero no debe confundirse con la primer Área Natural Protegida declarada en Colombia, pues esta condición la ostenta la Reserva Forestal Protectora del Río Guadalupe en el departamento del Valle del Cauca, creada en el año 1938 por el Ministerio de la Economía Nacional (Vásquez -V & M. Serrano 2009).

existentes en el neotrópico, configurando una estrella fluvial de importancia estratégica, por su papel en la provisión del agua de la que se abastecen cerca de dos millones de habitantes en los departamentos de La Guajira, Magdalena y Cesar; y de la que igualmente dependen ecosistemas de alto valor ecológico, como es el caso de la Ciénaga Grande de Santa Marta, a la cual le aporta el agua dulce necesaria para regular su balance hídrico y mantener su elevada productividad pesquera. Otros servicios ambientales que presta el parque son la protección del suelo, la regulación del clima, producción de oxígeno, el almacenamiento de CO₂ y la oferta de escenarios para recreación y desarrollo de actividades de investigación y educación.

Su posición geográfica, su topografía, el gradiente altitudinal y su variedad climática permiten la existencia de una especial riqueza faunística particularmente abundante en aves, con más de 670 especies registradas, 187 de mamíferos y 131 de herpetos que incluyen varios endemismos y elementos en vía de extinción, a las que se adiciona una similar riqueza vegetal con 1.800 registros de plantas superiores, que igualmente incorporan cerca de un centenar de endemismos (UAESPNN 2005). Por estas condiciones, este parque nacional ha sido calificado como el área protegida más insustituible del mundo para protección de especies amenazadas (Science 2013)⁵. Además de los valores naturales y servicios ecológicos anteriormente mencionados, el parque incluye en su interior los vestigios arqueológicos de “Ciudad Perdida”, el asentamiento prehispánico más grande de Colombia y uno de los más importantes de Suramérica, perteneciente a la cultura tayrona, comunidad prehispánica cuyos descendientes representados en las etnias kogui, wiwa, arhuaco, y kankuamo, aún habitan en este parque, manteniendo una organización social centenaria en cabeza de los mamos, quienes además de ejercer la autoridad tradicional son los poseedores del saber religioso, la historia, la geografía, la medicina y en general del conocimiento de la naturaleza, cuyo respeto ocupa un lugar fundamental en su visión cosmogónica.

Parque Nacional Natural Macuira

La serranía de La Macuira también llamada de Chimore, declarada como Parque Nacional en 1977, se ubica en el municipio de Uribia, hacia el extremo septentrional de la península de La Guajira, conformando una cadena montañosa de aproximadamente 30 km de largo y 10 de ancho, donde sobresalen los picos Palúa o Palouou, (el de mayor altura con 865 msnm) Warechi y Jibome o Jiwonnin, que según la mitología wayúu, son los hijos de un cacique que habitaba en la Sierra Nevada de Santa Marta, pero que se alejaron de allí para conocer el mar y como castigo fueron convertidos en estos tres cerros.

Por su ubicación geográfica, esta serranía intercepta los vientos alisios saturados de humedad provenientes

5 A partir de una base de datos de 173.000 áreas protegidas y las evaluaciones de 21.500 especies incluidas en la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN, un equipo internacional de científicos calculó cuáles son las áreas protegidas más insustituibles del planeta desde el punto de vista de su biodiversidad; el análisis identificó finalmente 78 sitios.



Paisaje típico de las costas de la Alta Guajira.



del mar, conformando un frente de condensación y formación de nieblas, gracias a lo cual se erige como un verdadero oasis en el desierto, dando origen a una cobertura vegetal que por sus características es considerada como única en el país, ya que corresponde a un bosque enano nublado siempre verde, profusamente epifitado, que se sitúa por encima de los 500 msnm y es fisionómicamente similar a los bosques altoandinos de las tres cordilleras localizadas arriba de los 2.800 metros de altitud. En las partes bajas la vegetación corresponde a bosques secos y matorrales xerofíticos y subxerofíticos, y donde las condiciones de humedad del suelo lo permiten, aparecen bosques de galería perennifolios.

El parque es particularmente rico en avifauna con 140 especies registradas, de las cuales 17 son endémicas, también se destaca la presencia de una nueva especie de rana del género *Colostetus* aún no descrita (UAESPNN s.f.).

La serranía de La Macuira es considerada uno de los refugios húmedos del Pleistoceno y, en términos generales, posee una biota estrechamente relacionada con la de la sierra Nevada de Santa Marta, la sierra del Perijá y otro pequeño macizo situado en la península de Paraguaná, Venezuela (Hernández *et al* 1992).

Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos

Este santuario está conformado en su mayor extensión por una planicie costera donde se distinguen playones salinos, zonas de marismas y cuatro lagunas costeras separadas del mar por barras de arena, a excepción de la laguna de Navío Quebrada que presenta una boca de conexión.

Fue declarada como Santuario de Fauna y Flora en el año 1977⁶ con el objetivo principal de proteger las poblaciones de flamenco rosado (*Phoenicopterus ruber*), que allí residen durante gran parte del año, y cuya presencia en Colombia se encuentra actualmente restringida a la península de La Guajira.

La cobertura de la tierra la conforman ecosistemas de bosque seco y muy seco tropical, matorrales

6 Estrictamente la categoría de manejo “Santuario de Fauna y Flora” no existe en la legislación colombiana. En forma independiente se encuentran establecidas las categorías “Santuario de Fauna” y “Santuario de Flora”

subxerofíticos, bosques de mangle con cuatro especies registradas: (mangle bobo (*Laguncularia racemosa*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle zaragoza (*Conocarpus erectus*) y mangle rojo (*Rizophora mangle*); y herbazales desarrollados sobre las zonas de playa. El recurso faunístico más sobresaliente corresponde a las poblaciones de flamenco, por tratarse de una especie calificada bajo amenaza de extinción a nivel nacional; sin embargo, también se encuentran especies amenazadas de mamíferos como dantas (*Tapirus terrestris*) y venados (*Mazama* sp.), y tortugas como la laud (*Dermochelys coriacea*), verde (*Chelonia midas*) y cabezona (*Caretta caretta*).

Se debe resaltar igualmente el papel que cumple el santuario en la producción de recursos hidrobiológicos, cuyo aprovechamiento constituye la principal fuente de ingresos económicos para las poblaciones locales.

Reserva Forestal Protectora Montes de Oca

Con una extensión de 8.494 ha, esta reserva se localiza en jurisdicción de los municipios de Albania y Maicao, y corresponde a la primera área natural protegida declarada por Corpoguajira a través de su historia. Con su creación se atendió a una de las recomendaciones derivadas del estudio de “Zonificación y Ordenamiento Ambiental de la Serranía de Perijá”, llevado a cabo entre los años 2006 y 2007.

Su constitución como Reserva Forestal se produjo en el año 2007, y en el 2009 se formuló su plan de manejo, contando para ello con recursos financieros proporcionados por Carbones del Cerrejón a través de un convenio de cooperación suscrito con Conservación Internacional – Colombia.

Con una cobertura vegetal dominada por bosques secos tropicales, esta área alberga una riqueza biótica singular representada por 255 especies de plantas hasta ahora registradas, dentro de las que sobresalen varios elementos amenazados. En el caso de la fauna, se encuentran 178 especies de aves, 67 de mamíferos, 57 de reptiles y 20 de anfibios, que igualmente incluyen cinco especies de aves y seis de mamíferos amenazadas de extinción, cuatro taxones de aves con distribución restringida al Caribe de Colombia y Venezuela, y una especie de rana endémica de la



Alta Guajira, Colombia.

reserva. De otra parte sirve de refugio a 12 especies de aves migratorias.

Esta reserva constituye un ecosistema de particular importancia estratégica a nivel regional, por cuanto de ella depende la provisión de una serie de servicios ambientales esenciales para garantizar el bienestar humano y el desarrollo económico y social de la población; siendo el más relevante el relacionado con el abastecimiento de agua dulce para consumo humano y actividades productivas de cerca de 150.000 habitantes de la región. Lamentablemente, existe sobre su territorio una grave amenaza derivada de la ocupación humana y la explotación ilegal de madera, por lo cual Corpoguajira se encuentra implementando un proyecto de saneamiento predial que se ejecutará con el apoyo financiero de recursos de compensación ambiental aportados por Cerrejón, así como también con aportes de las alcaldías de Albania y Maicao.



Cascada en la Reserva Montes de Oca.

Reserva Forestal Protectora Manantial de Cañaverales

Fue declarada en el año 2012 por Corpoguajira y cubre una extensión de 975,7 ha en jurisdicción del corregimiento de Cañaverales, municipio de San Juan del Cesar. Alberga matorrales espinosos y bosques secos tropicales, además de un bosque permanentemente inundado, cerca del cual se halla un manantial que constituye el principal atractivo paisajístico de la reserva y un referente cultural para los habitantes locales, toda vez que de él se abastecen de agua para consumo humano y desarrollo de actividades productivas, por lo cual se configura un espacio de valor único e insustituible para esta población.

Alberga tres especies de plantas catalogadas en peligro de extinción: el carrito (*Aspidosperma polyneuron*), el guayacán (*Bulnesia arborea*) y el ébano (*Libidibia ebano*). En cuanto a la fauna, se han registrado 26 especies

de herpetos, 76 de aves y 68 de mamíferos. En estos dos últimos grupos resaltan por su condición de amenaza la guacamaya (*Ara militaris*) entre las aves y el oso hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*) y el tigrillo (*Leopardus pardalis*) entre los mamíferos.

Distrito de Manejo Integrado Serranía de Perijá

Al igual que en el caso de la Reserva Forestal Montes de Oca, la declaración de este Distrito de Manejo Integrado, tuvo su origen en el estudio “Zonificación y Ordenamiento Ambiental de la Serranía de Perijá”, donde se estableció que varias porciones de esta serranía deberían ser dedicadas a la conservación, mediante su declaración como áreas naturales protegidas bajo diferentes categorías de manejo. El estudio para la declaración y formulación del plan de manejo de este DMI fue realizado entre los años 2010 y 2011 por la Fundación Biocolombia, y en convenio con Corpoguajira y en el marco del Programa Conserva



Montes de Oca.

Colombia (TNC – Fondo para la Acción Ambiental y La Niñez) que aportó parte de los recursos financieros requeridos para su ejecución.

Este Distrito de Manejo Integrado se localiza en jurisdicción de los municipios de San Juan del Cesar, Fonseca y Barrancas, cubre una extensión de 23.882 ha y tiene como principal objetivo de conservación proteger a perpetuidad los ecosistemas de bosques secos y subandinos, y matorrales subxerofíticos allí existentes, para asegurar tanto la supervivencia de

las especies de flora y fauna, como el mantenimiento de servicios ambientales esenciales para garantizar el bienestar humano de las poblaciones locales (Corguajira 2011).

El área ha sido objeto de notorios procesos de transformación de su cobertura vegetal original por ocupación humana, pero aún exhibe una importante riqueza biótica con 185 especies de aves registradas, 51 de herpetos y 57 de mamíferos dentro de las cuales



se destaca la presencia de tres especies amenazadas de herpetos, siete de aves y dos de mamíferos, de las cuales algunas son endemismos. Así mismo, incluye seis especies de plantas amenazadas y seis cercanas a la amenaza.

Distrito de Manejo Integrado Musichi

La región de Musichi ha sido de tiempo atrás objeto de mención especial por sus valores bióticos, especialmente representados en el mantenimiento de

poblaciones de aves migratorias y particularmente por constituir sitio de residencia y alimentación de flamencos rosados (*Phoenicopterus ruber*), siendo el sitio en Colombia donde se han registrado las poblaciones más numerosas de esta especie.

En el año 1977, el Inderena intentó darle protección legal a esta zona, y declaró toda el área de concesión de las Salinas Marítimas de Manaure como “Zona de Protección, Propagación y Estudio de los Flamencos”; figura que no tenía ningún desarrollo legal, por lo cual esta decisión no tuvo ninguna implementación real a través del tiempo.

La diversidad de aves en Musichi es importante, con 242 especies potencialmente presentes, dentro de las cuales se destaca la alta representación de aves acuáticas, que en su conjunto corresponden al 29% de las especies de aves presentes en Colombia y al 42% de las acuáticas migratorias que visitan el país; esta riqueza es posible gracias a la presencia de manglares, cuerpos de agua y zonas de marisma.

Además de su importancia biológica, el área es poseedora de una singular belleza natural, donde se entremezclan extensos humedales con matorrales subxerofíticos y xerofíticos, manglares y herbazales inundables halófilos, teniendo como fondo el mar Caribe, por lo cual, posee un gran potencial para el desarrollo de actividades recreativas y de turismo de naturaleza.

Distrito de Manejo Integrado Bañaderos - Cuenca Alta del Río Camarones

Este DMI se ubica sobre las primeras estribaciones orientales de la Sierra Nevada de Santa Marta, en el municipio de Riohacha. Por su relieve montañoso, conforma una barrera natural donde se condensan los vientos cargados de humedad provenientes del mar Caribe, creando las condiciones necesarias para el establecimiento de bosques húmedos y la formación de numerosas fuentes hídricas que dan lugar a dos corrientes de gran importancia: el río Camarones y la quebrada De Moreno; esta última afluente del río Ranchería, al cual suministra un volumen considerable de agua y que contribuye a la existencia de varios humedales costeros y a la permanencia de los bosques de mangle localizados en el delta de este río,



Alta Guajira, Colombia.

el más representativo del departamento de La Guajira (Fundación Biocolombia 2013).

Las anteriores condiciones aunadas a sus características geológicas hacen que esta área cumpla un papel muy valioso en la recarga de acuíferos, y así mismo se destaca su función en la protección de la cuenca superior del río Camarones, gracias a lo cual se garantiza el aporte de agua dulce necesaria para regular el equilibrio ecológico del ecosistema lagunar del Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos. Otro aspecto de especial significancia de esta área es que, por su ubicación geográfica, se constituye en el lugar más próximo entre la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá, permitiendo la conformación de un corredor de conectividad biológica entre estas dos grandes unidades biogeográficas.

El DMI exhibe una considerable heterogeneidad biótica y ecosistémica expresada en la presencia de bosques húmedos subandinos, bosques secos y sabanas azonales, y en una importante diversidad florística, con 15 especies calificadas bajo alguna categoría

de amenaza. La fauna es diversa, con 208 especies de aves y 64 de mamíferos registradas, destacándose entre las primeras el endemismo del rastrojero (*Synallaxis fuscourufa*) junto con otras tres especies catalogadas bajo amenaza: la guacamaya verde (*Ara militaris*), el cóndor de los Andes (*Vultur gryphus*) y el águila (*Harpohaliaetus solitarius*); y entre los mamíferos la marimonda del Magdalena (*Ateles hybridus hybridus*), el mico nocturno (*Aotus griseimembra*), y la nutria (*Lontra longicaudis*), igualmente calificadas bajo amenaza.

Reserva Forestal Departamental Unidad Biogeográfica Cerro Pintao

Mediante Ordenanza N° 066 de 1994, la Asamblea Departamental de La Guajira ordenó la creación de esta área de conservación ubicada en jurisdicción de los municipios de San Juan del Cesar, Urumita, Villanueva y la Jagua del Pilar, a la cual dio el nombre de Reserva Forestal Departamental. La extensión calculada para la misma, con base en la interpretación de los linderos descritos en el acto de creación,

Tabla 1. Áreas naturales protegidas en el departamento de La Guajira (UAESPNN 2005).

Nombre	Acto Administrativo	Extensión	Distritos Biogeográficos	Jurisdicción municipal
Parque NNN Sierra Nevada de Santa Marta	Resolución INCORA No. 191 de 1964	157.893 ha*	Chundua, Guachaca y Marocaso	Dibulla, Riohacha y San Juan del Cesar
PNN Macuira	Acuerdo INDERENA No. 027 de 1977	25.000 ha	Macuira, Alta Guajira	Uribia
SFF Los Flamencos	Acuerdo INDERENA No. 030 de 1977	7.687 ha	Baja Guajira y Alto Cesar	Riohacha
RFP Montes de Oca	Acuerdo No.0 17 de 2007 CORPOGUAJIRA	8.494 ha	Perijá Baja Guajira - Alto Cesar	Maicao y Albania
RFP Manantial de Cañaverales	Acuerdo No. 014 de 2012 CORPOGUAJIRA	976 ha	Baja Guajira - Alto Cesar	San Juan del Cesar
DMI Musichi	Acuerdo No. 031 de 2011 CORPOGUAJIRA	1.494 ha	Baja Guajira - Alto Cesar	Manaure
DMI Serranía de Perijá	Acuerdo No. 030 de 2011 CORPOGUAJIRA	23.883 ha	Perijá	San Juan del Cesar, Fonseca y Barrancas
DMI Bañaderos y Alto Camarones	Acuerdo No. 012 de 2013 CORPOGUAJIRA	10.820 ha	Marocaso	Riohacha, Barrancas Hatonuevo y Distracción
RFD Unidad Biogeográfica Cerro Pintao	Ordenanza No 66 de 1994. Asamblea de La Guajira	11.872 ha	Perijá Páramos de Perijá	San Juan del Cesar, El Molino, Villanueva, Urumita y La Jagua del Pilar
TOTAL		248.119 ha		

PNN= Parque Nacional Natural. SFF = Santuario de Fauna y Flora. RFP Reserva Forestal Protectora. DMI = Distrito de Manejo Integrado. RFD= Reserva Forestal Departamental.

* Extensión del parque dentro del departamento de La Guajira, (UAESPNN 2005).

es de 11.882 ha (Vásquez & Serrano 2009). Lamentablemente, esta disposición no ha tenido ninguna aplicación en la práctica, y lo más grave es que se desconoce casi que por completo que esta área se encuentra declarada como Reserva Forestal⁷.

7 Algunos analistas jurídicos consideran que las autoridades territoriales departamentales no tienen funciones para crear áreas naturales protegidas

Cubre un rango altitudinal que va desde 1.800 hasta 3.200 msnm, pero no se dispone de estudios que den cuenta con la debida precisión de las características socioeconómicas, físicas y bióticas allí existentes; sin embargo se conoce, por informes parciales, que gran parte su cobertura vegetal se encuentra transformada por el desarrollo de diferentes actividades antrópicas.

Áreas Naturales Protegidas en proceso de declaración

Actualmente se está en el proceso de declaración de dos nuevas áreas de carácter regional, con base en estudios realizados en el marco del Programa Conserva Colombia, a través de una convocatoria específica realizada en el año 2012 para el departamento de La Guajira, con el apoyo de recursos financieros aportados por Carbones del Cerrejón.

La primera de ellas corresponde a los bosques secos del río Ranchería cuyos estudios fueron adelantados por la Fundación Biota y la segunda al delta de este mismo río, proyecto ejecutado por la Fundación Herencia Ambiental Caribe.

Bosques secos del río Ranchería

Esta área se ubica sobre la cuenca inferior del río Ranchería, en jurisdicción de los municipios de Albania, Maicao y Riohacha, en un rango altitudinal que oscila entre 5 y 150 msnm. La zona objeto de estudio cubrió una superficie de 30.041 ha, y se propone declararla bajo la figura de Distrito de Manejo Integrado, pero aún no se han definido los límites correspondientes (Fundación Biota 2014).

La cobertura vegetal original del área ha sido fuertemente intervenida por extracción de madera y establecimiento de actividades productivas, principalmente ganadería, pero aún conserva un porcentaje cercano al 50% de cobertura natural, conformada por matorrales espinosos y bosques secos y muy secos tropicales, los cuales cumplen una función estratégica en la conservación de la ictiofauna y en la regulación hídrica del río Ranchería. Constituye además hábitat para la fauna silvestre de la que se han registrado 81 especies de herpetos, 114 de aves y 25 de mamíferos, incluyendo elementos de fauna y flora amenazados de extinción (Fundación Biota 2014).

Delta del río Ranchería

Se ubica en forma contigua al casco urbano de Riohacha, y corresponde al delta que forma el río Ranchería en su desembocadura, el cual se abre en los brazos Riíto, Calanala y Santa Rita, dando lugar al denominado Valle de los Cangrejos y a un sistema lagunar donde se encuentran las lagunas Salada y Buenavista, además de sectores inundados periódicamente por acción de las lluvias o por las mareas.



Playas de la Alta Guajira.

El área que se propone declarar bajo la categoría de Distrito de Conservación de Suelos cubre una superficie de 3.568 ha, cuya cobertura vegetal incluye manglares, bosques secos riparios, herbazales y matorrales xerofíticos, y herbazales que crecen en zonas inundables. La fauna potencialmente presente está conformada por 21 especies de anfibios, 94 de reptiles, 142 de aves y 22 de mamíferos, destacándose además la presencia de 11 especies de cangrejos, entre los que sobresale el cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*), muy apreciado para consumo humano. A su interior se han registrados importantes relictos arqueológicos que datan del siglo X.

Consideraciones finales

Como se observa en la Tabla 1, la superficie hasta ahora cubierta por las áreas naturales protegidas en sus diferentes categorías cubre 248.119 ha, que corresponden al 11,9% del total del departamento. Este porcentaje mirado globalmente, podría considerarse como aceptable de acuerdo con los parámetros señalados a nivel mundial que proponen



preservar al menos un 12% de la superficie terrestre; sin embargo, lo fundamental es conservar muestras representativas de los diferentes ecosistemas, y por lo tanto se hace necesario orientar esfuerzos hacia el logro de este propósito, toda vez que ecosistemas como los existentes en la Alta Guajira, no cuentan con la debida representación. Igualmente, es necesario consolidar y ratificar por parte de Corpoguajira la protección al páramo de Cerro Pintao y sus bosques colindantes.

Bibliografía

- Conservación Internacional – Colombia. Zonificación y Ordenamiento Ambiental de la Serranía de Perijá en los Departamentos del Cesar y La Guajira. Convenio Interadministrativo No. 015 de 2005. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Corpocesar, Corpoguajira, IDEAM, UAESPNN y Conservación Internacional. 196 pp.
- Conservación Internacional – Colombia. 2009 Plan de Manejo Reserva Forestal protectora Montes de Oca. Corpoguajira, Cerrejón, 261 pp.
- Corpoguajira 2011. Acuerdo No 030 de 2011 Por el cual se declara el DMI Serranía de Perijá. 12 pp.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) – Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2.010. Documento CONPES 3680. Lineamientos para la Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, UAESPNN. Bogotá.
- Dudley, N. (editor) 2.008. Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Gland, Suiza. UICN x+96 pp.
- Fundación Biocolombia 2000. Diseño de estrategias, mecanismos e instrumentos requeridos para la puesta en marcha del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. UAESPNN. Bogotá, 540 pp.
- Fundación Biocolombia 2010. Estudio de factibilidad Para la declaración de un Área Natural Protegida en la región De Musichi – Municipio de Manaure. Corporación Autónoma Regional de La Guajira, Conservación Internacional Colombia. Iii+ 138 pp.
- Fundación Biocolombia 2013. Estudio básico para la declaración de un Área Natural Protegida en la zona de Bañaderos - Municipio de Riohacha - Departamento de La Guajira, y Formulación de su Plan de Manejo. Corpoguajira, Programa Conserva Colombia, TNC, USAID, Fondo para la Acción Ambiental. 307 pp
- Fundación Biota. 2014. Estudio para la declaración de un área protegida en la cuenca baja del río Ranchería. Borrador Informe Final, versión no corregida. 264 pp.
- Fundación Herencia Ambiental Caribe. 2013. Proyecto “Lineamientos para la declaratoria del delta del río Ranchería como Área Protegida Regional”. Programa Conserva Colombia – Fondo para la Acción Ambiental. Documento final. 661 pp.
- Hernández – Camacho, J. I, A. Hurtado G., R. Ortiz Q, & T, Walschburger. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. 105 – 151. En: Halffter G. (comp). La diversidad biológica de Iberoamérica I. Programa Iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo. Instituto de Ecología. México.
- Hernández – Camacho, J. I, T, Walschburger B., R. Ortiz Q. & A. Hurtado G. 1992. Origen y distribución de la biota suramericana y colombiana. 55 – 104 En: Halffter G. (comp). La diversidad biológica de Iberoamérica I. Programa Iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo. Instituto de Ecología. México.
- Mittermeier, R, C. G. Mittermeier & P., Robles G. 1.997. Megadiversidad, los países biológicamente más ricos del mundo. Cemex, Conservación Internacional. México. 501 pp.
- Soizic Le Saout, *et al.* 2013 . Protected Areas and Effective Biodiversity Conservation, in Science 342: 803 – 805.
- Stephan Amend (Ed.) 2010. Áreas protegidas como respuesta al cambio climático. (PDRS-GTZ) Lima, Perú.
- Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN 2005. Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta, Plan de Manejo Básico 2005-2009. Santa Marta 147 pp.
- Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN s.f. Plan del Manejo Parque Nacional Natural Macuira 104 pp.
- Vásquez – V., V. H. & M. A. Serrano-G. 2.009. Las Áreas Naturales Protegidas de Colombia. Conservación Internacional – Colombia & Fundación Biocolombia. Bogotá, Colombia. Xv+696 pp.



Proyecto de conservación de tortugas marinas en la Alta Guajira



El futuro

Gabriel Bustos

El conocimiento de la biodiversidad en áreas de desarrollo minero es uno de los aspectos más relevantes para poder identificar los impactos potenciales y establecer los planes de acción para prevenirlos, mitigarlos y compensarlos, de tal manera que se asegure su conservación y sostenibilidad en el tiempo.

Cerrejón, desde antes de iniciar sus operaciones, adelantó con el concurso de especialistas en el tema los estudios de línea base ambiental de biodiversidad o componente biótico, que comprendieron no solo el área proyectada de intervención minera, sino también el área de influencia de la línea férrea y Puerto Bolívar. Desde esa época, Cerrejón estructuró sus programas de manejo de fauna y de rehabilitación de tierras intervenidas por la minería, los cuales han sido pioneros en la industria minera colombiana y se han ido enriqueciendo con los años a través del desarrollo de estudios de especies silvestres amenazadas o en peligro de extinción, programas de rescate y reubicación de fauna en áreas de avance de minería, desarrollo de indicadores de sostenibilidad

de las áreas en proceso de rehabilitación y evaluación y seguimiento de las sucesiones vegetales que se han ido promoviendo en este nuevo entorno. Este esfuerzo es hoy reconocido tanto por las autoridades ambientales como por especialistas de la academia y la comunidad en general.

La gestión de la biodiversidad es parte fundamental de los proyectos de expansión de Cerrejón, no solo por ser una obligación establecida en la regulación ambiental colombiana, sino porque su preservación hace parte de las políticas y estándares de la compañía y de sus accionistas. Finalmente, ellos entienden que el negocio de la minería busca contribuir al reto de las necesidades de una población que crece con una base de recursos naturales cada vez más restringidos. Se estima que el 40% de la economía global está basada en productos biológicos, y que la diversidad biológica ha permitido el incremento masivo en la producción de alimentos y otros materiales, lo que a su vez ha soportado el crecimiento y desarrollo de las sociedades humanas.



Proyecto de conservación de tortugas marinas en la Alta Guajira

Cerrejón ha establecido alianzas interinstitucionales con organizaciones no gubernamentales, la academia e inclusive con la misma autoridad ambiental regional para el manejo, la conservación y el desarrollo sostenible. Estas alianzas tienen como objetivo el trabajo conjunto en temas relacionados con la conservación, difusión e investigación de la biodiversidad y su entorno natural en el área de influencia del complejo minero Cerrejón y en el departamento de La Guajira en general, propendiendo por el desarrollo integral de las comunidades y el respeto de la cultura y el conocimiento tradicional.

La Guajira es una de las regiones de Colombia con especial riqueza en diversidad biológica. Esta condición representa un capital natural que contribuye positivamente al bienestar de las comunidades por ofrecer bienes y servicios ecosistémicos. Sin embargo, estos servicios están siendo amenazados por el

incontrolado y desmedido avance de la deforestación ilegal que ha ocasionado la fragmentación de hábitats y de los corredores biológicos, lo mismo que el desplazamiento de especies locales y migratorias de importancia ecológica para la región.

Por lo anterior y como parte de los compromisos de compensación por la intervención de coberturas vegetales, Cerrejón ha desarrollado, con el apoyo de Conservación Internacional Colombia, un modelo que busca integrar aspectos como el cálculo, la ubicación y las acciones de compensación basadas en parámetros medibles como la afectación sobre la cobertura vegetal y la biodiversidad, y la cuantificación económica de los bienes y servicios ambientales prestados por los ecosistemas intervenidos. Este modelo tiene como objetivo identificar opciones de compensación que aseguren la provisión futura y sostenible de los recursos naturales, así como la



Proyecto de conservación de tortugas marinas en la Alta Guajira

optimización del funcionamiento de los ecosistemas y, por ende, de los servicios ambientales derivados de ellos para el bienestar de las comunidades.

Todas las iniciativas de conservación de la biodiversidad promovidas por Cerrejón, lo mismo que las de su gestión social, están enfocadas en asegurar la sostenibilidad de las comunidades de La Guajira. Pues, si esta no es viable, el negocio minero tampoco lo podría ser.

Lo anterior se refleja en el plan preliminar de cierre de mina, cuyo objetivo es identificar los aspectos físicos, bióticos y sociales más relevantes para la planificación y desarrollo gradual del cierre de la mina a través de una serie de acciones encaminadas a prevenir y mitigar la potencial generación de pasivos durante y al cese de la operación de la mina, teniendo

en cuenta que el último de nuestros contratos mineros expira en 2034.

En resumen, el plan de cierre establece los criterios necesarios para asegurar que la terminación de las operaciones se haga en las mejores condiciones posibles para las comunidades del área de influencia y abarca las siguientes consideraciones:

- Las obligaciones de Cerrejón en relación con las condiciones de reversión de las tierras e instalaciones, según lo estipulado en los contratos mineros vigentes.
- las obligaciones ambientales aplicables.
- el plan minero de largo plazo y el análisis de riesgos correspondiente.

Todo ello para poder establecer criterios que permitan lograr un cierre social y ambientalmente sostenible, en el cual se definan medidas de control de

los riesgos relacionados con la salud, la seguridad, el medio ambiente y las comunidades.

El escenario futuro de Cerrejón, es decir, al cierre de las operaciones, se deberán rehabilitar las tierras intervenidas que hayan quedado al final del contrato minero, y también aplicar las medidas de compensación por la pérdida de servicios ecosistémicos atribuibles a la minería. Al final de las operaciones en 2034, se estima que el área pendiente por rehabilitar será de aproximadamente 5.000 ha. El área intervenida total habrá sido de unas 18.000 ha, de las cuales se habrán rehabilitado cerca de 11.000 ha y muy probablemente quedarán cerca de 2.000 ha de tajos abiertos que no será posible rehabilitar, pero que se encuentran actualmente en procesos de experimentación para definir su futuro.

La sostenibilidad y conservación de la biodiversidad es uno de los valores fundamentales de los accionistas de Cerrejón y hace parte del compromiso con el desarrollo sostenible de las regiones donde operan. De manera complementaria, es un requerimiento para todas las operaciones de estas compañías desarrollar planes específicos de gestión para cada una de sus intervenciones, que incluye controles para

prevenir, minimizar, rehabilitar y compensar los impactos a la biodiversidad y a los beneficios derivados de los ecosistemas.

Como resultado de todo lo anterior, Cerrejón seguirá comprometida con el mejoramiento de los planes de manejo de fauna y biodiversidad, realizando los monitoreos sistemáticos y periódicos con metodologías y sitios estandarizados, como hasta la fecha ha implementado, para que toda esta nueva información científica sea conocida por la sociedad en busca de nuevos programas de conservación y mejoramiento de los servicios ecosistémicos de La Guajira. De igual forma, se continuará el fortalecimiento de alianzas institucionales comprometidas hacia las prioridades de conservación regional que propendan por la continuidad genética y la preservación de especies amenazadas.

La biodiversidad es un componente primordial en el futuro y cierre del negocio de la minería. Unas correctas prácticas e iniciativas ambientales del sector minero contribuyen al desarrollo del conocimiento y preservación ecosistémica así como al desarrollo de Colombia.



Proyecto de conservación de tortugas marinas en la Alta Guajira.



Restos de una hoja tras la descomposición del tejido más blando

Bio diversidad en Cerrejón

