

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LOS HUMEDALES EN LA REGIÓN DE LA MOJANA

Convenio de Cooperación No 16-075 que tiene por objeto “Implementar estrategias de rehabilitación de humedales de la región de La Mojana buscando recomponer el suministro de servicios ecosistémicos, aumentando así el bienestar de sus habitantes, a través de la adaptación a las dinámicas naturales de una planicie de inundación”.

**Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt,
Universidad de Córdoba, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y El
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo**

Bogotá, D.C. 2018





Equipo Universidad de Córdoba

Juan Carlos Linares¹

Merly Carrillo¹
Carlos Gonzalez¹
Coordinadores

¹Departamento de Biología

Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería
Universidad de Córdoba



Equipo Instituto Humboldt

Wilson Ramírez²

Ursula Jaramillo²
Ronald Ayazo²
Coordinadores

²Programa Gestión Territorial de la
Biodiversidad

**Instituto de Investigación de Recursos
Biológicos Alexander von Humboldt.**

Este documento fue elaborado en el marco del proyecto "*Reducción de Riesgo y Vulnerabilidad al Cambio Climático en la Región de la Depresión Momposina de Colombia*", financiado por el Fondo de Adaptación del Protocolo de Kioto (AF -Adaptation Fund), e implementado para Colombia por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).



Caracterización ecológica de los humedales en la región de La Mojana. Informe final. / Ayazo-Toscano R. (Eds.) Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad de Córdoba, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2018.

87 p.: il.; 28 x 21.5 cm.

Incluye bibliografía, tablas, mapas.

1. Zapal. – 2. Ciénagas. – 3. Ríos. – 4. Caños. – 5. Quebradas – 6. Restauración ecológica – 7. Dinámica temporal – 8. Dinámica espacial.

Citar este documento:

Ayazo-Toscano R. (Eds.) (2018). Caracterización ecológica de los humedales en la región de La Mojana. Informe técnico final. Convenio 16-075. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad de Córdoba, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.



Resumen:

Este documento compendia una investigación sobre la ecología de los ecosistemas de humedal en La Mojana, con especial atención en los bosques inundable regionalmente conocidos como Zapales. De esta forma, el documento se divide en tres capítulos principales: 1. Revisión bibliográfica y análisis de información disponible, donde se documenta la información disponible para el ecosistema de bosque inundable o Zapal, en el marco de una propuesta metodológica para el estudio de ecología de hábitats acuáticos en este ecosistema. 2. Caracterización de la dinámica temporal, donde se describe la biodiversidad asociada a las zonas de transición entre los principales macrohábitats naturales y agroecosistemas identificados en la Mojana, su relación con la variabilidad en cuatro periodos hídricos desde la estacionalidad más húmeda a la seca, mostrando la ocupación del territorio por los distintos grupos biológicos. Y 3. Una caracterización de la dinámica espacial, donde se describe la biodiversidad de especies y hábitats asociada a los humedales, desde la variación espacial en la transición de ecosistemas acuáticos a terrestres.



Contenido

Introducción	6
Revisión de información disponible para Zapal	8
Metodología.....	8
Materiales y métodos.....	8
Obtención de datos	8
Análisis de la información.....	8
Resultados.....	9
Datos de publicación	9
Análisis de contenido.....	10
Conclusiones	17
Caracterización de la dinámica temporal.....	18
Metodología.....	19
Área de estudio	19
Dinámica temporal de los Macrohábitats	19
Resultados.....	22
Descripción física	22
Dinámica temporal	27
Variación temporal de la biodiversidad en cada una de las transiciones	35
Conclusiones	51
Caracterización de la dinámica espacial.....	52
Metodología.....	54
Área de estudio	54
Caracterización físico biótica de los Macrohábitats	54
Resultados.....	58
Características físico químicas del agua en los macrohábitats	58
Características del suelo en los macrohábitats	60
Biodiversidad de los macrohábitats	61
Microhábitats de los humedales de La Mojana	62
Caracterización de los Macrohábitats e identificación de Microhábitats	65
Conclusiones	79
Trabajos citados	80



Introducción

Colombia cuenta con 30.781.149 hectáreas de ecosistemas de humedal (Flórez-Ayala, y otros, 2015), clasificados en más de 88 tipos entre marino-costeros, interiores y artificiales (Ricaurte, y otros, 2015). El área hidrográfica del Caribe, alberga el 9% del total de humedales continentales de Colombia, un total de 5.701.101 Ha; destacándose el complejo cenagoso la depresión momposina por el gran número de cuerpos de agua presentes, los cuales generan lugares contiguos de acumulación conectados a través de caños, donde el agua tiene un flujo bidireccional, de entrada y salida, según la dinámica hidrológica de la región (Jaramillo Villa, Cortés-Duque, & Flórez-Ayala, 2015). Desde el punto de vista geoespacial y ecorregional, La Mojana puede definirse como una subregión de la Depresión Momposina, localizada en el centro y sur de la región Caribe colombiana, que a su vez hace parte de la gran región del bajo Magdalena, tramo final del río Magdalena en el que coinciden importantes afluentes, como los ríos Cesar, Cauca (con su tributario el río Nechí) y San Jorge.

La Mojana con cobertura en los departamentos de Antioquia, Bolívar, Córdoba y Sucre, colinda con las estribaciones de las serranías de Ayapel, San Jerónimo y San Lucas. Esta región se sitúa en un contexto eminentemente hídrico, dada las condiciones geomorfológicas, hidrológicas, edafológicas y biológicas que propician la formación de humedales de aguas quietas, en movimiento, temporales y permanentes (Roveda, León, Salvatierra, & Carrillo, 1997; DNP, Plan de acciones regionales prioritarias para el desarrollo sustentable de La Mojana, 2008), con un proceso de cambios morfológicos constantes y muy intensos, resultado de las inundaciones periódicas y el aporte de sedimentos (Uribe, 2012); La Mojana, que actúa como zona de regulación y amortiguación de las corrientes fluviales de tres de los más importantes ríos del país: Magdalena, Cauca y San Jorge, confluyentes en ese específico punto del territorio nacional, gracias a un complejo sistema de humedales que *“facilita el manejo natural de los ciclos de inundaciones y propicia un hábitat vital para la fauna y flora, y para los asentamientos poblacionales que ocupan la región”* (DNP, Plan de acciones regionales prioritarias para el desarrollo sustentable de La Mojana, 2008), es también el regulador natural de los contaminantes y sedimentos de la mayoría de colombianos que descargan sus aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento (Procuraduría General de la Nación y otros, 2006); de igual manera, es el lugar de ocupación de cerca de un millón de personas que habitan en dos zonas claramente distinguidas y definidas: un núcleo central (zonas bajas de humedales o inundables) y un área de influencia inmediata (zonas emergidas con menor riesgo de inundación) (DNP, Plan de acciones regionales prioritarias para el desarrollo sustentable de La Mojana, 2008). La zona inundable alcanza a cubrir aproximadamente el 65% del territorio durante la mayor parte del año, y en época de invierno el 90% (Zuloaga Villamizar, 1995).



Aunque no es claro cuáles son los municipios que hacen parte de la *ecoregión* de La Mojana, la zona está articulada de manera directa a tres grandes centros urbanos: Montería, Sincelejo y Magangué, en especial a los dos últimos (Porras Mendoza, 2014). Para acceder a la región puede hacerse por medio de caminos y trochas en pésimo estado que atraviesan ciénagas y caños, y que en invierno se hacen intransitables o desaparecen. Esto hace de La Mojana, una zona con bajo nivel de accesibilidad vial terrestre, por esto, el principal medio de transporte es el acuático a través de sus numerosos ríos, caños y ciénagas. (Chacón V, 2003).

Este documento fue elaborado en el marco del proyecto **"Reducción de Riesgo y Vulnerabilidad al Cambio Climático en la Región de la Depresión Momposina de Colombia"**, financiado por el Fondo de Adaptación del Protocolo de Kioto (AF -Adaptation Fund), e implementado para Colombia por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), compendia la investigación realizada para los ecosistemas de humedal en La Mojana, con especial atención en los bosques inundable regionalmente conocidos como Zapales.

De esta forma, el documento se divide en tres capítulos principales:

1. Revisión bibliográfica y análisis de información disponible: Donde se documenta la información disponible para el ecosistema de bosque inundable o Zapal, en el marco de una propuesta metodológica para el estudio de ecología de hábitats acuáticos en este ecosistema.
2. Caracterización de la dinámica temporal: Donde se describe la biodiversidad asociada a las zonas de transición entre los principales macrohábitats naturales y agroecosistemas identificados en la Mojana, su relación con la variabilidad en cuatro periodos hídricos desde la estacionalidad más húmeda a la seca, mostrando la ocupación del territorio por los distintos grupos biológicos.
3. Caracterización de la dinámica espacial: Donde se describe la biodiversidad de especies y hábitats asociada a los humedales, desde la variación espacial en la transición de ecosistemas acuáticos a terrestres.



Revisión bibliográfica y análisis de la información disponible para Zapal

Ronald Ayazo-Toscano

Metodología

Materiales y métodos

Este documento tiene como objetivo recopilar y analizar el estado actual del conocimiento de los ecosistemas de bosques inundables o zapales de La Mojana colombiana. Teniendo en cuenta las principales características ecológicas de los zapales y su ubicación geográfica, se realizó la búsqueda de la información disponible, se analizaron las fuentes e información reportada por estas; los vacíos existentes y los temas que deben ser solventados en futuros estudios.

Obtención de datos

Se realizó el arqueo bibliográfico a través del módulo académico de *Google*; la base de datos de *Scopus*, *Web of Science*, *Dialnet*, *Scielo*, *Proquest*; las bases de datos en línea de las Universidades Nacional de Colombia, Pontificia Universidad Javeriana, Universidad de los Andes, Universidad de Antioquia, Universidad de Córdoba, Universidad de Sucre e Instituto Alexander von Humboldt; utilizando palabras claves como: *bosques inundables*, *zapales*, *zapal*, *La Mojana*, *Colombia*, *macrófitas*, *flora acuática*, *peces*, *aves*, *mamíferos*, *anfíbios*, *reptiles*, *procesos productivos*, *conservación* y su combinación.

Con el objetivo de reforzar el análisis de contenido, especialmente por los distintos conceptos y aspectos ecológicos que la literatura define para el zapal, se realizó una salida de campo desde el día 08 hasta el 11 de septiembre del 2016. La salida sirvió para robustecer la información encontrada a partir del concepto que tienen las comunidades sobre este ecosistema (ver Anexo 2).

Análisis de la información

Se analizó la información teniendo en cuenta el tipo de publicación: 1) **Artículo**: son documentos cortos, divulgados en una publicación seriada debidamente reconocida a través del Número Internacional Normalizado de Publicaciones Seriadas (ISSN por sus siglas en ingles). 2) **Libro**: son documentos extensos identificados con un Numero Estándar Internacional de Libro (ISBN por sus siglas en ingles). 3) **Capítulo de libro**: son contribución hecha en el marco de un libro. 4) **Informe técnico**: es una contribución realizada en el marco de un contrato de consultoría y que no se publicó formalmente como artículo o libro, también conocido como literatura gris. 5) **Tesis**: es un trabajo en extenso, producto de una investigación para optar por un título profesional de pregrado o posgrado y que no se



publicó formalmente como libro o artículo. 6) **Resumen:** son resúmenes de trabajos presentados en eventos como congresos que hacen parte de memorias, simposios, conferencias, entre otros.

Resultados

Se logró identificar un total de 34 registros, relacionados con el estado del conocimiento del ecosistema de Zapal en La Mojana colombiana, que incluyen aspectos físicos, biológicos y sociales, que se presentan en la matriz adjunta en el Anexo 1. A continuación, se describen los resultados obtenidos al analizar las variables asociadas con datos de publicación y temas de estudio.

Datos de publicación

Los resultados obtenidos dan muestra que desde 1995 hasta la fecha el avance en el conocimiento documentado sobre ecosistemas de zapal en La Mojana colombiana ha sido muy bajo, con una tendencia muy ligera hacia el aumento (Figura 1). Sobresalen los registros del periodo 2008 – 2012 con un total de 21 registros, es decir más del 60% del total identificado.

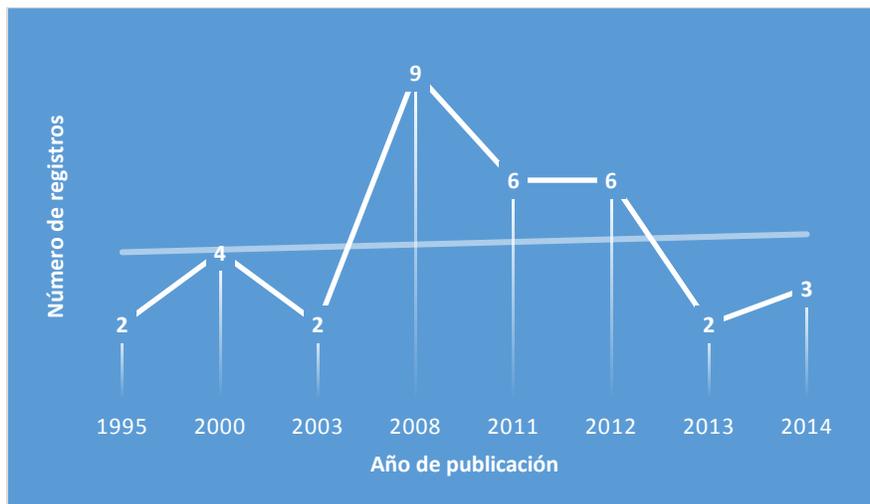


Figura 1. Numero de documentos identificados según su año de publicación.

Al analizar el tipo de registros recopilados (Figura 2), se resalta que la mayor parte del conocimiento se ha registrado en artículos, capítulos de libros e informes técnicos.



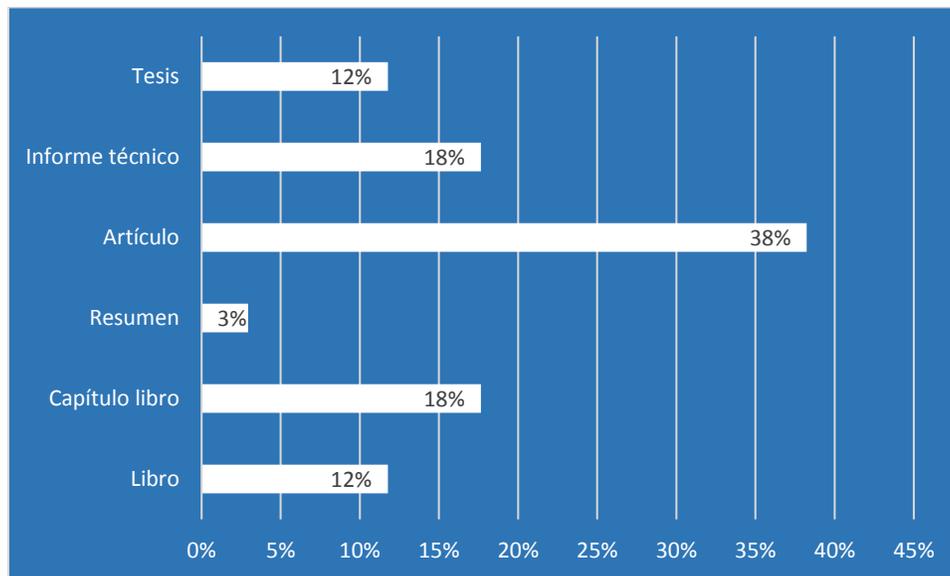


Figura 2. Tipo de documento según enfoque de estudio. Fuente: Análisis estadístico

Análisis de contenido

Contexto

El “Programa de desarrollo sostenible de la región de La Mojana”, formulado en el 2003 para once municipios de la Depresión Momposina, entre estos Ayapel, San Marcos y San Benito de Abad, con un alto nivel de autoridad, describe las características fisiográficas de la región como un clima tropical cálido y húmedo con temperaturas constantes cercanas a los 28°C, régimen de lluvias de tendencia monomodal con una temporada seca anual que va de diciembre a abril y los meses más lluviosos van de agosto a octubre. La variabilidad climática en La Mojana se constituye en uno de los principales factores de riesgo de la producción agropecuaria. Los ríos corren dentro una zona plana, inundable, conformada por gran cantidad de ciénagas, y cruzada por una serie de brazos, caños (Mojana, Pancegüita, Viloría, Rabón, Matías y Carate), y arroyos que divagan y cambian de curso y de dirección de acuerdo con las condiciones de las diferentes épocas del año y de los niveles altos y bajos de los cauces de los ríos principales. El río Cauca desemboca directamente en el Magdalena sobre el brazo de Loba, y el río San Jorge le entrega también sus aguas, más abajo, a través de una serie de ciénagas. Existen numerosas ciénagas y caños que se conectan entre ellas y con los ríos San Jorge y Cauca (DNP & FAO, 2003). Entre los distintos ecosistemas que componen La Mojana, se podría decir que los más icónicos son los firmales, manglares y zapales.

Zapales

De acuerdo a la clasificación de humedales de Colombia (Ricaurte, y otros, 2015), La Mojana cuenta con 25 tipos de humedal (Figura 3). Ninguna de estas incluye lo que localmente se conoce como zapal; sin embargo, teniendo en cuenta las características ecológicas de estos



de pH y alta descomposición de materia orgánica; las **plantas predominantes son las de tipo herbáceo**, seguidas por las arbóreas y arbustivas (DNP & FAO, 2003).

Por otra parte, el “ Plan de Manejo Ambiental de los humedales asociados al bajo Río San Jorge”, definen a los Zapales como ecosistemas situados en un bajo con humedad; corresponden a **humedales con o sin conexión directa con sistema lótico** que mantienen agua aún durante la época seca y aumentan su capacidad de embalse con la entrada de aguas lluvias, **son de difícil acceso** principalmente por la cobertura vegetal densa y que cuenta con una alta biodiversidad de fauna (Caro, y otros, 2000). Otras definiciones más sencillas apuntan a que Zapales es el **cúmulo de plantas acuáticas a orillas de una ciénaga** (Botero, 2010), o los asocian a suelos blandos con pocas raíces, humedad muy alta y buena cantidad de materia orgánica; **aptos para la siembra de arroz**, ya que el río los inunda por épocas del año, algunas veces **limitado por ser zonas muy hondas lo que impide su uso en cualquier actividad** (Serrano, 2005)

Al contrastar las anteriores definiciones con los relatos de la gente durante los recorridos (ver anexo 2), podríamos definir a los zapales como terrenos estrechamente ligados al agua, asociados a este elemento a través de infiltraciones, ciénagas, arroyos, ríos o caños, cuya extensión depende de la dinámica hídrica de los mismos; referidos a relieves generalmente planos a cóncavos, con altos contenidos de humedad, saturando los suelos y presentando encharcamientos por fluctuaciones del nivel freático y/o precipitación según la dinámica propia del ecosistema. Condiciones que permiten la formación de un tipo característico de vegetación adaptada, principalmente herbáceo pero que de acuerdo a la disponibilidad de suelo firme, puede estar asociada al estrato arbustivo, y constituyen una franja de transición entre hábitat terrestre y acuático. La fauna está compuesta especialmente por especies de importancia cinegética, que a pesar de considerarse en declive aún contribuye a la seguridad y diversidad alimentaria local así como a la generación de ingresos. Los zapales más accesibles, son utilizados para sembrar arroz durante el verano.

Los zapales son humedales de la planicie de inundación, que prestan importantes y vitales servicios ambientales a la comunidad de La Mojana, tales como la regulación de caudales, la retención de sedimentos, nutrientes y sustancias tóxicas provenientes de los ríos San Jorge y Cauca, el mantenimiento de las cadenas tróficas y la diversidad, la oferta de recursos naturales como pesca, caza, maderables y no maderables y como productores y exportadores de materia orgánica hacia los sistemas acuáticos adyacentes (Mendoza S. L., 2003; Aguilera Dias, 2004). A partir de las preferencias de las comunidades que se benefician directamente de la zona de influencia de los Zapales, la pesca y la caza son los principales bienes de usos extractivos; el servicio de amortiguación de las crecidas del río como valor de uso indirecto y el servicio de sentimiento de pertenencia como valor de no-uso, fueron valorados como de uso extractivo directo, uso indirecto y existencia, y calculados para el año 2007, en \$ 71.025.682, \$ 268.134.804 y \$ 4.062.675.961,128 respectivamente (Manjarrés Herrera, 2009).



Vegetación del zapal

La mayoría de vegetación que se encuentra en los zapales es de estrato herbáceo; las coberturas arbustivas y arbóreas hoy en día es escasa y dispersas. Sin embargo estos se caracterizan por ser permanentes durante todo el año, resisten tanto la sequía como las inundaciones en el periodo de lluvias. (ver anexo 3)

Estas especies vegetales han evolucionado con adaptaciones y estructuras que desarrollan su ciclo en condiciones hídricas o de suelos anóxicos con períodos más o menos prolongados permanentemente cubiertos de agua. Constituido por una vegetación higrofítica generalmente de estrato heterogéneo con una zona variable de contacto con la pezofitia¹ cuya superficie aumenta o disminuye periódicamente de modo más o menos extenso según la intensidad de las crecientes y dinámica hídrica de los mismos, por esto el paisaje vegetal que ofrece el zapal en épocas de inundaciones difiere mucho del que se presente al retirarse las aguas.

En cuanto a la composición vegetal por estratificación, Zuloaga (1995) menciona que la estructura del zapal se divide en cinco niveles, con una composición característica en cuanto a especies:

- nivel 0 (0- 2 m): zarza (*Mimosa pigra*), gramalote (*Panicum dilatatum*), bijao, taruya (*Eichhornia crassipes*), junco, cortadera (*Cyperus* sp.) y enea
- nivel 1 (2- 4 m): pie de paloma (*Psychotria* sp), higo (*Ficus prinoides*), bolombolo (*Dialium* sp) y mamón de cacó.
- nivel 2 (4- 7 m): palma de corozo (*Scheelea* sp.), suán (*Ficus dendrocida*), laurel (*Ocotea* sp) e higo (*Ficus prinoides*).
- nivel 3 (7- 10 m): suán (*F. dendrocida*).
- nivel 4 (10- 14 m): suán (*F. dendrocida*).

Los lugares donde la inundación es más prolongada predomina el magle o cantagallo (*Erythrina* sp), sobre el suán (*F. dendrocida*). Coexistiendo con una gran variedad de especies de epífitas, tales como bejucos, trepadoras y líquenes, que ayudan en la regulación hídrica y en la disponibilidad de nutrientes, al ser capaces de convertir el nitrógeno del aire en nitrato mineral asimilable (Zuloaga Villamizar, 1995). Dada la poca estabilidad que les brinda el suelo a las especies arbóreas, ellas han desarrollado estructuras especializadas, tales como raíces tabulares y zancos, que les permitan fijarse y mantenerse; estructuras que son más evidentes en las dos especies del género *Ficus* (Mendoza S. L., 2003).

La composición de especies vegetales dominantes, está relacionada al sustrato donde se forma; así por ejemplo se tienen zapales donde predominan la taruya (*Eichhornia* spp), *Salvinia* y *Pistia*, dentro de las macrófitas; el campano, el mangle, el guacamayo, el chengue

¹ Vegetación localizada en un medio emergido.



y el guarapero constituyen los árboles más comunes; en algunos casos se pueden encontrar asociaciones de campano (complejo Mantequera), asociaciones de mangle (complejo Porras) y asociaciones de chengue (ciénaga La Caimanera) (Caro, y otros, 2000). Otros, como los de la ciénaga La Caimanera (margen izquierda del río San Jorge), los zapales se asocian a sustratos con mayores contenidos de materia orgánica, predominio de aguas negras y en suelos propios de brazos deltaicos. Donde al parecer la diversidad de especies vegetales y animales es mayor, reportando especies como el bijao platanillo, el bijao canalete, los helechos, la balsilla, el algodoncillo, el higo, el suán, el higuérón, la chirimoya y la cacanoa (Caro, y otros, 2000).

Los zapales presentan una vegetación conformada entre otras por las especies: Canta Gallo (*Erythrina glauca*), Suán (*Ficus dendrocida*), Uvero (*Coccoloba caracasana*), Anón Cienagero (*Rollinia* sp.), Manzanillo (*Hippomane mancinella*), Guarumo (*Cecropia* spp.) y una vegetación de orillar o dique compuesta por Coco Olleto (*Lecythis minor*), Ceiba Amarilla (*Hura crepitans*), Cedro (*Cedrela odorata*) en muy baja proporción, Caracolí (*Anacardium excelsum*), Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), Guacharaco (*Matayba scrobiculata*), Palo María (*Calophyllum mariae*), Bonga (*Ceiba pentandra*), Mora (*Chlorophora tinctoria*) Vara Blanca (*Protium heptaphyllum*), Pepo (*Sapindus saponaria*), Campano (*Samanea saman*), Roble (*Tabebuia rosea*) y Uva de Lata (*Bactris guineensis*), cuyos muchos y delgados tallos nacen de rizomas soterrados y crecen muy juntos formando “matas de lata” aisladas, de escasa extensión y poca altura, pero impenetrables por lo tupidas y los largos aguijones que cubren profusamente las hojas y sus vainas.

Fauna del zapal

Además de las especies introducidas como animales domésticos, y algunas especies de peces, por su carácter de bioma de bosque seco y húmedo tropical, la región de La Mojana es albergue de una amplia comunidad de animales (DNP & FAO, 2003). Los zapales son un importante eslabón de la cadena trófica, ya que brindan el soporte para muchos organismos que tienen importancia para la dieta de los peces, así como refugio, sombra y alimento para los mismos (Welcomme, 1992). Brindan también lugares de refugio a la mayoría de las especies de fauna silvestre de La Mojana, tales como anfibios (sapos), reptiles (cocodrilos, iguanas, tortugas y algunas especies de serpientes), aves y mamíferos (Mendoza S. L., 2003).

En 1994 la población de jaguares (*Panthera onca*) se calculó que en La Mojana era de 154 individuos sin tener en cuenta los transeúntes, con los cuales ascendería a los 230 ó 300 individuos, es decir, que en la zona la densidad de reproductores para ese año era de 1 en 3.900 ha ó de 1 en 39 km² (Zuloaga Villamizar, 1995). En el ámbito local, la deforestación de los zapales hace que los individuos de esta especie sean más vulnerables, ya que son los hábitats naturales preferidos de esta especie y su desplazamiento entre un parche y otro, deben pasar por zonas desprotegidas facilitando que sean cazados. Por otra parte, durante la estación húmeda que coincide con la época reproductiva, los jaguares buscan las partes altas que cada vez son más escasas, haciendo más frecuentes los encuentros entre machos



y hembras, pero también más frecuentes los encuentros entre jaguares y humanos (Zuloaga Villamizar, 1995).

Otras especies de fauna silvestre como ponche (*Hydrochoerus hydrochaeris isthmus*), babilla (*Caiman crocodilus fuscus*) e iguana (*Iguana iguana*), han sufrido un decremento poblacional, por la presión que se ejerce sobre ellas en términos de sobreexplotación y por la destrucción de hábitats naturales, debido a los métodos de caza empleados, tales como quema de zapales (De la Ossa, 2003).

Tensionantes del zapal

Registros de metales pesados en sedimentos, aguas, peces y plantas acuáticas, indican que la contaminación por minería es la principal limitación para el desarrollo de los recursos hidrobiológicos locales y para la salud de los ecosistemas y habitantes en La Mojana (Mancera & Alvarez, 2006; Zapata, Bock, & Palacio, 2014; Alvarez, Jessick, Palacio, & Kolok, 2012).

Los zapales se ven afectados por presiones antrópicas como taponamientos de caños de conexión, construcción de diques que interrumpen la comunicación superficial con el canal y el drenaje natural en épocas de inundación, cambio de la vegetación y uso del suelo (Posada García, 2004).

Las actividades agropecuarias que se realizan en la región, también tienen un gran impacto sobre los ecosistemas, afectando no sólo la dinámica natural, sino también los recursos naturales: agua, flora y fauna (Mendoza Mojica, 2003). El “Programa de Desarrollo Sostenible de la región de La Mojana” tipifica los problemas asociados al zapal como:

- *Deforestación: se produce un gran impacto sobre el hábitat de gran número de especies de fauna silvestre, generan el agotamiento de los recursos de caza y pesca. Un ejemplo claro tiene que ver con la disminución de la cobertura de zapales, que son el refugio de una variada fauna silvestre.*
- *Ganadería trashumante: por el pisoteo incontrolado del ganado que destruye nidos de algunas especies de fauna como por ejemplo de la hikota y que además compacta el suelo de playones, lo que disminuye su capacidad de retención de agua.*
- *Adecuación de tierras: por la apertura de bocas al río y la canalización que produce el abonamiento de las ciénagas y de los zapales al entrar los sedimentos y colmatar las cubetas. Estas actividades se centran entonces en la modificación de la dinámica hidráulica con el fin de ampliar terrenos que serán utilizados en las actividades agropecuarias. Según los pobladores de la región, la práctica de canalizar los “zapales”, por ejemplo, es suficiente para que en un ciclo de inundación desaparezca gran parte del mismo.*

A partir de la visita a campo, entrevistas a funcionarios públicos y líderes comunitarios, campesinos y pescadores (ver anexo 2), se pudo identificar los siguientes conflictos ambientales en torno a los zapales:



1. El principal problema que ha afectado recientemente el zapal, sin duda fueron los largos periodos de inundación de los años 2010 a 2013, donde desaparecieron los estratos arbóreos y la comunidad de animales asociada.
2. La existencia de coberturas herbáceas mixtas y exóticas en todo el paisaje del humedal.
3. El llamado “derecho de ciénaga”, que es ejercido por los propietarios de predios medianos y grandes, circundantes a los humedales, genera una situación en la cual las comunidades cada vez tienen menor acceso a este recurso común. A pesar de las diversas y explícitas prohibiciones de la legislación nacional entorno a la privatización de este recurso, en la región es cada vez menor el área de ciénaga o zapal.
4. La colmatación acelerada de los humedales de zapal, por apertura de caños o desbordamiento de los ríos Cauca y San Jorge, que adicionalmente arrastra sedimentos y material participado proveniente de la minería, localmente conocida como “aguas blancas”.
5. La producción ganadera extensiva y bufalina, estimula la degradación, afecta la calidad del agua y perjudica a la comunidad biótica de los humedales.
6. La tala de árboles y arbustos para la construcción de cercas, tambos y leña, son actividades que afectan considerablemente los ecosistemas de zapal.
7. La quema de zapales para el adelanto de cultivos transitorios, cacería de especies consideradas nocivas para la agricultura como el ponche (*Hydrochaeris hydrochaeris isthmus*) y la caza de hicoetas (*Trachemys scripta callirostris*) en la época seca.

Finalmente, es importante empezar a dimensionar a la región de La Mojana como una gran zona de regulación y amortiguación natural de contaminantes y sedimentos de la mayoría de colombianos, quienes descargan sus aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento de las corrientes fluviales de tres de los más importantes ríos del país: Magdalena, Cauca y San Jorge (Procuraduría General de la Nación y otros, 2006).



Conclusiones

En términos generales, podemos decir que los zapales son un tipo de humedal, de la cual dependen la existencia y buen funcionamiento de los sistemas productivos circundantes y demás ecosistemas naturales de la región. Así como la oferta de alimento y adaptabilidad de la población frente a los eventos extremos de inundación y sequía.

Es preciso iniciar de manera urgente un proceso para la recuperación integral de los Zapales y ecosistemas acuáticos en general en la Mojana, desde la Ecología de la Restauración. Es decir, es preciso que el enfoque para restaurar deba hacerse desde el funcionamiento ecológico de los humedales para que una vez recuperada mínimamente las funciones ecológicas esenciales, y también una mínima estructura, los mismos ecosistemas se auto-organicen adaptándose a los factores reguladores externos y evolucionando con ellos.

La propuesta de restauración debe surgir a partir de la identificación de unidades de asociaciones vegetales determinadas en una etapa previa de investigación; con diseños florísticos adaptados a las diferentes características del suelo y de los flujos de agua, apoyados en un análisis de zonificación ecoregional. Este proceso debe incluir un fortalecimiento y apropiación comunitaria, al igual que un monitoreo a la implementación para el seguimiento de las acciones realizadas.

La producción de información sobre los zapales como ecosistemas propios de la Depresión Momposina, ha sido muy baja con una ligera tendencia a incrementarse y picos más altos entre el 2008 y 2012, posiblemente como respuesta a sucesos naturales como es el caso de las inundaciones y sus afectaciones sobre los recursos naturales y la población civil. Cabe resaltar también el alto interés en desarrollar investigaciones que se han publicado en revistas indexadas y documentos institucionales, pero el casi nulo registro de estos estudios encontrados en resúmenes de trabajos presentados en eventos como congresos, simposios, conferencias, entre otros.

Con respecto a los vacíos temáticos, es insuficiente la información de zapal reportada para esta región relacionada con estudios ecosistémicos, inventarios de flora y fauna, ecología del paisaje, conservación y restauración de estos ecosistemas ni estudios de largo plazo en los zapales, en contraste con los relacionados con planificación y ordenamiento territorial e inundaciones.



Caracterización de la dinámica temporal

Juan Carlos Linares Árias, Merly Yenedith Carrillo Fajardo, Carlos Mario González Charrasquié, Lesly Elees Vergara Doria, Ángela María Ortega León, Rosalba Ruiz Vega, Jesús Ballesteros Correa, Jean David Varilla González, Luz Angélica Cuadrado Argel, María Carolina Prioló, Jairo Andrés Martínez, Fray Luis Galarcio, Jhulieth Mestra Ospino, Martín Elias Berrocal, José Coronado González (Ilustraciones)

En Colombia, grandes extensiones de terreno cubiertas por agua de poca profundidad dan oportunidad a que se desarrollen ecosistemas tropicales pulsantes, de los cuales han sido identificados más de 50 tipos de humedales o macrohábitats, entre estos, Río, Caño, Ciénaga y Zapal; este último es una denominación común de los pobladores de la Mojana que hace referencia a aquellos reconocidos como Pantanos de la Depresión Momposina (Jaramillo Villa, Cortés-Duque, & Flórez-Ayala, 2015) o Humedales boscosos de agua dulce según Ramsar (2006), que incluye bosques pantanosos de agua dulce, bosques inundados estacionalmente o pantanos arbolados sobre suelos inorgánicos.

Los humedales de la Mojana están interconectados de manera compleja y recibe la escorrentía de los valles interandinos, se constituyen en un delta aluvial interior de tierra baja e inundable de intensidad variada durante ciertas épocas del año (DNP & FAO, 2003), porque la dinámica hidrológica depende de las fluctuaciones climáticas, de su localización entre las zonas montañosas del norte de la región andina, las llanuras del Caribe y la red hídrica que la atraviesa (Camacho, 2015).

En este sistema la vegetación y el ciclo del agua están intrínsecamente acoplados (Gerten, Schaphoff, Haberlandt, Lucht, & Sitch, 2004). Esta correlación denominada conectividad hidrológica, se define por la interacción entre determinados niveles y flujos de agua y la distribución y productividad de las coberturas vegetales (Mao, Cui, & Wang, 2013). Lo que a su vez tiene un efecto en la estructura y complejidad de microhábitats y genera variación en la diversidad de taxas y grupos funcionales de animales adaptados a estas condiciones (Junk, Bayley, & Sparks, 1989).

Desde el punto de vista ecológico, los trabajos desarrollados en humedales de tierras bajas del Caribe Colombiano han sido enfocados a analizar los cambios dinámicas temporales de grupos biológicos particulares, a caracterizar ecosistemas específicos o analizar los socioecosistemas. En este caso se describe la biodiversidad asociada a las zonas de transición entre los principales macrohábitats naturales y agroecosistemas identificados en la Mojana, su relación con la variabilidad en cuatro periodos hídricos desde la estacionalidad seca a la más húmeda, que muestran la ocupación del territorio por los distintos grupos biológicos.



Metodología

Área de estudio

El trabajo se desarrolló en el corregimiento Las Flores y la vereda El Torno de San Marcos, Sucre. La selección de estas localidades se dio teniendo en cuenta la presencia de unidades naturales de Zapal o Bosques inundables, Ciénagas, Ríos y Caños (macrohábitats); reconocidas ecológica y socialmente por su buen estado de conservación, la resiliencia o resistencia de éstos ante eventos de inundación de gran magnitud como el registrado para la región entre 2010-2013, además de la presencia de dichos macrohábitats con transiciones a áreas intervenidas por cultivos (principalmente arroz), pastoreo de búfalos (*Bubalus bubalis*) y potreros para ganado tradicional (*Bos sp.*) (Figura 4).

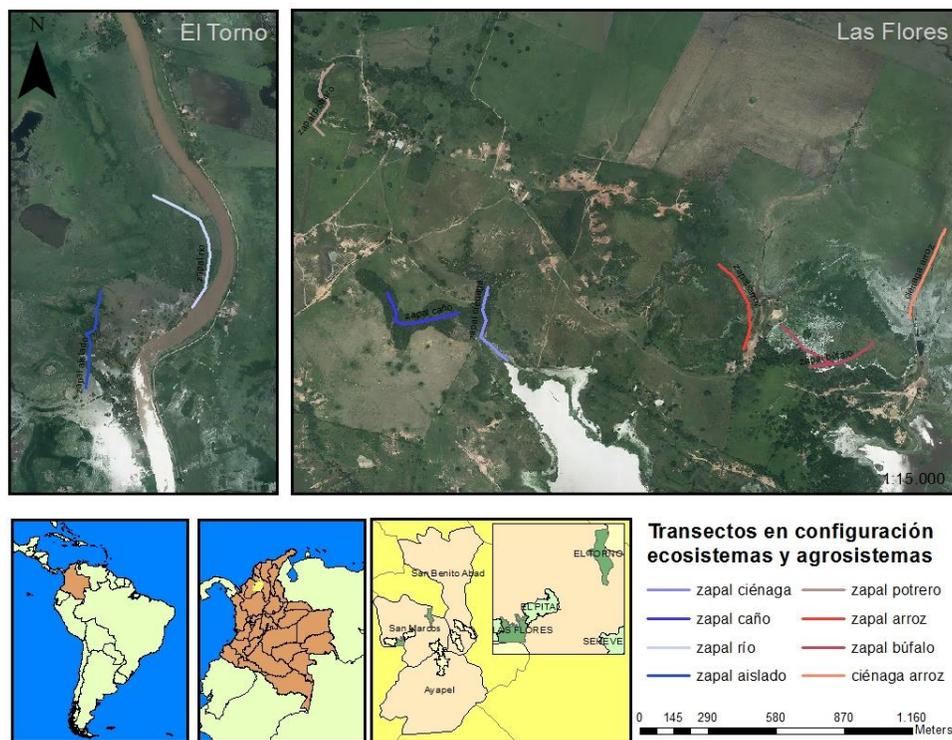


Figura 4. Área de estudio para la caracterización temporal de los humedales de la Mojana.

Dinámica temporal de los Macrohábitats

El trabajo se realizó entre junio de 2017 y enero de 2018. Los muestreos se hicieron en cuatro temporadas: aguas altas (julio), aguas bajando I (septiembre), aguas bajando II (noviembre) en 2017 y aguas bajas en enero de 2018. Se delimitó un transecto de 400 m perpendicular al borde o zona de transición entre los macrohábitats seleccionados (200 m



c/u), con amplitud variable (0-100 m) dependiendo del grupo taxonómico y de las condiciones hídricas del macrohábitat. Los transectos definidos fueron: Zapal-Ciénaga, Zapal-Caño, Zapal-Búfalo, Zapal-Cultivos (denominado Zapal-Arroz en la Figura 4 porque es el principal cultivo), Zapal-Potrero y Ciénaga-Arroz en Las Flores y Zapal aislado y Zapal-Río la vereda El Torno. Cada uno de los macrohábitats fue caracterizado en campo teniendo como referencia las localidades de muestreo. Los aspectos descriptores fueron: relieve, uso del suelo y la cobertura vegetal. La descripción del territorio fue complementada con la revisión de ortofotografías de la zona y la cartografía temática de hidrogeología, tipo de humedal, inundación y gradiente de humedad según IAvH (2016).

La dinámica hídrica de los humedales se estableció por observación directa del nivel del agua en cada transecto. Los pulsos hídricos se ilustraron sobre un mosaico de fotografías aéreas ortorrectificadas que tiene una resolución espacial de 20 cm y una banda del infrarrojo cercano. En escala de azul se representó la variación horizontal en los niveles del agua, el azul más intenso indica el pulso de inundación más alto y el azul más claro los niveles bajos. Los transectos fueron representados con líneas rojas. También se tomaron fotografías para registrar los niveles del agua en cada uno de los macrohábitats que componen la transición en aguas altas, intermedias (bajando I y II) y aguas bajas. En cada temporada se hizo caracterización de las condiciones físico químicas *ex situ* del agua: oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, pH, DBO5, DQO, nitratos, nitrógeno amoniacal, sulfatos y sulfatos, que son la más utilizadas para determinar calidad del agua de los sistemas acuáticos Samboni *et al.* (2007) y Pinilla (2016)

La biodiversidad asociada a cada macrohábitat se caracterizó así: vegetación según Mendoza (1999) y Roldán (1992), los peces con talla inferior a 100mm según Samanez *et al.*, (2014), con un esfuerzo de muestreo de una hora por transecto; las aves se observaron según Ralph *et al.* (1996) y escucharon (Bioacústica) en tres puntos de conteo sobre el transecto con 25 m de radio en cada macrohábitat y la zona de transición durante 15 minutos entre 5:30-10:00 y 15:00-18:00; se registró presencia y canto de anfibios y reptiles de 9:00-12:00 y 17:00-22:00; los mamíferos se observaron según Arévalo (2001), por métodos indirectos según Wemmer *et al.* (1996), Aranda (2012) y Arévalo (2001), trampas de huellas según Aranda (2012) y Arévalo (2001) y fototrampeo de acuerdo a Díaz-Pulido y Payán (2012), los murciélagos se capturaron mediante redes entre las 18:00-22:00 con revisión cada 30 minutos (modificado de Giraldo *et al.* (2011)).

Los datos físico químicos fueron analizados en el Laboratorio IRAGUA de la Universidad de Córdoba. Se determinó la riqueza y abundancia de los grupos taxonómicos, se analizaron aspectos estructurales de la vegetación por medio del hábito de crecimiento y los Índices de Valor de Importancia por Especies (IVI). Para presentar los resultados se elaboraron figuras de riqueza de especies y otras con perfiles de vegetación que muestran para cada una de las transiciones las plantas que se observaron durante todas las temporadas,



también se destacaron los diferentes grupos taxonómicos estudiados a través de especies de fauna características de los humedales estudiados, aquellas que se encontraron permanentemente. En cada ilustración también se representaron especies registradas de forma ocasional en alguna temporada junto a los datos de riqueza de cada grupo y el número de especies ocasionales para cada temporada.



Resultados

Descripción física

Estudiamos ocho macrohabitats representativos a los paisajes o unidades ecológicas de la región, la mayoría en combinación con zapal o bosque inundado que pueden ser diferenciados por sus condiciones como naturales e intervenidos, estos son:

I. Naturales	II. Intervenidos
1. Zapal-Ciénaga	5. Zapal-Búfalo
2. Zapal-Caño	6. Zapal-Potrero
3. Zapal-Río	7. Zapal-Cultivos
4. Zapal aislado	8. Ciénaga-Arroz

Zapal-Ciénaga

La ciénaga cuenta con lámina de agua natural permanente cubierta de vegetación acuática y arbustiva colindante. Presenta una transición abrupta a la vegetación arbórea sobre un suelo saturado. Aproximadamente el 90% del transecto (incluye toda la ciénaga), corresponde a Depósitos coluvio-aluviales (Qcal) de arenas, limos, arcillas, localmente gravas y fragmentos de rocas sedimentarias, el área restante son Depósitos aluviales de inundación (Qali), es decir, arenas de grano fino, limo y arcilla con abundante materia orgánica. El gradiente de inundación indica máximo nivel en la zona de ciénaga (Rojas, 2016).



Figura 5. Zapal-Ciénaga corregimiento Las Flores. A. Ortofotografía. B. Vegetación del Zapal-Ciénaga. Fuente: A. IAvH. B. Grupo Biodiversidad.



Zapal-Caño

Corresponde a un bosque de galería asociado al caño. Inicia en una zona de zapal con suelos saturados dominados por palmas y vegetación arbórea de dosel cerrado conectado a un caño con lecho y riberas de material de arenas gruesas. Hidrogeológicamente el transecto corresponde en su inicio, es decir, en la zona de zapal a Depósitos aluviales de inundación (Qali) conformados por arenas de grano fino, limo y arcilla con abundante materia orgánica, y finaliza con Depósitos coluvio-aluviales (Qcal) de arenas, limos, arcillas, localmente gravas y fragmentos de rocas sedimentarias. El zapal en el inicio del transecto es catalogado cartográficamente como humedal potencial bajo y la zona restante no está tipificada, no se reconoce un gradiente de inundación y se registra sin humedad (Rojas, 2016).



Figura 6. Zapal-Caño corregimiento Las Flores. A. Ortofotografía. B. Vegetación del Zapal-Caño. Fuente: A. IAvH. B. Grupo Biodiversidad.

Zapal-Río

Corresponde a una cobertura vegetal ribereña, ubicada en la margen izquierda del río San Jorge. Asociado a cultivos de pan coger con algunas áreas conservadas por iniciativa de los propietarios. Este transecto se ubica sobre Depósitos aluviales de canal (Qalc) conformado por arcillas y limos pardo-grisáceos con manchas pardo amarillentas. Aproximadamente el 90% del transecto corresponde a un humedal temporal y el terreno restante a un humedal permanente abierto. En igual proporción tiene nivel máximo de inundación y humedad nula a moderada (Rojas, 2016).





Figura 7. Zapal-Río vereda el Torno. A. Ortofotografía. B. Vegetación del Zapal-Río. Fuente: A. IAvH. B. Grupo Biodiversidad.

Zapal aislado

Corresponde a un relicto de vegetación, ubicado en la planicie de inundación próxima al talud del río, rodeado de áreas altamente intervenidas, transformadas para ganadería tradicional. Muestra que ha sido foco de extracción de madera para la región. La vegetación es un rastrojo con elementos arbóreos entre 15-18 m. De acuerdo con el análisis de la cartografía, el transecto se ubica sobre Depósitos aluviales de canal (Qalc) conformado por arcillas y limos pardo-grisáceos con manchas pardo amarillentas. Es un humedal permanente de dosel bajo con niveles de inundación desde el máximo (100%) al mínimo (43.6%). El gradiente de humedad va de nulo a moderado (Rojas, 2016).



Figura 8. Zapal aislado vereda el Torno. A. Ortofotografía. B. Vegetación del Zapal. Fuente: A. IAvH. B. Grupo Biodiversidad.



Zapal-Búfalo

Orientado en una zona de vegetación natural acuática en la terraza de inundación del borde de la ciénaga usado para el pastoreo de *Bubalus bubalis*. El transecto está inmerso en Depósitos coluvio-aluviales (Qcal). El humedal no hay datos de inundación y el gradiente de humedad va desde No Humedad en la mayor proporción seguido de Moderado (Rojas, 2016).



Figura 9. Zapal-Búfalo corregimiento Las Flores. A. Ortofotografía. B. Vegetación del Zapal-Bufalera. Fuente: A. IAvH. B. Grupo Biodiversidad.

Zapal-Potrero

Pastos con baja densidad de árboles en transición a un relicto de cobertura boscosa sobre un relieve levemente ondulado, incrustado de un área de uso en ganadería tradicional. En la zona ondulada con cobertura boscosa se encuentran áreas del suelo desnudo con pérdida de la capa orgánica dejando expuesto una superficie de saprolitos. Toda el área de muestreo se encuentra en Depósitos coluvio-aluviales (Qcal) (Rojas, 2016).





Figura 10. Zapal-Potrero corregimiento Las Flores. A. Ortofotografía. B. Vegetación del Zapal-Potrero. Fuente: A. IAvH. B. Grupo Biodiversidad

Zapal-Cultivos

Área levemente ondulada inmersa en un mosaico agrícola, principalmente arroz, con transición hacia una vegetación acuática enraizada y árboles dispersos que bordean el cuerpo de agua. El transecto se encuentra inmerso en Depósitos coluvio-aluviales (Qcal) (Rojas, 2016).



Figura 11. Zapal-Arroz corregimiento Las Flores. A. Ortofotografía. B. Vegetación del Zapal-Arrozal. Fuente: A. IAvH. B. Grupo Biodiversidad.

Ciénaga-Arroz

Planicie inundable dominada por cultivos de arroz. Vegetación flotante, enraizada y árboles dispersos. Hidrogeológicamente el área está constituida por Depósitos coluvio-aluviales, la



humedad moderada a alta con un nivel de inundación máximo. Hidrogeológicamente el área está constituida por Depósitos coluvio-aluviales, la humedad moderada a alta con un nivel de inundación máximo (Rojas, 2016).



Figura 12. Ciénaga-Arrozal corregimiento Las Flores. A. Ortofotografía. B. Vegetación del Ciénaga-Arrozal. Fuente: A. IAvH. B. Grupo Biodiversidad.

Dinámica temporal

Variaciones en los pulsos del agua

La Mojana es un sistema complejo de humedales interconectados dependientes de grandes ríos que manifiestan el comportamiento de cuencas aportantes distantes, hay cambios locales del nivel del agua que en particular se reflejan en los bordes donde estos hacen transición a las dinámicas terrestres. Pocos metros de variación en el frente de inundación influyen tanto en la biodiversidad de ciclos biológicos cortos como en los organismos perennes que han logrado adaptarse para mantenerse y que en conjunto constituyen la base de los ecosistemas anfibios.

Las transiciones Zapal-Ciénga, Zapal-Búfalo, Zapal aislado, Zapal-Cultivos, Zapal-Potrero y Zapa-Río, presentaron el patrón característico de contracción del espejo de agua entre el periodo de aguas altas y bajas pasando por diferentes niveles en los periodos intermedios (Jaramillo Villa, Cortés-Duque, & Flórez-Ayala, 2015). La transición Ciénaga-Arroz estuvo constantemente inundada hasta llegar al período de aguas bajas cuando secó la mayor parte del transecto (Anexo 4). En la transición Zapal-Caño la dinámica fue diferente, ya que el caño es alimentado por el drenaje superficial de la microcuenca con cambios abruptos en corto tiempo. Los anexos 5-12, muestran las imágenes de la variación hídrica observada en campo.



Variación físico química del agua

Los valores más altos de oxígeno disuelto y nitritos se obtuvieron en Zapal-Río, y los más bajos en las transiciones zapal-ciénaga (aguas altas y bajando I). La conductividad eléctrica, DBO5, DQO5, fosfatos, sólidos totales disueltos y sulfatos fueron mayores en zapal aislado. La variable nitratos fue alta en zapal-caño.

En las transiciones intervenidas las variables Conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto, nitrito, sólidos totales disueltos y sulfatos presentaron sus máximos valores en la transición Ciénaga-Arroz. La DBO5, DQO5, fosfatos y nitratos en la transición Zapal-Cultivos. Mientras que el nitrógeno amoniacal en Zapal-Potrero (Anexo 12).

Variación de la biodiversidad

En términos de riqueza en las ocho transiciones de macrohábitats estudiados se registraron 437 especies de plantas, de las cuales 185 son hierbas (151 son terrestres, 17 son emergentes, 10 flotantes, 4 enraizadas y 3 sumergidas), 113 árboles, 61 bejucos, 59 arbustos, 10 epítitas y 9 palmas (Anexo 13). La fauna estuvo representada en 264 especies, que corresponden a 28 peces; 47 a herpetofauna, de las cuales 15 son ranas, 14 lagartos, 15 serpientes, dos tortugas y un cocodrilo; 158 de aves y 31 mamíferos, de los cuales el 48% son murciélagos (Anexo 14).

Riqueza de especies por temporada

Las especies vegetales agrupadas mostraron poca variación en términos de riqueza, en la temporada de aguas altas se observó el 54% del total, en aguas bajando I 62%, en aguas bajando II 59% y en la temporada de aguas bajas 51%.

La variación temporal en la composición vegetal de los macrohábitats en los transectos se evidenció en los cambios de las hierbas que son las que marcan el recambio a partir de la alternancia en la proporción de las abundancias de especies: en aguas altas *Leersia hexandra* (18,74%), *Hymenachne amplexicaulis* (18,28%) y las flotantes *Salvinia* sp1 (16,32%) y *Pistia stratiotes* (10,88%) fueron las más abundantes; en aguas bajando I, se destacó *Salvinia* sp1 (55,15%) e *Hymenachne amplexicaulis* (19,72%); en aguas bajando II las mejor representadas fueron *Hymenachne amplexicaulis* (40,79%), *Salvinia* sp1 (19,41%) y *Eichornia crassipes* (17,98%) y finalmente en aguas bajas se mantuvieron *Hymenachne amplexicaulis* (49,98%), *Leersia hexandra* (13,06%) y *Eichornia crassipes* (9,51%) (Figura 13, Anexo 14).

A nivel faunístico los cambios para toda el área de estudio en las distintas temporadas mostraron que los peces en aguas altas se encontró el 29% del total de especies, en aguas bajando I el 20%, en aguas Bajando II el 33% y en aguas bajas la riqueza ictica disminuyó al



18%. El comportamiento de la herpetofauna fue similar entre las cuatro temporadas, en aguas altas y bajas se encontró el 66%, en aguas bajando I y II se observó una leve disminución a 60% y 53% respectivamente. Para las aves la temporada de aguas bajando II presentó el 72% de las especies totales del grupo, en aguas bajas el 71%, aguas bajando I el 69% y en aguas altas el 57%. Los mamíferos en aguas altas y bajando I alcanzaron cada temporada el 77% de las especies registradas, en aguas bajando II la reducción fue de la mitad con relación a las dos temporadas anteriores y en aguas baja se obtuvo el 45% (Figura 14, Anexo 14).

Riqueza de especies en las transiciones de macrohábitats

La variación de los hábitos de crecimiento en las transiciones naturales indicó que son las hierbas (terrestres y acuáticas) las que dominan en Zapal-aislado (48%), Zapal-Río (42%) y Zapal-Ciénaga (35%), contrario a lo observado en Zapal-Caño donde el estrato arbóreo es el que tiene mayor representación (Árboles 52% y hierbas, 16%). La riqueza de hierbas acuáticas se destacó en Zapal-Aislado (22%) y Zapal-Ciénaga (15%), principalmente para ambas transiciones las hierbas emergentes (8 y 6% respectivamente) y hierbas flotantes (8 y 5%). En los humedales intervenidos se sigue el patrón de dominancia de las transiciones naturales, en Ciénaga-Arroz el 77% de las especies vegetales son hierbas, el 51% en Zapal-Cultivos, 46% en Zapal-Búfalo y en Zapal-Potrero constituyen el 29%. Las especies acuáticas estuvieron presentes en Ciénaga-Arroz (39%), Zapal-Búfalo (31%) y Zapal-Arroz (19%), y ausentes en Zapal-Potrero donde los árboles son los mejor representados con 37% seguidos de los arbustos (18%).

Las palmas fueron elementos florísticos presentes en todas las transiciones, en Zapal-Caño corresponden al 6%, en Zapal-Río al 5%, en Zapal-Ciénaga y Zapal-Aislado al 3% cada uno. En los transectos intervenidos el 6% se presentó en Zapal-Búfalo, 4% en Zapal-Potrero, 3% en Zapal-Cultivos y 2% en Ciénaga-Arroz.

Los bejucos estuvieron representados en todas las transiciones pero en los transectos de humedales naturales se destacaron con el 14% y 9% en el Zapal-Aislado y Zapal-Río respectivamente; en los transectos intervenidos de Zapal-Cultivos las especies con esta forma de vida fueron el 14% y en Zapal-Potrero el 10%. Las epífitas en los macrohábitats naturales constituyen el 4% de la vegetación de Zapal-Caño, 3% en Zapal-Ciénaga, 1% en Zapal-Río y no se registraron en Zapal-Aislado, esta ausencia y baja representatividad también se dio en los transectos con intervención, en Ciénaga-Arroz no se encontraron epífitas, en Zapal-Búfalo son el 1% y Zapal-Potrero y Zapal-Cultivos el 2% cada uno.



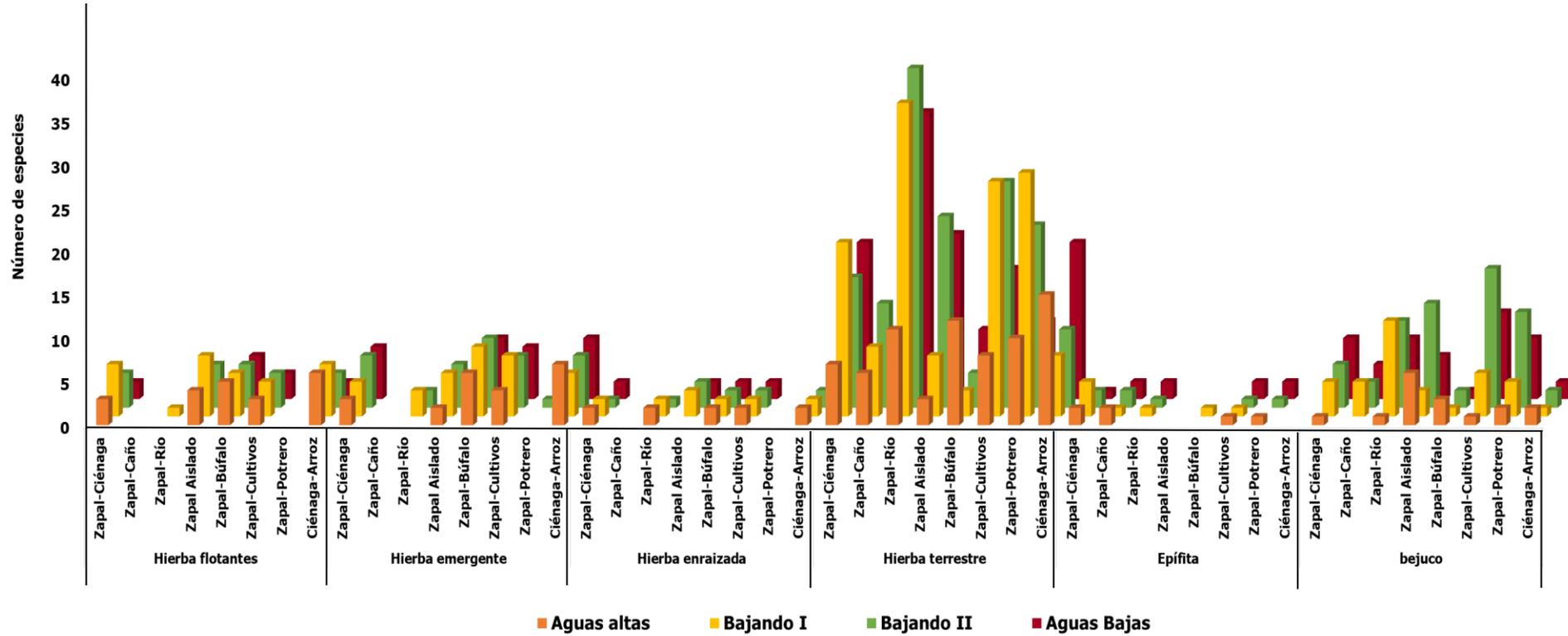


Figura 13. Variación de la diversidad florística por temporadas en los macrohábitats



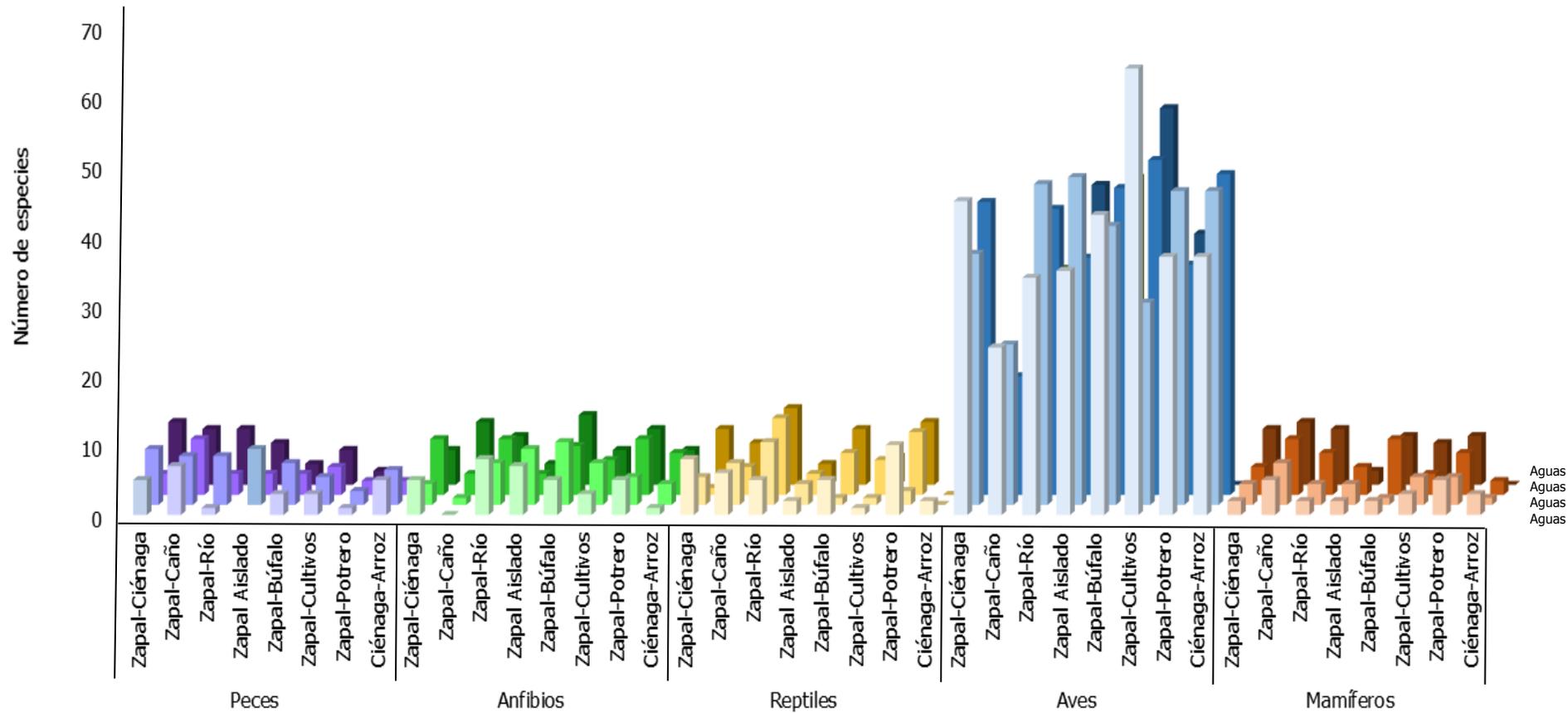


Figura 14. Variación de la diversidad faunística por temporadas en los macrohábitats



En las transiciones naturales se registraron 26 especies de peces, Zapal-Caño presentó la mayor riqueza de este grupo, con el 21% del total de especies, seguida de Zapal-Ciénaga con 18%. En las transiciones intervenidas se identificaron 13 especies, Ciénaga-Arroz y Zapal-Potrero tuvieron la menor riqueza con el 9% y 5% del total de especies. Los anfibios se presentaron en todas las transiciones con el 50% o más de la representatividad en toda el área; se destacaron en Zapal-Potrero y Zapal-Río con el 80%. La riqueza de reptiles fue muy variable entre las transiciones; por ejemplo en Zapal-Cultivo y Zapal-Aislado alcanzó alrededor del 20%, mientras que en Zapal-Potrero se obtuvo la mayor riqueza del grupo con el 56%.

En cuanto a las aves, la transición Zapal-Cultivos presentó la mayor riqueza (57,59%) de especies acumuladas en todas las temporadas de muestreo; mientras que la transición de Zapal-Caño fue la de menor riqueza (29,75%). En las otras transiciones los resultados fueron: 53,16% en Zapal-Aislado, 50,53% en Zapal-Búfalo, 48,19% en Zapal-Potrero, en Ciénaga-Arroz y Zapal-Ciénaga se presentó el 46,84% en cada una y en Zapal-Río 45,57%. Los mamíferos en las transiciones naturales, mostraron mayor riqueza en Zapal-Caño (48%), seguido de Zapal-Río (42%), Zapal-Ciénaga (38%) y Zapal-Aislado (22%). En las transiciones intervenidas Zapal-Búfalo presentó la mayor riqueza (38%) y luego Zapal-Potrero (35%), Zapal-Cultivo (29%) y Ciénaga-Arroz (13%).

Los mamíferos en las transiciones naturales mostraron mayor riqueza en Zapal-Caño con 48% de las especies registradas en toda el área de estudio, Zapal-Río presentó 42%, Zapal-Ciénaga 38% y Zapal-Aislado 22%. En los macrohábitat intervenidos la mayor riqueza estuvo en Zapal-Búfalo con 38%, seguida de Zapal-Potrero con 35%, Zapal-Cultivo y Ciénaga-Arroz 29% y 13% respectivamente.

Riqueza de especies en las transiciones por temporada

En Zapal-Ciénaga las plantas presentaron mayor número de especies en aguas bajas y aguas bajando I. En Zapal-Caño la menor riqueza se registró en aguas altas y la más alta en aguas bajando I. Zapal-Río fue la transición que tuvo mayor variabilidad dado que en aguas bajando I y II se duplicó la riqueza de especies. Zapal-Aislado tuvo el menor valor de riqueza de todas las transiciones en aguas altas. Para las zonas intervenidas se destacó el aumento de especies en Zapal-Potrero y Zapal-Cultivo en contraste con Ciénaga-Arroz donde se registró la menor riqueza.

El mayor cambio registrado en Zapal-Ciénaga para los peces se dio durante aguas altas, la riqueza en Zapal-caño fue similar entre las diferentes temporadas, en Zapal-Potrero la variación se dio en aguas bajas y en Zapal-Cultivo mostró disminución gradual en la riqueza desde la temporada de aguas altas hacia aguas bajas. En Zapal-Río la riqueza fue alta en agua alta y similar en aguas Bajando II. En Zapal-Búfalo aumentó en aguas bajando II y fue el mismo en las otras tres temporadas. En Zapal-Aislado, no se registraron peces en aguas bajas debido a que no había un cuerpo de agua que los soportara.



El comportamiento de las especies de herpetofauna en Zapal-Búfalo y Zapal-Caño, mostró que en aguas altas la riqueza de especies fue mayor con respecto a las otras temporadas; Zapal-Ciénaga y Zapal-Potrero, presentaron disminución de especies desde aguas altas hacia aguas bajando, y nuevamente un aumento en aguas bajas; en Zapal-Cultivo la riqueza fue similar entre las diferentes épocas con una disminución notoria en aguas bajas; en Zapal-Aislado, en la época de aguas bajando se registró el mayor número de especies; y en Ciénaga-Arroz, aguas altas y aguas bajando tuvieron mayor riqueza que las otras dos temporadas. En las transiciones Zapal-Búfalo, Zapal-Caño, Zapal-Ciénaga y Ciénaga-Arroz, las aves mantuvieron un número constante de especies en las diferentes temporadas; Zapal-Río, Zapal-Potrero y Zapal-Aislado presentaron cambios en la riqueza, pero Zapal-Cultivo fue el más variable al pasar de 54 especies en aguas altas a 29 en aguas bajando II y posteriormente a 64 en aguas bajas.

Las especies de mamíferos en Zapal-Río, Zapal-Potrero y Zapal-Caño presentaron disminución entre las diferentes temporadas, de manera gradual entre aguas altas y aguas bajando I y más notoria en las otras dos épocas; en Zapal-Ciénaga y Zapal-cultivo la mayor riqueza se presentó en aguas altas pero disminuyó gradualmente en las otras épocas; en Zapal-Búfalo entre aguas altas y aguas bajando I la riqueza fue relativamente constante pero hubo una disminución drástica en las siguientes temporadas; Zapal-Aislado presentó mayor número de especies en las temporadas intermedias, aguas altas y aguas bajas presentaron igual riqueza; en Ciénaga-Arroz las especies tendieron al aumento hacia aguas bajas.

Importancia ecológica de especies vegetales (IVI)

El mayor peso ecológico para las especies (IVI) (Anexo 17), se presentó durante la época de aguas bajas con *Elaeis oleífera* (66, 74%) y el menor peso fue para la temporada de aguas altas con *Ouratea castaneifolia* (21,48%) en la transición Zapal-Ciénaga. En Zapal-Caño, la mayor importancia en aguas bajas fue para *Inga heterophylla* (68,85%) y la de menor IVI en aguas altas fue *Xylopia aromatica* (21,51%). En Zapal-Río, la especie con mayor importancia fue *Dolicarpus dentatus* (68,85%) en aguas bajas y con menor valor fue *Laetia americana* (36,25%) para la temporada de aguas altas. En Zapal-Aislado, *Inga* sp1 (67,50%) presentó el mayor IVI durante la temporada aguas bajando II, y el menor valor se registró para *Hirtella* sp (34,05%) en aguas altas.

En Zapal-Búfalo, la temporada de aguas bajas registró el mayor valor de peso ecológico con la especie, *Limnocharis flava* (66,74%) y el menor peso correspondió a *Inga punctata* (16,99%) aguas altas. En Zapal-Potrero, se destacó *Malachra* sp1 (69,59%) con el mayor IVI en aguas bajando I y *Platypodium elegans* en aguas altas por el IVI más bajo (21,09%). En Zapal-cultivos, se registró a *Helicteres guazumifolia* (66,67%), como la especie de mayor peso ecológico durante la época de aguas bajas y a *Miconia* sp (35,88%) en aguas altas como la de menor IVI. Para Ciénaga-arroz, *Hymenachne amplexicaulis* fue la especie más destacada (62,27 %) y *Eichhornia crassipes* como la especie de menor importancia (1,25%).



Especies abundantes

Las especies más abundantes de plantas fueron las hierbas, dentro de las cuales se destacan *Hymenachane amplexicaulis*, *Leersia hexandra*, *Eichhornia crassipes*, *Fimbristilis quinquangularis*, *Mimosa púdica* y *Paspalum sp1*.

Las especies ícticas más abundantes de este estudio fueron: *Poecilia caucana*, *Cyphocharax magdalenae*, *Astyanax fasciatus* y *Saccoderma hastata*. En contraste con *Cheirodon insignis*, *Eigenmannia virescens*, *Hypostomus hondae*, *Pimelodella cristata*, *Pimelodella reyesi*, *Pimelodus blochii*, *Sturisoma panamense*, *Trachelyopterus insignis* y *Triportheus magdalenae*, que presentaron únicos registros.

Las especies de anfibios más abundantes en toda el área de estudio fueron *Pseudis paradoxa*, *Leptodactylus fuscus* y *Dendropsophus microcephalus*; entre los reptiles de destacaron *Iguana iguana*, *Basiliscus basiliscus* y *Ameiva ameiva* por ser las especies de las cuales se observó el mayor número de individuos. La abundancia de serpientes fue baja y de la mayoría de las especies solo se observó un individuo durante todo el estudio; igual ocurrió con la tortuga *Kinosternon leucostomun*, con lagartos como *Loxopholis rugiceps*, *Mabuya mabouya* y *Tetrioscincus bifasciatus* de las cuales se tiene un solo registro.

Las aves mejor representadas en términos generales y según los datos de abundancia fueron *Spatula discors*, *Egretta thula*, *Eupsittula pertinax* y *Ardea alba*. También se destacaron *Dendrocygna autumnalis*, *Dendrocygna bicolor*, *Dendrocygna viduata* y *Spatula discors* cuya presencia es importante tanto en número de registros, como por la variable dinámica en las épocas climáticas. *Chauna chavaria* es una especie muy reconocida por todas las comunidades como icono de los sistemas acuáticos, figura en las listados nacionales e internacionales en distintas categorías de amenaza y son muy diversos e importantes los servicios ecosistémicos que brinda. Importante mencionar las especies, *Spatula discors*, *Tyrannus dominicensis* y *Setophaga petechia*, que utilizan los humedales de la Mojana como parte en sus rutas migratorias.

Los mamíferos de mayor abundancia en todo el estudio, fueron *Alouatta seniculus*, *Procyon cancrivorus* y *Carollia perspicillata*, su presencia fue constante en toda el área de estudio, durante las cuatro temporadas.



Variación temporal de la biodiversidad en cada una de las transiciones

Zapal-Ciénaga

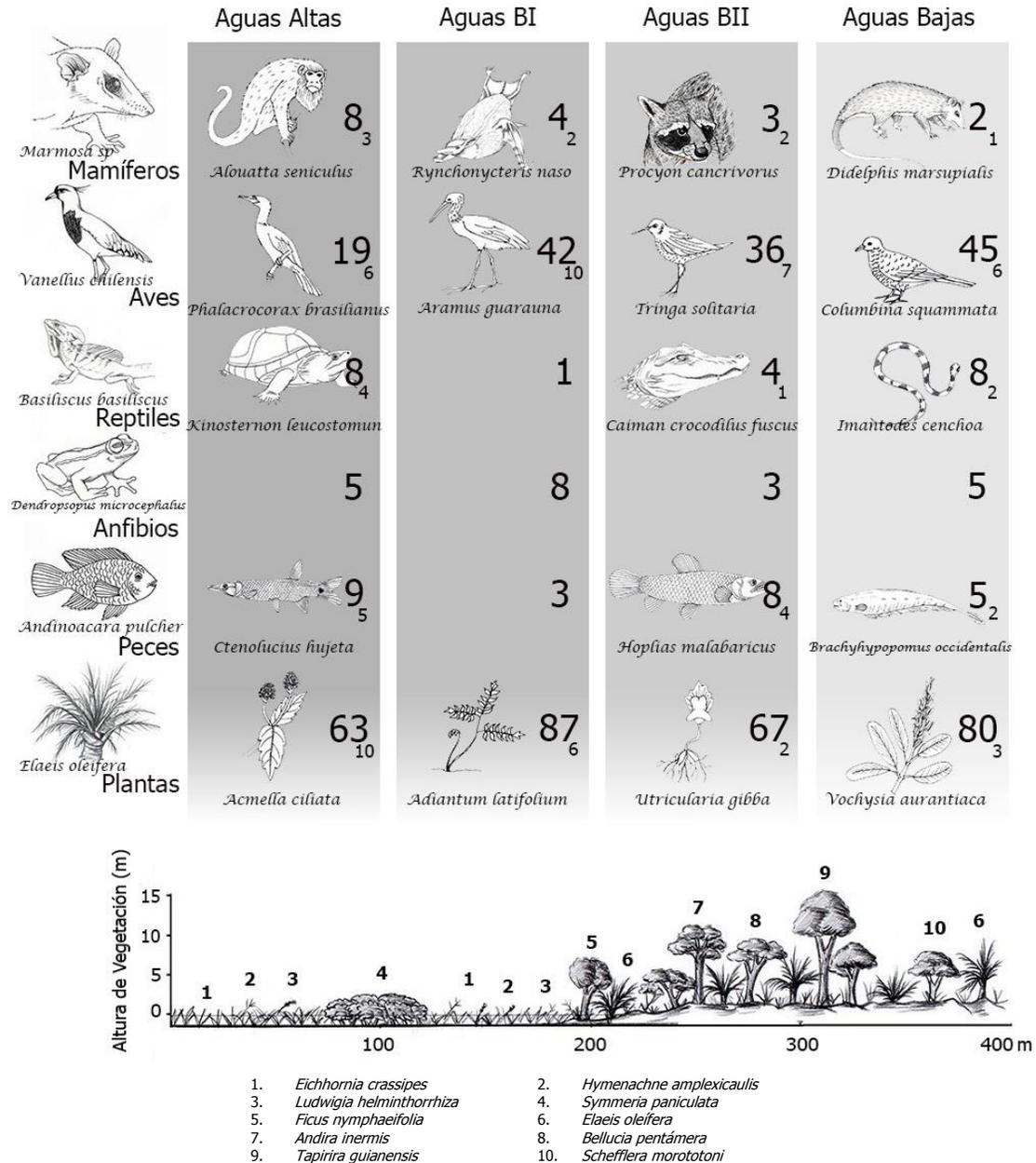


Figura 15. Variación de la biodiversidad en la transición Zapal-Ciénaga. El número grande indica la riqueza total de especies de ese grupo en la temporada. Se ilustran algunas especies que fueron registros ocasionales en cada una de las temporadas de estudio (subíndice: total ocasionales por grupo en cada temporada). Los espacios vacíos indican que no hubo especies ocasionales para esa temporada. En representación de cada grupo faunístico en la margen izquierda se ilustra una especie característica de la transición, presente durante todas las temporadas. El perfil muestra la vegetación típica de la transición entre los dos macrohábitats, los primeros 200 m corresponden a Ciénaga y los restantes a Zapal.



La fauna íctica tuvo una notoria variación temporal en la riqueza de especies, en las temporadas de aguas bajando I y aguas bajas reportaron el menor número de especies. Las especies *Poecilia caucana* y *Andinoacara pulcher* fueron las más abundantes. La primera especie se encontró durante todas las temporadas de estudio, ello se debe a que presenta amplia distribución y se reproduce durante todo el año (Cuartas, 2005). Y la segunda, *Andinoacara pulcher* se observó en las temporadas de aguas altas y bajando II, esta especie tiene importancia económica, es utilizada para consumo, y en la acuarística por lo sencillo de su manejo en cautiverio y a su coloración llamativa (Olaya-Nieto, Bautista-Blanco, & Pérez-Pisciotti, 2010). Para aguas altas fueron ocasionales las especies *Hyphessobrycon inconstans*, *Ctenolucius hujeta* y *Roeboides dayi*. Para aguas bajando II *Hoplias malabaricus*. En aguas bajando II y bajas *Synbranchus marmoratus*, *Brachyhyopomus occidentalis* y *Astyanax fasciatus* (esta última también en aguas altas).

Se observó poca variación temporal en la riqueza de anfibios y la mayor riqueza se tuvo en aguas bajando I, mientras que en aguas bajando II se tuvo la más baja; en reptiles se observa una alta riqueza en aguas altas y bajas, y una notoria disminución en aguas bajando. La rana *Leptodactylus insularum* y la lagartija *Ameiva ameiva* presentaron las mayores abundancias en esta transición. El lagarto *Basiliscus basiliscus* fue la única especie de herpetofauna que se observó en todas las temporadas. Aunque en bajo número es de resaltar la presencia en esta transición de especies como *Caiman crocodylus*, *Kinosternon leucostomun* e *Iguana iguana*.

En cuanto a las aves, se observó una fuerte tendencia a aumentar la riqueza de especies a medida que se reduce el nivel de agua. La temporada de aguas altas fue la de menor riqueza presentando una diferencia de más de 50% respecto a aguas bajas que fue la de mayor registro. Para las temporadas de aguas bajando I y II sólo se registran seis especies de diferencia, por tanto no hay contraste marcado entre las temporadas de aguas bajando, pero sí entre éstas y la temporada de aguas altas. El mismo número fue el registro de especies solo en periodo de aguas altas, 10 en aguas bajando I, siete en aguas bajando II y seis en aguas bajas. 11 especies estuvieron presentes en todas las temporadas.

En esta transición se observaron las siguientes aves migratorias: *Pandion haliaetus*, *Setophaga petechia*, *Tringa solitaria*, *Tyrannus dominicensis* y *Tyrannus savana*. Se identificó a *Dendrocygna autumnalis*, la cual tiene alto valor cinegético y *Ortalis garrula* que se encuentran amenazada En Peligro.

La mayor riqueza de mamíferos se presentó en aguas altas, y disminuyó a la mitad aguas bajando I, entre esta y las otras dos temporadas (aguas bajando I y aguas bajas), se presentaron variaciones leves, la especie de mayor abundancia fue *Marmosa* sp., es un marsupial pequeño que se encuentra asociado por lo general a bosques de galería, en la temporada de aguas bajando II se resalta la presencia del género *Aotus*, las especies que perecen a este taxón enfrentan problemas de tráfico ya que son usados como mascotas. Las especies más abundantes en todas las temporadas fueron: *Carollia perspicillata*,



Marmosa sp. Ésta última también se destacó por ser permanente, contrario a *Myotis* sp., *Aotus* sp., que fueron ocasionales.

Zapal-Caño

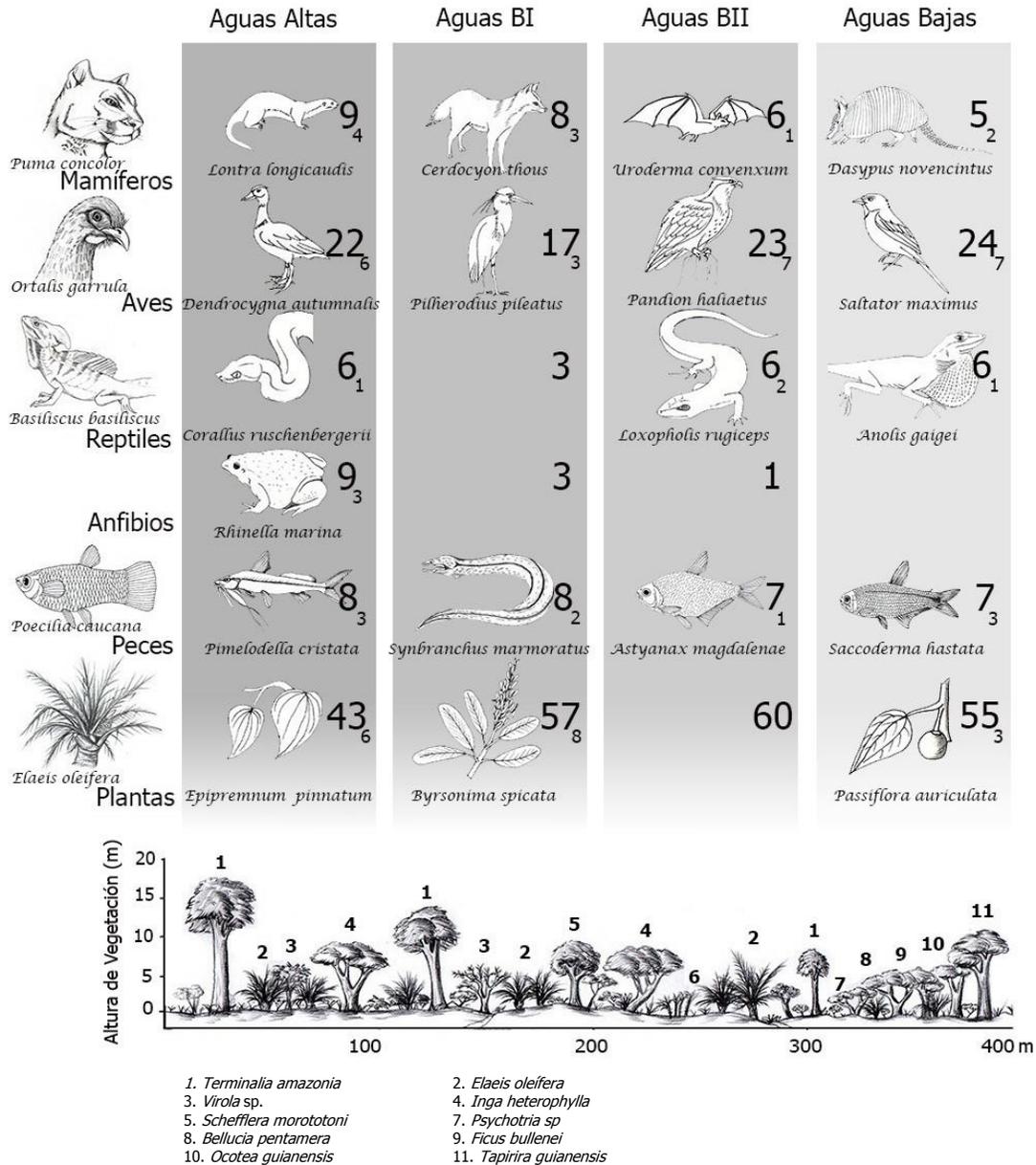


Figura 16. Variación de la biodiversidad en la transición Zapal-Caño. El número grande indica la riqueza total de especies de ese grupo en la temporada. Se ilustran algunas especies que fueron registros ocasionales en cada una de las temporadas de estudio (subíndice: total ocasionales por grupo en cada temporada). Los espacios vacíos indican que no hubo especies ocasionales para esa temporada. En representación de cada grupo faunístico en la margen izquierda se ilustra una especie característica de la transición, presente durante todas las temporadas. El perfil muestra la vegetación típica de la transición entre los dos macrohábitats, los primeros 200 m corresponden a Zapal y los restantes a Caño.



El número de especies de peces fue similar en las temporadas de estudio, posiblemente a la poca variación que presentó el nivel del agua de este macrohábitat. Para las tres primeras temporadas (aguas altas, bajando I y bajando II) *Astyanax fasciatus* fue la más abundante y en aguas bajas fue *Saccoderma hastata*. *Rhamdia guatemalensis* estuvo presente en todas las temporadas. Se encontraron de manera ocasional los peces *Triportheus magdalenae*, *Pimelodella cristata* en aguas altas; *Cyphocharax magdalenae* en aguas bajando I y *Nanocheiroduon insignis* en aguas bajas. Las especies dulce acuícolas antes mencionadas no presenta algún tipo de amenaza para Colombia (Mojica, Usma, Álvarez-León, & Lasso, 2012).

La riqueza de reptiles se mantuvo relativamente constante, con una ligera disminución en aguas bajando I; los anfibios por el contrario mostraron mayor variación, alta riqueza en aguas altas, una drástica disminución en aguas bajando y ausencia de registros en aguas bajas. Las especies de ranas mostraron abundancias discretas y ninguna estuvo presente durante todas las temporadas; *Pseudopaludicola pusilla* y *Rhinella humboldti* fueron las especies más escasas con un solo individuo en aguas bajando II. *Basiliscus basiliscus* fue la especie de reptil más abundante y junto con *Tupinambis teguixin* estuvieron presentes en todas las temporadas. Las especies menos representativas fueron la lagartija *Loxopholis rugiceps* y las serpientes *Corallus ruschenbergerii* y *Oxybelis fulgidus*, de las cuales solo se observó un individuo en una única temporada.

En esta transición de macrohábitats aguas bajando I fue la temporada de menor riqueza de aves y aguas bajas presentó el mayor número de especies. Entre aguas altas y bajando II sólo hubo una especie de diferencia. *Dendrocygna autumnalis*, *Ortalis garrula* y *Psarocolius decumanus* fueron las especies más representativas en las aguas altas, *Aramides cajaneus*, *Ortalis garula* y *Setophaga petechia* en aguas bajando I, *Egretta thula* y *Tyrannus melancholicus* en aguas bajando II y *Eupsittula pertinax*, *Tyrannus dominicensis* y *Tyrannus melancholicus* en aguas bajas.

Se registraron las siguientes especies migratorias: *Pandion haliaetus*, *Protonotaria citrea*, *Setophaga petechia*, *Tyrannus dominicensis* y *Tyrannus savana*. En esta transición también se registró *Dendrocygna autumnalis*, que tienen alto valor cinegético y *Ortalis garrula* que es endémica.

La mayor riqueza de mamíferos se alcanzó en aguas altas y se presentó una disminución gradual en las otras temporadas. Esta transición presentó la mayor riqueza de este grupo con relación a toda el área de estudio. Además, se observaron especies ocasionales que no se encontraron en ninguna otra de las transiciones, *Leopardus pardalis* y *Dasyprocta punctata* en aguas altas, *Lonchophylla* sp., en aguas bajando I, *Puma concolor* en aguas bajando II y *Lophostoma* sp., en aguas bajas. *Carollia perpicillata* y *Procyon cancrivorus* se registraron durante todas las temporadas y fueron las más abundantes, la primera es una especie de murciélago tolerante a ecosistemas perturbados, pero que cumple una función



ecológica importante ayudando a la reproducción de plantas mediante la dispersión de semillas.

Zapal-Río

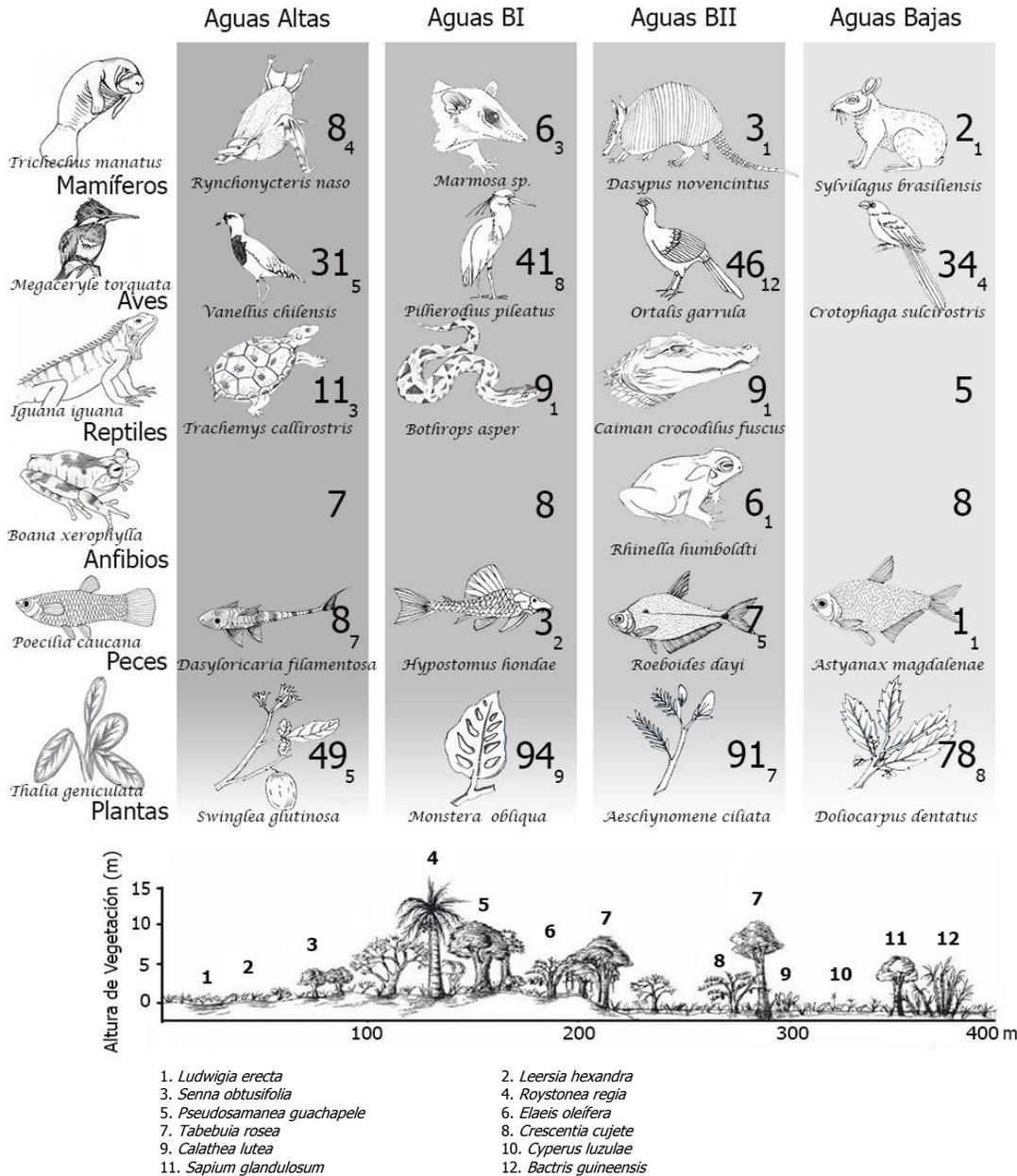


Figura 17. Variación de la biodiversidad en la transición Zapal-Río. El número grande indica la riqueza total de especies de ese grupo en la temporada. Se ilustran algunas especies que fueron registros ocasionales en cada una de las temporadas de estudio (subíndice: total ocasionales por grupo en cada temporada). Los espacios vacíos indican que no hubo especies ocasionales para esa temporada. En representación de cada grupo faunístico en la margen derecha se ilustra una especie característica de la transición, presente durante todas las temporadas. El perfil muestra la vegetación típica de la transición entre los dos macrohábitats, los primeros 200 m corresponden a Zapal y los restantes a Río.



La riqueza de especies presentó notoria variación temporal, y fue notable la disminución en el número de especie para aguas bajando I y aguas Bajas. Las especies más abundantes fueron: *Poecilia caucana*, *Argopleura magdalenensis* registrada en la temporada de aguas bajando II y *Astyanax magdalenae* que fue la única recolectada en la temporada aguas bajas. Como especies ocasionales se identificaron: *Ctenolucius hujeta*, *Trychogaster pectoralis*, *Pimelodella reyesi*, *Hyphessobrycon inconstans* para aguas altas; *Hypostomus honda* en aguas bajando I; *Roeboides dayi*, *Rhamdia guatemalensis*, *Sturisoma panamense*, *Pimelodus blochii* en la temporada bajando II, estos peces no tienen grado de amenaza alguna para Colombia (Mojica, Usma, Álvarez-León, & Lasso, 2012).

En los anfibios se observó muy poca variación temporal en el número de especies y la riqueza de reptiles presentó una tendencia a disminuir levemente desde la temporada de aguas altas hasta la temporada de aguas bajas. La rana *Leptodactylus fuscus* mostró una abundancia marcadamente alta en la temporada aguas arriba; esta especie y otras como *Dendropsophus microcephalus*, *Boana xerophila*, *Leptodactylus insularum* y *Rhinella marina* se observaron de manera permanente en esta transición. *Scinax ruber*, *Pseudis paradoxa* y *Boana pugnax* fueron especies ocasionales con un individuo reportado en una sola temporada. Las especies de lagartijas más abundantes fueron *Ameiva ameiva* y *Gonatodes albogularis*; éstas especies junto con *Iguana iguana* se encontraron en todas las temporadas. En esta transición se registraron seis de las 15 especies de serpientes encontradas en todo el estudio; también es importante resaltar la presencia de especies de interés económico como *Caiman crocodylus*, *Trachemys callirostris* y *Tupinambis teguixin*.

La riqueza más baja de aves se registra en las temporadas de aguas altas y bajas, mientras que bajando I y II presentaron mayores riquezas. *Cathartes burrovianus*, *Coragyps atratus* y *Eupsittula pertinax* fueron las especies dominantes para aguas altas; *Cathartes burrovianus*, *Hirundo rustica* y *Phalacrocorax brasilianus* para las aguas bajando I; en aguas bajando II, no hubo dominancia por ninguna de las especies registradas; sin embargo, resaltan *Forpus conspicillatus*, *Protonotaria citrea* y *Setophaga petechia*, y en aguas bajas, *Cathartes aura* fue la especie destacada. Las aves migratorias registradas fueron: *Hirundo rustica*, *Icterus gálbula*, *Parkesia noveboracensis*, *Protonotaria citrea*, *Setophaga fusca*, *Setophaga petechia*, *Setophaga striata*, *Tyrannus tyrannus* y *Vireo olivaceus*. De alto valor cinegético se observó a *Dendrocygna autumnalis*, En peligro se encontró a *Chauna chavaria* y como especie endémica, *Ortalis garrula*.

El mayor número de especies de mamíferos se presentó en aguas altas, seguido de aguas bajando I, en aguas bajando II la riqueza se redujo a la mitad y disminuyó aún más en aguas bajas. *Alouatta seniculus* fue la especie más abundante seguida de *Saccopteryx bilineata*, *Didelphis marsupialis*. En aguas altas se resalta la presencia de *Trichechus manatus*, especie considerada vulnerable según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza



(UICN), en la temporada de aguas bajando II se encontró *Dasypus novemcinctus*, especie con fuertes presiones de caza.

Zapal-Aislado

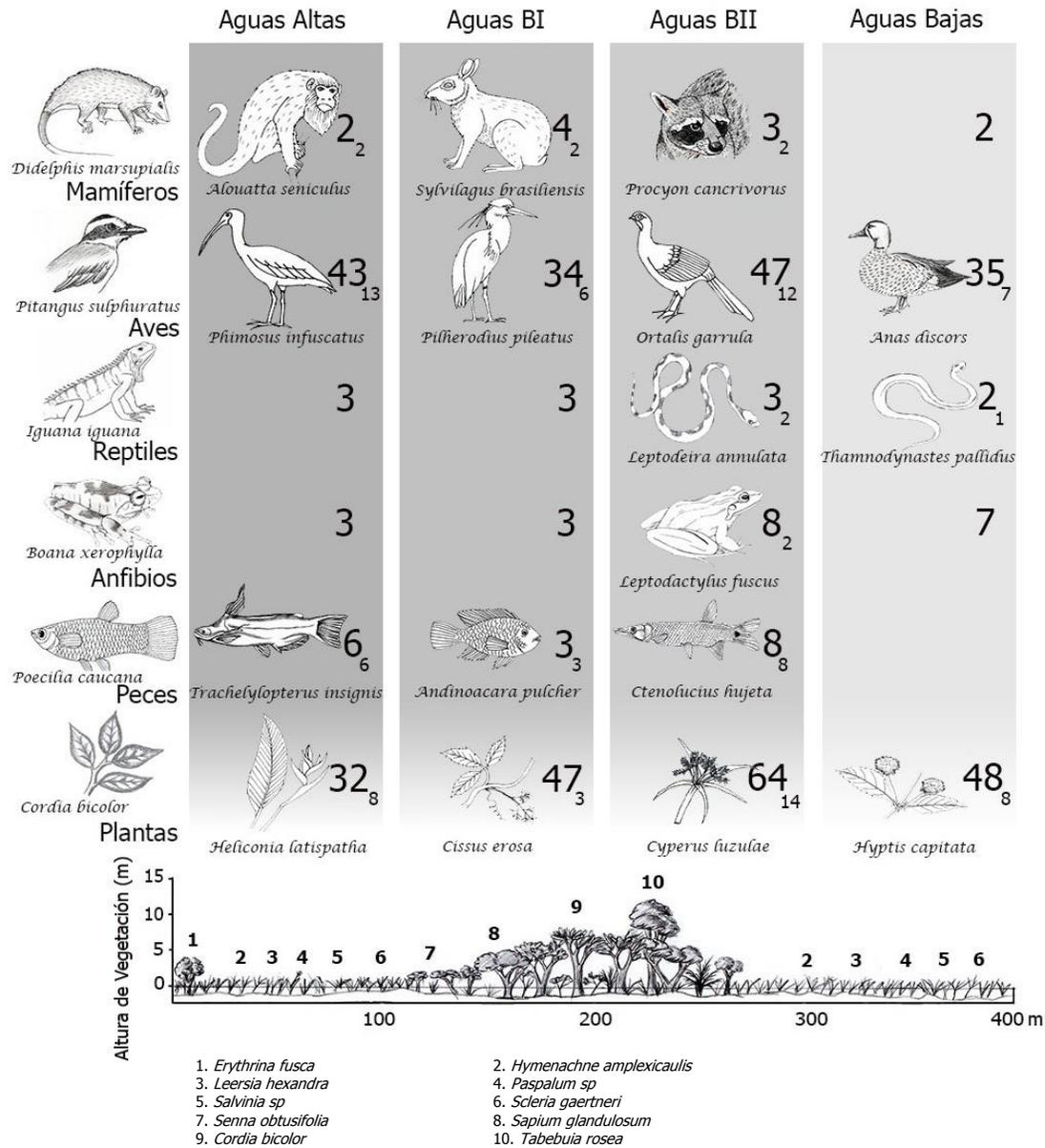


Figura 18. Variación de la biodiversidad en la transición Zapal Aislado. El número grande indica la riqueza total de especies de ese grupo en la temporada. Se ilustran algunas especies que fueron registros ocasionales en cada una de las temporadas de estudio (subíndice: total ocasionales por grupo en cada temporada). Los espacios vacíos indican que no hubo especies ocasionales para esa temporada. En representación de cada grupo faunístico en la margen izquierda se ilustra una especie característica de la transición, presente durante todas las temporadas. El perfil muestra la vegetación típica del Zapal (zona de vegetación arbustiva y árboles) y la vegetación continua.



La riqueza de peces en esta transición varió de forma notable en las cuatro temporadas, la mayor riqueza se presentó en aguas bajando II. *Astyanax fasciatus*, *Astyanax magdalenae* y *Poecilia caucana* fueron especies dominantes y *Ctenolucius hujeta*, *Roebooides dayi* (en temporada de aguas altas), *Trychogaster pectoralis* (altas y Bajando I); *Saccoderma hastata*, *Trachelyopterus insignis* (Bajando II) se destacaron como ocasionales y *Trichogaster pectoralis* como introducida e invasora para el país (Gracia, Medellín-Mora, Gil-Agudelo, & Puentes, 2011).

Dendropsophus microcephalus fue la especie de anfibio más abundante y estuvo presente en todas las temporadas; *Boana xerophila* también se observó de manera permanente. Dentro de los reptiles se destacó *Iguana iguana* como la especie más abundante y presente en la mayoría de las temporadas. Especies de ranas como *Leptodactylus fuscus* y *Scinax ruber* se encontraron de manera ocasional, con un solo individuo en temporada de aguas bajando II; de manera similar ocurrió con lagartos como *Basiliscus basiliscus* y la serpiente *Leptodeira annulata*, que solo se observaron durante aguas altas y aguas bajando respectivamente.

El Zapal Aislado presenta cierta variación en la riqueza de especies respecto a las temporadas, en las cuales el mayor contraste se presente entre las aguas bajando I y bajando II con 13 especies de diferencia. La riqueza fue similar en las aguas bajas y bajando I. *Ardea alba* fue una especie dominante en aguas bajando II y aguas bajas, *Mycteria americana* también lo fue en aguas bajando II, *Columbina talpacoti* fue la única especie dominante para la temporada de aguas bajando I, y en aguas bajas se destacaron *Spatula discors*, *Ardea alba*, *Hirundo rustica* y *Phalacrocorax brasilianus*.

Dentro de las aves migratorias se encontraron: *Anas discors*, *Contopus virens*, *Hirundo rustica*, *Icterus gálbula*, *Petrochelidon pyrrhonota*, *Setophaga petechia* y *Tyrannus savana*. *Chauna chavaria* es la especie amenazada En peligro. *Dendrocygna autumnalis*, *Anas discors* tienen alto valor cinegético y como especie endémica se registró a *Ortalis garrula*.

En la temporada de aguas altas el transecto en esta transición se encontraba sumergido, por lo que solo se registraron especie de mamíferos arborícolas, como *Alouatta seniulus* y *Notosciurus granatensis*, la siguientes tres temporadas fue constante la presencia de *Didelphis marsupialis*. En aguas bajando I se presentó el mayor número de especies, en general las variaciones entre temporadas fueron mínimas. *Procyon cancrivorus* y *Didelphis marsupialis* fueron las especies más abundantes, ésta última se registró de forma permanente y *Sylvilagus brasiliensis* de manera ocasional.



Zapal-Búfalo

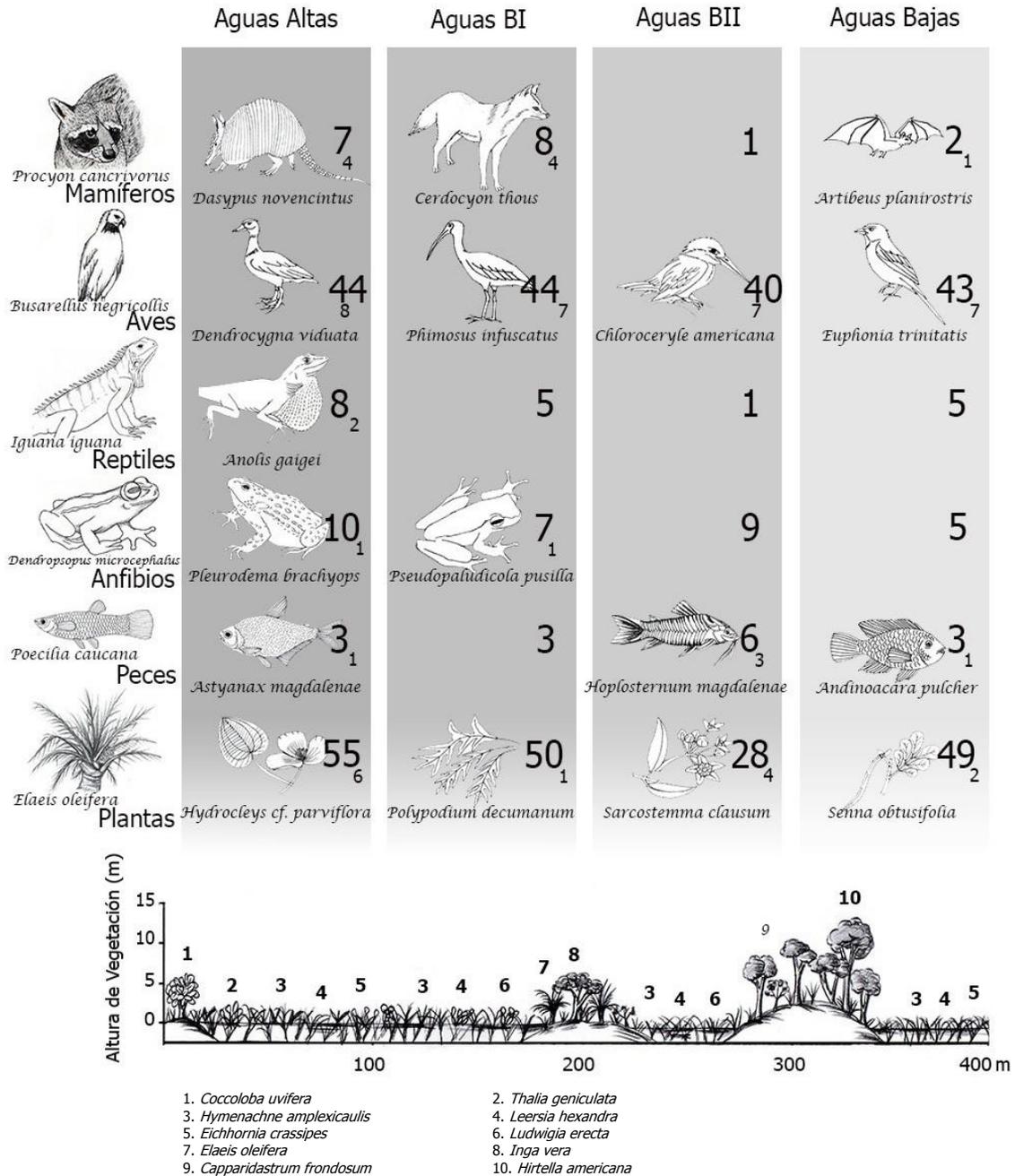


Figura 19. Variación de la biodiversidad en la transición Zapal-Búfalo. El número grande indica la riqueza total de especies de ese grupo en la temporada. Se ilustran algunas especies que fueron registros ocasionales en cada una de las temporadas de estudio (subíndice: total ocasionales por grupo en cada temporada). Los espacios vacíos indican que no hubo especies ocasionales para esa temporada. En representación de cada grupo faunístico en la margen izquierda se ilustra una especie característica de la transición, presente durante todas las temporadas. El perfil muestra en los primeros 200 m la vegetación típica de la zona de búfalos y en los siguientes 200 m el área de Zapal.



La riqueza de peces fue estable para tres temporadas, altas, bajando I y secas, con un marcado aumento en la temporada de aguas bajando II. *Poecilia caucana* presentó la mayor abundancia en todas las temporadas, con un marcado aumento en la temporada de aguas bajas. *Astyanax fasciatus*, *Hoplosternum magdalenae*, *Eigenmannia virescens* solo se observaron en una temporada, aguas bajando II y aguas bajas respectivamente.

En la temporada de aguas altas se observó la mayor riqueza de anfibios, con una disminución en las demás temporadas; los reptiles mostraron una tendencia similar, excepto por una notoria disminución en la temporada de aguas bajando II. Las especies de ranas más abundantes fueron *Pseudis paradoxa* y *Dendropsophus microcephalus*. En esta transición se observó una alta permanencia de las especies de ranas a lo largo del período de estudio; algunas como *Boana xerophyla*, *Dendropsophus microcephalus*, *Engystomops pustulosus* y la especie invasora *Rhinella marina*, se encontraron en todas las temporadas; por el contrario, de *Pleurodema brachyops* se observó solamente un individuo en aguas arriba. La lagartija *Anolis auratus* e *Iguana iguana* mostraron la mayor abundancia en esta transición y ésta última fue la única especie de reptil registrada en todas las temporadas.

Esta fue una de las transiciones de menor variación de aves entre temporadas. En las aguas altas y bajando I se registró igual número de especies y una más que en aguas bajas. Aguas bajando II presenta cuatro especies de diferencia respecto a las temporadas de mayor riqueza. En aguas altas, las aves *Columbina talpacoti*, *Bubulcus ibis*, *Molothrus bonarensis*, *Jacana jacana* y *Ardea alba*, fueron las especies dominantes; en aguas bajando I lo fueron: *Egretta thula*, *Nyctanassa violacea* y *Ortalis garrula*; *Jacana jacana* fue la más representativa en Aguas bajando II y en aguas bajas, no se registraron especies dominantes.

Se identificaron las siguientes aves migratorias: *Pandion haliaetus*, *Protonotaria citrea*, *Setophaga petechia*, *Tyrannus dominicensis*, *Tyrannus savana* y *Vireo olivaceus*. De alto valor cinegético se registró a: *Dendrocygna autumnalis* y *D. viduata*. Amenazada En peligro: *Chauna chavaria* y como endémica: *Ortalis garrula*.

La mayor riqueza de mamíferos se encontró en aguas bajando I, seguido de aguas altas en la que se registró *Noctilio albiventris*, que la especie más abundante de la transición, se encontraron refugios de estos que por lo general son en arboles con oquedades cerca de fuentes agua. Entre la temporada de aguas bajando I y las dos siguientes (aguas bajando II y aguas bajas), la disminución en el número de especies fue drástico. *Procyon cancrivorus* fue una especie permanente, el mayor número de individuos se registró en aguas bajando II. *Noctilio albiventris*, *Procyon cancrivorus* fueron las especies más abundantes, ésta última fue permanente y *Sturnira lilium*, *Uroderma convexum* se registraron de forma ocasional.



Zapal-Cultivos

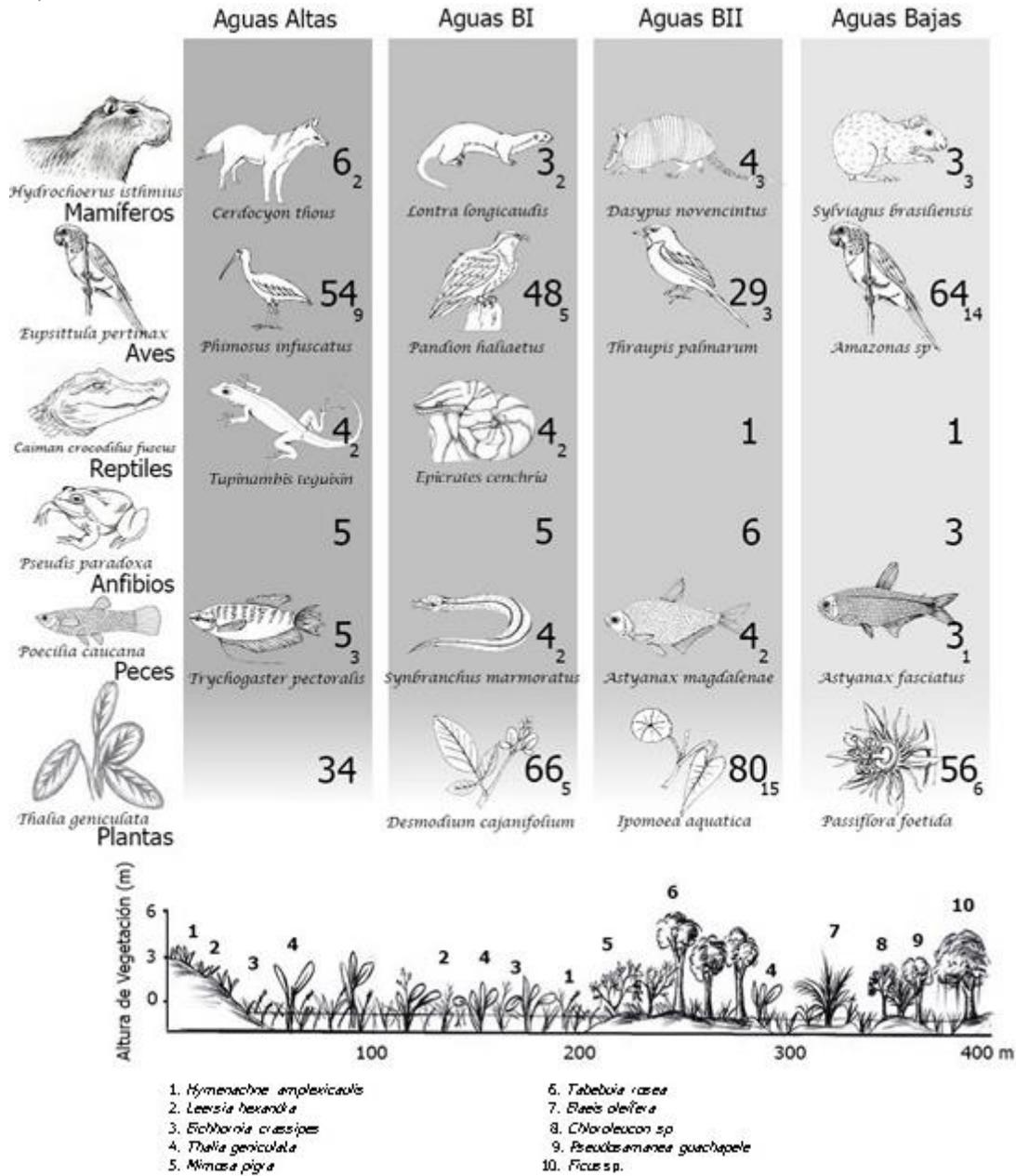


Figura 20. Variación de la biodiversidad en la transición Zapal-Cultivos. El número grande indica la riqueza total de especies de ese grupo en la temporada. Se ilustran algunas especies que fueron registros ocasionales en cada una de las temporadas de estudio (subíndice: total ocasionales por grupo en cada temporada). Los espacios vacíos indican que no hubo especies ocasionales para esa temporada. En representación de cada grupo faunístico en la margen izquierda se ilustra una especie característica de la transición, presente durante todas las temporadas. El perfil muestra la vegetación natural típica en zonas de cultivo en los primeros 200 m y posteriormente la zona de zapal.

La riqueza de peces presentó tendencia a la disminución de la temporada de aguas alta a aguas bajas. *Cyphocharax magdalenae* (aguas altas) y *Poecilia caucana* en todas las temporadas fueron la especie más abundantes. En contraste *Synbranchus marmoratus*,



Hoplosternum magdalenae y *Astyanax magdalenae* que fueron observadas en dos temporadas.

Se observó muy poca variación en la riqueza de anfibios entre temporadas; por el contrario la riqueza de reptiles fue notoriamente más baja en aguas bajando II y aguas bajas, con relación a las otras dos temporadas. Las ranas *Pseudis paradoxa* y *Scartyla vigilans* fueron las especies más abundantes y estuvieron presentes en todas las temporadas; mientras que de *Pseudopaludicola pusilla* y *Scinax ruber*, solo se observó un individuo en una temporada. En general las especies de reptiles registradas en esta transición fueron poco abundantes y estuvieron presentes solo en una temporada; excepto *Caiman crocodylus* que además de ser la especie más abundante en esta transición, fue la única que se observó de manera permanente.

En esta transición se observó la mayor variación temporal en la riqueza de aves en comparación con los demás macrohabitats estudiados. La temporada de aguas bajando II fue la de menor riqueza y la más contrastante (35 especies de diferencia) respecto a aguas bajas que es la de mayor riqueza. Aguas altas y bajando I presentaron una riqueza similar. En aguas bajas, las especies dominante fueron *Molothrus bonarensis*, *Bubulcus ibis* y *Ardea alba*; en aguas bajando I: *Brotogeris jugularis*, *Crotophaga sulcirostris* y *Setophaga petechia*. En aguas bajas, nuevamente aparece *Ardea alba* como una de las más dominante junto con *Dendrocygna autumnalis*, *Egretta thula* y *Jacana jacana*. Dentro de las aves migratorias se encontraron: *Chauna chavaria*, *Hirundo rustica*, *Icterus gálbula*, *Icterus spurius*, *Porphyrio martinica*, *Protonotaria citrea* y *Setophaga petechia*. De alto valor cinegético: *Eudocimus albus*.

La mayor riqueza de mamíferos se alcanzó en aguas altas. Se destacó la presencia de *Hydrochoerus isthmus*, especie con fuertes presiones de caza. Para aguas altas y aguas bajando I se registró *Lontra longicaudis*, importante en la regulación de peces en estos ecosistemas. Las especies abundantes fueron *Procyon cancrivorus* y *Molossus molossus*.



Zapal-Potrero

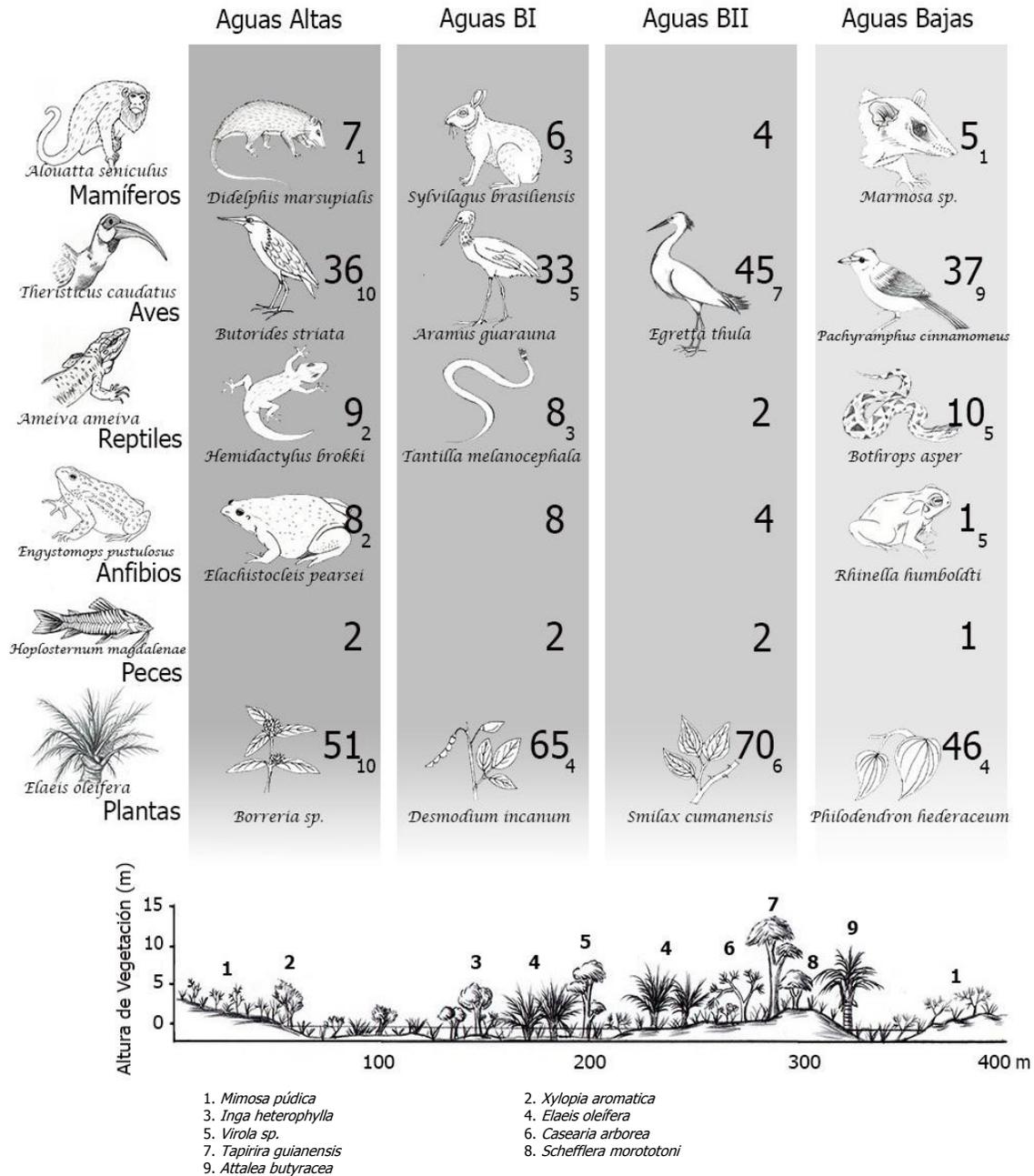


Figura 21. Variación de la biodiversidad en la transición Zapal-Potrero. El número grande indica la riqueza total de especies de ese grupo en la temporada. Se ilustran algunas especies que fueron registros ocasionales en cada una de las temporadas de estudio (subíndice: total ocasionales por grupo en cada temporada). Los espacios vacíos indican que no hubo especies ocasionales para esa temporada. En representación de cada grupo faunístico en la margen izquierda se ilustra una especie característica de la transición, presente durante todas las temporadas. El perfil muestra la vegetación típica el Zapal (zona de vegetación arbustiva y arbórea) inmerso en una matriz de potrero.



La riqueza de peces esta transición fue baja. Las especies dominantes fueron *Poecilia caucana* y *Hoplosternum magdalenae*, que se encontraron en tres de las temporadas. En aguas bajas, por no se registraron especies de este grupo. *Hoplosternum magdalenae* figura como especie de amplia distribución, sin amenazas ni valor económico en la zona.

En aguas altas y aguas bajando I se obtuvo un mayor número de especies de anfibios con respecto a las otras dos temporadas; los reptiles por su parte mostraron una alta riqueza en casi todas las temporadas, excepto en aguas bajando II donde se observa una drástica disminución en la riqueza de especies de este grupo. *Scartyla vigilans* fue la especie de rana más abundante en esta transición y junto con *Rhinella marina* se encontraron en todas las temporadas, mientras que *Rhinella humboldti*, *Pleurodema brachiops* y *Scinax ruber* solo se observaron en una temporada. De los reptiles, la lagartija *Cnemidophorus lemniscatus* fue la especie más abundante, principalmente en aguas altas, y junto con *Ameiva festiva* estuvo presente en todas las temporadas. En esta transición, aunque en bajo número, se encontraron siete de las 15 especies de serpientes registradas para toda el área de estudio.

En la temporada de aguas bajando II se presentó la mayor riqueza de aves, aguas bajas y aguas altas presentaron riquezas muy similares y aguas bajando I fue la de menor riqueza. Las especies dominantes en aguas altas fueron: *Brotogeris jugularis* y *Eupsittula pertinax*; en aguas bajando I, *Eupsittula pertinax*, *Egretta thula*, *Thraupis episcopus* y *Colinus cristatus*. En aguas bajando II, *Ortalis garrula*, *Theristicus caudatus* y *Brotogeris jugularis* y para la temporada de aguas bajas, las más dominantes fueron *Patagioenas cayennensis*, *Theristicus caudatus* y *Ortalis garrula*. Se registraron las siguientes especies migratorias: *Chordeiles minor*, *Icterus gálbula*, *Pandion haliaetus*, *Protonotaria citrea*, *Setophaga petechia* y *Tyrannus savana*. De alto valor cinegético: *Dendrocygna autumnalis*, En peligro: *Chauna chavaria* y endémica la *Ortalis garrula*.

En aguas altas se registró el mayor número de mamíferos. *Alouatta seniculus*, fue la especie más abundante, con presencia en todas las temporadas. En aguas altas y bajas se registró a *Desmodus rotundus*, especie hematófaga común cerca a zonas de pastoreo de ganado. *Alouatta seniculus*, *Carollia perspicillata* son especies abundantes, la primera también permanente y *Saccopteryx leptura* se registró de forma ocasional.



Ciénaga-Arroz

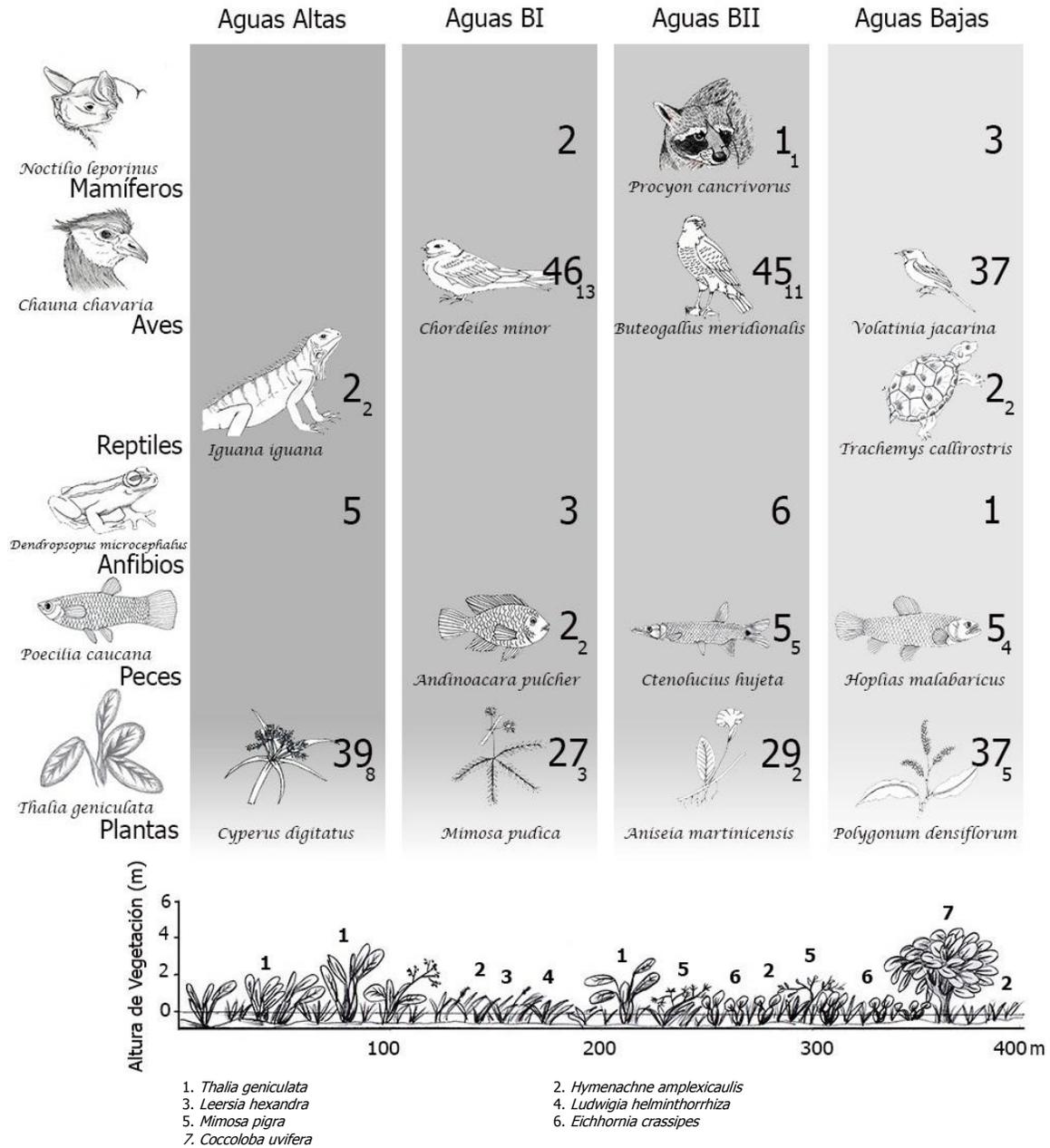


Figura 22. Variación de la biodiversidad en la transición Ciénaga-Arroz. El número grande indica la riqueza total de especies de ese grupo en la temporada. Se ilustran algunas especies que fueron registros ocasionales en cada una de las temporadas de estudio (subíndice: total ocasionales por grupo en cada temporada). Los espacios vacíos indican que no hubo especies ocasionales para esa temporada. En representación de cada grupo faunístico en la margen izquierda se ilustra una especie característica de la transición, presente durante todas las temporadas, para el caso de reptiles no presentó ninguna especie permanente. El perfil muestra la vegetación típica de Ciénaga donde las comunidades tradicionalmente implementan cultivos.



En esta transición se observó una notoria variación temporal en la riqueza de peces, con leve tendencia a aumentar de la época de aguas bajando I a aguas bajas. *Astyanax fasciatus* fue la especie más abundante aunque estuvo presente solo en aguas bajando II y aguas bajas. *Andinoacara pulcher*, *Ctenolucius hujeta* y *Hoplias malabaricus*, tuvieron registros únicos en una temporada.

En cuanto a herpetofauna, se observó una notoria variación temporal en la riqueza de especies; la mayor riqueza de anfibios se obtuvo en aguas bajando I y la menor en aguas bajas. En el caso de los reptiles, no hubo registro para las temporadas aguas bajando I y II. *Pseudis paradoxa* fue la especie de anfibio más abundante. Los reptiles se encontraron en muy bajo número, siendo *Iguana iguana* la más abundante con tres individuos encontrados solo en la temporada de aguas altas. La rana *Dendropsophus microcephalus* fue la única especie de herpetofauna que se encontró durante todas las temporadas. Es importante resaltar que reptiles de importancia económica como *Trachemys callirostris* y *Caiman crocodylus*, se observaron en muy baja cantidad y solamente durante la temporada de aguas bajas.

La mayor riqueza de aves se presentó en aguas bajando I y II. *Egretta thula* y *Mycteria americana* fueron las especies dominantes en aguas bajando I; *Egretta thula* nuevamente se presentó como dominante acompañada de *Gelochiledon nilotica* en aguas bajando II; en aguas bajas *Eupsittula pertinax* y *Molothrus bonarensis* fueron las mejor representadas. Se destacó la presencia de las siguientes aves migratorias: *Coccyzus americanus*, *Actitis macularius*, *Gelochiledon nilotica*, *Icterus gálbula*, *Protonotaria citrea* y *Setophaga petechiapor*. Así como, *Dendrocygna autumnalis*, propia de humedales y con alto valor cinegético pero sin dominancia en el área de estudio. También se registró a *Chauna chavaria*, amenazada En Peligro.

Es la transición de menor riqueza de mamíferos. *Noctilio leporinus*, se destacó como único registro en la aguas bajando I y en todo el estudio, es una murciélago dependiente de ecosistemas hídricos, en su dieta incluye peces pequeños e insectos acuáticos actuando como controlador natural de estas poblaciones. En las temporadas de aguas bajando II y aguas bajas, se observaron especies como *Procyon cancrivorus* y *Cerdocyon thous*, los cuales son carnívoros y realizan actividades de forrajeo cerca de espejos de aguas donde encuentran caracoles y congresos que hacen parte de dieta, *Procyon cancrivorus* fue la especie más abundante.



Conclusiones

La dinámica del agua, que corresponde a las fluctuaciones del nivel no genera cambios drásticos al sistema para la biodiversidad asociada, en los grupos estudiados. La variación se observó en las hierbas acuáticas que modifican las abundancias con el cambio del nivel de agua, la fauna presenta menos variación debido a que los niveles del agua se evidencian en áreas pequeñas a nivel paisajístico, lo cual no afecta a las poblaciones de animales, estos están adaptados al sistema, porque la oferta de hábitat solo los desplaza localmente.

A nivel de macrohábitats, el Zapal y en sus transiciones con Caño y Río presentan la mayor complejidad en la estructura de la vegetación, son los menos influenciados en su composición por las variaciones del agua en el sistema, esto debido a que presentan especies de hábitos arbóreo y arbustivo que son permanentes.

Las ciénagas, junto con las transiciones a sistemas intervenidos muestran similitud en las variaciones de flora y fauna en las diferentes temporadas, posiblemente debido a que las actividades rotacionales agropecuarias se parecen a las dinámicas cíclicas de estos humedales naturales.

Los resultados del comportamiento de la biodiversidad en transiciones de los macrohábitats ofrecen una visión novedosa que requiere ampliarse para el entendimiento del efecto de borde en sistemas acuáticos continentales.



Caracterización de la dinámica espacial

Juan Carlos Linares Árias, Merly Yenedith Carrillo Fajardo, Carlos Mario González Charrasquiell, Lesly Elees Vergara Doria, Ángela María Ortega León, Rosalba Ruiz Vega, Jesús Ballesteros Correa, Martha Judith Mogollón Arismendi, Jean David Varilla González, Luz Angélica Cuadrado Argel, María Carolina Prioló Espitia, Yalile López Mebarak, Argemiro Vargas Pérez (Ilustrador), Jairo Andrés Martínez, Renzo Hernández, Luis Eduardo Charrasquiell, Mauricio Plaza, Liceth Lastre Solís, Yineth Buitrago, Antony Tuberquia, Jorge Enrique Torres, Grazia Patricia Pérez, Juan Pablo Chica Vargas

La variación espacial de la biodiversidad en la transición de ecosistemas acuáticos a terrestres configura un particular y muy extenso paisaje común en el Caribe Colombiano. El gradiente en la modificación de microhábitats, por el cambio de las condiciones donde el agua en sistemas lenticos y loticos dominan los procesos biológicos y pone de manifiesto un particular acomodamiento de la naturaleza.

En estas condiciones particulares los humedales se convierten en áreas estratégicas para el desarrollo de la biodiversidad (Castellanos, 2006). La comunidad vegetal es la base de la red trófica, en este límite entre tierra con cobertura vegetal predominantemente hidrofítica y aquella con cobertura mesofítica. Esta regula los procesos de nutrientes, captura de carbono, y la regulación hídrica a lo largo del año modelando el paisaje (Klinger, Ramírez, & Vargas, 2013; Melo & Vargas, 2003)

Dentro de estos humedales, las ciénagas que son pulsantes, con las lluvias el espejo de agua se ensancha y coloniza áreas que en la última época seca había cedido a una dinámica terrestre del mismo ecosistema generan una variación espacial de la biodiversidad en esta franja de cambio continuo (Ballesteros & Linares, 2015).

Los humedales son reconocidos por su carácter de interfaz entre sistemas terrestres y acuáticos (Cowardin, Carter, Golet, & LaRoe, 1979), es la transición entre un suelo predominantemente hídrico e hidromórfico con las áreas de suelo aireado donde el nivel freático no alcanza la superficie todo el año.

En esta condición de transición y en periódico cambio de condiciones, la vegetación se ha distribuido con adaptaciones específicas en sus dinámicas de reproducción, crecimiento y colonización, cambia la estructura y complejidad de microhábitats generando una oferta de recursos para soportar la dinámica de los grupos funcionales adaptados a esta estacionalidad. (Junk, Bayley, & Sparks, 1989).

Entre estos grupos, las aves sobresalen por su visibilidad, gran movilidad y dinámica de migraciones locales y globales, ya que pueden hacer uso de estos ambientes (Naranjo, 1998; Andrade, 1991; Benítez-Castañeda, 2001). Son aportadores de materia orgánica



(aproximadamente el 30% de la energía consumida por las aves se libera al ambiente como desechos), contribuyendo en el equilibrio trófico y modificando el ambiente circundante (Spindler & Kessel, 1977; Murphy, Kessel, & Vining, 1984; Martínez, 1993).

Por la transición entre coberturas vegetales disimiles y gran oferta de recursos los mamíferos constituyen también un grupo importante desde el punto de vista ecológico cumpliendo roles funcionales en la dinámica de este ecosistemas por su gran movilidad (Lobova, Kulen, Geiselman, & Mori, 2009; Carpenter, y otros, 2009), actuando como herbívoros, carnívoros controlando poblaciones, además como dispersores de semillas y como polinizadores de una amplia variedad de plantas (Fleming, 1988; Brosset, Charles-Dominique, Cockle, Cosson, & Masson, 1996; Korine & Kalko, 2005; Aguirre & Barquez, 2013). Los murciélagos, por su diversidad trófica, cumplen papel importante en los humedales, al igual que pequeños roedores, marsupiales y pequeños carnívoros; esas tierras de diversidad de paisaje son absolutamente indispensables en las rutas de migración y tránsito de grandes carnívoros.

Se entiende esta dinámica acuática en transición con condiciones terrestres como las áreas más propicias para el desarrollo del grupo de los anfibios y reptiles ya que usan estas particulares condiciones ambientales, con agua permanente, en sus ciclos reproductivos y como hábitats permanentes, tanto que son, junto con los peces, los grupos que más caracterizan este ecosistema y las poblaciones humanas los reconocen como los hábitats propios de ellos. Los anfibios y reptiles se convierten en excelentes modelos para entender el efecto de los cambios en el ambiente sobre la riqueza de especies; sin embargo en ecosistemas acuáticos son principalmente los anfibios quienes se consideran excelentes indicadores de la calidad del ambiente (Simon, Puky, Braun, & Tóthmérés, 2011). Además, en ecosistemas lénticos, se reconoce que los renacuajos tienen un efecto significativo sobre la estructura y aporte de biomasa de las comunidades de algas y de perifiton (Wells, 1987). También participan de la provisión de servicios de soporte, ya que ellos pueden afectar la estructura del ecosistema por medio de la excavación del suelo e incrementan la dinámica de sedimentos en los cuerpos de agua por bioturbación (Galindo-Urbe & Hoyos-Hoyos, 2007; Hocking & Babbitt, 2014; A.M., C.A., A., & R.J., 2015). Por el uso, relación, tamaño de poblaciones y frecuencia de observación los quelonios y crocodilios son referidos por los pobladores, quienes son conocedores de sus zonas de reproducción, también se constituyen en los grupos vulnerables o amenazados por el continuo aprovechamiento como recurso y por la sensibilidad que tienen a las alteraciones del ambiente.

Los peces en los humedales aportan buena parte de la gran riqueza de más de 1400 especies dulceacuícola para Colombia (Mojica, Usma, Álvarez-León, & Lasso, 2012) y son el recurso que ha establecido la relación de cultura alrededor de los humedales, por la múltiple variación espacial y temporal de microhábitats, este grupo está constituido por especies con diversas estrategias de adaptación. Esto resulta en muchas especies de aprovechamiento como alimento para las poblaciones humana, también de pequeñas especies que cumplen servicios ecosistémicos fundamentales para los humedales.



Las caracterizaciones ecológicas en los ecosistemas, han hecho un análisis discreto de los ecosistemas terrestres diferenciándolos de los acuáticos, reconociendo el medio acuático como particular y contrastante con el ecosistema terrestre, pero la variación que se da en la transición, como una frontera que separa, es necesario comenzar a entenderla como la unión de dos ambientes naturales que ofrece un particular orden de la naturaleza con una oferta de servicios ecológicos muy dinámica y rica.

Metodología

Área de estudio

La selección de los humedales se estableció teniendo como criterio la existencia de un gradiente entre ambientes acuáticos y terrestres. Se eligieron los siguientes macrohábitats:

En San Marcos, Sucre:

- Arroyo (Quebrada Aguaspietas- sector finca El Jardín, Las Flores):
- Ciénaga (Ciénaga Las Flores - sector Los Piloncillos, Las Flores)
- Río (Río San Jorge - sector finca de Rafael Oviedo, “el Mono”, El Torno)

En Ayapel, Córdoba:

- Caño (Caño Rabón – sector vía La Sierpe - Chinchorro, Chinchorro)
- Zapal (Zapales de los Beltrán, Chinchorro)

Se realizó la zonificación de cada macrohábitat según Pinilla (2000) y Jaramillo *et al.* (2015):

- Ciénaga: Limnética, Litoral, Ribera, Bosque inundable drenado
- Zapal: Espejo de agua, Bosque inundable saturado y Bosque inundable drenado.
- Arroyo: Canal, Riparia, Herbazal inundado, Bosque inundado.
- Río: Canal, Orilla y Riparia.
- Caño: Canal y Riparia

Caracterización físico biótica de los Macrohábitats

El trabajo de campo se realizó en época seca (enero/18). En cada zona del gradiente entre los ambientes acuático y terrestre identificadas en los macrohábitats seleccionados, se establecieron parcelas de 20x20 m (400 m²). Al interior de cada parcela por zona de cada humedal se tomaron datos microclimáticos (temperatura y humedad relativa) y físico bióticos.



Se midieron las condiciones físico-químicas del agua *Ex Situ*: oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, pH, DBO5, DQO, fosfatos, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, sólidos disueltos, sulfatos, coliformes totales, coliformes fecales, fósforo total y nitrógeno total. *In Situ*: transparencia, velocidad, profundidad y caudal (Samboni, Carvajal, & Escobar, 2007; APHA & AWWA.WPCF, 2012; Pinilla G. , 2016).

Se tomaron muestras los 0-10 cm de profundidad del suelo para identificar las propiedades físicas del suelo de acuerdo a la metodología descrita en IGAC (1990), se realizó un análisis de caracterización total del perfil químico, para determinar la materia orgánica se aplicó la metodología de Walkley Black descrita por IGAC (2006), donde también se plantea la medición del pH por el método del potenciómetro, relación 1:1, suelo: agua. Estos análisis se desarrollaron en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad de Córdoba, Montería – Colombia, de acuerdo a las metodologías espectroscópicas moleculares y atómicas estandarizadas según criterios del IGAC (2006).

La riqueza de la biodiversidad asociada a cada macrohábitat se caracterizó así: Fito y Zooplanton, por arrastre de red en el cuerpo de agua, red ojo de malla de 33 μ (sugerido) y red de 60 a 100 μ para zooplancton (Sanchez & Ponce, 1996); Perifiton, Colecta de perifiton de diferentes microhábitat: sustratos blandos, removibles y no removibles (Montoya & Aguirre, 2008; Pinilla G. , 2017); Macroinvertebrados acuáticos, toma de muestras de las formas inmaduras y adultas de los organismos asociados a vegetación circundante, bentos y neuston, y hojarasca sumergidas (Samanez, y otros, 2014); Los peces con talla inferior a 100mm según Samanez *et al.*, (2014), con un esfuerzo de muestreo de una hora por transecto.

La macrofauna edáfica se muestreo mediante un monolito de 25x25 cm para el primer horizonte a intervalos regulares (Anderson & Ingram, 1993). Se tomaron tres capas sucesivas del suelo (hojarasca, 0-10 cm) que fueron revisadas en bandejas de 40x60 cm aproximadamente, para coleccionar toda la fauna presente. Los datos fueron tratados separadamente de los monolitos; y las muestras preservadas según los protocolos establecidos. El trabajo se realizó en el laboratorio de Biodiversidad de la Universidad de Córdoba y la identificación mediante la claves de Triplehorn *et al.* (2005).

La vegetación según Mendoza (1999) y Roldán (1992) se estimó la cobertura, frecuencia relativa, altura y CAP para la elaboración de perfiles vegetales; escarabajos mediante dos trampas pitfall cebadas con humanaza, separadas 50 m de distancia una de la otra en cada parcela. Cada trampa permaneció activa durante 48 horas con revisiones cada 24 horas (Medina & Lopera, 2001; Camero, 2010); las mariposas (Trampas *Van Someren-Rydon* cebadas con banano fermentado) y abejas (*McPhail* cebadas con salicilato de metilo, miel y agua) con el mismo diseño e intensidad de muestreo que escarabajos y complementado con captura en redes entomológicas por búsqueda libre.



Se registró presencia de anfibios y reptiles de 9:00-12:00 y 17:00-22:00; las aves se observaron según Ralph *et al.*, (1996) y escucharon (Bioacústica) en tres puntos de conteo sobre el transecto con 25 m de radio en cada macrohábitat y la zona de transición durante 15 minutos entre 5:30-10:00 y 15:00-18:00; los mamíferos se observaron según Arévalo (2001), por métodos indirectos según Aranda (2012), trampas de huellas y fototrampeo (Díaz-Pulido & Payán, 2012) y los murciélagos se capturaron mediante redes entre las 18:00-22:00 con revisión cada 30 minutos (modificado Giraldo *et al.*, (2011)).

Identificación y descripción de microhábitats

Se hizo reconocimiento en campo de los diferentes macrohábitats con el propósito de reconocer áreas con condiciones de microhábitats para diferentes grupos biológicos. La identificación fue soportada con revisión bibliográfica y la definición de cada microhábitat se presenta a continuación (Tabla 1):

Tabla 1. Definición de los microhábitats de la Mojana.

MICROHÁBITAT	DESCRIPCIÓN
Palmas	Es un medio apropiado para especies que buscan estar separados del suelo, en el cual se deposita materia orgánica (bases de los peciolos y raíces expuestas) producto del arrastre por las precipitaciones y escorrentía que se presentan en el lugar, lo cual favorece la presencia de especies de invertebrados y pequeños vertebrados (mamíferos, mamíferos voladores, reptiles y anfibios); las cavidades presentes en estas plantas son otra oportunidad de microhábitat principalmente para la nidificación de aves (Moreno G. , 2010; Kraus, y otros, 2016). Además, dentro de cada espacio interfoliar ocupado por agua y materia orgánica se puede reconocer una estratificación característica de sus componentes. Estos particulares lagos en miniatura, considerados como hábitats inestables y temporales (Williams & Feltmate, 1992), albergan fauna muy diversa y especializada. En esta zona son frecuentes entre los detritos las larvas de dípteros, larvas de coleópteros, ninfas de cucarachas, libélulas, así como orugas de Lepidoptera (García, Vera, Benetti, & Blanco, 2016)
Vegetación Arbórea, Arbustiva y Herbácea	Microhábitats generalmente habitados por reptiles, aves, pequeños y grandes mamíferos, mamíferos voladores que hacen sus nidos en los troncos o ramas de los árboles (Forero, 2007), buscando refugio en la parte alta o media de los árboles. La vegetación herbácea dominante como especies del género <i>Calathea</i> ubicadas en antiguos meandros o canales de río y lagunas colmatadas de sedimentos (Myers, 2013), propician un ambiente que tiene la capacidad de acumular pequeños volúmenes de agua, que favorece la colonización, por parte de un grupo de organismos biológicos (entre ellos macroinvertebrados, herpetofauna, aves y mamíferos) (Aguilar, López, & Lezama-López, 2001).
Macrófitas acuáticas	Estas, son colonizadas en sus raíces y tallos donde los organismos (entre ellos perfiton y zooplancton) se protegen de los depredadores y obtienen alimento. Algunas especies de macroinvertebrados acuáticos como los odonatos, se fijan al tallo sumergido y emergen como pupa, depredan a otros insectos y pequeños vertebrados, otras especies se alimentan de las raíces u hojas de estas plantas, otras simplemente buscan refugio (Fulan & Henry, 2007; García, Vera, Benetti, & Blanco, 2016). Dentro de las macrófitas acuáticas, se indicó a <i>Eichhornia crassipes</i> , que es microhábitat importante para el ensamblaje de macroinvertebrados. En tanto los peces pueden utilizar como microhábitat las raíces de la vegetación acuática (Hossain, Nurun Nabi, & Kaminski, 2015). Por literatura se conoce, que estas plantas acuáticas se mantienen constantes temporalmente, dado que son arrastradas o desplazadas con el incremento del pulso de inundación, pero no se ven afectadas sus propiedades físicas. Otra explicación de esto, podría ser la emergencia sincronizada durante la presencia de lluvias (Zwick, 2001).
Suelo/Hojarasca	El suelo como microhábitat es el más complejo y amplio en los ecosistemas terrestres. En el suelo se generan productos y servicios de importancia en la capacidad de sostén de la vida vegetal y se configuran en la tortuosidad de sus espacios, hábitats de diferente escala para la múltiple fauna invertebrada. Los desechos orgánicos de todos los seres vivos del ecosistema terminan en el suelo por gravedad y sirven de alimento a los organismos descomponedores. Los herbívoros dependen de la biomasa vegetal, y los carnívoros a su vez se alimentan de ellos. Esta compleja red trófica, las



MICROHÁBITAT	DESCRIPCIÓN
	<p>condiciones de seguridad, facilidad de ocupar espacios, atrae organismos en diferentes etapas de desarrollo para anidar, criar, alimentarse o esconderse. Representantes de todos los grupos taxonómicos se pueden encontrar usando el suelo, en las transiciones de los humedales registramos escarabajos, arácnidos, mirmecofauna, miriápodos, aves, mamíferos y reptiles fosoriales.</p> <p>Provee recursos para la micro, meso y macrofauna, desintegradores como los moluscos, varios grupos de artrópodos depredadores como las arañas, pequeños vertebrados como lagartijas, salamandras y adultos y larvas de ranas (Thompson, 1963; Díaz, Amat, & Vargas, 2007). Es un microhábitat preferido por algunos mamíferos en lugar de ramas o troncos caídos (Forero, 2007); los reptiles y anfibios de acuerdo con lo dicho por Sandoval (2016) se pueden encontrar sobre y debajo. Este microhábitat a través de descomposición del material orgánico atrae a muchas especies incluyendo especies no acuáticas, las cuales se adaptan a vivir entre la humedad del manto de hojarasca (García, Vera, Benetti, & Blanco, 2016).</p>
Troncos en descomposición	<p>Está constituido por la madera derivada de ramas caídas, tallos que permanecen de pie, troncos y en general cualquier derivado de los árboles que se puedan hallar en la zona (Álvarez-Sánchez, 2001). Estos componentes por sus condiciones microclimáticas específicas, además de significar un aporte importante de alimentos, refugio y nidificación, ofrece hábitats propicios para el establecimiento de una parte importante de la fauna de artrópodos (Míss & Deloya, 2007). Se encuentran alrededor de las ciénagas sobre las orillas y que sobresalen por encima del nivel del cauce, condición importante para los ensamblajes perifíticos y microalgales importantes en la producción primaria de los ecosistemas acuáticos (Roldán, 1992).</p>
Agua	<p>Como hábitat suministra espacio físico y alberga una amplia variedad de micro y macroorganismos, flora y fauna. Y como la vida en los sistemas acuáticos no es uniforme. Existe varias formas o estilo de vida, cada uno relacionado con el lugar (hábitat) en que vive y en el que se desempeña (Roldan & Ramirez, 2008; Pardo, y otros, 2002). Para nuestro caso el agua abarca el necton (columna de agua, organismos que nadan activamente en el agua) y neuston (superficie del agua o película de agua, organismos que viven caminando, patinando o brincando en la superficie) (Roldan & Ramirez, 2008).</p>
Sedimentos/Bentos	<p>Los organismos de hábitat bentónico se conocen como bentos, se encuentran en el fondo de los cuerpos de aguas corrientes o estancadas, tanto en las zonas profundas como litoral, y pueden estar compuestos por sedimentos finos (arcilla, limo y arena) y residuos vegetales o enterrados en el sustrato (Roldan & Ramirez, 2008; Pinilla G., 2017)</p>
Sustrato blando	<p>Hace referencia a película de agua caso de perifiton.</p>
Bancos de arena	<p>Microhábitats de agua dulce que se originan producto de la disminución del cauce de un río o un ecosistema acuático. Se da por la formación de pequeños pozos o charcas donde hay acumulación de hojarasca y de arena. También producto de la sedimentación de los bordes del río (García, Vera, Benetti, & Blanco, 2016).</p>
Madrigueras	<p>Son excavaciones que hacen algunas especies de mamíferos en el suelo y que utilizan para refugio contra depredadores, para reproducción y en ocasiones cuando las temperaturas ambientales son altas las utilizan para aislamiento térmico (Arteaga & Martins Venticinque, 2010).</p>
Oquedades en troncos de arboles	<p>Son orificios en troncos de los árboles, que las diferentes especies de murciélagos utilizan para refugios, después que estos animales se alimentan hacen su digestión en estos sitios, también son importante para que las especies se relacione entre si y puedan realizar sus actividades reproducción (Ortiz-Ramírez, Lorenzo, Naranjo, & León-Paniagua, 2006).</p>

Análisis de resultados

Se elaboró un análisis de componentes principales para el caso de las variables físico químicas del agua y análisis descriptivos de las características del suelo, la diversidad asociada a cada macrohábitat y del uso de los microhábitats identificados para cada zona de los macrohábitats.



Resultados

Características físico químicas del agua en los macrohábitats

Las aguas más oxigenadas se presentaron en Ciénaga y Río con valores que superaron los 6 mg/L, contrario al Zapal y el Caño. En el Río se registraron aguas con mayor conductividad eléctrica, sólidos totales, coliformes totales y pH débilmente básico. En Zapal, los niveles más altos de nutrientes indicaron aguas eutrofizadas, nitratos, nitritos, fosfatos, nitrógeno amoniacal, fósforo total, nitrógeno total; y demanda química y Biológica de oxígeno. Ciénaga tuvo los máximos valores de sulfatos y coliformes fecales. También aguas más transparentes (alrededor de un metro) y profundas (más de 2 metros de profundidad). Las variables hidrológicas, velocidad y caudal medidos en los sistemas lóticos Caño, Río y Arroyo evidenciaron como era de esperarse que Caño y Río son los más caudalosos y rápidos (Figura 23).



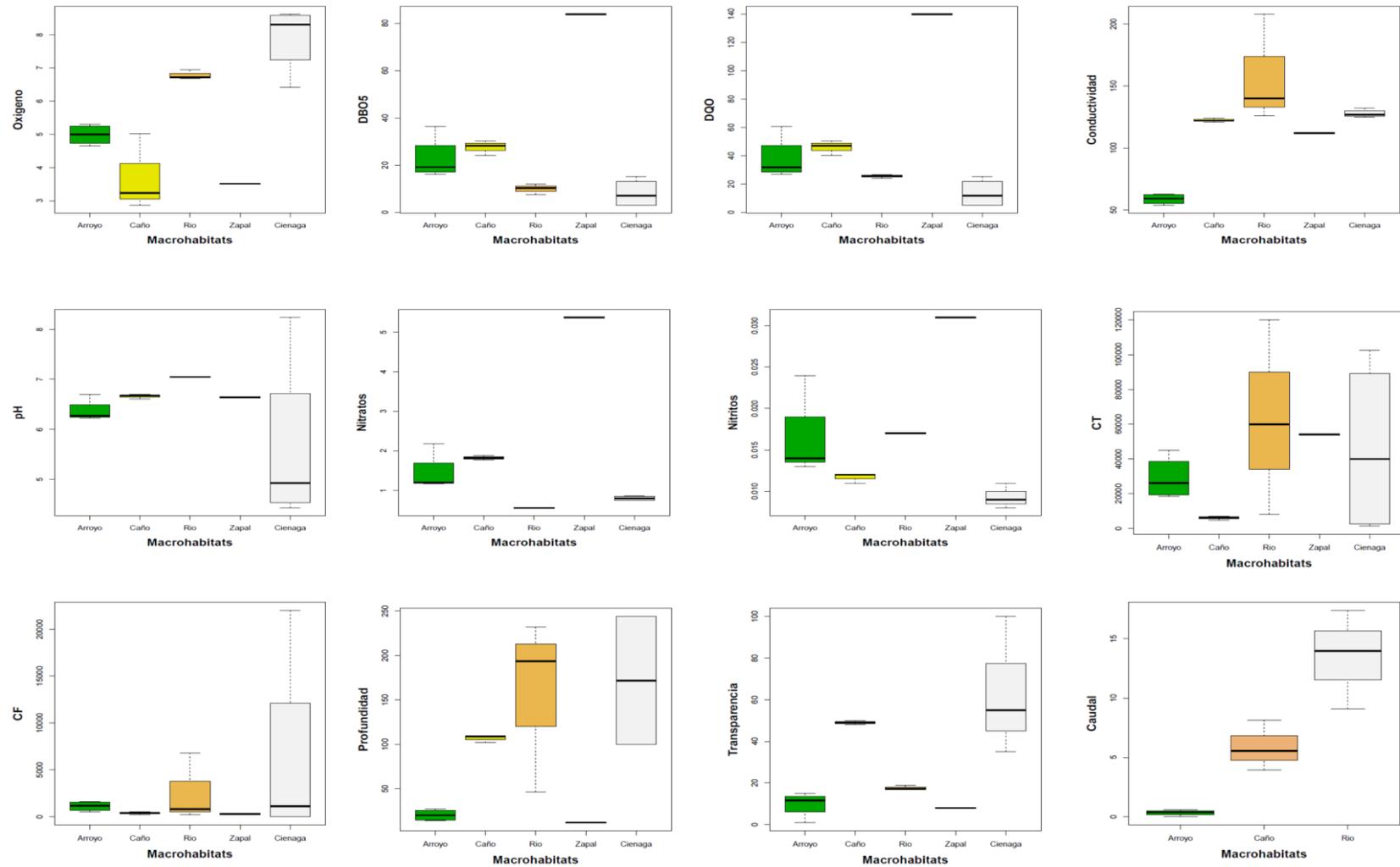


Figura 23. Comportamiento de las variables físico químicas del agua en los macrohábitats.



Las variables se ordenaron mediante un análisis de componentes principales (ACP) para reducir la dimensionalidad del conjunto de datos registrado por cada macrohábitat. La ordenación explicó el 65% la varianza de los datos en los dos primeros ejes, donde se diferencian dos grupos principales que representan las características determinantes para cada humedal. En el grupo Zapal, se presentaron los valores más altos de fósforo total, nitritos y fosfatos, indicando aguas con altos nutrientes. El segundo reunió a los sistemas más profundos y con mayores valores de sólidos disueltos (Figura 23).

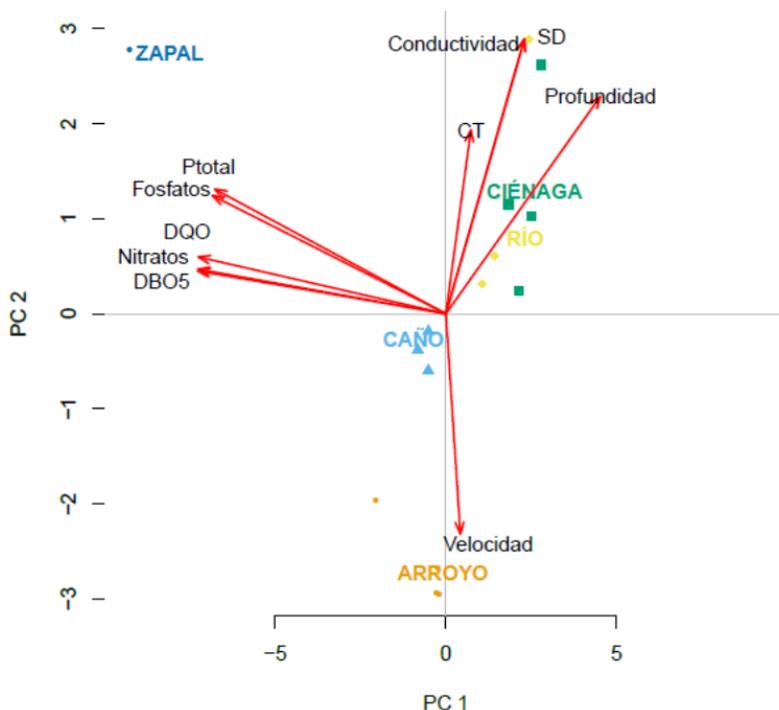


Figura 24. Análisis de Componentes Principales de variables físico químicas del agua.

Características del suelo en los macrohábitats

Por ser la región de La Mojana una gran planicie de inundación reciente, los suelos corresponden a procesos típicos de un paisaje fluvial activo. Compuestos por arenas profundas que alternan con lentes de arcilla y limo que afloran a la superficie, predomina la fertilidad moderada a alta, aunque en algunas épocas del año es baja por suelos saturados anaeróbicos. En las transiciones de humedales a zonas drenadas se manifiestan los efectos de un frente de humedecimiento y encharcamiento con condiciones de reducción. Suelos de pobre desarrollo con poca estructura.

En las orillas de las ciénagas los suelos son caracterizados por presentar en la superficie residuos vegetales ligeramente descompuestos, que descansan sobre material



sedimentario y en los bordes de los caños, suelos desarrollados a partir de sedimentos finos arrastrados por el agua.

Biodiversidad de los macrohábitats

El total de especies registradas en los humedales caracterizados fue de 27 morfoespecies de fitoplancton, 21 de zooplanton, 80 de perifiton y 67 de macroinvertebrados acuáticos; en plantas se identificaron 146 especies; los invertebrados terrestres estuvieron representados por 68 especies, de los cuales Lepidoptera, Papilionoidea registró la mayor riqueza con 32 especies, seguido de Macroinvertebrados terrestres con 24 morfoespecies y la subfamilia Scarabaeinae registró un total de 10 especies; los peces 15 especies, la herpetofauna aportó 23 especies, de las cuales siete son ranas, ocho lagartijas, siete serpientes y un crocodilido; se identificaron 49 especies de aves y 19 de mamíferos (Anexo 16).

El fitoplancton en Caño, Ciénaga zona litoral y Río registró el mayor número de morfoespecies. Ciénaga en la zona limnética obtuvo la menor riqueza con un dominio de Euglenales, éste orden también fue representativo en Caño. Las Cymbellales, Chlamydomonadales y Stephanodiscales presentaron una sola morfoespecie en Caño y Río respectivamente. Phacus sp1., fue representativa en Caño, Trachelomona volvocinopsis en Ciénaga, Nitzschia sp1 en Río y Lepocinclis sp1 en Arroyo. Las especies antes mencionadas tienen mayor ocurrencia en los ambientes ricos en materia orgánica (Pinilla G. , 2000; Vásquez, Ariza, & Pinilla, 2006), característica de los macrohábitats monitoreados.

El plancton animal presentó la mayor riqueza en Arroyo seguido de Ciénaga. Río y Ciénaga en zona limnética fueron los menos ricos. Especies representativas del zooplanton en el microhábitat película de aguas en los diferentes macrohábitats fueron: en Caño *Monostyla* sp1; Ciénaga *Mesocyclops* sp1; Río *Brachionus caudatus* y en Arroyo *Brachionus falcatus*. *Brachionus* es un género de rotíferos planctónicos común en aguas dulces, y constituyen el alimento vivo imprescindible para la primera alimentación larvaria de muchas especies principalmente larvas de peces. Es típico de zonas tropicales predominando en ambientes mesotróficos o eutróficos, y evitando condiciones hipereutróficas, condiciones que presentan los macrohábitats de este estudio (Román-Reyes, Castillo-Ureta, Bojórquez-Domínguez, & Rodríguez-Montes de Oca, 2014; Gómez-Márquez, Peña-Mendoza, Guzmán-Santiago, & Gallardo-Pineda, 2013).

En la zona litoral de la ciénaga se reportan nueve morfoespecies de zooplanton, de las cuales son exclusivas para la zona *Beauchampella* sp1, *Brachionus caudatus*, *Brachionus* sp1, *Keratella cochlearis* y *Ostracodo* sp1. En la zona limnética se presentó 4 morfoespecies las cuales se comparten con la zona litoral. De las especies mencionadas se tiene que son rotíferos (excepto *Ostracodo*) cosmopolitas y abundantes en los sistemas acuáticos, en comparación con *Ostracodo* quien es un tipo de crustáceos muy pequeño. La distribución y densidad de los ostrácodos es variable. En aguas poco profundas y con materia orgánica la



densidad suele ser abundante, y su presencia en aguas continentales está condicionada por las características físicas y químicas del ambiente, como la salinidad y la temperatura, siendo éstos factores claves en su distribución y abundancia (Liberto, 2010).

Los órdenes de perifiton más abundantes fueron: Naviculales, Bacillariales y Zygnematales. La especie representativa en Caño fue *Nitzschia* sp1.; en Ciénaga *Navicula* sp1., *Trachelomona volvocinopsis*, *Fragilaria* sp1. y *Spyrogira* sp1.; en Zapal, *Oscillatoria* sp2. y *Nitzschia* sp1., ésta última destacada también en Arroyo.

Las morfospecies más abundantes de macroinvertebrados fueron *Hydrocanthus* sp. y *Chironomus* sp., y las menos representadas; *Berosus* sp., *Curicta* sp., *Elodes* sp., *Eristalis* sp., *Erythemis plebeja*, *Gerridae* sp1, *Hydrophiloidea* sp., *Macrothemis* sp., *Nehalennia* sp., *Perithemis* sp., *Pisidium* sp. y *Trepobates* sp. representadas con solo un individuo.

Andinoacara pulcher, *Poecilia caucana*, *Astyanax magdalenae* fueron los peces las más abundantes; y *Bunocephalus columbianus*, *Rhamdia guatemalensis*, *Sorubim cuspicaudus* y *Synbranchus marmoratus* las menos frecuentes (registrada con un individuo).

Microhábitats de los humedales de La Mojana

Se identificaron 11 microhábitats presentes en todos los macrohábitats (Tabla 2), El agua, y los sustratos y sedimentos blandos de los espejos de agua y de la zona limnética, son utilizados únicamente por la fauna acuática; por su parte las oquedades en árboles y las madrigueras son microhábitats propios de mamíferos voladores y de hábitos fosoriales respectivamente.

El Caño, aunque es el macrohábitat con la menor variación estructural horizontal (solamente dos zonas), presenta la mayor complejidad en términos de la oferta de microhábitats, encontrándose siete de los 11 microhábitat descritos ocupados por la fauna acuática y por especies de todos los grupos de fauna y flora terrestre. En Ciénaga se registraron ocho tipos de microhábitat y en Zapal, siete, en ambos casos con uso por parte de todos los grupos biológicos estudiados. En Arroyo, la zona riparia fue la que presentó mayor número de microhábitats utilizados por representantes de todos los grupos de fauna y flora terrestre, mientras que en la zona del canal solo se registraron especies de fauna acuática ocupando dos tipos de microhabitat.

Los bancos de arena que se encuentran en las zonas riparias y de bosque son utilizados principalmente por la herpetofauna; y aquellos de las zonas cercanas a los cuerpos de agua como las orillas y litorales, son utilizados también por especies de herpetofauna y aves. Las palmas son ocupadas predominantemente por las aves en zonas inundables o cercanas a los cuerpos de agua; también algunas especies de mamíferos se encontraron ocupando este tipo de microhábitat.



La vegetación (arbórea, arbustiva y herbácea) se constituye en el microhábitat más ocupado por la fauna terrestre; tanto los insectos como todos los grupos de vertebrados se encontraron ocupando los diferentes estratos de la vegetación, principalmente en las zonas riparias y zonas de bosque; este microhábitat también alberga otras especies de plantas, como epífitas y bejucos. Los troncos en descomposición y las macrófitas acuáticas son microhábitat importantes para la fauna acuática y algunas especies de herpetofauna, siempre dentro o cerca a los cuerpos de agua (Tabla 2).



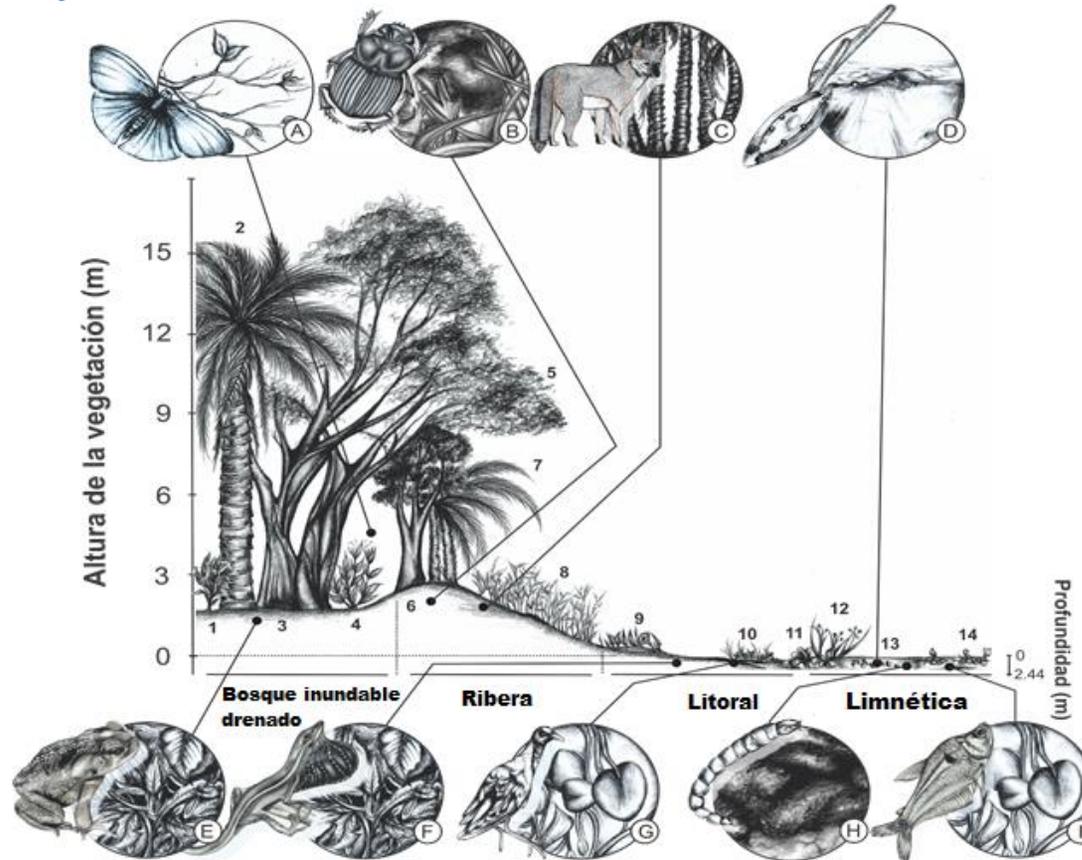
Tabla 2. Oferta de microhábitats de los humedales de la Mojana. Ac: Fauna acuática, Av: Aves, Hf: Herpetofauna, In: Insectos, Mf: Mamíferos, Pl: Plantas.

Microhábitats	Ciénaga				Zapal			Arroyo				Caño		Río		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2	Zona 3
	Limnética	Litoral	Ribera	Bosque inundable drenado	Espejo de agua	Bosque inundable saturado	Bosque inundable drenado	Canal	Ripario	Herbazal inundado	Bosque inundado	Canal	Ripario	Canal	Orilla	Riparia
Agua	Ac	Ac			Ac			Ac				Ac		Ac		
Sedimentos/Bentos	Ac															
Sustrato blando	Ac				Ac											
Bancos de arena		Av														
Macrófitas acuáticas	Hf	Ac Hf										Ac			Hf	Hf
Suelo/Hojarasca			Hf In	Hf In	Ac	Hf In	In		In	Hf In	Hf In	Ac Hf	Hf In		Hf In	Hf In
Troncos en descomposición							Hf	Ac	Hf			Ac	Hf	Ac		
Vegetación Arbórea, Arbustiva y Herbácea		Ac Av Hf In	Av Hf In Pl	Av Hf Mf In Pl		Av Hf Mf In Pl	Av Hf Mf In Pl		Av Hf Mf In Pl	Hf In Pl	Av Hf In Pl	Av Hf In Pl	Av Hf Mf In Pl	Hf	Hf Mf in Pl	Av Mf In Pl
Palma		Av	Av			Av	Av			Mf			Av Mf			
Madrigueras				Mf						Mf						
Oquedades en troncos de arboles						Mf							Mf			



Caracterización de los Macrohábitats e identificación de Microhábitats

Ciénaga



- A. *Hemeuptichia hermes* en rama de una *Rubiaceae* sp. (4).
- B. *Coprophanaeus* sp. en suelo cerca de *Polygonaceae* sp. (6).
- C. *Cerdocyon thous* asociado a *Bactris brogniartii* (7).
- D. *Oscillatoria* sp2. y *Navicula* sp1 se encontraron en la película del agua.
- E. *Rhinella marina* se encontró en zonas con *Ficus* sp. (1), *Attalea butyracea* (2), *Ficus bullenei* (3) e *Inga* sp. (5).
- F. *Anolis gaigei* se mueve en un recorrido donde se encuentran *Mimosa pigra* (8) y *Ipomoea aquatica* (9).
- G. *Porphyrio martinica* con una asociación a plantas acuáticas como *Marsilea minuta* (10), *Pistia stratiotes* (11), *Fimbristylis quinqueangularis* (12), *Ludwigia helminthorrhiza* (13), *Eichhornia crassipes* (14).
- H. *Chironomus* sp. en sedimentos.
- I. *Astyanax magdalenae* con una asociación a plantas acuáticas como las de la especie G.

Figura 25. Caracterización espacial del macrohábitat y los microhábitats de Ciénaga.



Este macrohábitat cuenta con cuatro zonas en su transición del ambiente húmedo a seco (Figura 25), en las zonas húmedas (Limnética y Litoral) el promedio de temperatura fue 32°C y la humedad relativa 71%, la cual aumenta a 73% en ribera y 84% en bosque. El suelo pasa de textura franco arcillosa en las zonas limnetica, litoral y en el bosque inundable y en la zona de ribera una textura franco arenosa, esta textura arcillosa le confiere con una capacidad de intercambio catiónico medio, tiene una reacción extremadamente ácido en las tres zonas con textura franco arcillosa, limnetica, litoral y en el bosque inundable y fuertemente ácido en la zona de ribera.

La materia orgánica en la transición esta entre 2,59% y 2,63%, a excepción de litoral que alcanza 4,49%, esta es la zona que en época de lluvias está cubierta de macrofitas y al retirarse las aguas acumula la necromasa periódicamente. El contenido de fósforo es bajo a lo largo de la transición con valores menores a 14,8 mg/kg. Solo en la zona litoral alcanza un valor adecuado de 20,8 mg/kg. Probablemente originado de fósforo orgánico debido a este material descompuesto de la necromasa de macrófitas. El azufre, es excesivo en la transición con el valor máximo en las zonas limnetica y litoral con 122,2 mg/kg y 159,7mg/kg probablemente influenciado por el material vegetal en descomposición periódica, las zonas de ribera y en el bosque inundable es alto con valores de 33,2 mg/kg y 59,7 mg/kg respectivamente. No son suelos salinos, el sodio apenas llega 0,05 cmol/kg en la zona con contenido más alto. Sobresalen los altos contenidos de hierro que alcanzan en la zona limnetica 1623,6 mg/kg, 1041,5 mg/kg en la zona litoral, 486,8 mg/kg en la ribera y en el bosque inundable 765,8 mg/kg.

En la zona Litoral donde las herbáceas cubren el 100% del área, se destacan, *Eichhornia crassipes*, *Fimbristylis quinquangularis*, *Ludwigia helminthorrhiza*, *Marsilea minuta*, *Utricularia foliosa*, *Paspalum repens*, *Salvinia* sp1. *Hymenachne amplexicaulis*, y *Nymphoides indica*, forman un tapete sobre la superficie del agua que son denominados “firmas” como hábitos marcados de hierbas, hierbas flotantes y hierbas enraizadas emergente. Hacia la zona de ribera y el bosque inundable, la estructura de la vegetación se complejiza con la incorporación de plantas arbustivas y arbóreas como *Prioria copaifera*, especie En Peligro.

Este macrohábitat en la zona limnética (2.44 m de profundidad), reportó 16 morfoespecies de fitoplancton y en la zona litoral 18, ocupó el segundo lugar en cuanto a la diversidad de zooplancton después del Arroyo, de este grupo la especie más representativa fue *Mesocyclops* sp1. En el litoral se reportan nueve morfoespecies exclusivas para la zona, entre estas: *Beauchampiella* sp1., *Brachionus caudatus*, *Brachionus* sp1., *Keratella cochlearis* y *Ostracodo* sp1. Las especies de perifiton se asociaron principalmente a las macrófitas, seguido de troncos en descomposición. Las 43 especies de macroinvertebrados igual que el perifiton prefieren las macrófitas como microhábitat, seguido de la hojarasca y el sedimento.



A nivel de peces, se registraron seis especies, dentro de las cuales *Astyanax magdalenae* fue la especie más abundante seguida de *Roeboides dayi* y *Andinoacara pulcher*. Dentro de la película de agua, todas las especies de peces estuvieron en aguas someras y solo *Roeboides dayi* estuvo también en aguas profundas y asociada a macrofitas.

La mayor riqueza de invertebrados terrestres se presentó en este macrohábitat con 13 morfoespecies y en contraste con Zapal, Arroyo y Río con 12, 11 y 10 respectivamente. La especie más abundante de Lepidóptera fue *Hermeuptychia Hermes*, seguida de *Heliconius sara*. El más representativo de los coprófagos fue *Onthophagus* sp. 01H, la morfoespecie Coleoptera sp2., fue la más abundante y en este humedal no se registraron apidae.

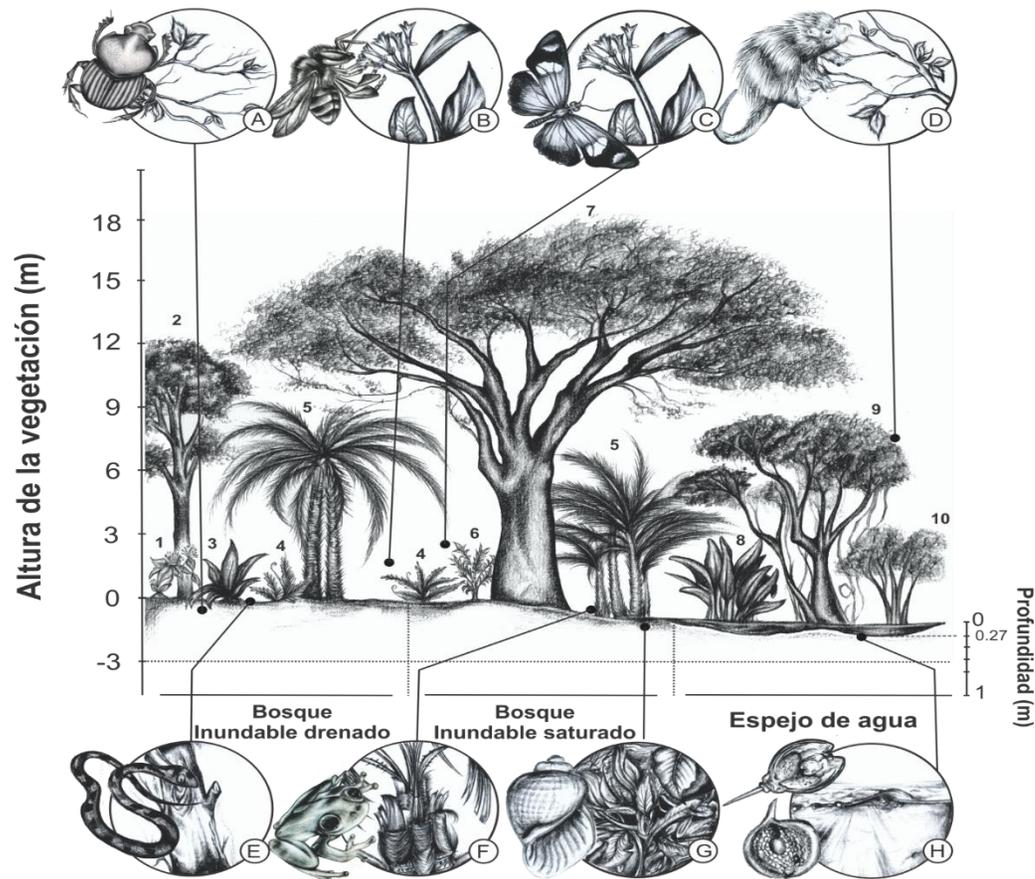
En todas la zonas del macrohábitat hubo registros de herpetofauna, el bosque inundable presentó la de mayor riqueza de especies con dos lagartijas, tres ranas y dos serpientes, seguida por la ribera con cuatro lagartijas, y la litoral con dos especies de lagartos y una rana; mientras que en la zona limnética se observó una especie de lagartija, *Cnemidophorus lemniscatus*. En este macrohábitat todas las especies tuvieron solamente un representante, excepto *Anolis gaigei* con dos individuos.

Las zonas con mayor riqueza de aves fueron la litoral y el bosque con siete especies, donde *Chordeiles nacunda*, se registró en la primera zona forrajeando en zona de playón cenagoso y *Campylorhynchus griseus* presentó el mayor número de nidos en vegetación arbórea de la zona boscosa. En la zona limnética se destacaron las especies *Porphyrio martinica* (migratoria local), haciendo uso de las macrófitas acuáticas donde anidan y llevan a cabo sus procesos de reproducción. En la ribera se observó a *Crotophaga sulcirostris* perchada sobre la vegetación arbustiva, esta especie tiene hábitos gregarios y habita en áreas abiertas o semiabiertas como ecotonos y pastizales.

La Ciénaga fue el macrohabitats con más especies de mamíferos, dentro de los cuales se destacan *Cerdocyon thous*, *Didelphis marsupialis* y *Marmosa* sp. *Cerdocyon thous* único carnívoro terrestre registrado para el estudio de ecología espacial, es una especie que realiza sus actividades de forrajeo cerca de espejos de agua, donde encuentra invertebrados y vertebrados pequeños que hacen parte de su dieta. Se destaca como microhabitat las palmas, estas les brindan refugio y alimento algunas especies de mamíferos, otras especies fueron avistadas arriba de árboles de ficus que brindan frutos para la alimentación de algunas especies (Moreno G. , 2010; Ibarra-ManRíquez, Cornejo-Tenorio, González-Castañeda, Piedra-Malagón, & Luna, 2012; Kraus, y otros, 2016).



Zapal



- A. *Onthophagus* sp. 01H en suelos asociados a *Isertia haenckeana* (1), *Triplaris americana* (2) y *Desmoncus orthacanthos* (3).
- B. *Melipona quadrifasciata* en plantas *Pteridofita* sp. (4).
- C. *Heliconius erato* en las ramas de *Doliodarpus dentatus* (6).
- D. *Coendou* sp. en las ramas de *Inga* sp. (9). Observado también en *Albizia saman* (7) y *Fabaceae* sp. (10).
- E. *Imantodes cenchoa* cerca de las plantas *Desmoncus orthacanthos* (3).
- F. *Hypsiboas crepitans* en las hojas de *Bactris brogniartti* (5).
- G. *Pomacea* sp. en suelo de *Bactris brogniartti* (5) y *Heliconia* sp. (8).
- H. *Monostyla* sp1 y *Phacus* sp1 en la película de agua.

Figura 26. Caracterización espacial del macrohábitat y los microhábitats de zapal



En el macrohábitat de Zapal (Figura 26), a zona húmeda (espejo de agua) registró temperatura de 29.5°C, humedad relativa de 95% y la cobertura vegetal alcanza el 70%; en las zonas boscosas la temperatura oscila entre 30-31°C, la humedad relativa 84-95% y la cobertura vegetal al 95%.

El humedal es una zona baja inundable con un espejo de agua rodeado de bosque inundable saturado y bosque inundable con el suelo drenado. La textura desde dentro hacia afuera es textura arcillosa a arcillo limosa en la zona inundable saturada, por la deposición de partículas de limo en la superficie, esta textura arcillosa le confiere con una capacidad de intercambio catiónico medio, una reacción fuertemente ácido con 5,34 y 5,07 de pH. Con una disminución en la materia orgánica en el suelo de la zona de bosque inundable saturado 1,72%, debido al lavado constante y en la zona de bosque inundable drenado 2,72% por la acumulación de hojarasca, el fósforo es deficiente con apenas 6,6% y 5,2% en el bosque inundable drenado. El azufre es moderado con valores entre 15,9mg/kg y 3 mg/kg. El sodio con 0,08cmol/kg y 0,1 cmol/kg no muestran acumulación. El hierro se muestra excesivo con 329,3 mg/kg en la zona de bosque inundable saturado.

Este macrohábitat es predominantemente ocupado por vegetación arbustiva y arbórea con especies adaptadas a las dinámicas del pulso de inundación. La estructura de la vegetación es por ende más compleja que la Ciénaga y genera oportunidad para que estas especies se constituyan en microhábitats para la fauna nativa. El espejo de agua observado en este humedal es poco profundo (0.27 m) y no hubo registro de peces. En hojarasca se destacaron la especie de perifiton, *Oscillatoria* Sp2. y los macroinvertebrados *Anax* sp. y *Chironomus* sp., entre otros. En sustrato blando se registró a *Nitzschia* Sp1. (perifiton).

El espejo de agua está rodeado por vegetación arbórea como Fabaceae (sp2), *Albizia saman* e *Inga* sp1., y vegetación herbácea como *Heliconia* sp.. También se observaron microhábitats presentes en la corteza de *Albizia saman* para briofitas y pteridofitas como *Adiantum* sp. El Bosque inundable saturado se caracteriza por la presencia de plántulas de *Palicourea* sp, *Bactris brongniartti*, *Dolioscarpus dentatus* y *Cardiospermum corindum*, y el Bosque inundable drenado cuenta con especies de hábitos arbustivos como *Isertia haenkeana*.

Se encontró poca diferencia en la riqueza de lepidópteros con seis especies registradas en la en el espejo de agua y el bosque inundable saturado, y cinco especies en el bosque inundable drenado. De este grupo se destacó *Callicore phiteas* por presentar la mayor abundancia con 26 individuos. Dentro de la macrofauna edáfica, *Julida* sp1. y *Coleoptera* sp1. fueron las mejor representadas. Del grupo de insectos, es importante resaltar la presencia de *Coprophanæus telamón* especie exclusiva para este microhábitat, registrada en el bosque inundable drenado.

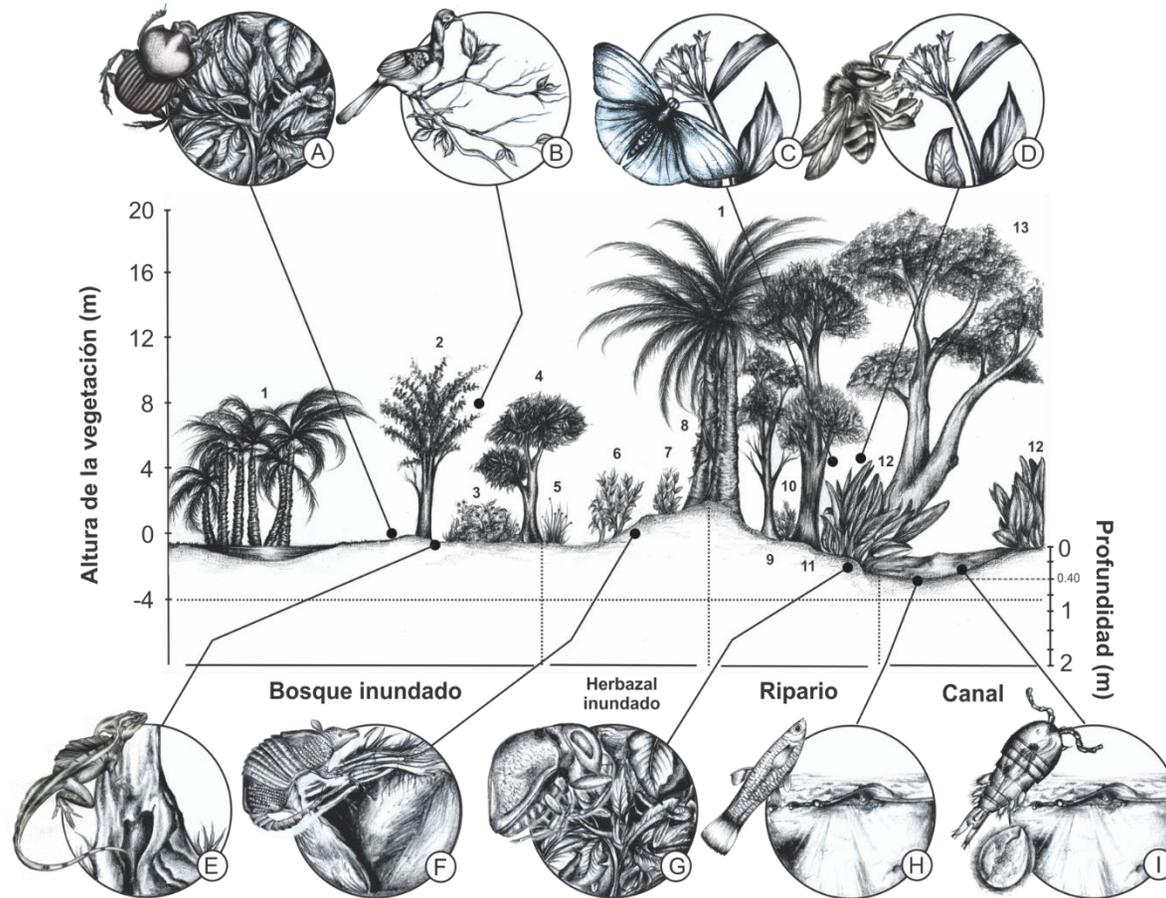


En el bosque inundado drenado, se encontraron las serpientes *Imantodes cenchoa* y *Leptodeira annulata* (falsa mapaná). En el bosque inundado saturado, la mayor abundancia fue para la lagartija *Anolis gaigei*. Cerca al espejo del agua se registró un solo individuo de *Anolis gaigei*.

Se encontraron cuatro especies de mamíferos, *Alouatta seniculus* en el bosque inundable drenado y las otras especies en el saturado, *Artibeus* sp., *Cebus capucinus* y con especial importancia, *Coendou* sp., cuyas especies son consideradas indicadoras de ecosistemas en buenas condiciones (Racero-Casarrubia, Chacón-Pacheco, Humanez-López, & Ramírez-Chaves, 2016).



Arroyo



- A. *Onthophagus* sp. 01H en el suelo en las hojarascas de *Sapium glandulosum* (2).
- B. *Ortalis garrula* en ramas de *Sapium glandulosum* (2).
- C. *Hemeuptichia hermes* en ramas de *Inga* sp. (9) y *Tapirira guianensis* (11).
- D. *Melipona quadrifasciata* en ramas de las plantas 9 y 11.
- E. *Basiliscus basiliscus* asociada a *Sapium glandulosum* (2), *Casearia* sp. (3), *Vismia baccifera* (4), *Eleocharis* sp. (5).
- F. *Dasytus novemcinctus* con avistamiento cerca de *Attalea butyracea* (1), *Triplaris americana* (6), *Paullinia* sp. (7), *Ficus* sp. (8), *Inga* sp. (9).
- G. *Paraplea* sp. cerca de *Heliconia* sp. (12) y *Prioria copaifera* (13).
- H. *Poecilia caucana* en agua.
- I. *Mesocyclops* sp1. y *Lepocinclis* sp1., en agua.

Figura 27. Caracterización espacial del macrohábitat y los microhábitats de arroyo.



El macrohábitat Arroyo (Figura 27), en las zonas de canal y riparia se registró una temperatura de 33% y una humedad relativa del 65%. El suelo de esta transición presenta textura arcillosa a las zonas del canal y riparia pasando a franco arenosa en las zonas de herbazal inundado y bosque inundado; esta textura arcillosa le confiere capacidad de intercambio catiónico medio, tiene una reacción extremadamente ácido en las primeras tres zonas hasta fuertemente ácido en la zona de bosque inundado. La materia orgánica en la zona del canal es de 1,71% pasando a 3,41% en la zona riparia bajo la vegetación más densa y mayor acumulación de hojarasca, para pasar a 0,85% y 0,84% en las zonas de herbazal inundado y en el bosque inundado. El contenido de fósforo es bajo a lo largo de la transición con valores menores a 8,7 mg/kg. El azufre aunque alto en la transición, no es excesivo con el valor máximo en la zona de herbazal inundado con 64,1 mg/kg. No son suelos salinos, el sodio apenas llega 0,1 cmol/kg en la zona con contenido más alto. Sobresalen los altos contenidos de hierro que alcanzan en la zona del canal un valor de 2982,8 mg/kg, pasando a 758,2 mg/kg en la zona riparia y 748,1 mg/kg en la zona de herbazal inundado.

La zona riparia alcanza una cobertura vegetal del 95% y dominan árboles de *Prioria copaifera*, *Tapirira guianensis*, y *Ficus bullenei*, con altura promedio de 8 m, también se presentan palmas de *Attalea butyracea* y *Elaeis oleífera*, y herbáceas como *Heliconia* sp., y *Adiantum latifolium*. El Herbazal inundado, es un sitio abierto donde se registraron entre otras especies: *Desmodium* sp., *Fimbristylis quinquangularis*, *Odonellia hirtiflora* y *Scleria* sp., también hay algunos elementos arbustivos como *Mimosa pigra*, *Malachra* sp1., y algunos plantas acuáticas como *Eleocharis* sp1.

El bosque inundado muestra una estructura vegetal de tres estratos, donde están representados árboles de *Sapium glandulosum*, *Vilora* sp1. y *Chloroleucon* sp1., la palma *Elaeis oleífera* y el arbusto *Eugenia biflora*, *Clidemia hirta* y *Casearia* sp., el estrato herbáceo se registró a *Scleria* sp1., *Sida* sp1., *Rhynchospora nervosa* y *Hymenachne amplexicaulis*.

La especie fitoplanctonica más representativa fue *Lepocinclis* sp1. Del plancton animal, la mayor riqueza la tiene este macrohábitat y la especie más representativa de este grupo fue *Brachionus falcatus*. *Brachionus* es un género de rotíferos planctónicos común en aguas dulces, y constituyen el alimento vivo imprescindible para la primera alimentación larvaria de muchas especies principalmente larvas de peces. Es típico de zonas tropicales predominando en ambientes mesotróficos o eutróficos, y evitando condiciones hipereutróficas, condiciones que presentan los macrohábitats de este estudio (Gómez-Márquez, Peña-Mendoza, Guzmán-Santiago, & Gallardo-Pineda, 2013; Román-Reyes, Castillo-Ureta, Bojórquez-Domínguez, & Rodríguez-Montes de Oca, 2014).

La especie representativa de perifiton fue *Nitzschia* sp1., y el microhábitat usado por ésta fue tronco. Entre los macroinvertebrados *Hydrochus* sp., fue la especie dominante y la única



que utilizó como microhábitat a las macrófitas, los otros macroinvertebrados del humedal prefirieron la hojarasca.

La mayor riqueza de Lepidópteros fue el herbazal inundado con 15 especies y donde *Heliconius sara* presentó la mayor abundancia, seguido de la zona riparia con nueve especies, dentro de las cuales *Hermeuptychia hermes* fue la más abundante y el bosque inundado registró cuatro especies. Así mismo, se encontró la mayor riqueza de macroinvertebrados terrestres en el herbazal inundado con seis morfoespecies, seguido del bosque inundado con cuatro morfoespecies. La zona riparia presentó una sola morfoespecie con dos individuos del orden Coleoptera. En la misma zona los scarabaeinos fueron el grupo mejor representado con siete especies. *Onthophagus* sp. 01H fue la especie más abundante en las tres zonas terrestres.

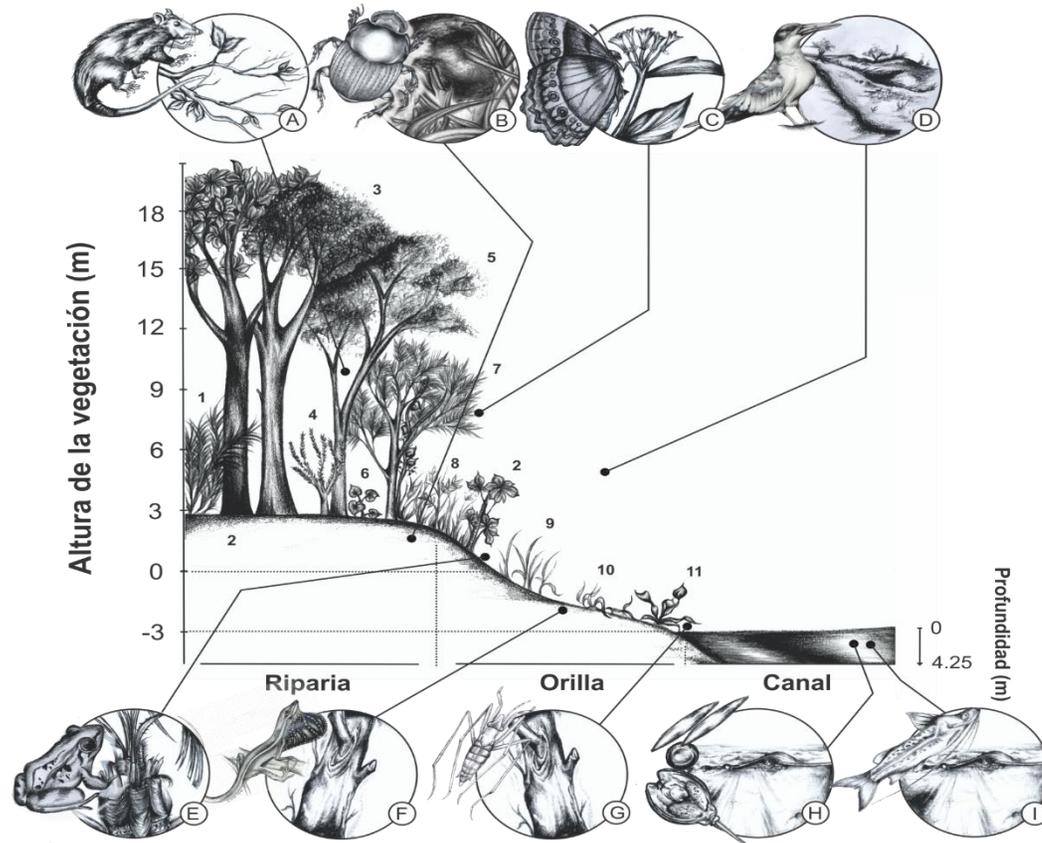
La mayor riqueza de herpetofauna se encontró en el bosque inundado, representada por tres ranas, un lagarto y dos serpientes, seguido por la zona riparia con tres especies de lagartijas y una rana; y en la zona el herbazal inundado solo se encontró una especie de lagartija (*Cnemidophorus lemniscatus*). Las especies con mayor abundancia fueron la lagartija cabeza amarilla *Gonatodes albogularis* en la zona riparia y la rana *Engystomops pustulosus* en el bosque inundado.

Crotophaga major y *Cyanocorax affinis* fueron las aves más abundantes en el bosque inundable. Estas especies tienden a usar las ramas de la vegetación arbustiva y arbórea para percharse y también para buscar larvas de mariposas y otros insectos. En la zona riparia se destaca la presencia de *Ortalis garrula* que es una especie endémica del norte de Colombia (Arango, 2012). La vegetación arbustiva y arbórea le ofrece corredores para desplazarse, sitios propicios para refugiarse y las palmas le ofrecen alimento por medio de sus frutos.

En cuanto a mamíferos se destacó la presencia de *Dasybus novemcinctus*, por ser una especie con fuertes presiones antrópicas por el consumo de su carne (Racero-Casarrubia & González-Maya, 2014). También es importante mencionar que este grupo solo presentó registros en la zona riparia y herbazal inundado.



Río



- A. *Didelphis marsupialis* en ramas de *Tabebuia rosea* (5). Vegetación asociada: *Cecropia membrenaceae* (2), *Ficus* sp. (3), *Crescentia cujete* (4) y *Elaeis oleifera* (1).
- B. *Canthidium* sp 05H en hojarasca de *Guazuma ulmifolia* (8).
- C. *Taygetis laches* en hojas de *Sapium glandulosum* (7) planta asociada a *Piper peltatum* (6).
- D. *Phaectusa simplex* cerca de *Oryza latifolia* (9).
- E. *Leptodactylus insularum* cerca de *Cecropia membrenaceae* (2).
- F. *Anolis gaigei* cerca de *Ipomea acuática* (10).
- G. *Gerridae* sp1. visto en plantas *Eichhornia crassipes* (11).
- H. *Monostyla* sp1., en agua.
- I. *Pimelodus blochii* en agua.

Figura 28. Caracterización espacial del macrohábitat y los microhábitats de río



En este macrohábitat se observan tres zonas en la transición de húmedo a seco (Figura 28). En la orilla es donde la vegetación comienza a establecerse, allí las hierbas ocupan el 90%, algunas de las especies presentes son: *Oryza latifolia*, *Cyperus* sp, *Caperonia palustris* y *Ludwigia erecta*, bejuco como *Sicydium tamnifolium*, *Melothria pendula* y *Lygodium venustum*. En esta zona se registró temperatura de 29,4°C y humedad relativa de 88%.

En la zona riparia la vegetación está conformada por las especies arbóreas como *Guazuma ulmifolia*, *Ficus* sp2, *Tabebuia rosea* y *Cecropia membranacea*, con altura promedio de 11 m, arbustos como *Trichilia pallida*, *Crescentia cujete* y *Casearia* sp, herbáceas como *Piper peltatum*, *Andira inermis* y *Calathea lutea*, con cobertura del 85%. En la zona se registró una temperatura registró 33,5°C y humedad relativa 65%.

En la transición del suelo entre el río y sus orillas es abrupta y pasa del canal del río a la orilla y la zona riparia sobre un material aluvial. La textura del suelo de la orilla es franco-limoso y en la zona riparia franco- arcilloso por esta deposición continúa de material aluvial. La reacción es fuertemente acida 5,41 en la orilla a moderadamente acida en la zona riparia 5,64. La materia orgánica va de 0,86% a 1,98% en la zona riparia que ya muestra la capacidad de acumulación por una vegetación permanente. El fósforo es bajo llegando a 6,3mg/kg en la orilla y 7,5mg/kg en la zona riparia. Por otro lado el azufre es normal en la orilla 28,2 mg/kg y alto en la zona riparia con 40,5 mg/kg.

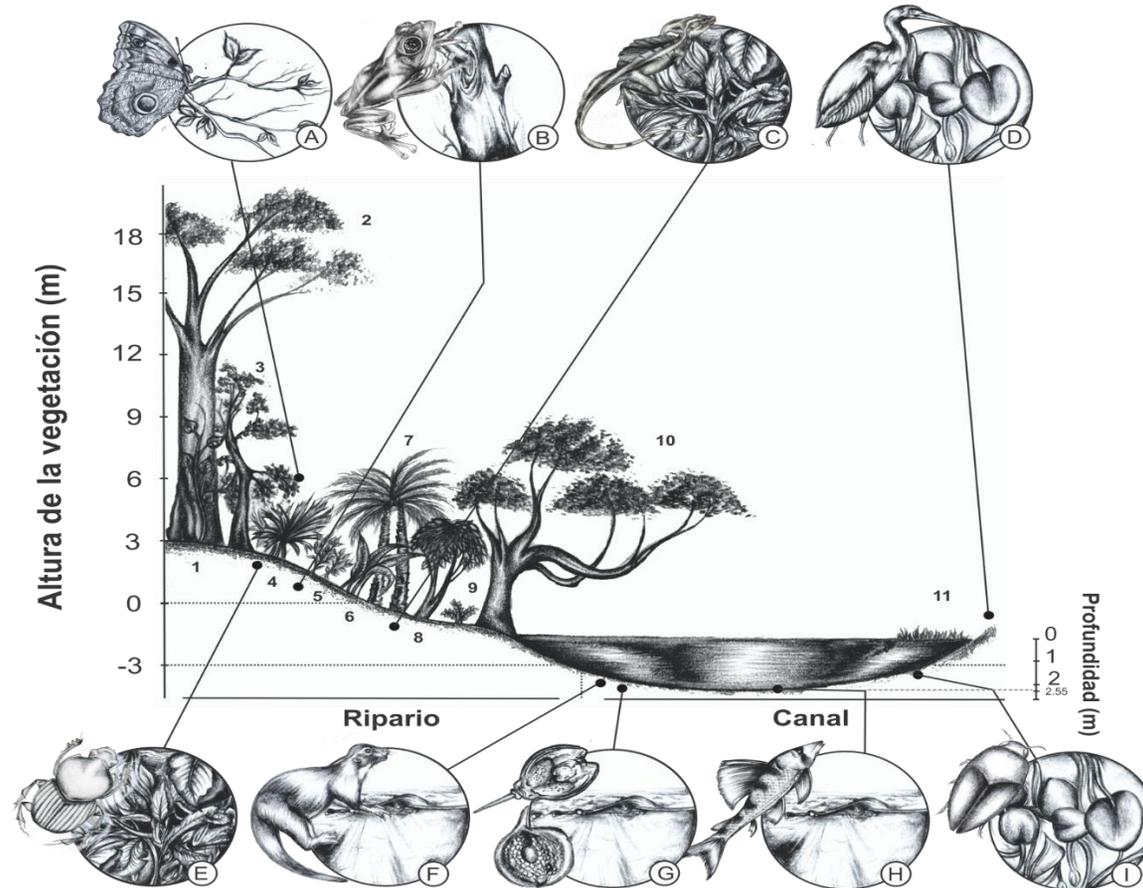
La morfoespecie de macroinvertebrado acuático *Sylviocarcinus* sp., fue exclusiva del Río asociado a microhábitat de tronco. *Nitzschia* sp1., fue la especie fitoplanctónica más representativa de este macrohábitat y *Brachionus caudatus* mejor representada de la fauna planctónica. En cuanto a los invertebrados terrestres, se encontró poca diferencia en el número de especies tanto de lepidópteros con siete y seis especies como de macroinvertebrados con seis y cinco especies en la orilla y zona riparia respectivamente. Así mismo, la riqueza de escarabajos se caracterizó por presentar pocas diferencias con cuatro especies en la zona riparia y tres especies en la orilla.

La herpetofauna estuvo representada en la zona riparia con cuatro especies de lagartos. En esta zona se encontró un solo individuo de *Cnemidophorus lemniscatus*. En la orilla se identificaron dos especies de ranas y una lagartija.

En la zona riparia se destaca la especie *Eupsittula pertinax*, esta ave suele presentar una estructura social que va desde pequeñas bandadas hasta bandadas muy numerosas y utiliza las ramas de la vegetación arbórea para percharse, de igual forma se alimenta de los frutos de los árboles y arbustos (Palacio, 2012). También es importante la presencia de la especie *Phaetusa simplex* que utiliza la transición del canal a la orilla haciendo uso del playón del río, para encontrar sitios de percha y se mantiene cerca al cuerpo de agua donde caza pequeños peces y es común observarla sobrevolando la zona. En este macrohábitat es importante mencionar que todas las especies registradas de mamíferos son arborícolas.



Caño



- A. *Caligo memnon* en *Mostera* sp. (1), *Prioria copaifera* (2) y *Tabebuia rosea* (3).
- B. *Dendropsophus microcephalus* en *Inga* sp. (5).
- C. *Basiliscus basiliscus* cerca de *Heliconia* sp., *Bactris brogniartti* (7), *Symmeria paniculata* (8), *Fabaceae* sp. (9) y *Polygonum densiflorum* (10).
- D. *Ardea alba* cerca de *Paspalum* sp. (11).
- E. *Onthophagus* sp. 01H en hojarascas de *Sabal mauritiiformis* (4).
- F. *Lontra longicaudis* en agua.
- G. *Monostyla* sp1 y *Phacus* sp1., en agua.
- H. *Dasylicaria filamentosa* en agua.
- I. *Hydrocanthus* sp. en *Paspalum* sp. (11).

Figura 29. Caracterización espacial del macrohábitat y los microhábitats de caño.



En la Figura 29 se muestra la transición del ambiente húmedo al seco en el macrohábitat de caño. Se registraron nueve hierbas acuáticas conformadas. *Polygonum densiflorum* y *Eichhornia crassipes*, que dominan en la orilla expuesta a la luz directa del sol, con cobertura de un (50%), humedad relativa (88%) y temperatura 30,2 °C.

En la zona riparia se reportaron 21 especies, presentando una variación marcada entre las dos zonas en términos de estructura y composición, así mismo, se logró distinguir una estructura vegetal definida por grandes árboles como *Prioria copaifera*, *Bursera simaruba*. y *Luehea seemannii*, con altura promedio de 25 m, *Symmeria paniculata* y *Phyllanthus elsiae*, hierbas como *Heliconia* sp1. y palmas *Bactris brongniartii*. Así mismo se encontraron microhábitats en la corteza de *Prioria copaifera*, para briofitos y hemiepipfitas Araceae (sp1). La cobertura vegetal en esta zona alcanza el 85%, una temperatura de 30,2°C y humedad relativa un 88%.

El suelo espejo de agua, de textura arcillo-limosa en el canal y franco arcillosa en la zona riparia, esta textura arcillosa le confiere con una capacidad de intercambio catiónico medio, tiene una reacción fuertemente ácida con un pH de 5,46 y 5,13. La materia orgánica en la zona del canal es de 2,57% y llega a 5,05% en la zona riparia que se caracteriza por una cobertura arbórea con una abundante acumulación de hojarasca. El contenido de fósforo es pobre con apenas 5,4 mg/kg en la zona riparia y 12,7 mg/kg en el canal. El azufre es de 21,9 mg/kg siendo un valor normal o adecuado. En esta transición el hierro es excesivo en la zona del canal llegando a valores de 475,7 mg/kg pero en la zona riparia apenas es de 53,7 mg/kg siendo este un valor adecuado en contraste.

La morfoespecie fitoplanctónica, *Phacus* sp1 fue representativa en este humedal. En la fauna planctónica se destacaron los órdenes Bdeilloida y Flosculariaceae que fueron exclusivos de este macrohábitat y a nivel de especie se destacó *Monostyla* sp1., en el microhábitat de agua. Para el perifiton las macrófitas, hojarasca y tronco fueron los principales microhábitats del grupo y especialmente usados por *Nitzschia* sp1. Los macroinvertebrados acuáticos presentaron como microhábitats la hojarasca y las macrófitas, donde la especie común que los usa es *Acanthagrion* sp.

En este humedal solo se registró riqueza de Lepidopteros, macroinvertebrados y escarabajos en la zona riparia con siete, dos y cinco especies respectivamente. Nuevamente se resalta la especie de escarabajo *Onthophagus* sp. 01H con las mayores abundancias en los macrohábitats muestreados, cuya abundancia total represento el 75% de los individuos colectados.

En este macrohábitat es importante notar la presencia de especies de interés económico como *Iguana iguana* y *Caiman crocodylus fuscus*. En esta zona se destacan además la lagartija cabeza amarilla *Gonatodes albogularis* y el saltarroyo *Basiliscus basiliscus*, especies que se encontraron en una abundancia muy superior con respecto a las demás. En la zona de canal se encontró un individuo de la lagartija *Anolis gaigei*.



En el canal la especie más abundante fue *Crotophaga major* con cinco individuos seguida de *Ardea alba* con dos. En este macrohábitat las especies tienen a usar las ramas de la vegetación arbórea sobre la columna de agua para percharse y desplazarse, también encuentran refugio y utilizan las ramas de los árboles y arbustos como dormitorios. De igual forma pueden encontrar invertebrados y pequeños vertebrados de los cuales se alimentan (Lentino, Salcedo, & Ascanio, 2013), ofreciendo servicios ecosistémicos de regulación al ser controladores o reguladores de las poblaciones de insectos y pequeños vertebrados (Whelan, Wenny, & Marquis, 2008). En la zona riparia la especie más abundante fue *Ardea alba* con tres individuos donde se destaca la presencia de esta especie en la transición haciendo uso de la parte baja a la orilla del caño para percharse y estar en el cuerpo de agua para cazar peces. También utiliza las ramas de la vegetación arbórea de esta zona para refugio y establecer dormitorios en los estratos altos de los árboles (Moreno J. , 2010).

En esta transición se hizo el único registro en la zona de canal de *Lontra longicaudis*, importante en el equilibrio de los ecosistemas (Montes & Caicedo-Herrera, 2016).



Conclusiones

La oferta de microhábitats en la transición de sistemas acuáticos lentos y loticos a sistemas terrestres está influenciada por la estratificación de la cobertura vegetal debido a la oferta de servicios ecológicos que brinda.

La dinámica del agua y su presencia continua domina el uso de microhábitats potenciales en las transiciones y bordes de los ecosistemas acuáticos.

El estado de conservación de la zona próxima de transición a los ecosistemas acuáticos, por su amplia y diversa oferta de microhábitats de diferentes escalas, debe impactar más en el estado de la conservación de la diversidad.

Los microhábitats para los invertebrados tienen distribuciones diferenciadas más locales, que la oferta de microhábitats para vertebrados que pueden hacer desplazamientos locales más amplios y completar su hábitat en áreas diferentes a nivel de paisaje.



Trabajos citados

- (IGAC), I. G. (1990). *Metodos analíticos del laboratorio de suelos*. Bogotá, Colombia: Subdirección de agroecología.
- (IGAC), I. G. (2006). *Métodos analíticos del laboratorio de suelos*. Bogotá, Colombia.
- A.M., C.-G., C.A., R.-A., A., V.-A., & R.J., L. (2015). Ecological functions of neotropical amphibians and reptiles: a review. *Universitas Scientiarum*, 20(2), 229-245. doi:10.11144/Javeriana.SC20-2.efna
- Aguilar, S., López, H., & Lezama-López, M. (2001). Disponibilidad de alimento para aves playeras (tigüises) migratorias en la bahía de Bluefields. *Encuentro*, 58, 55-65.
- Aguilera Dias, M. (2004). La Mojana: riqueza natural y potencial económico. *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, 48.
- Aguirre, L., & Barquez, R. (2013). Critical Areas for Bat Conservation: Latin American Conservationists Build a Grand Strategy. *Bats Spring*, 31(1), 10-12.
- Alvarez, S., Jessick, A., Palacio, J., & Kolok, A. (2012). Methylmercury Concentrations in Six Fish Species from Two Colombian Rivers. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 88, 65-68.
- Álvarez-Sánchez, J. (2001). Descomposición y Ciclo de Nutrientes en Ecosistemas Terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana. México. Número especial*, 11-19.
- Anderson, J., & Ingram, J. (1993). *Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods. Second edition*. Wallingford, UK.
- Andrade, A. (1991). Plan de gestión ambiental del Distrito Capital. *Ambiente Capital*, 1, 15-22.
- APHA, & AWWA.WPCF. (2012). *Standard Methods for the examination of wáter and wastewater, 22th Edition*.
- Aranda, J. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Ciudad de México: Conabio.
- Arango, C. (2012). *Guacharaca Caribeña (Ortalis garrula)*. Cali, Colombia: Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor). Universidad ICESI. Obtenido de Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor).
- Arévalo, J. E. (2001). *Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestres en áreas de conservación*. Monteverde: Asociación Conservacionista de Monteverde.
- Arteaga, M. C., & Martins Venticinque, E. (2010). Cuevas de Armadillos (Cingulata: Dasypodidae) en la Amazonía Central: Son útiles para identificar especies? *Edentata*, 11(1), 29-33.
- Ballesteros, J., & Linares, J. C. (2015). *Fauna de Córdoba, Colombia*. Montería, Colombia: Grupo de investigación Biodiversidad Unicordoba. Facultad de Ciencias Básicas. Fondo Editorial Universidad de Córdoba.
- Benítez-Castañeda, H. (2001). Observaciones del comportamiento reproductivo y alimenticio del Zambullidor Pico Grueso Podilymbus podiceps (Aves: Podicipedidae) en los humedales Santa María del Lago y La Florida. *Trabajo de grado pra Licenciado en Biología*. Universidad Francisco José de Caldas. Facultad de Ciencias y Educación.



- Botero, L. (2010). Trashumancia y dinámicas socioculturales. Sabanas de Magangué y planicie inundable de Santa Cruz de Mompo, región Caribe colombiana. *Trabajo de grado para optar al título de magíster en Desarrollo Rural*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Brosset, A., Charles-Dominique, P., Cockle, A., Cosson, F., & Masson, D. (1996). Bat Communities and Deforestation in French Guiana. *Canadian Journal of Zoology*, 74(11), 1974-1982.
- Camacho, J. (2015). Paisaje y patrimonio en La Mojana, Caribe colombiano. *Geografía Ensino & Pesquisa*(19. N° especial), 90-100. doi:DOI: 10.5902/22364994/19378
- Camero, E. (2010). Los escarabajos del género *Eurysternus* Dalman, 1824 (Coleoptera: Scarabaeidae) de Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 46, 147-179.
- Caro, C. I., Ortegón, M. T., López, M., Cordero, E. A., Palencia, M., Bohórquez, B. N., . . . García, A. (2000). *Plan de Manejo Ambiental de los Humedales Asociados al Bajo Río San Jorge en los Municipios de Caimito, San Benito Abad y San Marcos, Sucre*. San Marcos, Sucre: Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Mojana y el San Jorge, CORPOMOJANA.
- Carpenter, S., Mooney, H., Agard, J., Capistrano, D., DeFries, R., Diaz, S., . . . Whyte, A. (2009). Science for Managing Ecosystem Services: Beyond the Millennium Ecosystem Evaluation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 1305-1312.
- Castellanos, C. (2006). *Los ecosistemas de humedales en Colombia*. Universidad Industrial de Santander. Obtenido de http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/Lunazul13_4.pdf
- Chacón V, E. A. (2003). Infraestructura Básica. En DNP, & FAO, *Programa de Desarrollo sostenible de la región de La Mojana* (págs. 312-321).
- Cowardin, L., Carter, V., Golet, F., & LaRoe, E. (1979). *Classification of wetlands and deep water habitats in the United States*. Washington D.C. U.S.A.: U.S. Fish and Wildlife Service.
- Cuartas, D. (2005). Ecología trófica y reproductiva de “*Poecilia caucana*” (especie nativa) y “*Xiphophorus helleri*” (especie exótica) (Pices: Poeciliidae), en la cuenca alta del río La Vieja, Colombia. *Trabajo de grado, universidad del Quindío, Colombia*. 172 . Quindio, Colombia: Universidad del Quindio.
- De la Ossa, J. (2003). Manejo de fauna silvestre tropical. En DNP, & FAO, *Programa de desarrollo Sostenible de la región de La Mojana* (págs. 62-74).
- Díaz, J., Amat, G., & Vargas, O. (2007). *Los artrópodos del suelo y la hojarasca como indicadores de la restauración ecológica del bosque altoandino. Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del Embalse de Chisacá, Localidad de Usme, Bogotá*. Bogotá, Colombia.
- Díaz-Pulido, A., & Payán, E. (2012). *Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia.



- DNP. (2008). *Plan de acciones regionales prioritarias para el desarrollo sustentable de La Mojana*.
- DNP, & FAO. (2003). Programa de Desarrollo sostenible de la región de La Mojana.
- DNP; FAO. (2003). *Programa de Desarrollo Sostenible de la Región de La Mojana*.
- Fleming, H. (1988). *The Short-Tailed Fruit Bat*. Chicago, USA: The University of Chicago Press.
- Flórez-Ayala, C., L. Estupiñán-Suárez, S. Rojas, C. Aponte, M. Quiñones Acevedo, S. P. Vildary, & U. Jaramillo. (2015). *Colombia y su naturaleza anfibia. El entramado anfibia. En: Jaramillo, U., J. Cortés-Duque y C. Flórez (eds.). Colombia Anfibia. Un país de humedales. Volumen I*. Bogotá D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Forero, D. (2007). Preferencia de Hábitat y Microhábitat de algunos mamíferos pequeños en tres tipos de hábitat en El Santuario de Fauna Y Flora Otún-Quimbaya. *Tesis de pregrado*. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias.
- Fulan, J., & Henry, R. (2007). Distribuição temporal de imaturos de Odonata (Insecta) asociados a *Eichhornia azurea* (Kunth) na Lagoa do Camargo, Rio Parapanema, São Paulo. *Revista Brasileira de Entomologia*, 21(2), 224-227.
- Galindo-Uribe, J., & Hoyos-Hoyos, J. (2007). Relaciones planta-herpetofauna: nuevas perspectivas para la investigación en Colombia. *Universitas Scientarium, Revista de la Facultad de Ciencias edición especial I*, 12, 9-34.
- García, M., Vera, A., Benetti, C., & Blanco, L. (2016). Identificación y clasificación de los microhábitats de agua dulce. *Acta Zoológica Mexicana*, 32(1). doi:<https://doi.org/10.21829/azm.2016.3201923>
- Gerten, D., Schaphoff, S., Haberlandt, U., Lucht, W., & Sitch, S. (2004). Terrestrial vegetation and water balance - Hydrological evaluation of a dynamic global vegetation model. *Journal of Hydrology*, 286(1-4), 249-270. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2003.09.029>
- Giraldo, A., Murillo, O., Bedoya, M., & Sanchez, M. (2011). Protocolo para la obtención de datos de mamíferos. En A. Giraldo, & X. Moreno, *Protocolos de investigación en ecosistemas terrestres, intermareales, submareales y pelágicos para el Parque Nacional Natural Gorgona, Edition: 1* (págs. 55-83). Cali, Colombia: Grupo Investigación en Ecología Animal - Univalle. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/262909363_Protocolo_para_la_obtencion_de_datos_de_mamiferos
- Gómez-Márquez, J., Peña-Mendoza, B., Guzmán-Santiago, J., & Gallardo-Pineda, V. (2013). Composición, abundancia del zooplancton y calidad de agua en un microreservorio en el estado de Morelos. *Hidrobiológica*, 23(2), 227-240.
- Gracia, A. C., Medellín-Mora, J., Gil-Agudelo, D. L., & Puentes, V. G. (2011). *Guía de las especies introducidas marinas y costeras de Colombia*. Santa Marta, Colombia: INVEMAR Serie de Publicaciones Especiales (Colombia) no. 23.
- Hocking, D., & Babbitt, K. (2014). Amphibian Contributions to Ecosystem Services. *Herpetological Conservation and Biology*, 9(1), 1-17.
- Hossain, E., Nurun Nabi, S., & Kaminski, A. (2015). *Fish ring microhabitats: Resilience in rice field fisheries*. Dhaka, Bangladesh: WorldFish.



- Jaramillo Villa, Ú., Cortés-Duque, J., & Flórez-Ayala, C. (2015). *Colombia Anfibia. Un país de humedales* (Vol. 1). (U. Jaramillo, Cortés-Duque, J., & Flórez, C., Edits.) Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Junk, W. J., Bayley, P. B., & Sparks, R. E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Conference: International Large River Symposium* (págs. 110-127). Honey Harbour, Ontario, Canada: D. P. Dodge.
- Klinger, W., Ramírez, G., & Vargas, L. (2013). *Caracterización ecológica del humedal costero Concepción como sitio sagrado de las Comunidades Indígenas de Ozbescac*. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico “John Von Neumann”. Obtenido de <http://siatpc.iiap.org.co/docs/avances/cepconcepcion.pdf>
- Korine, C., & Kalko, E. (2005). Fruit Detection and Discrimination by Small Fruit-Eating Bats (Phyllostomidae): Echolocation Call Design and Olfaction. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 29(1), 12-23.
- Kraus, D., Bütler, R., Krumm, F., Lachat, T., Larrieu, L., Mergner, U., . . . Winter, S. (2016). Catálogo de los microhábitats de los árboles Guía de campos de referencia. *Catálogo*. Integrate+ Technical Paper 13. doi:10.13140/RG.2.2.13629.15847
- Lentino, M., Salcedo, M., & Ascanio, D. (2013). *Aves de la Cuenca Alta del río Cuyuní, Estado Bolívar: Resultados del RAP Alto Cuyuní 2008*. Conservation International.
- Liberto, R. (2010). Patrones demográficos en poblaciones naturales de Cyprididae (Crustacea: Ostracoda) del área rioplatense y sus respuestas vitales en bioensayos de toxicidad. *Doctoral dissertation*. Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
- Lobova, T., Kulen, K., Geiselman, K., & Mori, S. (2009). *Seed Dispersal by Bat in the Neotropics*. The New York Botanical Garden, USA.
- MADT y otros. (2002). *Plan de Manejo Integral de los Humedales de la Depresión Momposina y Cuenca del Río Sinú*. Magangué, Bolívar: MADT, CBS, CVS, CORPOMOJANA, CORPAMAG Y CORANTIOQUIA.
- Mancera , N., & Alvarez, R. (2006). Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces dulceacuícolas de Colombia. *Acta biológica colombiana*, 3-23.
- Manjarrés Herrera, D. (2009). Valoración económica de los principales bienes y servicios que proveen los zapales del municipio de San Marcos (Departamento de Sucre). *Tesis para optar al título de Magíster en Ciencias Económicas*. Bogotá: Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Económicas.
- Mao, X., Cui, L., & Wang, C. (2013). Exploring the hydrologic relationships in a swamp-dominated watershed—A network-environ-analysis based approach. *Ecological Modelling*, 252, 273–279.
- Martínez, M. M. (1993). Las Aves y la Limnología. *Conferencias de Limnología. Instituto de Limnología «Dr. R.A. Ringuelet»* (págs. 127-142). La Plata, Argentina: Boltovskoy, A.; López, H.L.
- Medina, C., & Lopera, A. (2001). Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de Colombia. *Caldasia*, 22(2), 299-315.



- Melo, O., & Vargas, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Universidad del Tolima y CORPOCALDAS. Obtenido de http://www.ut.edu.co/academi/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/LIBROS/evaluacion%20de%20Oecosistemas%20boscosos%20
- Mendoza Mojica, S. L. (2003). Gestión de ecosistemas estratégicos. En DNP, & FAO, *Programa de Desarrollo sostenible de la región de La Mojana* (págs. 44-61).
- Mendoza, H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical de región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia*, 20(1), 70-94.
- Mendoza, S. L. (2003). Gestión de ecosistemas estratégicos. En DNP, & FAO, *Programa de Desarrollo sostenible de la región de La Mojana* (págs. 44-61).
- Míss, J., & Deloya, C. (2007). Observaciones sobre los coleópteros saproxilófilos (Insecta: Coleoptera) en Sotuta, Yucatán, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 33(1), 77-81.
- Mojica, J. I., Usma, J. S., Álvarez-León, R., & Lasso, C. (2012). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional.
- Montes, M., & Caicedo-Herrera, D. (2016). Presencia de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en la cuenca alta del Río Sinú – PNN Paramillo (Córdoba, Colombia). En J. Pérez-Torres, C. Vidal-Pastrana, & J. Racero-Casarrubia, *Biodiversidad asociada a los sectores Manso y Tigre del Parque Nacional Natural Paramillo*. Bogotá, Colombia: Parques Nacionales Naturales de Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Montoya, Y., & Aguirre, N. (2008). Asociación de algas perifíticas en raíces de macrófitas en una ciénaga tropical Colombiana. *Hidrobiológica*, 18(3), 189-198.
- Moreno, G. (2010). *Estudio de las Comunidades de Palmas en dos Regiones Fitogeográficas del Chocó-Colombia*. Universidad Nacional De Colombia.
- Moreno, J. (2010). *Garza Real (Ardea alba)*. Cali, Colombia: Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor). Universidad Icesi.
- Murphy, S., Kessel, B., & Vining, I. (1984). Waterfowl populations and limnologic characteristics of taiga ponds. *J. Wildl. Manage*, 48, 1156-1163.
- Myers, R. (2013). Humedales dominados por palmas (Arecaceae) en el Neotrópico: Una introducción. Wetlands dominated by palms (Arecaceae), emphasis in those in the New World. *Revista de Biología Tropical*, 61(1), 5-24.
- Naranjo, L. (1998). Avifauna acuática residente y migratoria en Colombia. En E. Guerrero, *Una aproximación a los Humedales en Colombia* (págs. 49-57). Bogotá, Colombia: Guadalupe.
- Olaya-Nieto, C. W., Bautista-Blanco, A. L., & Pérez-Pisciotti, M. (2010). BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL COCOBOLO (ANDINOACARA PULCHER MUSILOVÁ ET AL. 2009) (PISCES: CICHLIDAE) EN LA CIÉNAGA GRANDE DE LORICA (CÓRDOBA), COLOMBIA. Actualidades Biológ. *Actualidades Biológicas*, 32(92), 65-73. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-35842010000100006&script=sci_arttext&tlng=es



- Ortiz-Ramírez, D., Lorenzo, C., Naranjo, E., & León-Paniagua, L. (2006). Selección de refugios por tres especies de murciélagos frugívoro (Chiroptera: Phyllostomidae) en la Selva Lacandona, Chiapas México. . *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77, 261-270.
- Palacio, R. (2012). *Perico Carisucio (Eupsittula pertinax)*. Cali, Colombia: Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor). Universidad ICESI.
- Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J., Vivas, S., Bonada, N., & Robles, S. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21(3-4), 115-133.
- Pinilla, G. (2000). *Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Compilación bibliográfica*. Bogotá, Colombia: Centro de Investigaciones Científicas, Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Pinilla, G. (2016). Algunas experiencias en el uso índices limnológicos en Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 1(1), 241-248.
- Pinilla, G. (2017). *Prácticas de Limnología: guías de laboratorio y campo*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias.
- Porras Mendoza, E. (2014). *Conflictos e iniciativas de desarrollo y paz en La Mojana: contexto y dinámicas territoriales, 1982-2014*. Bogotá: Universidad de los Andes, Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Desarrollo (Cider), Departamento para la Prosperidad Social: Unión Europea.
- Posada García, L. (2004). El ecosistema de la planicie de inundación. En U. P. Bolivariana, & A. C. Limnología (Ed.), *VI Seminario colombiano de limnología y I reunión internacional sobre emblases neotropicales*, (pág. 11). Montería.
- Procuraduría General de la Nación y otros. (2006). El agua potable y el saneamiento básico en los planes de desarrollo. En P. G. Nación, V. y. Ministerio de Ambiente, S. d. Domiciliarios, DNP, & UNICEF, *La infancia, el agua y el saneamiento básico en los planes de desarrollo departamentales y municipales*. (págs. 31-55).
- Racero-Casarrubia, J., & González-Maya, J. (2014). Inventario preliminar y uso de mamíferos silvestres por comunidades campesinas del sector oriental del cerro Murrucú, municipio de Tierralta, Córdoba, Colombia. *Mammalogy Notes*, 1(2), 25-28.
- Racero-Casarrubia, J., Chacón-Pacheco, J., Humanez-López, E., & Ramírez-Chaves, H. (2016). Registros recientes de los puercoespines, género *Coendou* (Mammalia: Erethizontidae) para el departamento de Córdoba, Colombia. *Biota*, 17(1), 137-152.
- Ralph, C., Geupel, G., Pyle, P., Martin, T., Desante, D., & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Albany, CA: United States: Department of Agriculture.
- Ramsar. (2006). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición*. Gland (Suiza): Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Ricaurte, L., J. E. Patiño, J. C. Arias-G., O. Acevedo, D. Restrepo, U. Jaramillo-Villa, . . . L. Estupiñán-Suárez. (2015). *La pluralidad del agua, tipos de humedales de Colombia - Sistema de clasificación de humedales*. En: Jaramillo, U., J. Cortés- Duque y C. Flórez (eds.). 2015. *Colombia Anfibia. Un país de humedales*. (Vol. 1). Bogotá D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.



- Rojas, S. (2016). *Análisis espacial para planificación ecorregional en una ventana de la región de la Mojana a escala local*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Roldán, G. (1992). *Fundamentos de Limnología Neotropical*. 1ª edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia: Colección Ciencia y Tecnología Universidad de Antioquia.
- Roldan, G., & Ramirez, J. J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Román-Reyes, J. C.-R., Castillo-Ureta, H., Bojórquez-Domínguez, R., & Rodríguez-Montes de Oca, G. A. (2014). Dinámica poblacional del rotífero *Brachionus ibericus* aislado de estanques para camarón, alimentado con diferentes dietas. *Latin American Journal of aquatic research*, 42(5), 1159-1168.
- Roveda, G., León, J., Salvatierra, C., & Carrillo, H. (1997). *Estudio Multitemporal de la Biosfera con el Uso de los Sistemas Remotos y Sistemas de Información Geográfica en la región de La Mojana, Adaptabilidad de la Producción Agropecuaria Sostenible en los Ecosistemas de la Región de La Mojana*. (Roveda et al., Ed.) Bogotá D.C.: Igac, Corpoica.
- Samanez, I., Rimarachin, V., Palma, C., Arana, J., Ortega, H., & Correa, V. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente.
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua indicadores de calidad y contaminación del agua. *Revista Ingeniería e Investigación*, 172-181.
- Sanchez, R., & Ponce, M. (1996). *Métodos hidrobiológicos II. Estudio y colecta de organismos marinos, estuarino-lagunares y de agua dulce*. México, México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Sandoval, D. (2016). Riqueza específica y descripción de microhábitats de anfibios del bosque de Aypate, Ayabaca-Piura. *Tesis de pregrado*.
- Serrano, O. (2005). Sistemas arroceros en la cuenca baja del río Sinú: Dos perspectivas de uso y sostenibilidad. *Trabajo de grado para optar el título de Ecóloga*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Simon, E., Puky, M., Braun, M., & Tóthmérész, B. (2011). Frogs and toads as biological indicators in environmental assessment. Chapter 7. En J. Murray, *Frogs: Biology, Ecology and Uses*. Nova Science Publishers, Inc.
- Spindler, M., & Kessel, B. (1977). Informe inedito. *Wetland bird populations in the Upper Tanana River Valley, Alaska*. University of Alaska, Fairbanks.
- Thompson, F. (1963). New land snails from El Salvador. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 76, 19-32.
- Triplehorn, C., Jhonson, N., & Borror, D. (2005). *Borror and DeLong's introduction to the study of insects*. Belmont, CA: Thompson Brooks.
- Uribe, M. (2012). Caracterización de la dinámica de inundación en la región de La Mojana y las estrategias implementadas para mitigar sus consecuencias sociales en el período



- comprendido entre los años 2001 y 2012. *Trabajo de grado presentado para obtener el título de ecóloga*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Vásquez, C., Ariza, A., & Pinilla, G. (2006). Descripción del estado trófico de diez Humedales del Altiplano Cundiboyacense. *Universitas Scientiarum*, 11(2), 61-75.
- Welcomme. (1992). *Pesca fluvial. Documento técnico de pesca FAO N°: 262*.
- Wells, K. (1987). *The Ecology and Behavior of Amphibians*. The University of Chicago Press.
- Wemmer, C., Kunz, T., Lundie, G., & Mchshea, W. (1996). Mammalian sing. En D. Wilson, F. Cole, R. Nichols, & M. Foster, *Measuring and monitoring Biological diversity. Standard methods for mammals* (págs. 157-176). USA: Smithsonian Institution.
- Whelan, C., Wenny, D., & Marquis, R. (2008). Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134, 25–60. doi:<https://doi.org/10.1196/annals.1439.003>
- Williams, D., & Feltmate, B. (1992). Aquatic Insects. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 284-285. doi:<https://doi.org/10.1002/aqc.3270030315>
- Zapata, L., Bock, B., & Palacio, J. (2014). Mercury concentrations in tissues of Colombian slider turtles, *Trachemys callirostris*, from northern Colombia. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*.
- Zuloaga Villamizar, J. G. (1995). Densidad de la población, hábitos alimenticios y anotaciones sobre el hábitat natural del jaguar (*Panthera onca* L.) en la depresión inundable del najo San Jorge. Colombia. *Tesis Biología*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Zwick, P. (2001). CORBET, P.S. (1999): Dragonflies: Behaviour and Ecology of Odonata. *Aquatic Insects*, 23(1), 83. doi:[10.1076/aqin.23.1.83.4929](https://doi.org/10.1076/aqin.23.1.83.4929)

