



PLAN DE MANEJO AMBIENTAL HUMEDAL EL CARIBE



República de Colombia

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Corporación Autónoma Regional del Tolima, CORTOLIMA

JORGE ENRIQUE CARDOSO RODRIGUEZ

Director General

LUIS FERNANDO POVEDA

Subdirector planeación y gestión tecnológica

Supervisión

Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima

FRANCISCO ANTONIO VILLA NAVARRO

Coordinador del proyecto

GLADYS REINOSO FLÓREZ

Coordinadora General

SERGIO LOSADA PRADO

Coordinador

GIOVANY GUEVARA CARDONA

Coordinador

DIANA CAROLINA MONTOYA OSPINA

Coordinadora Técnica del Proyecto

Fotografías texto

Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima (GIZ, 2019)

Diseño y Diagramación

DIANA CAROLINA MONTOYA OSPINA

CORTOLIMA

Nit: 890.704.536-7.

PBX: +57(8) 265 5378 - 2654553

Dirección: Av. Ferrocarril Calle 44 Esquina - Ibagué, Colombia.

Universidad del Tolima

Nit 890.700.640-7

PBX +57(8) 2 771212

B. Santa Helena Parte Alta. A.A. 546 - Ibagué, Colombia.

EQUIPO TÉCNICO

Gladys Reinoso Flórez	Coordinadora Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima
Francisco Antonio Villa Navarro	Coordinador del Proyecto
Sergio Losada Prada	Coordinador
Giovanny Guevara Cardona	Coordinador
Diana Carolina Montoya Ospina	Coordinadora Técnica del Proyecto
Juan Diego Marín Herrera	Geomática
Julián Zúñiga Upegui	Área: Análisis Socioeconómico
Héctor Cruz	Área: Fotografías aéreas
Daniel Ramírez Cottes	Área: Flora
Gladys Reinoso Flórez Edison Jahir Duarte Ramos	Área: Plancton y Calidad del agua
Gladys Reinoso Flórez Diana Carolina Vargas	Área: Macroinvertebrados acuáticos
Francisco Antonio Villa Navarro Diana Carolina Montoya Ospina	Área: Ictiología
Johan Albeiro Romero	Área: Herpetología
Sergio Losada Prado Jessica Nathalia Sánchez Guzmán	Área: Ornitología
Gladys Reinoso Flórez Katiuska Fonseca Prada	Área: Mastozoología
Juan Pablo García Poveda Fernando Poveda	Subdirección de Planeación. Áreas Protegidas. CORTOLIMA

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
MARCO TEÓRICO.....	10
NORMATIVIDAD	18
OBJETIVOS	25
CAPÍTULO 1: LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN	26
1. LOCALIZACION	27
1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	27
1.2. CLASIFICACION Y CATEGORIZACION DEL HUMEDAL.....	30
CAPÍTULO 2: COMPONENTE FÍSICO.....	31
2. COMPONENTE FISICO.....	32
2.1. GEOLOGIA DE SUELOS.....	32
2.2. GEOMORFOLOGÍA DE SUELOS.....	32
2.3. COBERTURA Y USO DE SUELOS.....	32
2.4. CLIMA.....	33
2.5. HIDROLOGÍA.....	33
CAPÍTULO 3: COMPONENTE BIÓTICO	34
3.1. FLORA.....	35
3.1.1. MARCO TEÓRICO	35
3.1.2. METODOLOGÍA.....	37
3.1.3. FLORA PRESENTE EN EL HUMEDAL EL CARIBE.....	40
3.2. FAUNA.....	71
3.2.1. MARCO TEÓRICO	71
CAPÍTULO 4: CALIDAD DEL AGUA	149
4. COMPONENTE CALIDAD DE AGUA	150
4.1. MARCO TEÓRICO.....	150
4.2. METODOLOGÍA.....	154
4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	156
CAPÍTULO 5: COMPONENTE SOCIAL Y ECONÓMICO	160

5. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	161
5.1. METODOLOGÍA	161
5.2. CONTEXTO POLÍTICO ADMINISTRATIVO DEL HUMEDAL	162
5.3. Caracterización económica	166
5.4. CARACTERIZACIÓN SOCIAL	169
5.5. PROSPECTIVA	171
CAPÍTULO 6: COMPONENTE AMBIENTAL.....	175
6. COMPONENTE AMBIENTAL	176
6.1. INTRODUCCIÓN	176
6.2. METODOLOGÍA	177
6.3. CALIFICACIÓN DE IMPACTOS	180
6.4. ANÁLISIS COMPONENTE AMBIENTAL	184
CAPÍTULO 7: VALORACIÓN Y EVALUACIÓN.....	186
7. VALORACIÓN Y EVALUACIÓN	187
7.1. EVALUACIÓN ECOLÓGICA	187
7.1.2. Diversidad Biológica	187
7.1.3. Naturalidad	188
7.1.4. Rareza	188
7.1.5. Fragilidad	188
7.1.6. Posibilidades de mejoramiento	189
7.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	190
7.2.1. Conocimiento del humedal por los habitantes aledaños	190
7.2.2. Valoración económica	191
CAPÍTULO 8: ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL.....	193
8. ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL	194
8.1. Aspectos Conceptuales	195
8.2. Aspectos metodológicos	200
8.3. Zonificación Ecológica y Ambiental	203
CAPÍTULO 9: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	210
9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	211
9.1. INTRODUCCIÓN	211

9.2. METODOLOGÍA.	212
9.3. VISIÓN.	213
9.4. MISIÓN.	214
9.5. OBJETIVOS.	215
9.6. TIEMPOS DE EJECUCIÓN.	215
9.7. ESTRATEGIAS.	215
9.8. PROGRAMAS Y PROYECTOS	219
9.9. EVALUACIÓN DEL PLAN DE MANEJO.	235
9.10. PLAN DE TRABAJO ANUAL	237
BIBLIOGRAFÍA	240

INTRODUCCIÓN

Los humedales son considerados ecosistemas muy sensibles a la intervención de origen antrópico, en Colombia son vitales dentro de la amplia variedad de ecosistemas y, al ofrecer distintos bienes y servicios, constituyen en un reglón importante de la economía nacional, regional y local (Ministerio del Medio Ambiente [MMA], 2002). Los humedales sirven para mitigar los impactos generados por el ciclo hidrológico de una región y, paralelamente, proveen de hábitat a distintos organismos, incluyendo aquellas especies que recurren a la migración como estrategia adaptativa. Proveen de hábitat, alimento, refugio, y áreas de crianza y reproducción a un elevado número de especies de peces, aves, anfibios, reptiles, mamíferos e invertebrados. Son reconocidos por su alto nivel de endemismos, en particular de peces e invertebrados, por su fauna altamente especializada y por ser refugio de una gran diversidad de especies de aves migratorias. Los humedales tienen también un papel ecológico muy importante en el control de la erosión, la sedimentación y las inundaciones; en el abastecimiento y depuración del agua, y en el mantenimiento de pesquerías. En la actualidad estos sistemas han reducido su extensión considerablemente debido al drenado y relleno de sus áreas para diferentes usos (Aguilar, 2003).

Su afectación obedece a distintos factores, generalmente antrópicos. Uno de ellos ha sido la inadecuada planificación y el uso de técnicas nocivas, así la ejecución de políticas de desarrollo sectorial inconsistentes y desarticuladas (MMA, 2002). Con el fin de detener la pérdida de humedales se han desarrollado distintas iniciativas, una de ellas es la Convención Relativa a los humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas, adoptada en Ramsar en 1971 (Sánchez, 1998). Igualmente, la Agenda 21 plantea como prioridad para los recursos de agua dulce la protección de los ecosistemas y la ordenación integrada de los recursos hídricos (MMA, 2002).

La declinación en la producción de las especies acuáticas en general se ha asociado a la pérdida de diversos tipos de hábitat estuarinos y ribereños, como la vegetación acuática sumergida, vegetación marginal halófila, sustratos someros lodosos, arrecifes ostrícolas y restos de vegetación arbórea. Sin embargo, la declinación en el tamaño de las poblaciones de igual manera es causada por una serie de procesos biológicos, geológicos, físicos y químicos, tales como la alteración física de los hábitats, la modificación de los influjos de agua

dulce y la contaminación crónica o accidental (Barba, 2004). Los humedales poseen atributos o valores intrínsecos que los distinguen de otros ecosistemas y es ahí donde reside su gran importancia en el sistema vital del planeta y el hecho de detentar la máxima consideración desde el punto de vista de la conservación (Viñals, 2004).

Situaciones como la agricultura intensiva, la urbanización, la contaminación, la desecación, sobreexplotación de recursos y la introducción de especies foráneas, han afectado los procesos naturales que se dan en los humedales convirtiéndolos en ecosistemas frágiles con pérdida de capacidad productiva. Las acciones antrópicas sobre los humedales tienen efectos negativos tanto en las especies silvestres, como en las mismas comunidades humanas, ya que se ven afectados los servicios ecosistémicos de los cuales se benefician (Lasso, Gutiérrez y Morales-B., 2014).

Debido a la alteración de estos ecosistemas el Estado propone su protección mediante la Ley 99 de 1993, en su artículo 5 numeral 24, donde establece la responsabilidad del Ministerio del Medio Ambiente en relación con los humedales y menciona que: "le corresponde regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales". El Ministerio del Medio Ambiente adopta esta responsabilidad por medio de la Resolución 157 del 12 de febrero de 2004, y en su artículo 4, dispone en relación con el Plan de Manejo Ambiental, que las Autoridades Ambientales competentes deberán elaborarlos y ejecutarlos para los humedales prioritarios de su jurisdicción, los cuales deberán partir de una delimitación, caracterización y zonificación para la definición de medidas de manejo, con la participación de los distintos interesados. Así mismo, el Plan de Manejo Ambiental deberá garantizar el uso sostenible y el mantenimiento de su diversidad y productividad biológica (Resolución 196 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 01 de febrero de 2006).

En el departamento del Tolima se registran como los humedales más importantes 300 lagunas de cordillera, de origen glaciar, localizadas en la cordillera central en áreas de los Parques Nacionales Naturales y numerosas lagunas y sistemas de humedales en las zonas bajas principalmente en la zona de vida Bosque seco Tropical del departamento. A pesar de esta variedad de humedales en el departamento del Tolima solo se han realizado evaluaciones iniciales de los humedales ubicados en el Parque Natural Nacional Los Nevados y en su área amortiguadora. Los relictos de humedales que se ubican en el Valle del

Magdalena, con excepción de la valoración ecológica realizada por Camargo y Lasso (2002).

Teniendo en cuenta lo anterior y consciente de la importancia de los humedales, de la fauna y flora que los caracteriza, la Corporación Autónoma del Tolima CORTOLIMA y Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) ha considerado muy relevante desarrollar el proyecto de estudio de nueve humedales ubicados en las zonas bajas y altas del departamento del Tolima cuyo objetivo es la caracterización de la fauna y flora presente en ellos y generar la línea base para plantear el Plan de Manejo para su conservación.

MARCO TEÓRICO

LOS HUMEDALES.

Existen más de cincuenta definiciones de humedales (Dugan, 1992) y los expertos debaten la conveniencia de acuñar una de uso general (Scott y Jones, 1995). El Ministerio del Medio Ambiente ha adoptado la definición de la Convención Ramsar, la cual establece: “...son humedales aquellas extensiones de marismas, pantanos, Lagunas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Scott y Carbonell, 1986).

Cowardin, Carter, Golet y LaRoe (1979) sugirieron que los humedales fueran reconocidos por su carácter de interfaz entre los sistemas terrestres y acuáticos. Por otro lado, Farinha et al. (1996) ofrecieron criterios operativos, como los siguientes: El límite entre tierra con cobertura vegetal predominantemente hidrofítica y aquella con cobertura mesofítica o xerofítica; el límite entre suelo predominantemente hídrico y aquel predominantemente seco; en aquellos sitios en donde no hay ni suelo ni vegetación, el límite entre la tierra que es inundada o saturada con agua en algún momento del año y aquella que no lo es.

Las funciones ecológicas y ambientales de los humedales colombianos representan numerosos beneficios para la sociedad. En primer término, son sistemas naturales de soporte vital, y base de actividades productivas y socioculturales, tales como economías extractivas basadas en el uso de muchas especies, a través de la pesca artesanal y de sustento, caza y recolección y el pastoreo y la agricultura en épocas de estiaje (Ministerio del Medio Ambiente - Instituto Alexander Von Humboldt, 1999). Sin embargo, los humedales no han merecido atención prioritaria, siendo entonces ignorada su contribución a la economía del país.

Por su naturaleza, los humedales son ecosistemas altamente dinámicos, sujetos a una amplia gama de factores naturales que determinan su modificación en el tiempo aún en ausencia de factores de perturbación. Sus atributos físicos, principalmente hidrográficos, topográficos y edáficos son constantemente moldeados por procesos endógenos tales como la

sedimentación y la desecación y por fenómenos de naturaleza principalmente exógena, tales como avalanchas, el deslizamiento de tierras, las tormentas y vendavales, la actividad volcánica y las inundaciones tanto estacionales como ocasionales.

Se puede decir que un humedal degradado es un humedal que ha perdido algunos de sus valores o funciones o todos ellos a causa de la desecación, por tanto, hay varias buenas razones para iniciar actividades de restauración y rehabilitación de humedales degradados. En esencia, se trata de las mismas razones para conservar los humedales naturales: las valiosas funciones y servicios que prestan. Vale la pena establecer una definición para los términos valores y funciones de los humedales. Las funciones son procesos químicos, físicos y biológicos o atributos del humedal que son vitales a la integridad del sistema y que operan sean o no considerados importantes para la sociedad. Los valores son atributos del humedal que no son necesariamente importantes a la integridad del sistema pero que son percibidos como de importancia a la sociedad. La importancia social de las funciones y valores de un humedal se define como el valor que la sociedad le asigna a una función o valor evidenciado por su valor económico o reconocimiento oficial (Adamus, Danielson y Gonyaw, 1991).

Pese a que es muy difícil restaurar humedales exactamente como eran antes de su conversión y que incluso puede ser imposible, existen muchos ejemplos de proyectos de restauración que han restablecido al menos algunas de estas funciones y valores. Debido a la dificultad que conlleva un proceso de restauración, es indispensable determinar el criterio de éxito de la misma desde un comienzo y en forma detallada. Otra limitante es la ausencia de información sobre el estado de los humedales antes de ser impactados.

LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y LA REHABILITACIÓN AMBIENTAL.

Las perturbaciones naturales son un elemento integral de los ecosistemas de todo tipo. Estas perturbaciones afectan la composición y estructura de los ecosistemas, generando cambios permanentes y una dinámica propia. La velocidad de recuperación de los ecosistemas depende de varios factores, pero principalmente de la magnitud y frecuencia. Muchos modelos extractivos y productivos de pequeña escala generan impactos

comparables con las perturbaciones naturales, de los cuales se recuperan fácilmente, la capacidad de un ecosistema para recuperarse de estos cambios se conoce bajo el término de resiliencia: entre mayor resiliencia mayor capacidad de recuperación a las perturbaciones (Samper, 1999).

Con la perturbación de un ecosistema se produce un cambio en la estructura, usualmente representada en una reducción en el número de especies y complejidad del ecosistema. Al mismo tiempo se puede producir un impacto sobre la función, por ejemplo, la reducción en la capacidad de reciclaje de nutrientes. En sentido estricto, la restauración de un ecosistema implica el retorno a la estructura y función original. El problema conceptual es como definir el ecosistema original, sobre todo si tenemos en cuenta que todos los ecosistemas cambian con el tiempo.

En el estudio de los ecosistemas se tiene en cuenta su composición de especies, su estructura y su funcionamiento (procesos), porque en últimas la restauración ecológica es un tipo de manejo de ecosistemas que apunta a recuperar la biodiversidad, su integridad y salud ecológicas. La biodiversidad es su composición de especies (principalmente de los productores primarios, las plantas), la integridad ecológica es su estructura y función y la salud ecológica es su capacidad de recuperación después de un disturbio (resistencia a disturbios y resiliencia), lo cual garantiza su sostenibilidad.

En consecuencia la capacidad de restaurar un ecosistema dependerá de una gran cantidad de conocimientos, como por ejemplo: el estado del ecosistema antes y después del disturbio, el grado de alteración de la hidrología, la geomorfología y los suelos, las causas por las cuales se generó el daño; la estructura, composición y funcionamiento del ecosistema preexistente, la información acerca de las condiciones ambientales regionales, la interrelación de factores de carácter ecológico cultural e histórico: es decir la relación histórica y actual entre el sistema natural y el sistema socioeconómico, la disponibilidad de la biota nativa necesaria para la restauración, los patrones de regeneración, o estados sucesionales de las especies (por ejemplo, estrategias reproductivas, mecanismos de dispersión, tasas de crecimiento y otros rasgos de historia de vida o atributos vitales de las especies), las barreras que detienen la sucesión y el papel de la fauna en los procesos de regeneración (Vargas, 2007).

El éxito en la restauración también dependerá de los costos, de las fuentes de financiamiento y voluntad política de las instituciones interesadas en la restauración; pero ante todo de la colaboración y participación de las comunidades locales en los proyectos.

- **Restauración ecológica.** La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SERI por sus siglas en inglés) define la restauración ecológica como “el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido” (SERI, 2004). En otras palabras, la restauración ecológica es el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región. Se entiende que las dinámicas naturales deben estar dirigidas a la recuperación, no de la totalidad sino de los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies, de acuerdo a las condiciones actuales en que se encuentra el ecosistema que se va a restaurar (SERI, 2004).

La visión ecosistémica implica que lo que debe retornar a un estado predisturbio son las condiciones ecológicas que garantizan la recuperación de la composición estructura y función del ecosistema y que recuperan servicios ambientales. Desde este punto de vista la restauración es un proceso integral de visión ecosistémica tanto local, como regional y del paisaje, que tiene en cuenta las necesidades humanas y la sostenibilidad de los ecosistemas naturales, seminaturales y antrópicos (Vargas, 2007).

El valor de usar la palabra restauración desde el punto de vista ecosistémico es que nos ayuda a pensar en todos los procesos fundamentales de funcionamiento de un ecosistema, especialmente en los procesos ligados a las sucesiones naturales (Cairns, 1987), sus interacciones y las consecuencias de las actividades humanas sobre estos procesos.

- **Rehabilitación.** Varios autores utilizan la palabra rehabilitación como sinónimo de restauración. Pero en realidad su uso presenta diferencias. La rehabilitación no implica llegar a un estado original. Por esta razón la rehabilitación se puede usar para indicar cualquier acto de mejoramiento desde un estado degradado (Bradshaw, 2002), sin tener como objetivo final producir el ecosistema original. Es posible que podamos recuperar la función ecosistémica, sin recuperar completamente su estructura, en este caso se realiza una rehabilitación de la función ecosistémica, muchas veces incluso

con un reemplazo de las especies que lo componen (Samper, 2000). En muchos casos la plantación de árboles nativos o de especies pioneras dominantes y de importancia ecológica puede iniciar una rehabilitación.

- **Revegetación.** Es un término utilizado para describir el proceso por el cual las plantas colonizan un área de la cual ha sido removida su cobertura vegetal original por efecto de un disturbio. La revegetación no necesariamente implica que la vegetación original se reestablece, solamente que algún tipo de vegetación ahora ocupa el sitio. Por ejemplo, muchas áreas que sufren disturbios son ocupadas por especies invasoras que desvían las sucesiones a coberturas vegetales diferentes a las originales (Vargas, 2007).

ESTRATEGIA PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE HUMEDALES

La restauración es un componente de la planificación nacional para la conservación y uso racional de los humedales. De acuerdo con la 8ª reunión de la Conferencia de las partes implicadas en la convención sobre humedales Ramsar (2002) se establecen principios y lineamientos para la restauración de humedales en el documento RAMSAR COP8 Resolución VIII.16.

A continuación, se enuncian algunos principios de consideración en los proyectos de restauración de humedales:

1. Comprensión y declaración clara de metas, objetivos y criterios de rendimiento.
2. Planificación detenida para reducir posibilidades de efectos secundarios indeseados.
3. Examen de procesos naturales y condiciones reinantes durante la selección, preparación y elaboración de proyectos.
4. No debilitar esfuerzos para conservar los sistemas naturales existentes.
5. Planificación a escala mínima de cuenca de captación, sin desestimar el valor de hábitats de tierras altas y los nexos entre estos y hábitats propios de humedales.

6. Tomar en cuenta principios que rigen la asignación de recursos hídricos y el papel que la restauración puede desempeñar en el mantenimiento de las funciones ecológicas de los humedales.
7. Involucrar a todos los interesados directos en un proceso abierto
8. Gestión y monitoreo continuos (custodia a largo plazo).

Lograr la restauración o rehabilitación de un humedal requiere en primer lugar del restablecimiento del régimen hidrológico, lo cual depende de actividades que consisten principalmente en eliminar obras de infraestructura que impidan el flujo de agua al humedal, o tubos y canales que drenan el agua de este. Sin embargo, la regulación hídrica del humedal también se relaciona con actividades que conciernen al control de la entrada de sedimentos, residuos sólidos y flujos contaminantes y la reconfiguración geomorfológica del sitio.

El régimen hidrológico puede recuperarse de manera indirecta si se controla la calidad del agua a partir de las concentraciones de nutrientes, la explotación de acuíferos y manantiales abastecedores, si se mantiene la cobertura vegetal en las partes altas de las cuencas. Dado que el aporte de sedimentos está relacionado con el régimen hidrológico, en ocasiones es necesario construir gaviones o estructuras de retención de suelo. En otros casos se deben quitar las presas que retienen el sedimento o construir playas y dunas protectoras (Vargas, 2010).

Otro de los factores relacionados con el ambiente físico es la restitución de la microtopografía del sustrato porque determina la variación de factores como el potencial de oxidoreducción y temperatura, y/o la distribución y establecimiento de las especies. Las especies vegetales de los humedales son susceptibles a variaciones pequeñas en el relieve del sustrato en escalas de centímetros a metros (Collins, Perino y Vankat, 1982; Titus, 1990). La reconformación física del humedal involucra técnicas de empleo de maquinaria y manuales para estabilizar la geofoma y al mismo tiempo propiciar la heterogeneidad en el relieve.

En segundo lugar, es necesario el control de especies invasoras acuáticas, semiacuáticas y terrestres. Esto puede realizarse a través de métodos como el entresacado manual o la remoción con maquinaria liviana. Es conveniente hacerlo antes del establecimiento de especies vegetales nativas ya que es otra de las barreras a la restauración. El establecimiento

de especies vegetales en los humedales tiene dos alternativas metodológicas (Lindig-Cisneros y Zedler, 2005):

- *Métodos de diseño*: Esta aproximación toma en cuenta la estrategia de historia de vida de las especies como el factor más importante en el desarrollo de la vegetación en un sitio.
- Esta estrategia enfatiza aproximaciones intervencionistas basadas en resultados predecibles ya que involucra la selección e introducción de especies con implementación de medidas necesarias para su permanencia.
- *Métodos de autodiseño*: Consisten en permitir que las comunidades vegetales se organicen espontáneamente dejando que las especies se establezcan de manera natural colonizando el sitio. El restaurador puede plantar especies vegetales o no, pero las condiciones ambientales naturales determinarán la permanencia de la vegetación (Middleton, 1999).

Al igual que los métodos de diseño la creación de hábitats para la fauna requiere de la selección de especies vegetales de acuerdo a las especies animales. Restablecer la vegetación de los alrededores del humedal involucra sembrar especies nativas que sirvan como barrera, perchas vivas y refugios. Al final del proceso es imprescindible restablecer también la vegetación de los alrededores. Algunos criterios para el manejo de la cobertura vegetal terrestre de un humedal son: diseño de las plantaciones, diversidad de especies, conectividad interna, atractivos (perchas y árboles de fructificación), condiciones edáficas, alternancia de corredores, estratificación, protección de la franja litoral, zonas de recreación y vegetación de transición.

Dentro de los atributos o variables de medición recomendables en el monitoreo de la restauración de humedales se reconocen los siguientes (Callaway, Sullivan, Desmond, Williams y Zedler, 2001):

- *Hidrología*: Régimen de inundación, nivel freático, tiempo de retención de agua, caudales de entradas y salidas, tasas de flujo, elevación, sedimentación y erosión.
- *Calidad del agua*: Temperatura del agua y oxígeno disuelto, pH, turbidez y estratificación de la columna de agua, nutrientes.
- *Suelos*: Contenido de agua, textura, salinidad, densidad aparente, pH, potencial de reducción, contenido de materia orgánica, nitrógeno total,

nitrógeno inorgánico, procesos del nitrógeno, descomposición, sustancias tóxicas.

- *Vegetación acuática*: Porcentaje de cobertura, composición de especies, etapas de sucesión.
- *Vegetación terrestre*: Mapeo, cobertura y altura de plantas vasculares, arquitectura del dosel, tamaño de parches y distribución de especies particulares, biomasa epigea, biomasa hipogea, estimación visual de algas y tipo dominante, concentración de nitrógeno en tejidos.
- *Fauna*: Tasa de colonización, composición de especies, densidad, estructura poblacional, crecimiento, periodos de migración, anidación y cuidado de crías, relación reptiles/mamíferos. Entre los grupos considerados como indicadores biológicos para realizar el seguimiento de estos parámetros se encuentran los Macroinvertebrados acuáticos, peces y aves acuáticas.

NORMATIVIDAD

Desde finales de la década de los 80 y principios de los 90 se empezaron a gestionar en Colombia los primeros pasos para la conservación de los humedales del país. En este sentido, en 1991, durante la Segunda Reunión de los Miembros Sudamericanos de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el Programa Mundial de Humedales de la UICN convocó un taller en donde se recomendó la realización de otros talleres de Humedales en cuatro países de la región para la elaboración de la Estrategia Nacional de Conservación de los humedales.

Posteriormente, en 1992 se llevó a cabo en Bogotá, el Primer Taller Nacional de Humedales, en el cual se construyó de manera informal un Comité *ad hoc* con el fin de canalizar acciones tendientes a la conservación de estos ecosistemas (Naranjo, 1997).

Con la creación del Ministerio del Medio Ambiente mediante la Ley 99 de 1993, se reorganizó el sistema nacional encargado de la gestión ambiental y en la estructura interna del Ministerio se creó una dependencia específica para el tema de los humedales. En 1996, esta dependencia generó un documento preliminar de lineamientos de Política para varios ecosistemas, incluyendo los humedales. Un año más tarde, el Ministerio del Medio Ambiente realizó una consultoría con el Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt con el fin de proporcionar las bases técnicas para la formulación de una política nacional de estos ecosistemas acuáticos. Los resultados de dicha consultoría hacen parte de la publicación "Humedales Interiores de Colombia, Bases Técnicas para su conservación y Desarrollo Sostenible". En este mismo sentido, el Ministerio realizó en 1999 un estudio que identificó las prioridades de gestión ambiental de varios ecosistemas, entre ellos los humedales.

Por otra parte, en el plano internacional, el Ministerio del Medio Ambiente realizó desde su creación las gestiones políticas y técnicas para que el Congreso de la República y la Corte Constitucional aprobaran la adhesión del país a la Convención Ramsar. Lo anterior se logró mediante la Ley 357 del 21 de enero de 1997, produciéndose la adhesión protocolaria el 18 de junio de 1998.

La Convención Ramsar (2000), plantea que la perturbación de los humedales debe cesar, que la diversidad de los que permanecen debe conservarse, y, cuando sea posible, se debe procurar rehabilitar o restaurar aquellos que presenten condiciones aptas para este tipo de acciones.

Por medio de la Resolución 196 de 2006 se adopta la Guía Técnica para la Formulación, Complementación o Actualización, por parte de las autoridades ambientales competentes en su área de jurisdicción de los Planes de Manejo para los humedales Prioritarios en Colombia y para la delimitación de los mismos. Así mismo, la conservación de estos ecosistemas es prioritaria para cumplir con los objetivos de protección contemplados en otros tratados internacionales de los cuales Colombia es parte, como por ejemplo el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

En el párrafo 1 del artículo 3 de la Convención Ramsar se estipula que **“Las Partes Implicadas deberán elaborar y aplicar su plantificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, y en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio”**.

Con este propósito, en la 7ª COP (Conferencia de las Partes) celebrada en Costa Rica en 1999, se aprobaron los *Lineamientos para Elaborar y Aplicar Políticas Nacionales de Humedales*, en los cuales se mencionan los siguientes elementos para lograr su conservación:

- Fijación de objetivos de conservación de humedales en las políticas gubernamentales
- Fortalecimiento de la coordinación y la comunicación entre los organismos gubernamentales
- Creación de más incentivos a la conservación de los humedales
- Fomento de un mejor manejo de humedales después de su adquisición o retención
- Conocimientos más elaborados y su aplicación
- Educación dirigida al público en general, a los decisores, los propietarios de tierras y al sector privado.
- Fomento de la participación de las organizaciones no gubernamentales y las comunidades locales.

Colombia cuenta con herramientas adecuadas para la protección y conservación de los humedales y es así como a partir de su Constitución

Política de 1991 se “eleva el medio ambiente a la calidad de derecho constitucional colectivo, estableciendo derechos y deberes de la sociedad en relación con el manejo y protección de los recursos naturales, instando como elemento constitucional el desarrollo sostenible y asignando funciones de protección ambiental a diferentes autoridades del poder público”.

NORMA	DESCRIPCIÓN
Connotación Legal de los humedales	La ley les ha dado la connotación de espacio público, lo que los destina a satisfacer necesidades colectivas para su protección y los demás cuerpos de agua integrantes del sistema hídrico de las regiones; creándose la ronda hidráulica y la zona de manejo y preservación ambiental de la ronda, que también hace parte del espacio público.
Regulación de Carácter Nacional Decreto 1355 de 1970	Decreto 1355 de 1970. Art.1: Son ilegales los rellenos y la desecación de los humedales, por esto las autoridades ambientales, pueden solicitar a las alcaldías, entes municipales y distritales, detener los rellenos y la invasión de la zona de ronda o protección alrededor de estos sistemas, que es hasta de 30 m.
Convención RAMSAR, 1971 Comunidad Internacional	Convención Relativa a los humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas
Decreto-Ley 2811 de 1974 Congreso de Colombia	Código de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente Art. 8 , literal f- considera factor de contaminación ambiental los cambios nocivos del lecho de las aguas. Literal g, considera como el mismo de contaminación la extinción o disminución de la biodiversidad biológica. Art.9 Se refiere al uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables. Art.137 Señala que serán objeto de protección y control especial las fuentes, cascadas, lagos y otras corrientes de agua naturales o artificiales, que se encuentren en áreas declaradas dignas de protección. Art 329 precisa que el sistema de parques nacionales tiene como uno de sus componentes las reservas naturales. Las reservas naturales son aquellas en las cuales existen condiciones de diversidad biológica destinada a la conservación. Investigación y estudio de sus riquezas naturales.

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal El Caribe

<p>Normas Sanitarias Sobre Residuos Sólidos de 1974 Art. 25, 31 y 33</p>	<p>Art.25: Se podrán utilizar como sitios de disposición de basuras, los predios autorizados expresamente por el Ministerio de Salud o la Entidad delegada.</p> <p>Art. 31: Quienes produzcan basuras con características especiales son responsables de su recolección, transporte y disposición final.</p> <p>Art. 33: Los vehículos destinados al transporte de basura, reunirán disposiciones técnicas que reglamente el Ministerio de Salud preferiblemente de tipo cerrado a prueba de agua y de carga a baja altura.</p>
<p>Código Nacional de Recursos Naturales, Decreto 2811 de 1974, Congreso De Colombia Arts. 193 al 197</p>	<p>Sobre conservación, defensa y toma de medidas para la protección del recurso flora</p>
<p>Decreto 1541 de 1978 Ministerio de Agricultura</p>	<p>Por el cual se reglamenta la parte III del libro II del Decreto Ley 2811 de 1974; «De las aguas no marítimas») y parcialmente la Ley 23 de 1973. Normas relacionadas con el recurso agua. Dominio, ocupación, restricciones, limitaciones, condiciones de obras hidráulicas, conservación y cargas pecuniarias de aguas, cauces y riberas.</p>
<p>Constitución Política de Colombia, 1991 Congreso de Colombia</p>	<p>Artículo 58: Se garantizan la propiedad privada y los demás derechos adquiridos con arreglo a las leyes civiles, los cuales no podrán ser desconocidos ni vulnerados por leyes posteriores. Cuando de la aplicación de una ley expedida por motivo de utilidad pública o interés social, resultaren en conflicto los derechos de los particulares con la necesidad por ella reconocida, el interés privado deberá ceder al interés público o social. Artículo 63: Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, patrimonio arqueológico de la nación y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables. Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Artículo 366. El</p>

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal El Caribe

	<p>bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable. Para tales efectos, en los planes y presupuestos de la nación y de las entidades territoriales, el gasto público social tendrá prioridad sobre cualquier otra asignación.</p>
<p align="center">Convenio Sobre la Diversidad Biológica, 1992 Comunidad Internacional</p>	<p align="center">Convenio de la Diversidad Biológica (Río de Janeiro, 1992)</p>
<p align="center">Ley 99 de 1993 Congreso de Colombia</p>	<p>Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones Art.1. Dentro de los principios generales ambientales dispone en el numeral 2 que la biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible. Art. 116 lit. g, autoriza al Presidente de la República para establecer un régimen de incentivos económicos, para el adecuado uso y aprovechamiento del medio ambiente y de los recursos renovables y para la recuperación y conservación de ecosistemas por parte de propietarios privados.</p>
<p align="center">Ley 165 de 1994 Congreso de Colombia</p>	<p>Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992. En el que se reconoce la estrecha y tradicional dependencia de muchas comunidades locales y poblaciones indígenas con sistemas de vida tradicionales basados en los recursos biológicos y la conveniencia de compartir equitativamente los beneficios, además insta a los gobiernos nacionales, a que con arreglo a su legislación nacional, respeten, preserven y mantengan los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica.</p>

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal El Caribe

Lineamientos de Política para el Manejo Integral del Agua, 1995	El Ministerio de Ambiente elaboró el documento "Lineamientos para la construcción colectiva de una cultura del agua". Uno de sus objetivos es proteger acuíferos, humedales y otros reservorios importantes de agua.
Ley 357 de 1997 Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971).
Resolución VIII.14 RAMSAR 2002	Por medio de la cual se establecen los nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales.
Resolución N° 0157 de 2004 MAVDT	Por la cual se reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la convención Ramsar.
Resolución N° 196 de 2006 MAVDT	"Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia "
Resolución 1128 de 2006 MAVDT	Por la cual se modifica el artículo 10 de la resolución 839 de 2003 y el artículo 12 de la resolución 157 de 2004 y se dictan otras disposiciones.
Artículo 202 de la Ley del Plan de Desarrollo: Prosperidad para todos 2011- 2014 (Ley 1450 de 2011)	Por la cual se estableció la delimitación de los ecosistemas de páramos y humedales a escala 1:25.000 con base en estudios técnicos, económicos sociales y ambientales.
Ley 1753 de 2015 (9 de junio)	"Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018 "Todos por un nuevo país". Disposiciones relevantes: Art 172. Protección de humedales. Con base en la cartografía de humedales que determine el MADS, [...], las autoridades ambientales podrán restringir parcial o totalmente el desarrollo de actividades agropecuarias de alto impacto, de exploración y explotación minera y de hidrocarburos, con base en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales, conforme a los lineamientos definidos por el MADS[...] Parágrafo. En todo caso, en humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la Convención Ramsar, no se podrán adelantar las actividades agropecuarias de alto impacto ambiental ni de exploración y explotación de hidrocarburos y de minerales. Art. 174. Parágrafo Segundo. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible creará el Registro Único de Ecosistemas

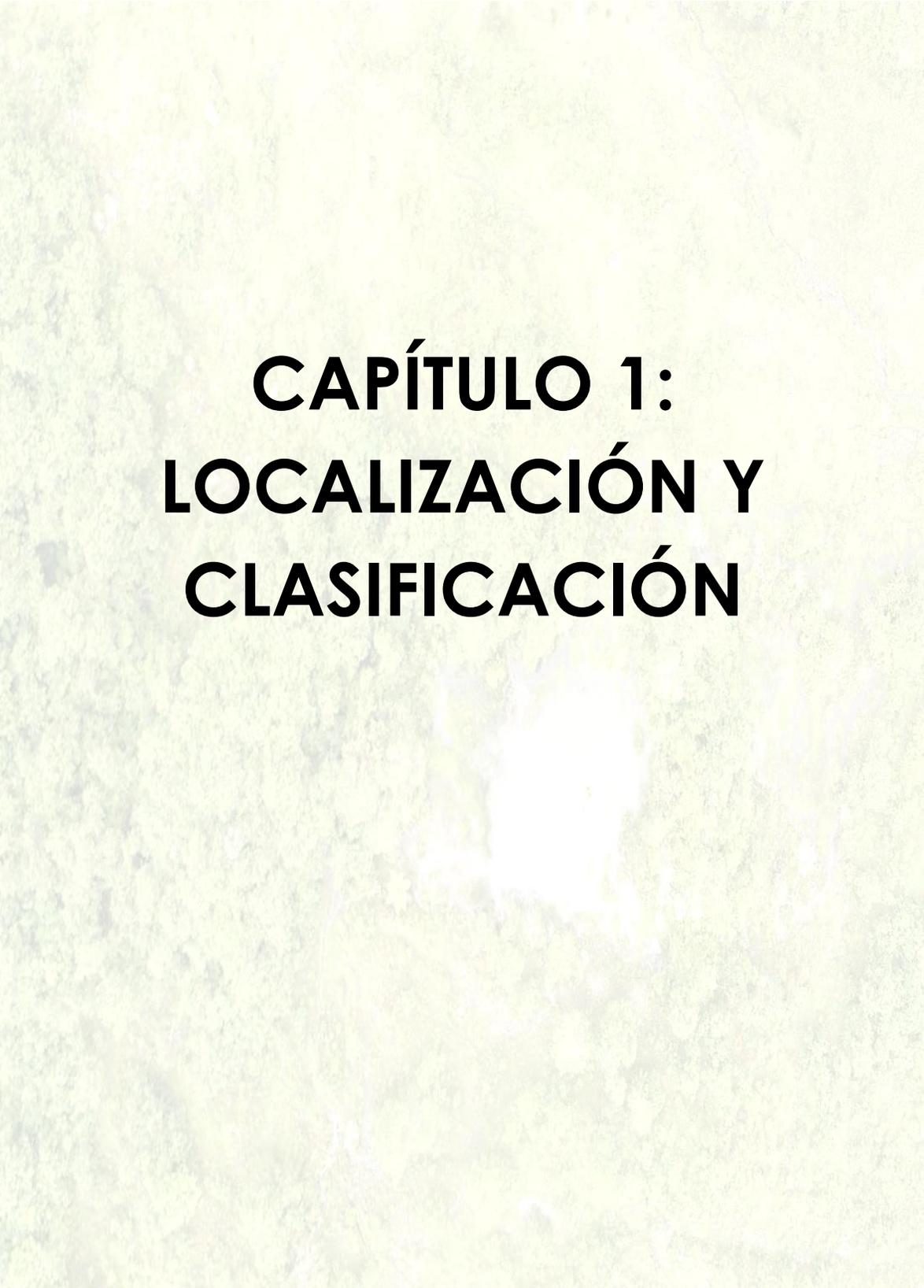
Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal El Caribe

	<p>y Áreas Ambientales, con excepción de las áreas protegidas registradas en el Registro Único Nacional de Área Protegidas (RUNAP) como parte de los sistemas de información del Sistema Nacional Ambiental (SINA) en un término de un año a partir de la expedición de la presente ley. Harán parte del Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales áreas tales como los ecosistemas estratégicos, páramos, humedales y las demás categorías de protección ambiental que no se encuentren registradas en el RUNAP”.</p>
--	--

OBJETIVOS

Establecer medidas, estrategias y acciones necesarias para fomentar la conservación *in situ*, uso racional sostenible, evitar la degradación y potenciar algunas funciones del humedal El Caribe, en el municipio de Villarrica, priorizando sus características ecológicas y socioeconómicas.

Diagnosticar los problemas ambientales y socioeconómicos que caracterizan el humedal y su zona de influencia, al igual que las oportunidades de servicios ambientales que pueden brindar este sistema para finalmente determinar las acciones de mitigación, compensación y de solución a la problemática presente en el municipio de Villarrica mediante el plan de acción.



CAPÍTULO 1: LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN

1. LOCALIZACION

1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El humedal El Caribe se encuentra ubicado en la vereda La Colonia del municipio de Villarrica, departamento del Tolima. Pertenece a la unidad hidrográfica río Cuinde, tributaria de la unidad hidrográfica río Cunday que a su vez tributa sus aguas a la subzona hidrográfica río Prado (IDEAM, 2013); comprende un área inundable de 2.11 hectáreas y una altura promedio de 2380 m s.n.m., los límites se encuentran definidos por las siguientes coordenadas geográficas (Tabla 1.1, Figuras 1.1 y 1.2).

Tabla 1.1. Coordenadas geográficas del humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

EXTREMO	NORTE	OESTE
NORTE	3° 52' 39.298"	74° 32' 28.537"
SUR	3° 52' 36.611"	74° 32' 25.999"
ORIENTE	3° 52' 34.453"	74° 32' 23.432"
OCCIDENTE	3° 52' 38.223"	74° 32' 31.728"

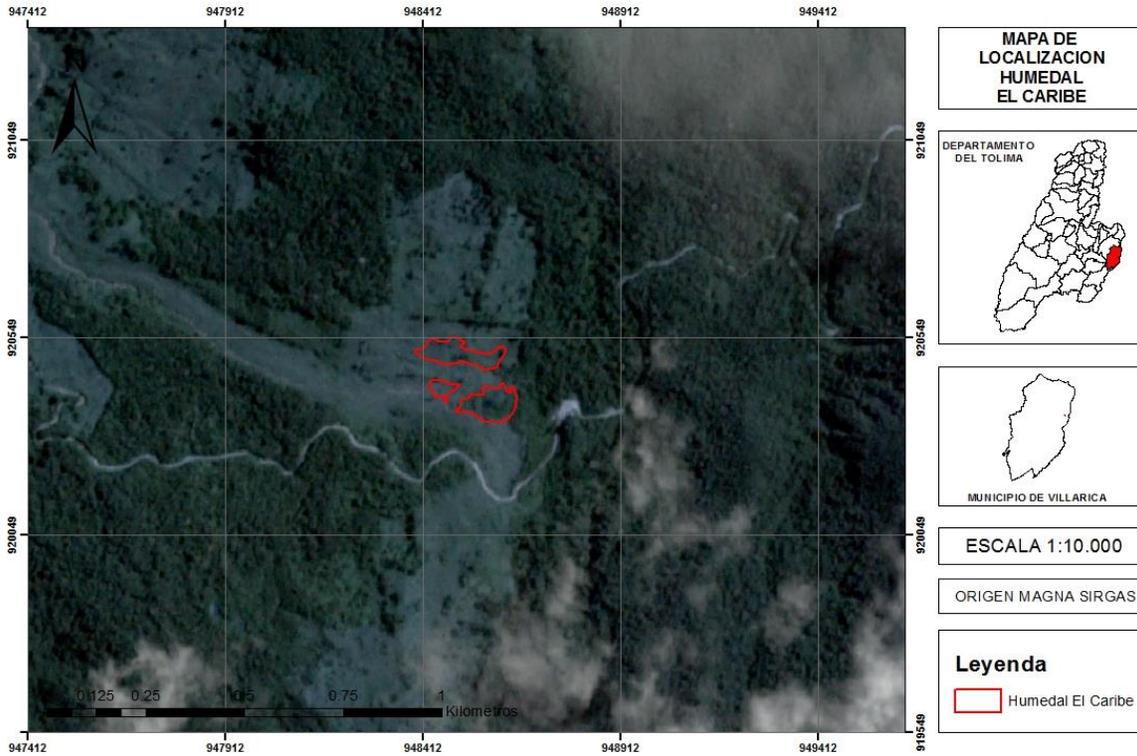
Fuente: GIZ, 2019.

El acceso al humedal se realiza desde el área urbana del municipio de Villarrica en el departamento del Tolima, por la vía que lleva a la vereda La Colonia; a partir del centro poblado de dicha vereda, se recorren 5 kilómetros por la vía que conduce hacia el departamento de Cundinamarca y luego se realiza una caminata de aproximadamente 150 metros en dirección norte hasta llegar al humedal El Caribe (Figura 1.1).

Figura 1.1. Humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Figura 1.2. Localización del humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Por otra parte, teniendo en cuenta las fotografías aéreas que fueron tomadas en la zona se determinó que el humedal corresponde al área rural, en el cual se observa el predominio de vegetación arbórea, setos y arbustos

dispuestos en forma de borde alrededor del espejo de agua, forma una barrera visual, sin embargo, está conformado por unas áreas de amortiguación y armonización. Se denota una forma irregular del humedal debido a la vegetación circundante y supone poca profundidad (Figura 1.3).

Las áreas de amortiguación están conformadas por pastizales para la ganadería, vegetación de crecimiento secundario y áreas verdes. Estas áreas cuentan con coberturas de árboles hacia un sector del humedal que cumplen actualmente funciones ecológicas importantes, ya que posibilitan la conectividad estructural.

Finalmente existen algunos sectores de reserva hídrica que también pueden constituir el hábitat de especies propias de humedal, así como los hábitats acuáticos y semiacuáticos de la franja litoral y el hábitat terrestre que no es muy evidente en la imagen y de los bosques nativos.

Figura 1.3. Fotografía aérea del humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

1.2. CLASIFICACION Y CATEGORIZACION DEL HUMEDAL.

Teniendo en cuenta la Convención RAMSAR el humedal El Caribe se clasifica según sus cinco niveles jerárquicos (Tabla 1.2), basados en la Política Nacional para Humedales interiores de Colombia (2002).

Tabla 0.1. Clasificación del humedal El Caribe según la Convención RAMSAR.

Sistema jerárquico (niveles)	Clasificación Humedal Turbera El Caribe
Ámbito: Es la naturaleza ecosistémica más amplia en su origen y funcionamiento.	Interior
Sistema: Los humedales naturales se subdividen según la influencia de factores hidrológicos, geomorfológicos, químicos o biológicos. Los artificiales se separan con base en el proceso que los origina o mantiene.	Palustre
Subsistema: Los humedales naturales se subdividen dependiendo del patrón de circulación del agua.	Permanente
Clase: Se define con base en descriptores de la fisionomía del humedal, como formas de desarrollo dominantes o características del sustrato, tales como textura y granulometría en caso de no estar cubierto por plantas.	Emergente
Subclase: Depende principalmente de aspectos biofísicos particulares de algunos sistemas o de la estructura y composición de las comunidades bióticas presentes.	Turberas Abiertas

Fuente: GIZ, 2019.



CAPÍTULO 2: COMPONENTE FÍSICO

2. COMPONENTE FISICO

2.1. GEOLOGIA DE SUELOS.

La geología de los suelos referentes al humedal El Caribe se encuentra asociado en su mayor parte a las formaciones Monserrate o Guadalupe (Kgs) y Villeta (Ksv).

El Grupo Guadalupe se encuentra dividido en las siguientes formaciones de base a techo:

- Formación Arenisca dura constituida por arenitas de bancos muy gruesos con interestratificaciones de limolitas y lodolitas.
- Formación Plaeners, consiste en arcillolitas y lodolitas silíceas.
- Formación Arenisca de Labor, formada por bancos gruesos de arenitas separados por capas muy delgadas de arcillolitas.
- Formación Arenisca Tierna, formada por alternancia de bancos gruesos de arenitas y menos gruesos de lodolitas.

Por su parte, el Grupo Villeta está compuesta por interestratificaciones decimétricas de lutitas negras con areniscas de grano muy fino. (CORTOLIMA, 2006).

2.2. GEOMORFOLOGÍA DE SUELOS.

El humedal El Caribe se encuentra asociado a un relieve muy quebrado con pendientes cortas, suavizadas por capas de cenizas volcánicas y con abundante pedregosidad superficial. Son suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas que han sido depositadas sobre rocas sedimentarias. (CORTOLIMA, 2006).

2.3. COBERTURA Y USO DE SUELOS.

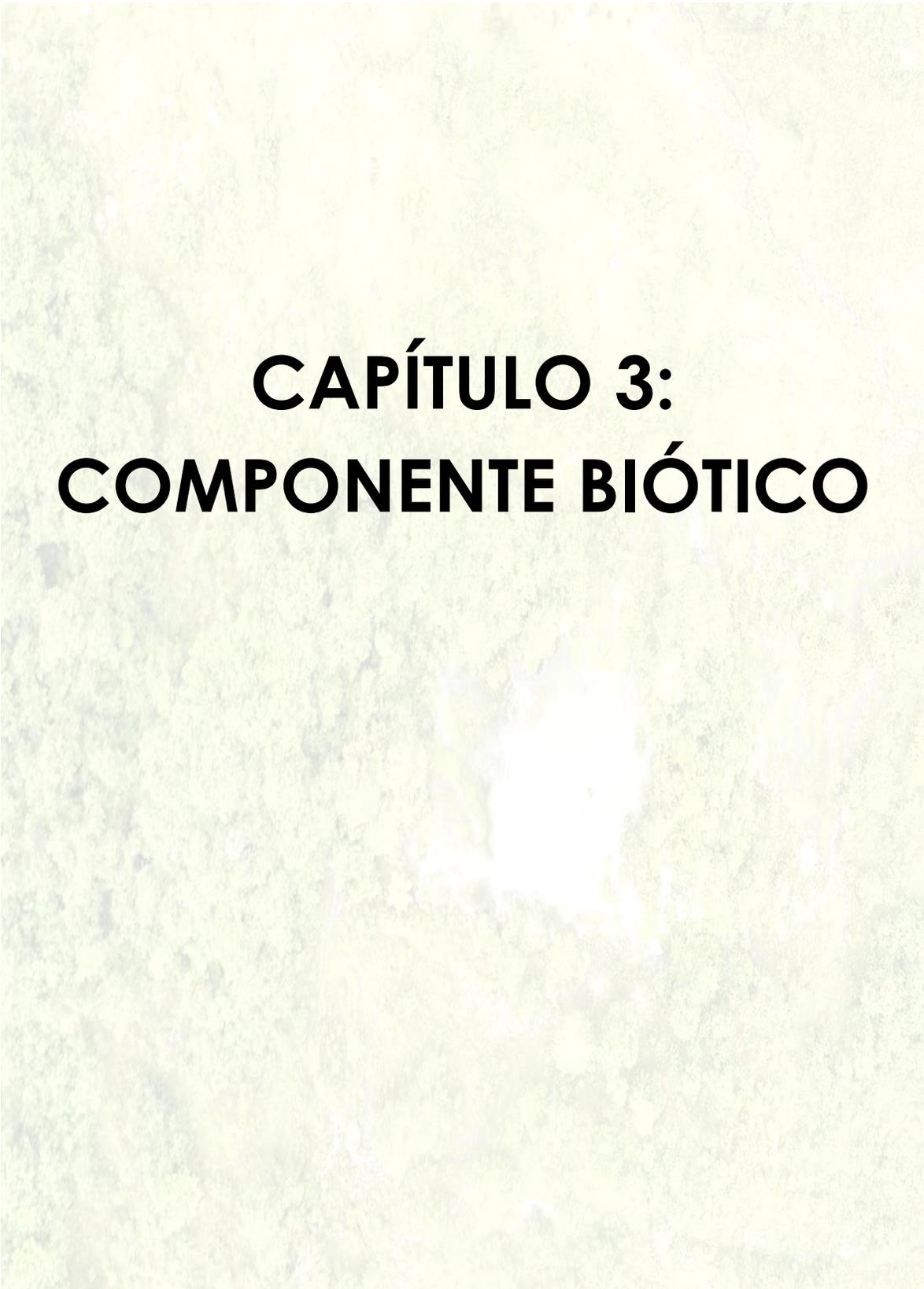
El humedal El Caribe se encuentra asociado al Bosque Alto de Tierra Firme y Pastos Limpios.

2.4. CLIMA.

El humedal se encuentra a una temperatura promedio anual entre los 12° y 18 °C y una precipitación media anual entre los 2000 y 4000 mm, mediante un sistema de lluvias bimodal y dentro de la clasificación de ecosistemas según Holdridge, se encuentra identificado como bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB) (CORTOLIMA, 2014).

2.5. HIDROLOGÍA.

El humedal El Caribe se encuentra ubicado en la unidad hidrográfica río Cuinde Negro; este, a su vez tributa sus aguas a la unidad hidrográfica río Cunday, la cual es tributaria de la subzona hidrográfica del río Prado; el cual, se encuentra situado dentro de la zona hidrográfica del Alto Magdalena (IDEAM, 2013). El río Cuinde Negro posee un caudal medio del orden de los 9.06 m³/s y una demanda del recurso hídrico baja (CORTOLIMA, 2006). El humedal es alimentado por diferentes y pequeñas quebradas que nacen en dicha cuenca.



CAPÍTULO 3: COMPONENTE BIÓTICO

3.1. FLORA

3.1.1. MARCO TEÓRICO

- **FITOPLANCTON**

El fitoplancton son organismos acuáticos de origen vegetal, sin embargo, su clasificación puede extenderse a más de un reino (Bacteria, Protozoo, Chromista y Plantae) se caracterizan principalmente por su capacidad fotosintética lo que los ubica como organismos autótrofos. En general son organismos microscópicos que viven en suspensión con un movimiento pasivo generado a por la acción del viento y la corriente en la columna de agua y cuya estructura anatómica es muy simple, dada esta simplicidad se reproducen con relativa facilidad, aumentando de forma considerable sus poblaciones (Oliva, Godinez y Zúñiga, 2014).

El fitoplancton se distribuye prácticamente en todos los ecosistemas acuáticos continentales, y son importantes porque forma parte de los productores primarios, donde cumplen funciones como fijar dióxido de carbono (CO₂) atmosférico para que este entre a formar parte de la cadena alimenticia de gran cantidad de seres vivos. Por el contrario, también puede presentar perjuicios al ecosistema, dado que son capaces de producir toxinas que afectan la calidad del agua y pueden acarrear problemas de salud (Roldan y Ramírez, 2008).

Una de las propiedades del plancton es la coexistencia simultánea de numerosas poblaciones de especies en un mismo hábitat. Aunque se presentan variaciones en la densidad de una u otra comunidad de algas, rara vez se presenta la exclusión competitiva dada la alta polimixis predominante en la zona fótica de los ecosistemas lacustres, además en algunos casos, la presencia de productos orgánicos liberados por unas algas puede influenciar el metabolismo de otras (Ramírez, 2000).

Taxonómicamente el fitoplancton es un grupo artificial, compuesto de representantes de varios reinos de seres vivos, con la particularidad de que convergen en su capacidad autotrófica y de llevar a cabo la fotosíntesis, de este modo se compone por algas verde azules (Cyanophyceae), euglenoides (Euglenophyceae), algas pardo-amarillas (Chrysophyceae),

diatomeas (Bacillariophyceae), dinoflagelados (Dinophyceae) y algas verdes (Chlorophyceae, Conjugatophyceae, Trebouxiophyceae), entre otros (Ramírez, 2000; Ruggiero et al. 2015).

- **FLORA**

De acuerdo con Rangel (2005), Colombia es considerado uno de los países con mayor diversidad vegetal en el mundo, en estudios realizados sobre diversidad biológica se han registrado para musgos, 928 especies pertenecientes a 265 géneros y 74 familias, en hepáticas se han registrado 840 especies pertenecientes a 140 géneros y 38 familias, se han registrado para los líquenes 1515 especies pertenecientes a 253 géneros y 74 familias, en helechos y plantas afines se han registrado 1400 especies pertenecientes a 115 géneros y 32 familias. Los registros de 26.500 especies de plantas con flores significan el 12% de la riqueza vegetal mundial.

La región andina Colombiana debido a su formación montañosa, diversidad de paisajes y condiciones climáticas, presenta la mayor variabilidad de ecosistemas de humedales dulceacuícolas (Donato, 1998). Los ecosistemas de humedal se caracterizan por ser espacios muy productivos, una de sus principales particularidades es la presencia de agua de manera constante o temporal a lo largo de periodos de tiempo, con ello se asocian organismos con características únicas tales como, plantas, aves, peces, mamíferos entre otros, los cuales se relacionan entre si y permiten un normal funcionamiento y regulación (Castellanos, 2006).

Referente a la vegetación, la composición florística de los humedales se determina por especies adaptadas a las condiciones del ecosistema, en su gran mayoría son de porte herbáceo o fibroso, portes tales como arborescente o arbóreo son poco frecuente (Rangel et al. 1997).

La vegetación predominante para este tipo de ecosistemas esta generalmente caracterizado por especies pertenecientes a las familias, Alismataceae, Araceae, Bromeliaceae, Commelinaceae, Cyperaceae, Hydrocharitaceae, Iridaceae, Juncaceae, Juncaginaceae, Lemnaceae, Lycopodiaceae, Maranthaceae, Melastomataceae, Poaceae, Pontederiaceae, Potamogetonaceae, Selaginellaceae, Sparganiaceae, Sparganiaceae, Sphagnaceae, Xyridaceae, entre otras (Bonilla y Novelo, 1995; Moreno y Retana, 1995; Molina, 1996; Cirujano y Medina, 2014; Fernández et al. 2015; Sánchez et al. 2015).

Este tipo de vegetación dependiendo de sus características adaptativas, se encuentran como hidrófitas o freatófitas, las cuales llegan a ser organismos altamente productivos generando alimento para la fauna, fibras, o cumpliendo funciones como fitorremediadores (Carranza-Medina et al. 2003; Vitieri y Velasteguí, 2014; Granja y Ramírez, 2015).

La familia Melastomataceae, en especial los integrantes del género *Miconia*, juegan un papel fundamental como vegetación asociada a los humedales ya que sus frutos se consideran como una fuente de alimento para la avifauna y fauna circundante (Marcondes, 2002; Maruyama et al. 2007). El género *Tibouchina*, se caracteriza por ser melífero y tener especial relación con los agentes polinizadores (Ramírez et al. 1990), sin embargo, su población y viabilidad se ve afectada por efectos antrópicos.

Los humedales, siendo espacios de importancia ecológica como amortiguadores y reguladores hídricos, ambientalmente se han visto afectados por la extracción del material vegetal, vertimiento de basuras y/o sustancias tóxicas, proyectos de construcción, expansión de la frontera agrícola e implementación de sistemas pecuarios, lo que genera preocupación por su falta de conservación, pues se alteran los ciclos biológicos de las especies asociadas a este ambiente, generando desplazamiento y/o pérdida de la biodiversidad.

La afectación de un humedal puede llegar a tener efectos negativos sobre el abastecimiento de agua de la localidad de influencia, ya que se altera un ciclo natural de conservación y captación del preciado líquido, este a su vez podría afectar los niveles de agua subterráneas que dependen de este para su normal regulación (Lambert, 2003).

3.1.2. METODOLOGÍA.

- **FITOPLANCTON**

Métodos de campo. Se seleccionaron cuatro puntos donde se encontraba el espejo de agua despejado, en cada uno de los puntos establecidos, se realizó el filtrado de 100 L de agua utilizando redes planctónicas (poro de malla estándar de 25 y 55 μ) (Figura 3.1). Las muestras filtradas se almacenaron en frascos de 250 ml y fueron fijadas en solución Transeau (Vercellino y Bicudo, 2006).

Figura 3.1. Metodología para la colecta de plancton en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Métodos de laboratorio. La determinación y conteo de la comunidad fitoplanctónica se realizó haciendo uso de un microscopio invertido OLYMPUS, usando la cámara de sedimentación Sedgwick-Rafter (McAlice, 1971). Los individuos fueron contados en la totalidad de campos de la cámara.

Los valores de densidad fueron convertidos por unidad de área (ind/L), de acuerdo a lo establecido por la APHA (2005) (10200F-10200G). Para la determinación taxonómica, se revisaron claves específicas de fitoplancton (Kudo, 1980; Alves da Silva, Pereira, Moreira y Friedrich, 2011; Oliveira, Bicudo y Moura, 2011; Oliveira, Bicudo y Moura, 2013; Da Silva, Ruwer, Nogueira y Dunck, 2016; Tremarin, 2005; Tremarin, Moreira-Filho, Ludwig, 2010; Bellinger y Sigee, 2015; Bicudo y Meneses, 2006; Ruggiero et al. 2015). Se soportó con las bases de datos electrónica Algaebase (Guiry y Guiry, 2018), ITIS, GBIF y CoL.

Análisis de datos.

Densidad. Se hizo el cálculo de la densidad de organismos por unidad de volumen siguiendo la fórmula:

$$\text{Ind/L} = (C \times V') / (V'' \times V''')$$

Dónde,

C= número de organismos contados

V' = volumen de la muestra concentrada

V'' = volumen contado (1 ml)

V''' = volumen de la muestra observada

Análisis de Correspondencia. Se analizaron las posibles asociaciones entre las variables fisicoquímicas evaluadas y la comunidad fitoplanctónica del humedal El Caribe, con el programa Canoco (Braak y Smilauer, 1998), unido a esto se realizó el test de Monte Carlo con 1000 permutaciones.

- **FLORA**

Métodos de Campo. Se utilizó la técnica propuesta por Villareal et al. (2004), RAP (Rapid Assessment Program), en el cual se trazó un perímetro de 50 x 2 m, teniendo presente a los individuos con DAP ≥ 1 cm a lo largo. Se colectaron muestras botánicas provenientes de árboles, arbustos y plantas herbáceas; para estas últimas, macrófitas emergentes y sumergidas, se realizó la descripción morfológica y el registro fotográfico, luego se conservó el material vegetal mediante la utilización de prensa propuesta por Esquivel (1997), lo que permitió su transporte hasta el Herbario Toli de la Universidad del Tolima (Figura 3.2)

Figura 3.2. Lugar de colecta del material vegetal en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Método de Laboratorio

Luego de que el material vegetal se transportara al laboratorio del Herbario Toli, se secaron, montaron y se determinaron taxonómicamente utilizando claves botánicas (Mahecha y Echeverri, 1983; Barrera y Murillo, 1996;

González y López 2012), consultas con expertos y bases de datos de herbarios digitales.

3.1.3. FLORA PRESENTE EN EL HUMEDAL EL CARIBE.

- **FITOPLANCTON**

Se registró una densidad de 3330 ind/L, distribuidos en cinco phyla, cinco clases, 14 órdenes, 23 familias y 27 géneros de fitoplancton (Tabla 3.1).

Este humedal se compone de un cuerpo lacustre de tamaño medio con una profundidad cercana a los 70 cm en la orilla, se forma a partir del estancamiento de una quebrada que sigue su recorrido y forma otros pequeños humedales interconectados entre sí. La composición presente en este complejo de humedales es variada, tiende a incrementar en aquellas zonas donde la vegetación es abundante y el espejo de agua es más amplio.

La forma del humedal es propicia para el desarrollo del plancton, tiene abundante vegetación riparia, existe la presencia de hidrofitos y helofitos que pueden servir de refugio, el espejo de agua está expuesto a la radiación solar y existe un ligero flujo de agua producto de la quebrada que permite a los organismos derivar libremente en el cuerpo de agua (Ramírez, 2000). A pesar de estas características, existen elementos atenuantes como estar inmersos en una matriz de pasto con poca profundidad y estancamiento de aguas que tienen a la eutrofia total, la materia orgánica es abundante y el fondo es lodoso (Pereira, Reyes, y Kramm, 2000).

Tabla 3.1. Composición de fitoplancton registrado en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

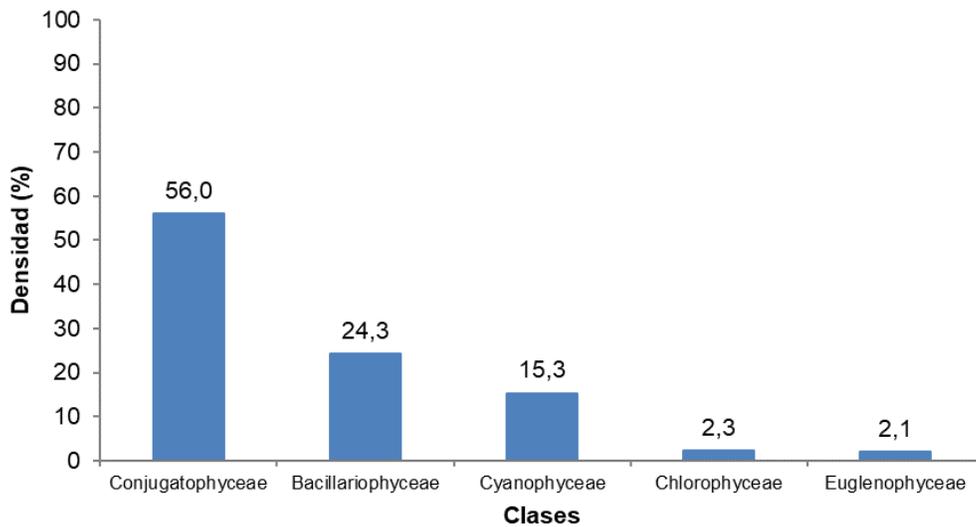
Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Densidad
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i>	5
			Gomphosphaeriaceae	<i>Gomphosphaeria</i>	5
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	475
			Rivulariaceae	<i>Callothrix</i>	5
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>	20
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	310
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>	5
			Gomphonemataceae	<i>Gomphoneis</i>	15
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	90
				<i>Synedra</i>	15
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i>	110
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>	235
			Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i>	25
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i>	5
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i>	10
				<i>Lepocinclis</i>	10
				<i>Trachelomona</i>	35
			Phacaceae	<i>Phacus</i>	15
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i>	1640
			Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i>	10
			Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon</i>	20
			Peniaceae	<i>Penium</i>	40
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i>	30
				<i>Spyrogira</i>	125
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>	10
		Sphaeropleales	Neochloridaceae	<i>Chlorotetraedron</i>	60
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	5

Fuente: GIZ, 2019.

La clase más abundante fue Conjugatophyceae con 1865 células/L (54.2%) seguido por Bacillariophyceae con 810 células/L (24.3%). Por otra parte, la que presentó menor abundancia fue Euglenophyceae con 70 células/L (2.1%) (Figura 3.3).

La clase Conjugatophyceae se compone de algas verdes altamente diversificadas con un amplio espectro de estructuras y adaptaciones que les permiten captar eficientemente los recursos disponibles, para el desarrollo de su ciclo de vida. Son organismos comunes en ecosistemas lenticos con bastante exposición a la radiación solar que es uno de los factores preponderantes para su desarrollo (Guiry, 2013)

Figura 3.3. Densidad relativa de las clases de la comunidad fitoplanctónica para el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



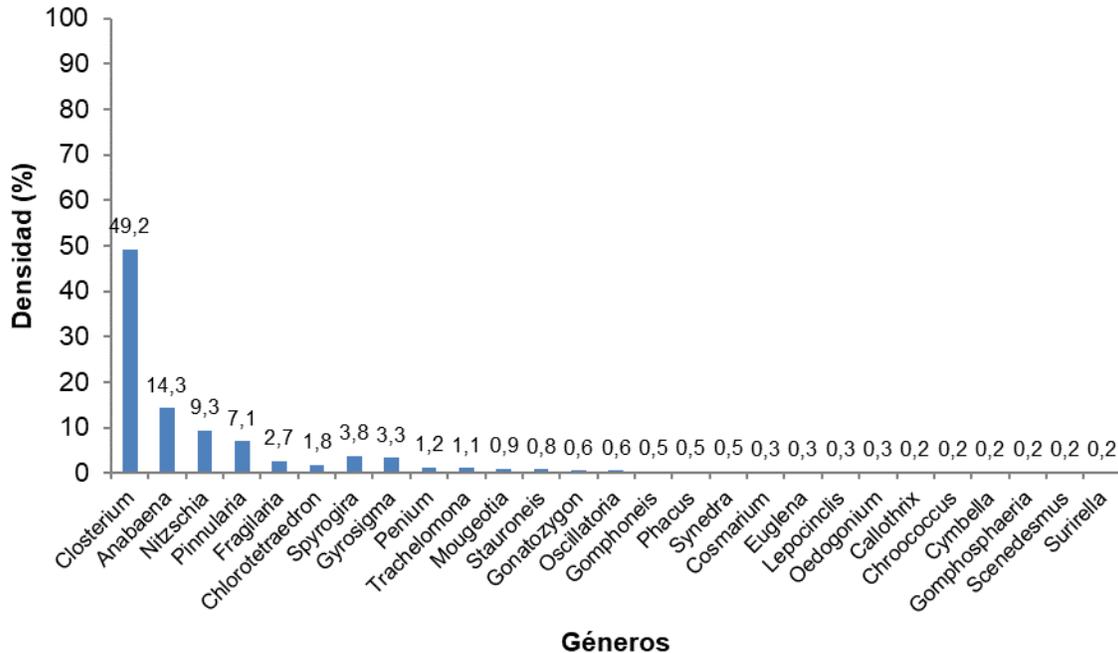
Fuente: GIZ, 2019.

A nivel de géneros, *Closterium* fue el más abundante con una densidad de 1640 células/L (49.2%), seguido por *Anabaena* con 475 células/L (14.3%) (Figura 3.4). *Closterium* es un género cosmopolita y muy resistente a las diferentes condiciones ecológicas de los ecosistemas acuáticos, donde puede habitar en aguas acidas o básicas y en un estado de oligotrófico a eutrófico (Leao et al. 2008), esto se ve reflejado en la alta densidad que presenta en los distintos humedales aledaños al humedal El Caribe, donde las condiciones ecológicas varían constantemente.

Por otra parte, el género *Anabaena* es perenne y particularmente abundante debido a que no se separan tras la reproducción suelen formar

grandes colonias en estado sinérgico donde realizan fotosíntesis y fijan nitrógeno simultáneamente (Golden y Yoon, 2003).

Figura 3.4. Densidad relativa de los géneros de la comunidad fitoplanctónica en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Análisis de Correspondencia Canónica. El análisis multivariado no mostró una relación directa de las variables fisicoquímicas con la densidad de la comunidad fitoplanctónica, solo la variable DQO presentó efecto condicionante, sin embargo, no muestra diferencia estadísticamente significativa.

Este humedal se compone de una laguna principal, producto del estancamiento de una pequeña quebrada que genera una pequeña corriente que trae consigo elementos inorgánicos que consumen oxígeno en degradar materias inorgánicas, este flujo producido por la quebrada y los sedimentos que trae consigo interfieren directamente en la suspensión del fitoplancton. Además, existen otros pequeños cuerpos de agua que forman un complejo de humedales con características propias donde predominan condiciones de baja concentración de oxígeno.

FITOPLANCTON REGISTRADO EN EL HUMEDAL EL CARIBE, VILLARRICA (TOLIMA).

Orden: Naviculales

Familia: Pinnulariaceae

Género: *Pinnularia*

Descripción: Células solitarias, valvas muy grandes o muy pequeñas, lineares o linear-lanceoladas, con extremos redondeados o capitados. Rafe mediano, filamentososa o con estructura más compleja. Valvas ornamentadas con cámaras transversales abiertas hacia el interior. Corrientemente hay dos grandes cloroplastos por células (Rivera, Parra, González, Dellarossa y Orellana, 1982).

Aspectos ecológicos: asociadas a aguas limpias y pH bajo (Toledo y Comas, 2011), es una diatomea relativamente común tanto en los cursos de agua dulce como en las aguas estancadas, es de vida libre (Penalta-Rodríguez y López-Rodríguez, 2007).



Orden: Euglenales

Familia: Euglenaceae

Género: *Trachelomonas*

Descripción: algas unicelulares del grupo de los Euglenidos caracterizado por la presencia de una cubierta protectora denominada lorica, la cubierta de *Trachelomonas* presenta unos poros muy pequeños, invisibles con el microscopio óptico, y una coloración que va del amarillo al marrón oscuro y que se debe a las sales de hierro y manganeso que la impregnan (Adl, 2012).

Aspectos ecológicos: Vive en el agua dulce, en aguas ácidas a neutras (pH 4.5-7), a menudo en piscinas de agua turbia (Guiry y Guiry, 2019).



Orden: Fragilariales

Familia: Fragilariaceae

Género: *Fragilaria*

Descripción: *Fragilaria* es una diatomea alargada, de paredes finas y de aspecto frágil, quizá, por esa aparente fragilidad, vive en grupos formando filamentos de células unidas mecánicamente por protuberancias en la cara y en el centro de sus válvulas (Rivera y Cruces 2002).

Aspectos ecológicos: el género crece como plancton y como especies bentónicas, vida libre en colonias o epífitas. Algunas especies son diatomeas formadoras



de la floración en lagos eutróficos, Las diatomeas son algas que viven encerradas en su estuche de cristal (Rivera y Cruces 2002).

Orden: Euglenales

Familia: Phacaceae

Género: *Lepocinclis*

Descripción: nada con ayuda de un solo flagelo emergente, es rígido con crestas longitudinales que se extienden a lo largo de la célula, estigma presente (Guillen, 2010).

Aspectos ecológicos: Habita en aguas dulce con gran cantidad de materia orgánica (Guillen, 2010).



Orden: Nostocales

Familia: Nostocaceae

Género: *Anabaena*

Descripción: Células con forma de cuentas y dispuestas en tricomas uniseriados y simples. Cuando forman colonias estas no presentan forma definida dada la inconsistencia del mucilago colonial (Bicudo y Bicudo, 1970).

Aspectos ecológicos: forman grades grupos en la zona litoral o cubren los sedimentos y las macrófitas en los ecosistemas lénticos. Pueden ser planctónicas o se mezclan con otras algas en el agua o en el suelo húmedo (Bicudo y Bicudo, 1970).



Orden: Desmidiiales

Familia: Closteriaceae

Género: *Closterium*

Descripción: Son alargadas y cilíndricas, unicelulares a menudo con forma semilunar compuesta de dos semicélulas simétricas individuales, los cloroplastos axiales con muchos pirenoides en cada semicélula. Las vacuolas muy visibles en los extremos de la célula con CaSO₄ (yeso) y con los cristales girando dentro (Takashi et al, 2001).

Aspectos ecológicos: habita en Lagos de agua dulce, plancton y bentos (Takashi et al, 2001).



Orden: Desmidiiales

Familia: Desmidiaceae

Género: *Cosmarium*

Descripción: Las células están profundamente divididas en el medio que contiene el núcleo. Las dos semicélulas se redondean cuando se ven desde el frente y se aplanan, se ven ovaladas o elípticas cuando se ven desde el lado. La mitad mayor de la pared celular segrega mucílago. El mucílago se hincha al absorber agua y propulsar la célula hacia adelante (Guiry y Guiry 2013).

Aspectos ecológicos: Reproducción asexual por división celular. Vive principalmente en ambientes ácidos, oligotróficos (Guiry y Guiry 2013).



Orden: Desmidiiales

Familia: Peniaceae

Género: *Penium*

Descripción: Células solitarias, cilíndricas cortas a cilíndricas alargadas (longitud 19-450 um; longitud 2-35 veces la anchura), rectas, con extremos ampliamente redondeados o truncados; constricción media superficial a veces presente. Pared celular con o sin bandas de faja, lisa o con estrías, poros, gránulos o espinas. Pared celular ultra estructuralmente de dos capas, con capa externa perforada y capa interna continua (Guiry, 2013).

Aspectos ecológicos: Reproducción asexual por división celular transversal. Algunas especies se dividen solo en la sutura media y producen semicélulas nuevas en cada célula hija (Guiry, 2013).



Orden: Zygnematales

Familia: Zygnemataceae

Género: *Spirogyra*

Descripción: es un alga verde de agua dulce. Sus células son semejantes y están reunidas en forma de filamento simple. El espiral de cloroplastos es la característica definitoria de esta especie. Se crece para formar masas viscosas filamentosas de algas. Un filamento puede fragmentarse en pedazos más pequeños, cada uno capaz de formar nuevas células (Guiry y Guiry, 2013).

Aspectos ecológicos: hábitat extendido en hábitats de agua dulce en todo el mundo. Los filamentos generalmente se encuentran como masas flotantes o



"nubes" que descansan sobre los sedimentos (Guiry y Guiry, 2013).

Orden: Naviculales

Familia: Stauroneidaceae

Género: *Stauroneis*

Descripción: Se encuentra en células individuales o en colonias. El contorno de la válvula puede ser elíptico o lineal con polos redondeados. La cara de la válvula es plana con dos costillas longitudinales y en el centro forma un nódulo central engrosado expandido que puede aparecer en forma de corbata de lazo. En algunas células, las estrías son visibles y forman la forma de los estauros en el centro de la célula (Guiry y Guiry, 2012).

Aspectos ecológicos: Se encuentra tanto en hábitats marinos como de agua dulce (Guiry y Guiry, 2012).



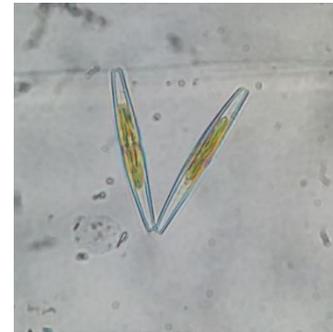
Orden: Bacillariales

Familia: Bacillariaceae

Género: *Nitzschia*

Descripción: Las celdas son generalmente alargadas y en vista de la válvula su contorno puede variar ampliamente. Las válvulas pueden ser directas a sigmoides y se pueden disolver tanto en la vista de la válvula como de la faja. En la vista de la válvula, el centro puede estar ligeramente hinchado con bordes redondeados en cada polo (Ronda et al. 1990).

Aspectos ecológicos: se encuentra principalmente en aguas frías (Ronda et al. 1990).



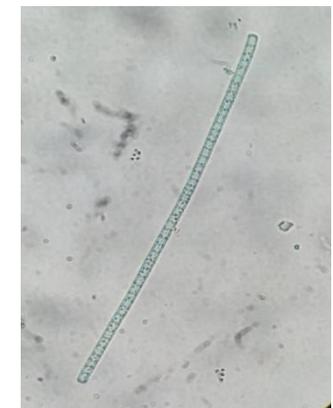
Orden: Oscillatorales

Familia: Oscillatoraceae

Género: *Oscillatoria*

Descripción: Tricomas azul verdoso a marrón verdoso, ocasionalmente púrpuras cuando son viejos, muy móviles, no o ligeramente constreñidos en las paredes transversales, a veces estrechándose hacia los extremos a menudo curvados, sección central de los tricomas (19) de 22-80 µm de ancho (Guiry, 2013).

Aspectos biológicos: habita en una amplia gama de entornos, desde agua dulce hasta marina, desde plancton hasta bentos. En hábitats altamente orgánicos, como las marismas, a menudo se pueden encontrar cepas incoloras (Guiry, 2013).



Orden: Fragilariales

Familia: Fragilariaceae

Género: *Synedra*

Descripción: Células individuales que son alargadas y con forma de aguja. En válvula ver las células son lineales y cada extremo pueden ser ligeramente hinchada. Las estrías son a veces visibles irradiando hacia afuera desde el centro. El centro de la celda también puede aparecer ligeramente hinchado. Se pueden encontrar varias células agrupadas en un polo con una almohadilla de mucílago (Linne, 2004).

Aspectos biológicos: Principalmente de agua dulce. La reproducción asexual se produce a través de la típica dicotomía de las diatomeas (Linne. 2004).



Orden: Nostocales

Familia: Rivulariaceae

Género: *Calothrix*

Descripción: Cianobacteria que forma filamentos heteropolares, diferenciados en una zona basal unida generalmente al sustrato y una zona apical, simple, solitarias o agrupadas las de filamentos contiguos, separadas; células cilíndricas o con forma de barril (Mendez. 2018).

Aspectos ecológicos: Crece sobre plantas acuáticas, algas, piedras, madera, en zonas generalmente húmedas o sumergidas, particularmente no contaminadas. Algunas especies crecen en ambientes litorales (Méndez. 2018).



Orden: Oedogoniales

Familia: Oedogoniaceae

Género: *Oedogonium*

Descripción: Filamentos uniseriados no ramificados unidos al sustrato por células de retención basales; ocasionalmente flotando libremente. Células vegetativas generalmente uniformes en tamaño y forma en cada especie; generalmente cilíndrico, pero a veces ondulado, nodular o incluso en ángulo en la vista de perfil; todas las células en filamento normalmente capaces de división (Guiry, 2014).

Aspectos biológicos: se encuentra en hábitats de agua dulce, como estanques, lagos, arroyos o pantanos (Guiry, 2014).



Orden: Euglenales

Familia: Phacaceae

Género: *Phacus*

Descripción: Natación libre aplanada unicell verde con un flagelo emergente. La película es rígida, por lo que la célula no presenta metabolismo. Muchos pequeños cloroplastos discoides. La forma celular es "similar a una hoja" en la mayoría de las especies (Guiry y Guiry, 2013).

Hábitat: Planctónico en estanques de agua dulce eutróficos. Tienden a ser más abundantes en las cuencas ricas en nutrientes, incluidas las lagunas de tratamiento de aguas residuales (Guiry y Guiry, 2013).



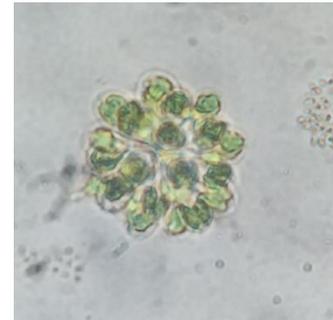
Orden: Chroococcales

Familia: Gomphosphaeriaceae

Género: *Gomphosphaeria*

Descripción: Unicelular-colonial; colonias microscópicas, esféricas o irregulares, comúnmente compuestas de varias colonias hijas, de vida libre (principalmente en el metafitón), generalmente envueltas por mucílagos estrechos, indistintos, finos y difluentes (Komárek y Anagnostidis, 1999).

Aspectos ecológicos: La mayoría de las especies viven libremente en el litoral de los lagos y en los pantanos y charcos, entre otras algas y plantas acuáticas (una en pantanos salinos), generalmente con áreas limitadas de distribución (Komárek y Anagnostidis, 1999).



Orden: Desmidiiales

Familia: Gonatozygaceae

Género: *Gonatozygon*

Descripción: Células solitarias o en filamentos cortos, de tamaño mediano a grande, alargadas cilíndricas a alargadas fusiformes, con extremos truncados. Pared celular lisa o con gránulos dispersos, pelos o espinas (Guiry, 2013).

Aspectos ecológicos: Reproducción asexual por división celular transversal (Guiry, 2013).



Orden: Chroococcales

Familia: Chroococcaceae

Género: *Chroococcus*

Descripción: Unicelular colonial; colonias generalmente microscópicas, solo de células poco formadas, más o menos esféricas, raramente de células múltiples, formando matas gelatinosas macroscópicas; Lodo colonial fino, difluente, homogéneo e incoloro o laminado, limitado y (rara vez) de color; alrededor de las células recolectadas, sobres especiales, usualmente copiando la forma de las células, homogéneas o laminadas (hasta ricos laminados) o las envolturas antiguas difluyen y las células permanecen distantes unas de otras. (Guiry y Guiry, 2013).



Aspectos biológicos: Planctónico, pero también alrededor de plantas acuáticas en agua dulce y también en aguas marinas (Guiry y Guiry, 2013).

Orden: Cymbellales

Familia: Gomphonemataceae

Género: *Gomphoneis*

Descripción: Las válvulas más grandes son lanceoladas-claviformes, de contorno angular, con un solo agujero de cabeza ligeramente prolongado y un agujero de la pata ampliamente redondeada. El área axial es estrecha, ampliándose para formar una pequeña área central circular. El rafe es lateral y ondulado. Las estrías se irradian, fuertemente en la parte central de la válvula (Kociolek y Stoermer, 1988).



Orden: Euglenales

Familia: Euglenaceae

Género: *Euglena*

Descripción: Natación libre, unicelular, ovoide o alargada con un flagelo emergente y un segundo de longitud tan reducida que no es visible ni funcional. Las células tienen forma de huso y una sección transversal cilíndrica, aunque la mayoría de las especies pueden cambiar la forma de las células por contracción, un proceso llamado metabolismo. Gran parte de la longitud del flagelo emergente está engrosada y endurecida por una varilla paraflagellar, de modo que solo el extremo distal es propulsivo (Guiry y Guiry, 2013).



Aspectos ecológicos: Existe reproducción asexual mediante la fisión binaria longitudinal de las células. (Guiry y Guiry, 2013).

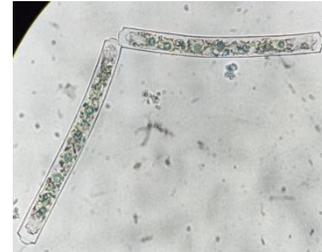
Orden: Zygnematales

Familia: Zygnemataceae

Género: *Mougeotia*

Descripción: talo sin ramificar, formando filamentos entrelazados. Células cilíndricas, de 5 a 30 μm de diámetro, mucho más largas que anchas; Pared celular de dos capas con celulosa interna, capa de mucílago externa. No hay etapas flageladas; unas pocas especies con ramas basales de una o dos celdas que anclan el filamento (Guiry y Guiry 2013).

Aspectos ecológicos: Extendida en hábitats de agua dulce en todo el mundo. Los filamentos generalmente se encuentran como masas flotantes o "nubes" que descansan sobre los sedimentos (Guiry y Guiry 2013).



Orden: Sphaeropleales

Familia: Hydrodictyaceae

Género: *Chlorotetraedron*

Descripción: Células solitarias y de flotación libre, aplanadas o triangulares, cuadrangulares o poligonales; Células viejas casi globosas. Pared celular relativamente delgada, finamente granulada cuando se observa con microscopía óptica (Guiry y Guiry 2013).

Aspectos biológicos: Fases flageladas y reproducción sexual desconocida. Tetraedroplánctónico en agua dulce; cosmopolita. La mayoría de las especies en el género con estado incierto con pocas especies bien definidas (Guiry y Guiry 2013).



Orden: Surirellales

Familia: Surirellaceae

Género: *Surirella*

Descripción: Las células elípticas solitarias pueden ser isopolar (dos extremos opuestos que tienen la misma forma) o heteropolar (dos extremos opuestos que no tienen la misma forma). Las células pueden ser alargadas o elípticas y pueden estar ligeramente contraídas o torcidas en el centro (Ronda et al. 1990).

Aspectos biológicos: Se puede encontrar tanto en hábitats de agua dulce como marinos (Ronda et al. 1990).



Orden: Cymbellales

Familia: Cymbellaceae

Género: *Cymbella*

Descripción: Células ligeramente a fuertemente curvadas dorsoventralmente, apareciendo como una rebanada anaranjada. Pueden ser coloniales, formando tallos de mucílago ramificados o como células individuales. Un plastidio tiene dos placas en forma de H que se conectan hacia el lado dorsal de la faja formando un puente agrandado (Guiry y Guiry 2013).

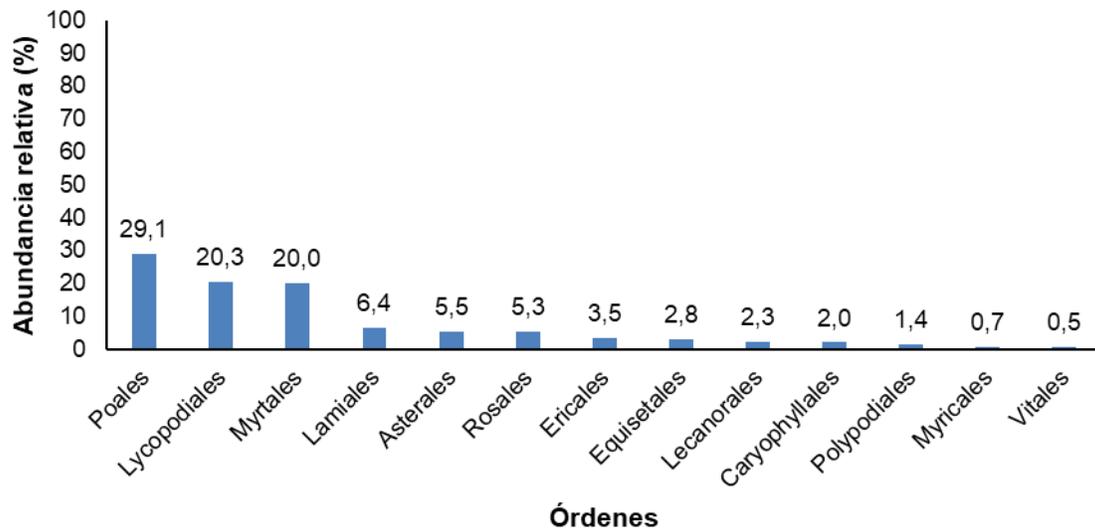


Aspectos biológicos: Se encuentra en agua dulce y puede ser epífita sobre lodo, arena y piedras (Ronda et al. 1990).

• **FLORA**

En el humedal El Caribe se registraron 28 especies, distribuidas en 19 familias y 13 órdenes. Los órdenes más abundantes fueron Poales (29%), seguido de Lycopodiales (20.3%) y Myrtales (20%); contrario a esto, los órdenes con menos abundancia fueron Myricales (0.7%) y Vitales (0.5%) (Figura 3.5).

Figura 3.5. Abundancia relativa de los órdenes de las plantas colectadas en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

La familia que presenta la mayor cantidad de especies fue Poaceae, seguida de Melastomataceae, Onagraceae y Asteraceae. Los géneros con mayor número de especies fueron *Ludwigia* y *Holcus*, y la especie más abundante fue *Lycopodium clavatum* L., con (20.3%) (Tabla 3.2).

El orden Poales se compuso por las familias Cyperaceae, Juncaceae, Poaceae y Xyridaceae, siendo el más abundante; este orden posee especies de distribución cosmopolita y de fácil adaptación a suelo pobres en nutrientes (Guevara y Benítez, 2004; Baruch, 2005). *Leptochloa filiformis* (Pers.) P. Beauv., fue abundante y cubría el terreno, su inflorescencia en panícula presentó ataques de agentes masticadores, posiblemente es utilizada como fuente de alimento de insectos.

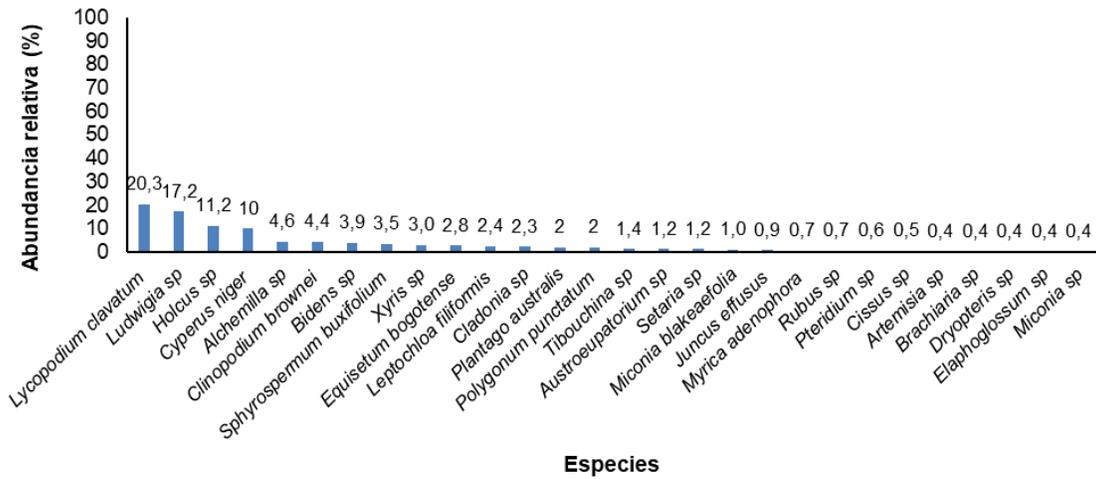
El humedal El Caribe presenta una composición florística de arbustos leñosos y abundantes herbáceas, incluyendo hidrófitas sumergidas del género *Ludwigia* spp., las cuales forman densas colonias, sus raíces se anclan en el sustrato del humedal y forman una especie de malla densa regulando el proceso de abastecimiento de agua, cumpliendo funciones como fitorremediadoras y generando alimento a la fauna (Navarro, 1992; Hernández, 2017). La vegetación de porte arbóreo y arborescente se encuentra distante de la zona antes mencionada, esta condición se debe posiblemente a las características del ecosistema tipo humedal (Hernández y Rangel, 2009).

Melastomataceae con los taxones *Miconia blakeaefolia* Gleason., *Miconia* sp. y *Tibouchina* sp., al igual que *Rubus* sp. (Rosaceae), se caracterizaron por ser especies de importancia alimenticia para la avifauna, medicinal para el ser humano, y aportar sostén y protección al suelo; sus características adaptativas en el sistema radicular le permiten desarrollar funciones vitales en suelos muy húmedos, es por ello que se consideran especies promisorias (Higuchi, 2011).

El género *Austroeupatorium* (Asteraceae), se caracterizó por ser de importancia melífera y tener estrecha relación con insectos polinizadores especialmente del género *Apis*, sus inflorescencias grandes y abundantes aportan significativamente recursos energéticos (néctar) para los insectos recolectores (Álvarez et al. 2005; Méndez et al. 2016; Méndez, 2018). Por otro lado, este taxón es ampliamente utilizado en biotecnología vegetal por sus metabolitos primarios y secundarios con efectos antibacterianos (Álvarez et al. 2005).

Las especies pertenecientes a la familia Dryopteridaceae, se encontraron con poca abundancia en las parcelas de estudio. No obstante, estas plantas son de importancia ecológica por sus características adaptativas, ya que gracias a su rizoma escamoso protege el suelo de la erosión y pérdida de la humedad, igualmente, aportan grandes cantidades de biomasa por el tamaño de sus frondes (Barerra et al. 1996) (Figura 3.6).

Figura 3.6. Abundancia relativa de las especies colectadas en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Tabla 3.2. Especies vegetales registradas en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

FAMILIA	ESPECIE	AB%	USO
Asteraceae	<i>Austroeupatorium</i> sp.	1	Melífera
Asteraceae	<i>Austroeupatorium</i> sp.	0.2	Melífera
Asteraceae	<i>Artemisia</i> sp.	0.4	Medicinal
Asteraceae	<i>Bidens</i> sp.	3.9	Medicinal
Cladoniaceae	<i>Cladonia</i> sp.	2.3	Protección suelo
Cyperaceae	<i>Cyperus niger</i> Ruiz y Pav.	10	Medicinal
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris</i> sp.	0.4	Medicinal
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum</i> sp.	0.4	Medicinal
Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i> Kunth	2.8	Protección suelo y agua
Ericaceae	<i>Sphyrpermum buxifolium</i> Poepp. y Endl.	3.5	Protección suelo y agua
Juncaceae	<i>Juncus effusus</i> L.	0.9	Protección suelo y agua
Lamiaceae	<i>Clinopodium brownei</i> (Sw.) Kuntze.	4.4	Medicinal
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	20.3	Protección suelo y agua
Melastomataceae	<i>Tibouchina</i> sp.	0.6	Protección suelo y agua
Melastomataceae	<i>Tibouchina</i> sp.	0.5	Protección suelo y agua
Melastomataceae	<i>Miconia blakeaefolia</i> Gleason.	1	Alimenticio
Melastomataceae	<i>Tibouchina</i> sp.	0.3	Medicinal
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	0.4	Alimento
Myricaceae	<i>Myrica adenophora</i> Hance.	0.7	Protección suelo
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp.	5.5	Protección suelo y agua
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp.	4.6	Protección suelo y agua
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp.	3.2	Protección suelo y agua

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal El Caribe

Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp.	4	Protección suelo y agua
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> Lam.	2	Medicinal
Poaceae	<i>Setaria</i> sp.	1.2	Protección suelo
Poaceae	<i>Leptochloa filiformis</i> (Pers.) P.Beauv.	2.4	Protección suelo
Poaceae	<i>Holcus</i> sp.	0.8	Protección suelo
Poaceae	<i>Holcus</i> sp.	0.5	Protección suelo
Poaceae	<i>Brachiaria</i> sp.	0.4	Medicinal
Poaceae	<i>Holcus</i> sp.	3.1	Protección suelo
Poaceae	<i>Holcus</i> sp.	6.8	Protección suelo
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i> Elliott.	2	Medicinal
Pteridaceae	<i>Pteridium</i> sp.	0.4	Medicinal
Pteridaceae	<i>Pteridium</i> sp.	0.2	Medicinal
Rosaceae	<i>Rubus</i> sp.	0.7	Alimentico
Rosaceae	<i>Alchemilla</i> sp.	4.6	Protección suelo y agua
Vitaceae	<i>Cissus</i> sp.	0.5	Medicinal
Xyridaceae	<i>Xyris</i> sp.	3	Protección suelo y agua

Fuente: GIZ, 2019.

De las 38 especies colectadas en el humedal El Caribe, 2 están reportadas por su uso melífero, 2 por su uso alimenticio, 4 por su importancia en la protección del suelo y agua, 8 por protección del suelo, y 12 por ser medicinales, lo que demuestra la importancia de la flora presente en la zona.

Distintas especies de Melastomataceae, Rosaceae, Poaceae, Cyperaceae y Xyridaceae, también son empleadas en la zona como fuente de fibra para la elaboración de construcciones y ornamentos. Por otro lado, *Plantago australis* Lam. y *Equisetum bogotense* Kunth han sido investigadas por sus características medicinales para el ser humano (Palmeiro, 2002; Lapena et al. 2003; Palmeiro et al. 2002; Ricco et al. 2011 Guaman y Viviana, 2015).

Especies en categoría UICN.

Para la vegetación del humedal El Caribe, solo una especie se encuentra categorizada por la lista Roja de la IUCN, *Polygonum punctatum* Elliott., la cual posee la categorización "Preocupación Menor" (LC), las demás especies vegetales se encuentran dentro de la categoría "Datos Insuficientes" (DD).

Conclusión.

Actualmente el humedal se encuentra con cierto grado de conservación, esto posiblemente se debe a la poca intervención antrópica, producto de las condiciones de orden público, los cuales indirectamente han ayudado con su conservación.

ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL HUMEDAL EL CARIBE, VILLARRICA (TOLIMA).

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Setaria*

Especie: *Setaria* sp.

Nombre común: Cola de zorro

Descripción: Son plantas anuales. Hojas con vaina pelosa o glabra; lígula representada por una fila de pelos; Inflorescencia en panícula espiciforme, con eje escábrido o pubescente. Pedúnculos de las espiguillas con numerosas setas rígidas, antrorsas o retrorso-escábridas, persistentes (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Distribución: Es originario de las regiones templadas y tropicales abarcando desde los 1500 a los 2300 m.s.n.m. (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Hábitat: Se encuentra en matorrales secundarios, como ruderal y en áreas cultivadas (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2018).



Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Austroeupatorium*

Especie: *Austroeupatorium* sp

Nombre común: Anamu

Descripción: Las plantas de este género sólo tienen disco (sin rayos florales) y los pétalos son de color blanco, ligeramente amarillento blanco, rosa o morado, alcanza 1-3 m de altura, La planta tiene varios tallos erectos o estriados. Las ramas superiores son de color rojo-púrpura, Las hojas son simples, ovadas a estrechamente oblongas.

Distribución: Su área geográfica se extiende desde Panamá hacia el sur a Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Uruguay; por el oriente ingresa en Venezuela y Brasil. Como adventicia ha sido introducida en Indonesia y Ceilán. En Colombia ha sido herborizada en territorio de los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander y Valle (Hind y Robinson, 2007).

Hábitat: se encuentra en zonas húmedas, pantanosas o encharcadas. Atrae a mariposas,



abejas y otros insectos que se alimentan de su néctar (Hind y Robinson, 2007).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2018).

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Leptochloa*

Especie: *Leptochloa filiformis* (Pers.) P. Beauv.

Nombre común: Pasto moro

Descripción: De 40-70 cm de altura. Plántula lanceolada, de ápice agudo, glabra. Hojas con vaina estriada, frecuentemente rojizas, glabras a ligeramente pilosa; lígula membranácea, corta, hendida, glabra, lámina linear y de ápice agudo, verde claro, glabra. Limbo de color rojizo hasta púrpura, plano, delgado; poco piloso. Vaina más o menos pilosa, a veces pelos largos. Hoja joven enrollada (Peterson y Snow, 2012).

Hábitat: Planta que crece bien en suelos húmedos y arcillosos. Acepta alta luminosidad y cierto sombreado (Peterson y Snow, 2012).

Distribución: Especie de origen asiático que crece en cultivos y áreas abiertas, generalmente de poca elevación (Peterson y Snow, 2012).

Categoría: No evaluado (NN) (UICN, 2019).



Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Holcus*

Especie: *Holcus* sp.

Nombre común: Pastos miel

Descripción: Los tallos son cortos, rodeados de hojas lisas de color verde grisáceo. Las inflorescencias son de color blanco o violáceo, y miden entre 2 y 6 cm de largo. Con plantas anuales o perennes; hojas con vaina de márgenes libres; lígula dentada, membranosa; limbo plano o ligeramente convoluto. Inflorescencia en panícula laxa. Espiguillas ligeramente comprimidas lateralmente, con 2 (-3) flores articuladas con la raquilla. Raquilla prolongada por encima de la última flor, generalmente pelosa (Watson y Dallwitz, 2008).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2018).

Distribución: Son nativos de Eurasia (Watson y Dallwitz, 2008).

Hábitat: prefieren los climas frescos y templados (Watson y Dallwitz, 2008).



Orden: Poales

Familia: Juncaceae

Género: *Juncus*

Especie: *Juncus effusus* L.

Nombre común: Junco

Descripción: Junco de 30-100 cm de altura, tallos brillantes, lisos, verde más bien claro, de hasta 4 mm de diámetro. Las hojas, son unas simples "vainas" que circundan el tallo en la parte inferior. Las flores, agrupadas en varios racimos que surgen de un mismo punto, aparecen desde finales de primavera y en verano, en la mayoría de los tallos; tienen 6 piezas, (tépalos), rígidas y membranosas, 6 estambres y un ovario, que produce un fruto en cápsula ovoide de color castaño; parecen crecer en el tallo puesto que son sobrepasadas por una bráctea pinchuda con su mismo aspecto (Hammel, 2013).

Distribución: planta cosmopolita. En el Mediterráneo, Gran Bretaña e Irlanda, en la Península Ibérica en Castilla y León (Hammel, 2013).

Hábitat: Es muy común en cualquier zona encharcada, borde de arroyos, fuentes, marjales, acequias, bordes de pantanos y ríos (Hammel, 2013).

Categoría: No evaluado (NN) (UICN, 2019).



Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Brachiaria*

Especie: *Brachiaria* sp.

Nombre común: gramínea

Descripción: Plantas anuales, laxamente cespitosas. Hojas con vaina pubescente; lígula representada por una línea de pelos; limbo plano. Inflorescencia formada por racimos unilaterales dispuestos a lo largo de un eje trígono y pubescente. Espiguillas cortamente pedunculadas, con flor inferior masculina y la superior hermafrodita. Glumas muy desiguales; la inferior membranosa, con nervios apenas marcados; la superior tan larga como la espiguilla, submembranosa, con 5 nervios y dorso convexo, setoso-pubescente. (Kumble, 1996).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2019).



Distribución: nativas de las regiones tropicales y subtropicales de Asia, África, Australia, el sur de Europa, América y varias islas (Kumble, 1996).

Hábitat: puede crecer en muchos entornos, desde pantanos hasta bosques sombreados hasta semidesérticos, pero en general lo hacen mejor en sabanas y otros ecosistemas tropicales abiertos, como en el este de África. (Kumble, 1996).

Orden: Polypodiales

Familia: Dryopteridaceae

Género: *Dryopteris*

Especie: *Dryopteris* sp

Nombre común: Helecho

Descripción: Rizoma corto, robusto, oblicuo, paleáceo; páleas anchas, con el margen entero, a veces con glándulas marginales. Frondes densamente fasciculadas; lámina 1-4 pinnada, con pínulas simétricas, glabra o glandulosa, con nervadura libre. Soros generalmente orbiculares; indusio reniforme. Esporas monoletas, elipsoidales Trópicos (2018).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2019).

Distribución: hemisferio norte templado, con la mayoría de las especies en Asia del este Trópicos (2018).

Hábitat: Bosques sombríos y húmedos, a la vera de arroyos pequeños, en taludes y roquedos Trópicos (2018).



Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Rubus*

Especie: *Rubus* sp.

Nombre común: Mora silvestre

Descripción: Son arbustos perennes con tallos bianuales, erectos, arqueados o rastreros, frecuentemente aculeados y pilosos y a veces también con glándulas pediculadas o cerdas sin glándulas. Las hojas alternas, ternadas, pedatiquinadas, o pinnadas, estipuladas. Inflorescencias laterales o terminales en los tallos del segundo año, flores solitarias o en corimbos o panículas; sépalos 5, persistentes; pétalos 5 en un disco alrededor de la base del receptáculo; estambres y carpelos numerosos. Fruto una drupa compuesta, 0.5–2 cm de largo, drupéolas carnosas (Forzza, 2010).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2019).



Distribución: su distribución original abarca casi toda Europa, el norte de África y el sur de Asia. También ha sido introducida en América y Oceanía, con efectos muy negativos como maleza (Forzza, 2010).

Hábitat: Puede colonizar extensas zonas de bosque, monte bajo, laderas o formar grandes setos en un tiempo relativamente corto (Forzza, 2010).

Orden: Myrtales

Familia: Melastomataceae

Género: *Miconia*

Especie: *Miconia blakeaefolia* Gleason.

Nombre común: fruti.

Descripción: Árboles de hasta 20m de alto, tronco a veces con chupones, corteza externa escamosa. Ramas jóvenes e inflorescencias cubiertas por un denso tomento estrellado; entrenudos distales marcadamente aplanados. Hojas decusadas simples con haz glabro, base obtusa y márgenes denticulados variando a enteros, ápice acuminado (Tropicos, 2019).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2019).

Hábitat: Bosque húmedo montano bajo, Bosque húmedo premontano, Bosque muy húmedo montano bajo (Tropicos, 2019).

Distribución nacional: 40-2600 m.s.n.m. Andes, Llanura del Caribe, Orinoquia, Sierra Nevada de Santa Marta (Bernal et al. 2014).



Orden: Equisetales

Familia: Equisetaceae

Género: *Equisetum*

Especie: *Equisetum bogotense* Kunth

Descripción: Tallos subterráneos, cortos a largamente expandidos, irregularmente ramificados, ramas aéreas, erectas, longitudinalmente acanaladas, las ramas laterales verticiladas. Se caracteriza por un aspecto aglomerado, con hojas muy pequeñas, verticiladas, unidas en una vaina nodal. Hojas verticiladas; lámina 1-2 x 0.3-0.5 mm, la base fusionada en una vaina, la parte superior ± dentada, membranosas, cafés. (Romoleroux et al. 2019).

Distribución: Antioquia, Arauca, Boyacá, Caquetá, Cauca, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila,



Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima, Valle, entre los 1500 a 3800 m.s.n.m. (Romoleroux et al. 2019).

Hábitat: crece en los parches de bosques de *Polylepis* como una especie asociada a las zonas más húmedas. Principalmente terrestre, se la encuentra en zonas anegadas, ojos de agua y al borde de riachuelos y vertientes que atraviesan los bosques (Romoleroux et al. 2019).

Categoría: No evaluado (NN) (UICN, 2019).

Orden: Ericales

Familia: Ericaceae

Género: *Sphyrospermum*

Especie: *Sphyrospermum buxifolium* Poepp. y Endl.

Descripción: plantas pequeñas, la mayoría 15-40 cm, epifitas o terrestres; tallos maduros péndulos a ascendentes, teretes, delgados, acostillados, glabrescentes; ramitas subteretes, estriadas y acostilladas, moderada y cortamente pelosas con pelos blancos, glabrescentes. Hojas (7-)9-15(-18) × 8-20 mm, suborbiculares a oblongo-ovadas, esparcida e inconspicua y cortamente pelosas.

Distribución: Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima, Valle, entre los 1200 a 3200 m.s.n.m. (Pedraza, 2015).

Hábitat: Selvas altas perennifolias, bosques húmedos premontanos, bosques montanos y bosques bajos o mesófilos (Pedraza, 2015).

Categoría: No evaluado (NN) (UICN, 2019).

Orden: Lycopodiales

Familia: Lycopodiaceae

Género: *Lycopodium*

Especie: *Lycopodium clavatum* L.

Descripción: planta perenne formada por un tallo principal que alcanza 80 cm de longitud. Todos los tallos y ramificaciones están cubiertas por microfílos lineares con el margen entero o dentado; en el extremo de las ramificaciones fértiles se forman entre uno y tres estróbilos terminales; estróbilos con longitud de 1.5-5cm y están formados por brácteas coriáceas protectoras de esporangios ovales (Castroviejo, sf).



Hábitat: matorrales y bosques de coníferas (Lang, 1899).

Categoría: No evaluado (NN) (UICN, 2019).

Distribución nacional: 1050-4200 m.s.n.m. Antioquia, Boyacá, Caldas, Casanare, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Magdalena, N. de Santander, Risaralda, Santander, Tolima, Huila (Bernal et al. 2014).

Orden: Myrtales

Familia: Onagraceae

Género: *Ludwigia*

Especie: *Ludwigia* sp.

Descripción: hierba erecta que alcanza 90cm. Tallo terete, glabrescente hasta variadamente piloso en las ramas jóvenes. Hojas oblong-lanceoladas, subsésiles, ligeramente pilosas. Flores solitarias, axilares. Fruto cápsula variadamente pilosa, terete, claviforme. Semillas pluriseriadas (Eyde, 1977).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2019).

Hábitat: Bosque húmedo tropical, Bosque muy húmedo tropical (Tropicos, 2019).

Distribución nacional: 0-1900 m.s.n.m. En todo el territorio nacional (Bernal et al. 2014).



Orden: Poales

Familia: Cyperaceae

Género: *Cyperus*

Especie: *Cyperus niger* Ruiz y Pav.

Descripción: hierba perenne con rizomas pequeños y tenues. Hojas largas delgadas alrededor de la base de la planta. Tallos delgados a menudo crecen agrupados y pueden alcanzar 50 cm. La inflorescencia contiene hasta 20 espiguillas, cada una de menos de 1cm de largo, plantas y generalmente con menos de diez flores. Cada flor está cubierta por una bráctea marrón o verdosa de forma ovalada. La fruta es un aquenio discoide de poco más de 1mm de largo. (Regents, 1993).

Hábitat: Bosque húmedo montano bajo, Bosque pluvial premontano (Tropicos, 2019).

Categoría: No evaluado (NN) (UICN, 2019).

Distribución nacional: 1300-3496 m.s.n.m. Andes; Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Putumayo, Putumayo, Quindío, Santander (Bernal et al. 2014).



Orden: Myrtales

Familia: Melastomaceae

Género: *Tibouchina*

Especie: *Tibouchina* sp.

Nombre común: Sietecueros

Descripción: árboles tipo arbusto o semiarbusto que crecen hasta 25m de alto. Flores son autógamas o xenogamas (Rojas y Marques, 2015).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2019).

Hábitat: Bosque húmedo montano bajo, Bosque húmedo premontano, Bosque pluvial montano, Bosque pluvial premontano (Tropicos, 2019).

Distribución nacional: 400-3900 m.s.n.m. Andes, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Meta, Nariño, Tolima, Valle, Quindío, Risaralda, Santander (Bernal et al. 2014).



Orden: Pteridiales

Familia: Dennstaedtiaceae

Género: *Pteridium*

Especie: *Pteridium* sp.

Nombre común: Helecho

Descripción: helecho grande y grueso con frondes en forma de ala. Frondas grandes triangulares desde una expandida zona radicular (Tyron, 1941).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2019).

Hábitat: Bosque húmedo montano bajo, Bosque húmedo premontano, Bosque húmedo tropical, Bosque pluvial Premontano (Tropicos, 2019).

Distribución nacional: 0-3200 m.s.n.m. Amazonía, Andes, Llanura del Caribe, Orinoquía, Pacífico, Valle del Cauca y del Magdalena (Bernal et al. 2014).



Orden: Myrtales

Familia: Melastomataceae

Género: *Miconia*

Especie: *Miconia* sp.

Descripción: árboles de hasta 20m de alto, tronco a veces con chupones, corteza externa escamosa. Ramas jóvenes e inflorescencias cubiertas por un denso tomento estrellado; entrenudos distales marcadamente aplanados. Hojas decusadas simples con haz glabro, base obtusa y márgenes denticulados variando a enteros, ápice acuminado (Tropicos, 2019).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2019).



Hábitat: Bosque húmedo montano bajo, Bosque húmedo premontano, Bosque muy húmedo montano bajo (Tropicos, 2019).

Distribución nacional: 40-2600 m.s.n.m. Andes, Llanura del Caribe, Orinoquia, Sierra Nevada de Santa Marta (Bernal et al. 2014).

Orden: Lamiales

Familia: Plantaginaceae

Género: *Plantago*

Especie: *Plantago australis* Lam.

Descripción: planta herbácea que alcanza 60cm de alto, lámina ovada a elíptica por lo general pilosa a glabra en el haz, ligeramente dentada. Espigas de 2-29cm de largo, brácteas lanceoladas y ciliadas (Ocampo, 2003).

Hábitat: Bosque muy húmedo montano bajo, Bosque muy húmedo tropical, Bosque pluvial montano (Tropicos, 2019).

Categoría: No evaluado (NN) (UICN, 2019).

Distribución nacional: 1200-4100 m.s.n.m. Andes y Sierra Nevada de Santa Marta (Bernal et al. 2014).



Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Género: *Clinopodium*

Especie: *Clinopodium brownei* (Sw.) Kuntze.

Descripción: planta perenne de tallos cuadrados y hojas opuestas extensas. Planta pubescente en el vástago y cáliz; corona bilabiada de color blanco a lila, labios finos y delicados con presencia de pelos en algunos casos (Tropicos, 2019).

Hábitat: ambientes pantanosos en donde se presenta climas semicálidos. Áreas abiertas y bosques subtropicales perturbados (Harley y Paucar, 2000).

Categoría: No evaluado (NN) (UICN, 2019).

Distribución nacional: 300-3000 m.s.n.m. Amazonía, Andes, Islas Caribeñas, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Cauca y del Magdalena (Bernal et al. 2014).



Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Alchemilla*

Especie: *Alchemilla* sp.

Descripción: hierba a veces leñosa hacia la base, perenne, tendida sobre el suelo o trepando o a veces profusamente ramificada desde la base, a veces cubierta de pelillos. Las ramas de hasta 40 cm de largo; en la base de cada hoja donde el pecíolo se inserta en el tallo, y más o menos unidas a los pecíolos, se presentan un par de hojillas oblongas y con el margen generalmente dentado o lobulado. Las hojas alternas, más anchas que largas (de hasta 2.5 cm de largo), sobre pecíolos de hasta 1 cm de largo, profundamente divididas en 3 lóbulos (y los 2 laterales a su vez más o menos divididos en 2) que presentan los márgenes aserrados, con pelillos sedosos en la cara inferior (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2019).

Distribución: la mayoría de las especies son nativas de las regiones frías y subárticas de Europa y Asia, y unas pocas especies también se presentan en las zonas montañosas de África, Norte y Sur de América (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Hábitat: Matorrales templados, bosques de coníferas y de encino, claros de bosques, frecuente en lugares con disturbio (Rzedowski y Rzedowski, 2001).



Orden: Caryophyllales

Familia: Polygonaceae

Género: *Polygonum*

Especie: *Polygonum punctatum* Elliott.

Nombre común: Chilillo

Descripción: hierba perenne semiacuática o acuática de hojas alternas, glabras con ápice agudo, borde entero y punteada en el envés. Tallo erguido finamente estriado verde a verdoso rojizo. Inflorescencias en racimos laxos y delgados, brácteas translúcidas en forma de embudo. Fruto en aquenio de superficie brillante (Fassett, 1949).

Hábitat: común en bancos de arena cercanos a ríos y en terrenos inundados (Fassett, 1949).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: 700-2400 m.s.n.m. Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Cauca y del Magdalena (Bernal et al. 2014).



Orden: Lecanorales

Familia: Cladoniaceae

Género: *Cladonia*

Especie: *Cladonia* sp.

Nombre común: Liquen

Descripción: dimorfo con talo primario escumuloso hasta folioso, podocios o talo secundario persistentes con cavidad central, no ramificados o con ramificación irregular, comúnmente en forma de vaso; frecuentemente sorediado (Campos et al. 2008).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2019).

Hábitat: sobre suelos y barrancos en áreas abiertas o expuestas, forma masas densas y sólidas que cubren el sustrato (Campos et al. 2008).

Distribución nacional: 1200-3800 m.s.n.m. (Campos et al. 2008).



Orden: Polypodiales

Familia: Dryopteridaceae

Género: *Elaphoglossum*

Especie: *Elaphoglossum* sp.

Nombre común: helecho

Descripción: plantas epífitas, rizoma anaranjado a negro; hojas simples, erectas, abiertas o péndulas, peciolo glabro o escamoso a veces con tricomas; hojas fértiles difieren en tamaño frente a las hojas estériles, generalmente con la lámina más angosta y peciolo más largo. Esporangios pediculados, esporas bilaterales (Tropicos, 2019).

Hábitat: Bosque muy húmedo montano bajo (Tropicos, 2019).

Distribución nacional: 1450-1750 m.s.n.m. Andes y Pacífico colombiano (Bernal et al. 2014).



Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Artemisia*

Especie: *Artemisia* sp.

Nombre común: platena

Descripción: plantas pequeñas anemófilas con hojas subenteras a divididas. Capítulos pequeños, discoideos y homógamos, axilares formando inflorescencias espiciformes. Brácteas con margen escarioso, receptáculo generalmente convexo. Aquenios con pericarpo membranoso finamente estriados (Davidse, 2012).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2019).



Hábitat: Bosque húmedo montano bajo, Bosque húmedo premontano (Tropicos, 2019).

Distribución nacional: 950-2680 m.s.n.m. Cordilleras de los Andes (Bernal et al. 2014).

Orden: Fagales

Familia: Myricaceae

Género: *Myrica*

Especie: *Myrica adenophora* Hance.

Descripción: arbusto de un metro perenne; hojas dispuestas en espiral, simples de 2-12 cm de largo, oblongo lanceoladas con base cónica y punta más amplia; margen arrugado. Las flores son amentos dioicos y el fruto una pequeña drupa (Burger, 1977).

Categoría: No evaluado (NE) (UICN, 2019).

Distribución Nacional: región alto-andina bosques de niebla.



Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Bidens*

Especie: *Bidens* sp.

Nombre común: Cãñamo

Descripción: hierba trepadora ligeramente leñosa, hojas opuestas en la parte inferior a veces alternas en la superior. Capitulescencias de cimas simples o compuestas, involucros campanulados. Aquenios lineares, glabros o setosos frecuentemente dimorfos que se oscurecen cuando maduros (Tropicos, 2019).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2019).

Hábitat: contiguo a arroyos y lugares inundados (Cronquist, 1980).

Distribución nacional: 60-4500 m.s.n.m. En las cordilleras de los Andes, llanura del caribe, valle del Cauca y del Magdalena (Bernal et al. 2014).



Orden: Vitales

Familia: Vitaceae

Género: *Cissus*

Especie: *Cissus* sp.

Nombre común: Hiedra

Descripción: arbustos de porte colgante o trepador que presentan hojas con forma de rombo y color verde oscuro brillante compuestas por tres folíolos (Albers, 2002).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2019).

Hábitat: Bosque húmedo montano bajo, Bosque muy húmedo montano bajo, Bosque pluvial premontano, Bosque muy húmedo tropical (Tropicos, 2019).

Distribución nacional: se encuentra hasta los 3300 m.s.n.m. Antioquia, Cauca, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Quindío, Risaralda, Tolima, Chocó, Cesar (Bernal et al. 2014).



Orden: Poales

Familia: Xyridaceae

Género: *Xyris*

Especie: *Xyris* sp.

Descripción: planta herbácea con hojas lineares que surgen de una agrupación basal. Flores pequeñas amarillas que se agrupan en cabezas esféricas o cilíndricas de inflorescencias. Las flores crecen desde las axilas de las brácteas coriáceas. El fruto es una cápsula dehiscente (Sajo y Rudall, 1999).

Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2019).

Hábitat: Bosque húmedo tropical, Bosque muy húmedo premontano, Bosque muy húmedo tropical y Bosque pluvial premontano (Tropicos, 2019).

Distribución nacional: 1500-2000 m.s.n.m. Cordillera central, valle del bajo Cauca, valle selvático del Atrato y Urabá (Tropicos, 2019).



3.2. FAUNA

3.2.1. MARCO TEÓRICO

- **ZOOPLANCTON**

El zooplancton se conforma de organismos sésiles heterótrofos que se encuentran representando varios reinos de seres vivos como Protozoa, Chromista y Animalia (dentro de este reino comprende múltiples filos como rotíferos, cladóceros, copépodos y ostracodos). Tradicionalmente se asigna la clasificación de holoplancton a organismos netamente planctónicos durante todo su ciclo de vida y meroplancton que incluye algún estadio del ciclo de vida (larva, huevo, etc) de algún animal (Shanks y Walters, 1997).

Con respecto a las especies que habitan las aguas dulces, se ha observado una característica muy peculiar y es que la mayoría son cosmopolitas; por tanto, es frecuente encontrar algunas especies en latitudes y climas muy diferentes (Conde, Ramos y Morales, 2004).

Estos organismos hacen parte de la producción secundaria de los cuerpos de agua. La producción secundaria puede definirse como la biomasa acumulada por las poblaciones heterotróficas por unidad de tiempo. Esta definición se refiere a la producción neta, el incremento puede medirse como número y biomasa o puede expresarse como energía o cantidad de un elemento constituyente, por lo general en carbono. La medición exacta de la biomasa es básica para calcular la producción secundaria, lo que se hace es estimar el volumen tomando las dimensiones del animal. Por último, para la biomasa el volumen se expresa como peso (Thorp y Mantovani, 2005).

Los grupos que componen en zooplancton de mayor interés son:

Rotíferos: Los rotíferos son un filo de animales metazoarios invertebrados, microscópicos, con simetría bilateral, segmentación aparente, porción caudal ahorquillado y cubierto de una cutícula endurecida, la lorica. Lo más llamativo de estos animales es un órgano distorsional en el extremo anterior, con muchas pestañas o cilios, que produce un movimiento aparentemente

rotatorio y que utiliza para nadar o atraer el alimento. Abundan en las aguas estancadas y atraviesan, cuando las condiciones son desfavorables, estados de enquistamiento y vida latente (Wallace y Snell, 2010).

Cladóceros: se han denominado comúnmente pulgas de agua y son predominantemente dulceacuícolas. Abundan en la zona litoral de los lagos, pero también ampliamente representados en el plancton, se reproducen partenogenéticamente por desarrollo directo a partir de un número variable de huevos; también poseen uno o varios periodos de reproducción sexual, ciclomorfosis muy evidentes y gran capacidad migratoria. Son filtradores y son dominantes en aguas eutróficas (Dodson, caceres y Rogers, 2010).

Copépodos: se distribuyen tanto a nivel litoral como pelágico bentónico, presentan metamorfosis completa, huevo, larva naupliar con tres pares de apéndices y que sufre mudas sucesivas (diez en los ciclopoideos). Los cinco o seis primeros estadios larvales se denominan nauplios y los restantes copepoditos, siendo el último de ellos en adulto. Los organismos de este orden se pueden dividir en tres subordenes: Calanoideos, Ciclopoides y Harpaticoides, estos tres se distinguen por la estructura del primer par de antenas, por el urosoma y el quinto par de patas (Sendacz y Kubo, 2018).

- **MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**

Definidos, como aquellos invertebrados con un tamaño superior a 500 μm , dentro de los cuales se pueden encontrar diferentes agrupaciones de organismos tales como esponjas, oligoquetos, moluscos y cuyo grupo más representativo corresponde al grupo de Insectos; el cual se destaca principalmente por su amplia distribución, sus formas de vida tanto de hábito acuático como terrestre, así como su abundancia (Fernández, 2012; Roldán y Ramírez, 2008).

Estos individuos habitan diferentes micro-hábitats entres los cuales se encuentran tanto la columna de agua, así como el fondo de los ríos , lagos, troncos, rocas y vegetación sumergida, hábitos que los agrupa en diferentes categorías según el lugar que ocupan en el ecosistema acuático, tales como bentos (organismos que viven en el fondo de los ecosistemas), pleuston (organismos que flotan y nadan en la superficie) y necton

(organismos que nadan libremente en la columna de agua) (Roldán, 1996; Roldán y Ramírez, 2008).

Dentro de los principales grupos de macroinvertebrados acuáticos, se encuentra, el phylum Arthropoda el cual constituye el grupo más abundante, donde se ubica la clase insecta, agrupa alrededor de 70 familias y más de 150 géneros distribuidos en los órdenes Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera, Lepidoptera, Diptera, que constituyen la fauna más representativa de lagos y ríos (Roldán y Ramírez, 2008).

El uso de macroinvertebrados acuáticos, predomina como una de las metodologías más ampliamente utilizadas, en la vigilancia y control de la contaminación o perturbación del ecosistema acuático, ya que exhiben diferentes ventajas como lo son, su tamaño relativamente grande, su amplia distribución y abundancia, ciclos de vida relativamente largos y hábito sedentario, amplio rango de sensibilidad, taxonomía bien conocida, muestreo de carácter sencillo (Bonada et al. 2006; Roldán y Ramírez, 2008).

Asimismo, a diferencia de los análisis fisicoquímicos estos indicadores biológicos, reflejan tendencias a través del tiempo, lo cual permite hacer comparaciones de condiciones tanto pasadas como presentes, que se ven reflejadas en el cambio de la estructura y composición de la comunidad, al integrar información espacial como temporal, lo cual genera la necesidad de desarrollar estudios complementarios, que integren indicadores biológicos como análisis fisicoquímicos (Springuer, 2010; Ladrera et al. 2013).

Además de su papel bioindicador, esta comunidad de organismos, juega un papel importante, puesto que constituye el componente de biomasa animal más importante dentro del ecosistema, facilitando la transferencia de energía entre las redes tróficas, de igual forma participa, en la degradación y consumo de la materia orgánica del sistema proveniente tanto de los organismos fotosintéticos como del ecosistema terrestre, interviniendo así como control de la productividad primaria (Ladrera et al. 2013; Hanson et al. 2010).

- **ICTIOFAUNA**

Colombia posee una enorme diversidad de especies ícticas, en total 1.494, convirtiéndolo en uno de los cinco países con mayor diversidad de peces

en el mundo, en cuanto a las regiones hidrográficas, el Amazonas es la más diversa con 706 especies, seguida del Orinoco con 663 especies, en su orden le siguen Caribe con 223, Magdalena-Cauca con 220 y Pacífico con 130 (DoNascimento et al. 2017).

Respecto a la diversidad de peces del departamento del Tolima, algunos de los principales estudios ícticos han evaluado aspectos de diversidad, composición, ecología trófica y reproductiva de especies de Trichomycteridae, Characidae, Sternopygidae, Cichlidae, Astroblepidae y Loricariidae (García-Melo, 2005; Villa-Navarro y Losada-Prado, 1999; Villa-Navarro y Losada-Prado, 2004; Briñez-Vásquez, Villa-Navarro, Ortega-Lara, Reinoso-Flórez y García-Melo, 2005; Zuñiga-Upegüi, Villa-Navarro, Ortega-Lara y Reinoso-Flórez, 2005; Castro-Roa, 2006).

Adicionalmente, se han llevado a cabo algunas investigaciones de interés pesquero (Martínez-Covaleda y González-Rodríguez, 2005; García-Melo, Pardo-Pardo, Villa-Navarro, Reinoso-Flórez, García-Melo, Briñez-Vásquez y Flórez-Delgado, 2010).

Por otra parte, se destacan estudios en los cuales fue evaluada la diversidad, distribución y aspectos ecológicos de las especies de los órdenes Characiformes y Siluriformes, la mayoría de los resultados obtenidos en ellos, concuerdan con que la distribución de las especies parece estar relacionada con factores altitudinales y cambios en las variables fisicoquímicas (García-Melo, 2005; Zuñiga-Upegüi et al. 2005; Castro-Roa, 2006; Briñez-Vásquez, 2004; Lozano-Zárate, 2008; López-Delgado, 2013; Albornoz-Garzón y Conde-Saldaña, 2014; Montoya-Ospina, 2014).

La diversidad de especies ícticas se encuentra determinada por diferentes factores, entre los que se encuentran, alteraciones hidrológicas, temperatura del agua, altitud (Anderson y Maldonado-Ocampo, 2010). La altitud es una de las variables que tiene más influencia sobre las comunidades de peces, se correlaciona frecuentemente con cambios en la diversidad, así, el número de especies aumenta a medida que disminuye la altitud, posiblemente debido a la mayor disponibilidad de nichos ecológicos y una mayor cantidad de nutrientes en las zonas bajas (Cassatti et al. 2012).

La deforestación de los bosques de ribera, la pérdida de los cuerpos de agua por contaminación, la introducción de especies exóticas y el desarrollo de hidroeléctricas (Anderson y Maldonado-Ocampo, 2010), son factores responsables de la vulnerabilidad de muchas especies ícticas en el país.

- **HERPETOFAUNA**

Generalidades de la Herpetofauna

Anfibios: vertebrados condicionados en su mayoría a presentar dos etapas de vida bien diferenciadas, la primera ligada al agua durante los estadios larvarios, en donde se producirán cambios fisiológicos a través de una metamorfosis gradual, hasta adquirir las condiciones adecuadas para habitar la tierra en sus estadios maduros, permitiendo una locomoción en dos medios, ampliando las oportunidades reproductivas, alimenticias y territoriales (Pough et al. 2004).

Son organismos clave en los procesos tróficos de diversas especies de animales, este grupo se caracteriza por presentar una respiración cutánea, lo cual hace necesario que exista constantemente niveles adecuados de humedad, determinante en conductas como la locomoción, el cortejo y la reproducción (Wells, 1977; Gerhardt, 1994).

Pueden encontrarse en distintos ecosistemas, desde bosques xerofíticos, humedales, selvas, hasta llegar a ambientes de paramo, mostrando cambios en las poblaciones de acuerdo al grado de intervención en el ambiente, llegando a considerarse como organismos indicadores del bienestar de un ecosistema, siendo dependientes de la calidad del agua, las coberturas vegetales, niveles de biomasa (hojarasca) y oferta alimenticia presente (Heyer et al. 1994).

Los anfibios se encuentran agrupados en tres grandes ordenes: Anura, Caudata y Gymnophiona. Los primeros incluyen los llamados ranas y sapos, caracterizados morfológicamente por carecer de cola, presentar extremidades traseras muy desarrolladas que les permiten huir y capturar sus presas con gran agilidad (Ročková y Roček, 2005).

Los caudata, también denominados salamandras, poseen un cuerpo formado por cuatro extremidades cortas y una cola, organismos

susceptibles a cambios bruscos en el ambiente, dependientes de la variación de la temperatura y la humedad, algunos grupos carecen de pulmones y su respiración se ve limitada a la cutánea (Cruz, Galindo y Bernal, 2016). Gymnophiona es un grupo con hábitos principalmente fosoriales, son animales alargados carentes de extremidades, poseen un sistema de detección a través tentáculos dispuestos lateralmente en el rostro, que les permite encontrar alimento como insectos, moluscos o anélidos bajo la tierra (Lynch, 1999).

Reptiles: agrupa a organismos vertebrados ectotermos, dependientes de la temperatura ambiental para regular su metabolismo. Presentan un desarrollo ligado a huevos, llegando a presentar especies ovíparas, ovivíparas y vivíparas, determinación sexual embrional ligada a la temperatura ambiental (Packard, Tracy y Roth, 1977).

Este grupo posee la piel cubierta de escamas, como principal característica, lo cual les permite protegerse del abrasividad del ambiente, así como establecer una impermeabilidad y resistencia a ecosistemas extremos, condicionándose a mudas periódicas de su piel de acuerdo a la tasa de crecimiento, permitiendo a su vez la eliminación de toxinas. Adaptados a distintos ambientes, condicionados por la oferta alimenticia y recursos hídricos, algunos grupos poseen estructuras especializadas para la inyección de sustancias químicas destinadas a la protección y depredación (Hill, 1979).

Los reptiles en Colombia se agrupan en cuatro grupos base Crocodylia (caimanes y cocodrilos), Testudines (Tortugas) y Squamata (lagartos y serpientes), los cuales poseen diversas adaptaciones morfológicas especializadas en la detección y captura de su alimento y amplia motilidad (Sánchez, Castaño, y Cárdenas, 1995).

Diversidad

A nivel mundial se registran unas 8006 especies de anfibios en el mundo, el orden Anura con 7057 especies, seguido por Caudata con 738 y Gymnophiona 212, siendo América del Sur y África del Oeste tropical las áreas con mayor diversidad (Frost, 2019). A nivel latinoamericano, Brasil tiene la mayor diversidad con 1160 especies, seguido por Colombia con alrededor de 850 especies descritas (Frost, 2019).

En reptiles, se han descrito unas 10885 especies a nivel mundial y Colombia se encuentra entre los países con la mayor riqueza con aproximado 620 especies. Squamata cuenta con 577 especies, seguido de Testudines con 35 especies y seis de Crocodylia, tres de estos al borde de la extinción (Uetz, Freed y Hošek, 2019; Galvis-Rizo et al. 2015)

Conservación

Actualmente se registran unas 6756 especies de anfibios y 7199 especies de reptiles evaluados dentro de las distintas categorías de establecidas por la IUCN, teniendo que alrededor de 2157 especies de anfibios y 1342 reptiles se encuentran entre las categorías de amenaza o extinción (IUCN, 2019).

Las principales amenazas que afrontan están dirigidos a cambios en el ambiente, la aparición de especies invasoras, el aumento de la temperatura, la fragmentación de los bosques, la propagación de patógenos como el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, que ha afectado innumerables poblaciones de anuros ya que actúa sobre el proceso de respiración cutánea característico de los anfibios (Rueda-Almoacid, Lynch y Amézquita, 2004; Angulo et al. 2006).

De igual forma se considera que estos grupos son los más amenazados entre los vertebrados, ya que existen concepciones culturales, que han llevado a la reducción poblacional de muchos grupos, principalmente las serpientes, cocodrilos e iguanidos (Rueda-Almonacid et al. 2004).

- **AVIFAUNA**

Generalidades de aves en Colombia. Las aves constituyen uno de los grupos vertebrados más diversos, comprendiendo más de 10400 especies a nivel mundial y 1909 especies a nivel nacional (pertenecientes a 31 órdenes, 90 familias y poco más de 3000 subespecies), de las cuales 1887 cuentan con registros en el territorio continental, mientras 17 han sido reportadas únicamente para la región insular (Donegan et al. 2013; Donegan et al. 2014; Donegan et al. 2015; Verhelst-Montenegro y Salaman, 2015; Avendaño et al. 2017).

Pese a que mundialmente el país es considerado el más diverso en avifauna, y que este grupo taxonómico cumple importantes roles ecológicos como controladoras de insectos, dispersoras de semillas, polinizadoras, entre otras

funciones (Molina-Martínez, 2002), se estima que el 7-9% de las especies están inscritas en alguna categoría de amenaza (Renjifo et al. 2002; Andrade, 2011) y el 4.35% del total de especies presentes en el país son endémicas (Avendaño et al. 2017).

Así, según los reportes del Sistema de información sobre biodiversidad en Colombia (SiB Colombia, 2012) y con base en la evaluación de 118 especies registradas en los bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica, se reporta que 68 de ellas se encuentran en diferentes categorías de amenaza de las cuales seis se encuentran en peligro crítico (8.8%), 26 en peligro (38.2%) y 36 vulnerables (52.9%) (Renjifo et al. 2014).

Las aves como indicadores de la calidad del hábitat. Sin lugar a duda las aves constituyen el grupo taxonómico más conocido y carismático en contraste con cualquier otro (Green y Figuerola, 2003), por lo cual son uno de los principales objetos de estudio a la hora de estimular el interés hacia la conservación de la biodiversidad e implementar políticas de conservación y manejo de ecosistemas y hábitats (Renjifo et al. 2002; Villareal et al. 2004; Osorio-Huamaní, 2014).

La importancia de este grupo taxonómico radica en el hecho de que proporciona un medio rápido, confiable y replicable de evaluación del estado de la mayoría de hábitats terrestres y acuáticos, por lo cual facilita la realización de comparaciones a lo largo de gradientes climáticos y ecológicos en cuanto a la riqueza, recambio y abundancia de especies (Osorio-Huamaní, 2014).

Además, proporciona un medio rápido, confiable y replicable para monitorear y conocer, de forma indirecta algunas características de los ecosistemas que habitan, de tal modo que algunos investigadores han encontrado que las características del paisaje influyen en la composición y abundancia de las aves, facilitando o impidiendo el mantenimiento de algunas especies (Gillespie y Walter, 2001).

Por otro lado, este grupo taxonómico posee una serie de características que las hacen ideales para inventariar gran parte de la comunidad con un buen grado de certeza (Osorio-Huamaní, 2014). Tales características son: a) comportamientos llamativos (diurnas, muy activas y altamente vocales); b)

identificación rápida y confiable; c) fácil detección durante casi todo el año excepto en aquellas especies que presentan movimientos locales o migraciones; d) gran cantidad de información consignada en libros y publicaciones científicas; e) diversidad y especialización ecológica y f) diferentes grados de sensibilidad a perturbaciones ambientales (Villareal et al. 2004).

No obstante, solo algunas especies funcionan como indicadoras de condiciones biológicas particulares del hábitat, ya que este grupo “no necesariamente puede reflejar la salud de otros taxones que viven en el mismo hábitat” (Ramírez, 2000; Gregory, 2006 citado en Villegas y Garitano, 2008, p. 149), y “puede tener respuestas diferenciales a los disturbios en relación a otros grupos de organismos” (Lindenmayer, 1999; Milesi et al. 2002 citados en Villegas y Garitano, 2008, p. 149).

De este modo, Green y Figuerola (2003) plantean que a pesar de que la idea de las aves como “paraguas protectores de la diversidad global” ha sido ampliamente extendida, no ha sido apoyada por los análisis a escala nacional, y la distribución de los “hotspots” de diversidad para aves es importante en si misma pero no se encuentra justificada por la diversidad de otros grupos. En síntesis, el monitoreo de aves es una herramienta útil a la hora de evaluar el impacto de las acciones humanas y tomar decisiones sobre el manejo de los ecosistemas, siempre y cuando se realice de la mano con el seguimiento de otros grupos taxonómicos (fauna y flora) que puedan robustecer la información obtenida.

Las aves y los humedales. La alta diversidad de aves asociada a los humedales y el considerable número de linajes endémicos en algunos de ellos, son reflejo de una larga asociación entre la avifauna y estos ecosistemas (Andrade, 1998 citado por Parra, 2014). El uso del ecosistema de humedales por parte de las aves se hace evidente con el carácter residencial permanente o temporal que muestran las aves acuáticas (Castellanos, 2006) en el país, de este modo, algunas especies han desarrollado adaptaciones morfológicas, fisiológicas y etológicas para hacer mejor uso de los recursos que brindan los humedales (refugio y alimento); sin embargo, gracias a su mayor flexibilidad otras tantas especies pueden emplear estos hábitats únicamente durante parte del año o para

cubrir determinada etapa de su ciclo anual (nidificación, cría o muda del plumaje) (Blanco, 1999).

En este sentido, no todas las especies de aves que utilizan humedales tienen una preferencia particular por ellos, y en realidad se asocian al ecosistema en gran parte influenciadas por factores físicos como el área del humedal, la calidad del agua, la vegetación circundante, el grado de aislamiento o el contexto del paisaje donde se encuentran inmersos (Green y Figuerola, 2003; Briggs et al. 1997; Rosselli y Stiles, 2012; Quesnelle et al. 2013 citados por Parra, 2014).

Las aves de humedales hacen parte de sistemas conectados con procesos y funciones en el ecosistema, por lo que es usual que la diversidad y abundancia de especies que usan un humedal aumente con la proximidad a otros humedales, así mismo que los humedales grandes alberguen mayor número de especies de aves respecto a las encontradas en sitios más pequeños las cuales se esperan que sean las especies más abundantes y ubicuas (Elmberg et al. 1994).

Hilty y Brown (2001), reportan para Colombia 256 especies de aves asociadas a cuerpos de aguas agrupadas en 12 órdenes taxonómicos (Hilty y Brown, 2001; Salaman, 2009), de las cuales la mayor parte pertenecen a grupos considerados como acuáticos (Charadriiformes, Ciconiiformes, Gruiformes y Anseriformes), y encontrando otros órdenes que normalmente no se asocian con estos ecosistemas como varias familias de Passeriformes (Furnariidae, Tyrannidae, Hirundinidae, Cinclidae, Emberizidae), Cuculiformes y Falconiformes.

Debido a la variación en la composición de aves asociadas a humedales en diferentes regiones del país (por ejemplo CORTOLIMA y GIZ; 2010; 2015; 2016; 2018), conviene definir grupos particulares de especies como indicadoras en cada una de estas (Parra, 2014); sin embargo, hay que tener precaución a la hora de elegir una especie de ave como posible “bioindicadora” y considerar que un aumento en el número de algunas especies puede indicar un empeoramiento en el estado del hábitat en vez de una mejor (Green y Figuerola, 2003).

De este modo, la identificación de especies raras, endémicas y categorizadas en algún grado de peligro juega un papel crucial debido a que su distribución restringida y/o el pequeño tamaño de sus poblaciones incrementan su riesgo de extinción (Arita et al. 1997), convirtiéndolas en una herramienta útil como indicativo del estado del hábitat incluyendo su calidad y niveles de perturbación, así como para el establecimiento de los límites de los humedales bajo ciertas escalas espaciales y temporales (Parra, 2014).

- **MASTOFAUNA**

Existen alrededor de 6495 especies de mamíferos reconocidas a nivel mundial (Burgin et al. 2018). A pesar de no ser la clase de vertebrados más numerosa, su amplia variedad en tamaños, hábitos y formas de vida, hacen de este un grupo cuya distribución incluye todos los continentes y biomas del mundo (Patterson, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, los mamíferos desempeñan importantes roles ecológicos en diversos hábitats, en los que actúan como dispersores de semillas, polinizadores, depredadores y controladores de insectos, pequeños vertebrados y herbívoros, diseminadores de hongos, entre otros (Rumiz, 2010).

Colombia es el quinto país en riqueza de especies de mamíferos, con más de 518 especies agrupadas en 14 órdenes, 49 familias y 215 géneros; de las cuales 56 especies son endémicas (Ramírez-Chaves et al. 2016), alrededor de 52 se encuentran en las categorías de amenaza global de la IUCN y 42 se encuentran listadas como amenazadas a nivel nacional (MADS, 2017).

Los órdenes Chiroptera y Rodentia presentan la mayor riqueza específica, seguidos por Didelphimorphia, Primates y Carnivora. En el departamento del Tolima se estima la presencia de alrededor 136 especies (Solari et al. 2013).

Entre los mamíferos asociados a los sistemas acuáticos, se encuentran tres grupos principales; el primero de ellos comprende las especies estrictamente acuáticas de los órdenes Cetánea y Sirenia; el segundo, comprende los mamíferos semiacuáticos, como las nutrias, focas y leones marinos; y, el tercer grupo incluye especies asociadas al hábito acuático, las cuales presentan adaptaciones para nadar o dependen de estos sistemas para su alimentación o refugio, como la chucha de agua (*Chironectes minimus*),

murciélagos piscívoros (*Noctilio* sp.), varias especies de murciélagos insectívoros, roedores medianos (*Hydrochoerus hydrochaeris*, *Cuniculus paca* y *Cuniculus taczanowskii*) y algunos roedores pequeños, entre otros (Trujillo et al. 2005).

Adicionalmente, los ambientes acuáticos como los humedales, pueden ser usados por otras especies de mamíferos como lugar de paso ya que pueden aprovechar los recursos ofrecidos por estos, dados por la presencia de su fauna y flora asociada.

3.2.2. METODOLOGÍA

- **ZOOPLANCTON**

Métodos de campo. Se seleccionaron cuatro puntos sobre el espejo de agua despejado, en cada uno de ellos se realizó el filtrado de 100 litros de agua utilizando redes planctónicas (poro de malla estándar de 25 y 55 μ) (Figura 3.7). Las muestras filtradas se almacenaron en frascos de 250 ml y fueron fijadas en solución Transeau (Vercellino y Bicudo, 2006).

Figura 3.7. Metodología para la colecta de plancton en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Métodos de laboratorio. La determinación y conteo de la comunidad zooplanctónica se realizó con ayuda de un microscopio invertido OLYMPUS, usando la cámara de sedimentación Sedgwick-Rafter (McAlice, 1971). Los individuos fueron contados en campos aleatorios.

Los valores de densidad fueron convertidos por unidad de área (organismos/L), de acuerdo a lo establecido por la APHA (2005) (10200F-10200G). Para la determinación taxonómica, se revisaron claves específicas de zooplancton (Elmoor-Loureiro, 1997; Thorp y Covich, 2001; Dodson et al. 2001; Ruggiero et al. 2015). Se soportó con las bases de datos electrónica Video atlas de los microorganismos acuáticos (Pujante, 2011); RWC (Jersabek y Leitner, 2013); Plingfactory (Plewka, 2019); Microworld (Siemensma, 2019); ITIS, GBIF y CoL.

Análisis de datos

Densidad. Se hizo el cálculo de la densidad de organismos por unidad de volumen siguiendo la fórmula:

$$\text{Ind/L} = (C \times V') / (V'' \times V''')$$

Dónde:

C= número de organismos contados

V'= volumen de la muestra concentrada

V''= volumen contado (1ml)

V'''= volumen de la muestra observada

Análisis de Correspondencia. Se analizaron las posibles asociaciones entre las variables fisicoquímicas evaluadas y la comunidad zooplanctónica del humedal El Caribe, con el programa Canoco (Braak y Smilauer, 1998), unido a esto se realizó el test de Monte Carlo con 1000 permutaciones.

• MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Métodos de campo. La técnica utilizada para la colecta, se basó en el método de arrastre de material biológico encontrado tanto en orillas como cerca de plantas acuáticas, emergentes, sumergidas y enraizados, por medio de una red D-net. Por otra parte, se realizó la remoción de sedimento del Bentos, que luego fue filtrado con ayuda de un juego de Tamiz (Figura 3.8).

Figura 3.8. Humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Metodología de laboratorio. Para la identificación hasta mínimo nivel taxonómico de las muestras colectadas, se empleó un estereomicroscopio Olympus SZ40, y se utilizaron las claves y descripciones taxonómicas de autores como McCafferty (1981), Machado (1989), Needham y Needham (1991), Rosemberg y Resh (1993), Lopretto y Tell (1995), Roldán (1996, 2003), Merrit y Cummins (2008), Domínguez y Fernández (2009).

Luego de la determinación taxonómica, el material biológico fue separado y conservado en alcohol al 70%, posteriormente, los individuos fueron ingresados a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima, sección macroinvertebrados acuáticos (CZUT-Ma).

Análisis de datos.

Para determinar la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, se analizó la composición y estructura, así como la distribución de abundancias por taxón.

Análisis de Correspondencia. Se analizaron las posibles asociaciones entre las variables fisicoquímicas evaluadas y la comunidad de macroinvertebrados acuáticos del humedal El Caribe, con el programa Canoco (Braak y Smilauer, 1998), unido a esto se realizó el test de Monte Carlo con 1000 permutaciones.

- **ICTIOFAUNA**

Métodos de colecta

Electropesca: Para la colecta de los individuos se empleó la electropesca por las ventajas que representa frente a otros artes de pesca convencionales en términos de volumen y talla de captura de los organismos (Mojica y Galvis, 2002). Adicionalmente, es el método que más se ajusta a las condiciones que presentan los cuerpos de agua andinos, y el más utilizado para estimar la abundancia y composición en ecosistemas dulceacuícolas (Maldonado-Ocampo et al. 2005), su principal limitación se observa en aguas con mala conductividad (Mojica y Galvis, 2002).

El equipo de electropesca consta de un convertidor de corriente, que permite controlar la intensidad, voltaje y tipo de corriente; un cátodo que se conecta al convertidor y un ánodo que contiene una pértiga, elemento móvil que da paso a la corriente. La corriente fluye entre los dos electrodos (ánodo y cátodo) generando un estado de electrotaxis en los peces (natación de forma obligada), electrotétano (contracción muscular) y electronarcosis (relajación muscular) (Lobón-Cerviá, 1991), lo que facilita su captura con una red de arrastre que se instala a contracorriente.

El equipo de electropesca se empleó en las zonas cercanas a los márgenes y, en general, en profundidades no mayores a 1.5 - 2 m. La unidad de muestreo estuvo constituida por un transecto de 100 m lineales, y ancho variable, con un esfuerzo de muestreo de una hora de trabajo por estación de muestreo (Figura 3.9).

Figura 3.9. Métodos de captura para peces con electropesca en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Métodos de sacrificio, fijación y transporte de muestras

Sacrificio: Los ejemplares fueron sumergidos en una solución de aceite de clavo o eugenol (17 mg/L, por 10 minutos) y se recambió el agua para evitar su muerte. Los ejemplares se mantuvieron en la solución descrita anteriormente hasta que el movimiento opercular cesó, siguiendo lo propuesto por American Veterinary Medical Association AVMA, 2013.

Fijación: Una vez cesaron los movimientos operculares, los ejemplares se sumergieron en una solución de formol al 10%, para su transporte, evitando así la descomposición de tejidos.

Transporte: Los especímenes fueron depositados en bolsas plásticas de sello hermético, con la correspondiente etiqueta de campo, y se transportaron vía terrestre en una nevera hermética, hasta el Laboratorio de Investigación en Zoología (LABINZO) de la Universidad del Tolima, en la ciudad de Ibagué. Una vez en el laboratorio, el material biológico se pasó a alcohol al 70% para su preservación final.

Métodos de Laboratorio: El material íctico se determinó taxonómicamente empleando literatura especializada de Maldonado-Ocampo et al. (2005) y Briñez-Vásquez et al. (2005), Posteriormente, se realizó el ingreso del material a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima, sección – Ictiología (CZUT-IC).

Análisis de la información

Composición y abundancia: Con el fin de determinar la importancia y proporción en la cual se encuentra cada una de las especies con respecto a la comunidad, se calculó la abundancia relativa a partir del número de individuos colectados de cada especie y su relación con el número total de individuos colectados, en el humedal.

Especies Amenazadas, Migratorias, Ornamentales y de Consumo: Para determinar si las especies se encuentran bajo alguna categoría de amenaza, o si son migratorias, o utilizadas como especies ornamentales y de consumo, se realizó una revisión de literatura especializada (Ajiaco-Martínez et al. 2012; Lasso, 2011; Mojica et al. 2011; Zapata y Usma, 2013).

- **HERPETOFAUNA**

Método de campo. El muestreo se realizó mediante la técnica de búsqueda libre, sin restricciones, por encuentro visual (Figura 3.10). Evaluando aquellas áreas cercanas a cuerpos de agua, así como microhábitats predispuestos para encontrar anfibios o reptiles, como troncos, rocas, arbustos, entre otros (Heyer et al. 1994).

El muestreo tuvo una periodicidad alternada en distintos períodos del día: en horas de la mañana, entre las 6:00 a las 8:00 con el fin de detectar aquellas especies de hábitos diurnos como las pertenecientes a la familia Dendrobatidae; en horas del mediodía, entre las 11:00 y las 14:00 para aquellos reptiles, principalmente lagartos, que se exhiben y posan con el fin de termoregularse. Y en la noche entre las 18:00 y las 22:00, para organismos que presentan una mayor actividad nocturna (Angulo et al. 2006).

Figura 3.10. Metodología de captura dirigida a la herpetofauna asociada en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Los animales colectados fueron fotografiados, realizando anotaciones en libreta de campo de su coloración en vida, descripción de caracteres morfológicos determinantes, caracteres morfométricos como Longitud rostro cloaca (LRC), empleando un calibrador digital Mitutoyo ABSOLUTE.

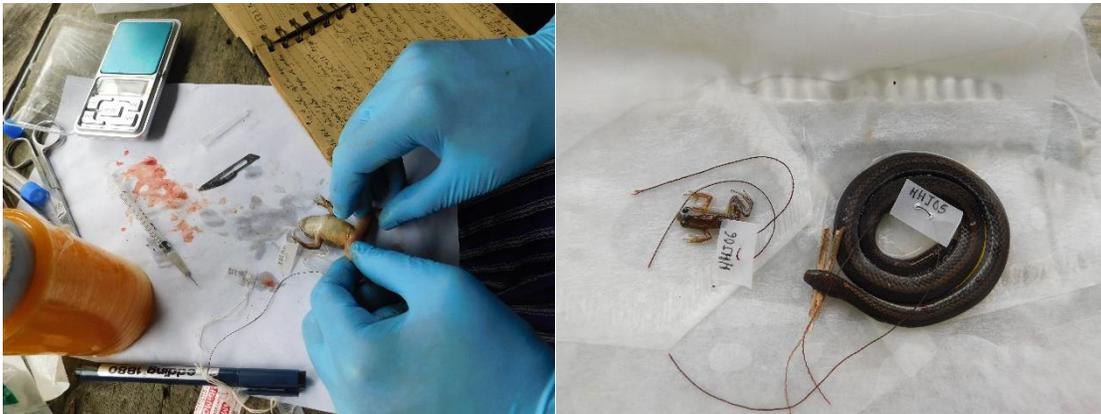
Adicionalmente, se tomó registro del despligue vocal que pueda estar efectuándose empleando una grabadora TASCAM DR100, así como la descripción general del lugar de encuentro, georeferenciando al individuo empleando un GPS GARMIN 62s, teniendo en cuenta la hora de captura, presencia de cuerpos de agua, tipo de sustrato donde se encontraba,

condiciones climáticas, temperatura del ambiente y humedad relativa, empleando un termohigrómetro y la actividad que realizaban al momento de la captura.

Aquellos individuos seleccionados se sacrificaron mediante técnica de punción cardiaca con roxicaina al 2%, para serpientes y animales de tamaño considerable, para el resto de los anfibios, debido a la capacidad de respirar a través de la piel, fueron sacrificados empleando Garhocaína Benzocaina al 20%, hasta evidenciar inmovilidad y disminución total de pulsaciones. Se tomó muestra de tejido, muscular, cardiaco o hepático, destinado a investigación molecular.

Los organismos sacrificados se dispusieron en bandejas plásticas con papel filtro y absorbente impregnados con formol al 10%, acomodando los especímenes en la mejor posición natural con el fin de evaluar sus caracteres morfológicos apropiadamente (Heyer et al. 1994; Angulo et al. 2006) (Figura 3.11).

Figura 3.11. Sacrificio y fijación de herpetos en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Métodos de laboratorio. Los individuos colectados se transportaron al laboratorio de Zoología de la Universidad del Tolima, mantenidos en formol al 10% hasta pasado los tiempos de fijación (15 días reptiles, 5-10 días anfibios), lo cual se desarrolló la eliminación del fijador, de acuerdo al protocolo propuesto por McDiarmid (1994), a través de lavados de disolución de alcohol y almacenados finalmente en frascos de vidrio con alcohol al 70%.

Se realizó y confirmó la determinación de cada uno de los organismos, empleando descripciones taxonómicas, claves dicotómicas y/o publicaciones, así como la comparación diagnóstica de los individuos colectados confrontados con los especímenes dispuestos en la Colección Zoológica de la universidad del Tolima, sección anfibios y reptiles (CZUT-A, CZUT-R). Finalmente, fueron ingresados a la CZUT-A y CZUT-R (Heyer et al. 1994; Angulo et al. 2006).

Análisis de datos.

Se calculó la abundancia relativa (%) de las especies de herpetofauna encontrada, empleando la fórmula:

$$AR\% = (n_i/N) \times 100$$

Dónde,

AR= Abundancia relativa;

n_i = Número de individuos capturados u observados;

N= Número total de X capturados u observados.

- **AVIFAUNA**

Métodos de campo. Para la determinación de la composición taxonómica de la avifauna dentro del humedal El Caribe, se realizaron muestreos mediante el uso de redes de niebla, la observación por puntos de conteo y las observaciones libres (Ralph et al. 1993; Ralph et al. 1996), con el objetivo de abarcar una mayor área circundante al humedal.

Redes de niebla. En zonas cercanas al humedal se extendieron cinco redes de niebla de 2,5 m de alto x 12 m de largo y 36 mm de malla, según el procedimiento descrito por Ralph et al. (1996). La instalación de las redes se realizó poco antes de iniciar el muestreo (Wunderle, 1994) y se abrieron en los 15 minutos siguientes al amanecer. La revisión se llevó a cabo en intervalos de 30 minutos para asegurar la integridad de los ejemplares (Consejo de Anillamiento de Aves de Norteamérica, 2003; Ralph et al. 2008). Las redes se abrieron durante un día en horario de 06:00-11:00 y 15:00-18:00, para conseguir un esfuerzo de 40 horas red/muestreo.

La extracción de las aves capturadas se realizó mediante el método de sujeción del cuerpo y la técnica de patas primero, descritas por Ralph et al.

(1993) y Ralph et al. (1996), proporcionando agilidad en la extracción de los ejemplares y garantizando su integridad. A cada una de las aves capturadas se le tomaron los datos relacionados con su edad, condición física, estado reproductivo y medidas morfométricas (Figura 3.12).

Toda la información se registró en formatos de campo siguiendo las recomendaciones de la NABC (2003) y Ralph et al. (2008). Una vez procesadas, las aves fueron liberadas, no obstante, algunos individuos fueron colectados, preparados e ingresados a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima (CZUT-OR).

Figura 3.12. Colecta y procesamiento de aves en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Conteo por puntos. Mediante el uso de binoculares, se contaron, identificaron y registraron las aves detectadas desde un sitio definido o “punto de conteo” (Figura 3.13).

Cada punto (en total cinco) abarcó una superficie circular de 50 m de radio y dentro de él se contaron todas las aves avistadas y escuchadas a lo largo de diez minutos, anotándolas en el orden en que fueron detectadas, junto con los datos correspondientes a localidad- número del punto, fecha, hora, coordenadas, tipo de registro (visual y/o auditivo), nombre de la especie, número de individuos, hábitat y distancia del individuo al borde del agua (Modificado de Ralph et al. 1996).

Figura 3.13. Puntos de conteo establecidos en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Una vez pasado el tiempo, se realizó un nuevo muestreo en el punto de conteo consecutivo, procurando causar el mínimo de perturbación a las aves e iniciando el conteo desde la llegada al lugar. Con el fin de evitar contar a un mismo individuo en puntos de conteo diferentes, estos estuvieron separados entre sí a una distancia aproximada de 100 m (Ralph et al. 1996).

Debido a que en ocasiones la identificación in situ de algunas especies resultó difícil, se procedió a ubicar el individuo mediante el método de “Búsqueda Intensiva” (Ralph et al. 1996), con el fin de fotografiarlo para su posterior identificación.

Determinación taxonómica. Para la determinación hasta el nivel de especie de los individuos capturados en campo y los observados en los puntos de conteo (u observaciones libres), se emplearon las guías de Hilty y Brown (2001), Restall, Rodner y Lentino (2006), McMullan, Quevedo y Donegan (2010) y Ayerbe (2018). El listado general de las aves siguió la nomenclatura y orden taxonómico sugerido por Remsen et al. (2019).

Métodos de laboratorio. Colección de referencia (CZUT-OR). Los individuos colectados fueron preparados como pieles redondas acorde a la metodología convencional de las colecciones científicas propuesta por Villareal et al. (2004). A cada uno de los individuos se le registró la información correspondiente a su peso, sexo, tamaño/desarrollo gonadal, coloración de las gónadas, cantidad de grasa subcutánea, estado de la

osificación del cráneo, número de colector, número de catálogo y comentarios.

Análisis de datos.

Se calculó la abundancia relativa (%) a nivel de órdenes, familia y especies de aves registradas, empleando la fórmula: $AR\% = (n_i/N) \times 100$, donde AR= Abundancia relativa; n_i = Número de individuos capturados u observados; N= Número total de X capturados u observados.

A cada uno de los registros de aves obtenidos mediante las dos metodologías empleadas, se les consignó la categoría ecológica siguiendo las recomendaciones de Stiles y Bohórquez (2000).

I. Especies de bosque

a. Especies restringidas al bosque primario o poco alterado. Detectadas principal o exclusivamente en el interior o dosel de estos bosques, con frecuencias mucho más bajas en los bordes o en bosques secundarios adyacentes a los bosques primarios.

b. Especies no restringidas al bosque primario o poco alterado. Detectadas más frecuentemente en este hábitat, pero también regularmente en los bordes, bosques secundarios, u otros hábitats arbolados cerca del bosque primario.

II. Especies de bosque secundario o bordes de bosque, o de amplia tolerancia. Encontradas con mayor frecuencia en los bordes y bosques secundarios, pero también a veces en el bosque primario y rastrojo, hasta en potreros arbolados: su requisito principal es la presencia de árboles y en algunos casos, la sombra debajo de ellos, más no un tipo de bosque específico.

III. Especies de áreas abiertas. Encontradas principal o exclusivamente en áreas con poco o ninguna cobertura arbórea como potreros o rastrojos; en potreros o matorrales arbolados se asocian con la vegetación baja más que con los árboles; pueden encontrarse en los bordes de los bosques, pero no bosque adentro.

IV. Especies acuáticas

- a. Especies asociadas a cuerpos de agua sombreadas o con la vegetación densa al borde del agua, evitando áreas abiertas o soleadas: quebradas o áreas pantanosas dentro de los bosques primarios o secundarios.
- b. Especies asociadas a cuerpos de agua sin sombra, orillas abiertas o con vegetación baja, o aparentemente indiferentes a la presencia de árboles excepto para perchas.

V. Especies aéreas. Generalmente encontradas sobrevolando varios hábitats terrestres:

- a. Especies que requieren por lo menos parches de bosque, por ejemplo, para anidación, pero sobrevuelan una amplia gama de hábitats.
- b. Especies indiferentes a la presencia de bosque, o que prefieren áreas más abiertas.

- **MASTOFAUNA**

Métodos de campo. Para el registro de mamíferos voladores se usaron cinco redes de niebla (12 m x 2.5 m), dispuestas a nivel del suelo, que permanecieron abiertas desde las 17:30 hasta las 22:30 horas y fueron revisadas cada 15-20 minutos. Los individuos capturados se depositaron en bolsas de tela, para ser medidos y fotografiados. Los datos morfométricos y morfológicos relevantes fueron consignados en fichas de campo.

Para el registro de mamíferos no voladores se realizaron recorridos libres a baja velocidad con el fin de lograr detecciones visuales o auditivos. Asimismo, se realizó una búsqueda de rastros (huellas, heces, madrigueras comederos, entre otras).

La determinación taxonómica en campo se realizó siguiendo las claves y guías ilustradas de Gardner (2007), Aranda (2012), Sánchez-Londoño et al. (2014), Suarez y Ramírez-Chaves (2015), Patton et al. (2015), Díaz et al. (2016), entre otras. Para complementar los datos obtenidos, y teniendo en cuenta que los hábitos elusivos de los mamíferos dificultan su registro en tiempos cortos, se realizaron entrevistas semiestructuradas a pobladores locales apoyadas en fotografías de mamíferos de Colombia y complementando con preguntas específicas sobre las especies reconocidas.

Métodos de laboratorio. Los ejemplares colectados fueron transportados al laboratorio del Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima. El proceso de taxidermia se realizó usando el método de piel rellena (Díaz et al. 1998).

Los cuerpos se sometieron a una limpieza con dermatidos, posteriormente, se tomaron las medidas craneales y se examinaron los caracteres necesarios para su determinación taxonómica con el apoyo de claves y la colección de referencia. Una vez determinados, los ejemplares fueron ingresados a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima, sección mamíferos (CZUT-M).

Análisis de datos.

Se calculó la abundancia relativa y la riqueza específica, se consignó la información sobre gremios tróficos, categorías de amenaza nacional (MADS, 2017) y global (IUCN, 2019), apéndices CITES (2017), uso local, endemismo (Ramírez-Chaves, 2016) y migración (MADV, 2009).

3.2.3. FAUNA PRESENTE EN EL HUMEDAL EL CARIBE, VILLARRICA (TOLIMA).

• ZOOPLANCTON

Se registró una densidad de 12580 Individuos/L, distribuidos en seis filos, siete clases, 8 órdenes, 14 familias y 18 géneros de zooplancton de los cuales dos se encuentran indeterminados (Tabla 3.3).

Los resultados de Zooplancton son consistentes al reportado en ecosistemas lentos para la región andina (Martínez y Monroy, 1999). Donde la composición está dominada por rotíferos, amebas y copépodos, que son los grupos que exhiben mayor diversidad y abundancia, y poseen múltiples estrategias morfológicas y ecológicas que les permite habitar en cualquier ecosistema acuático (Aranguren y Monroy, 2014).

Por otro lado, el humedal El Caribe, presenta múltiples cuerpos de agua de menor tamaño que oferta una variedad de ambientes que pueden ser aprovechables por estos organismos, además parecen ser idóneos para el

desarrollo de organismos poco frecuentes como los géneros de *Heliozoa* y *Gastrotricha*.

Tabla 3.3. Composición taxonómica de la comunidad zooplanctónica registrada en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Densidad	
Heliozoa	Centrohelea	Centrohelida	Acanthocystidae	<i>Acanthocystis</i>	5	
Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i>	590	
			Centropyxidae	<i>Centropyxis</i>	400	
			Diffugiidae	<i>Diffugia</i>	20	
Gastrotricha	*	Chaetonotida	Chaetonotidae	<i>Chaetonotus</i>	10	
				<i>Polymerurus</i>	5	
Rotifera	Bdelloidea	Bdelloida	Philodinidae	<i>Macrotrachela</i>	15	
				<i>Philodina</i>	5	
			*	Bdelloida sp.	310	
	Eurotatoria	Ploima		Euchlanidae	<i>Dipleuchlanis</i>	10
					<i>Euchlanis</i>	70
				Lecanidae	<i>Lecane</i>	80
					<i>Monostyla</i>	135
			Lepadellidae	<i>Colurella</i>	5	
				<i>Lepadella</i>	10	
			Trichotriidae	<i>Macrochaetus</i>	5	
Tardigrada	Heterotardigrada	Echiniscoidea	Carphaniidae	<i>Carphania</i>	10	
Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	Cyclopidae sp.	895	

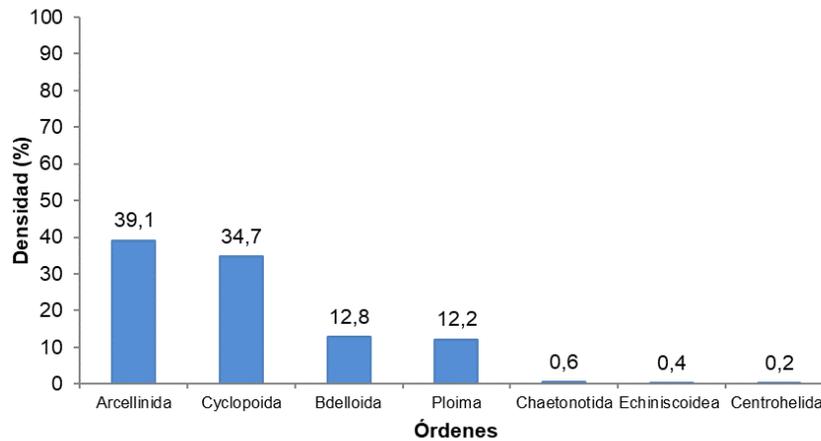
Fuente: GIZ, 2019.

En cuanto a los órdenes, el más abundante fue Arcellinida con 1010 Ind/L (39.1%) y tres géneros, seguido por Cyclopoida con 895 Ind/L (34.7%) y un género. Por otro lado, los órdenes menos representativos fueron Echiniscoidea con 10 ind/L (0.4%) y Centrohelida con 5 ind/L (0.2%) (Figura 3.14).

Los arcelinidos o amebas lobosas con testa, son protozoos muy comunes tanto en la tierra como en el agua, donde se muestran abundantes en casi todas las colectas de zooplancton. Estos organismos se hallan en acuíferos con abundante materia vegetal donde participan en la descomposición de lignina y celulosa. Otra característica importante es la alta tasa reproductiva que poseen y los cambios morfológicos que presenta ante diversos eventos ambientales (Zapata, 2006).

Los copépodos del orden Cyclopoida generalmente son los organismos más abundantes del plancton en los ecosistemas acuáticos. Presentan una gran movilidad, debido a que son muy voraces y están en busca continua de alimento. Habitan en cuerpos de agua expuestos donde existan afloramientos de diatomeas, de las cuales se alimenta (Mercado y Suarez, 2011).

Figura 3.14. Densidad relativa de los órdenes de la comunidad zooplanctónica para el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

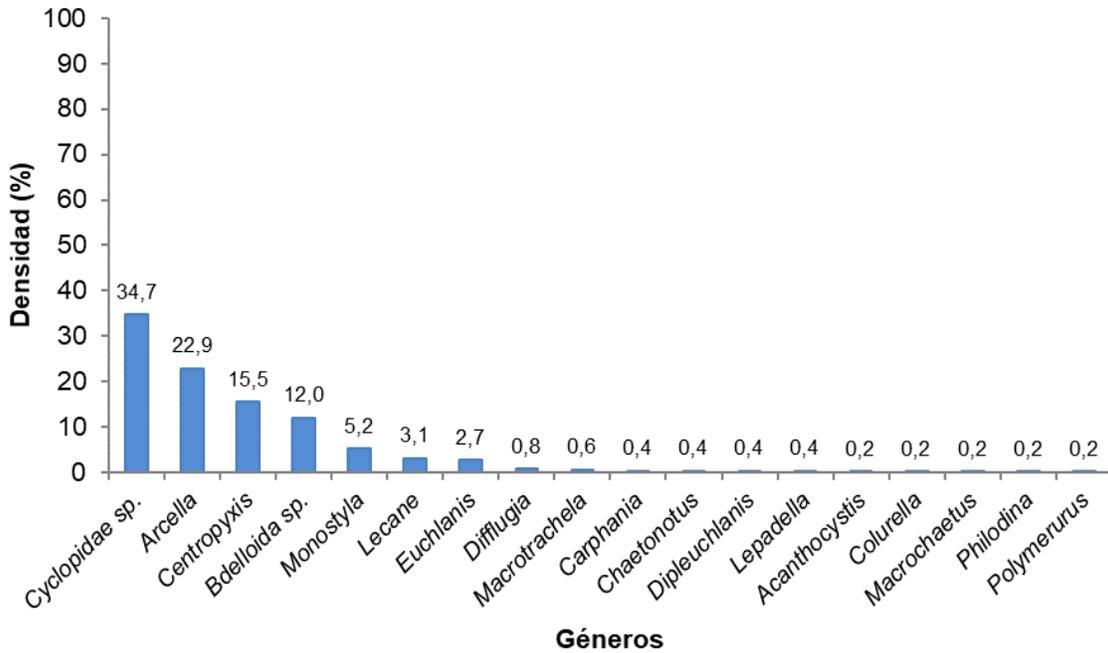
Cyclopidae sp. fue más abundante con una densidad de 895 ind/L (34.7%), seguido por *Arcella* con 590 ind/L (22.9%). Mientras que *Acanthocystis*, *Colurella*, *Macrochaetus*, *Philodona* y *Polymerurus* presentaron una densidad baja, con 5 ind/L cada uno (0.2%) (Figura 3.15).

Los copépodos, como se mencionó anteriormente, son de vida libre, ubicuos y de gran movilidad, son activos de predadores del fitoplancton (Mercado y Salas, 2012). Aprovechan y explotan los recursos que ofrece el humedal El Caribe, como un amplio espejo de agua descubierto, vegetación acuática de tipo enraizada emergente, helofitos e hidrofitos y un flujo de agua continuo con una amplia heterogeneidad espacial.

Por otra parte, *Arcella* es el segundo género más abundante, se hallaron cuatro morfotipos de este taxón, la variedad de formas hallada responde a la habilidad de este organismo de variar su morfología (strains) en presencia de diferentes subambientes, esto corresponde a las diferencias estructurales de hábitat que hay en los diferentes humedales evaluados en El Caribe. Se

asume que es un grupo generalista, ubicuo y eurioico y, por último, sirve como indicadora de ambientes oligotróficos y eutróficos (Kumar y Patterson, 2000).

Figura 3.15. Densidad relativa de los géneros de la comunidad zooplanctónica para el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Análisis de Correspondencia Canónica. Las variables fisicoquímicas no presentan diferencia estadísticamente significativa con la densidad de la comunidad zooplanctónica, como fue evidenciado por los efectos condicionantes de la prueba de Monte Carlo ($p > 0.05$).

Los múltiples cuerpos de agua que componen esta zona de humedal, proporcionan condiciones estables para el desarrollo de la comunidad zooplanctónica, que se ve directamente favorecida por el afloramiento del fitoplancton y las grandes cantidades de materia orgánica y sedimentos que existen en el ecosistema.

Conclusión

Los copépodos y amebas constituyen los grupos más abundantes en el humedal El Caribe, estos organismos presentan una gran cantidad de estrategias que les permiten explotar un amplio espectro de recursos, por

otra parte, la configuración del humedal permite el desarrollo de estos organismos, debido a que la intervención antrópica en este sitio es mínima.

ZOOPLANCTON ASOCIADO AL HUMEDAL EL CARIBE, VILLARRICA (TOLIMA).

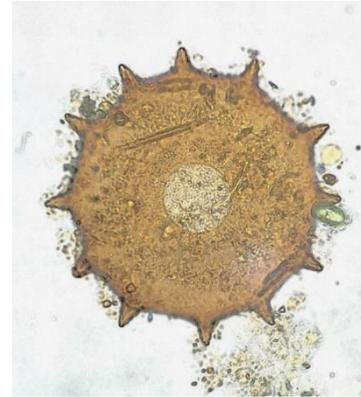
Orden: Arcellinida

Familia: Arcellidae

Género: *Arcella*

Descripción: Especie con un caparazón más o menos circular con apertura central invaginada, en muchas especies rodeada por un collar y/o un círculo de poros. Completamente orgánica, compuesta por unidades de construcción en forma de caja dispuestas en una sola capa y cementadas juntas, dando como resultado una superficie areolar (Arcella, 2016).

Aspectos ecológicos: Habitan en charcas de agua dulce, aguas eutróficas, marismas, musgos y follaje húmedo. Pocas especies también se pueden encontrar en los suelos. Se alimentan de diatomeas, algas verdes unicelulares o protozoos animales como flagelados y ciliados (Arcella, 2016).



Orden: Arcellinida

Familia: Centropyxidae

Género: *Centropyxis*

Descripción: *Centropyxis* es un género de ameba testada, discoide, aplanada, un poco con forma de boina. La superficie dorsal es redondeada, el lado ventral es plano a cóncavo, con una apertura ventral, que puede ser circular a desigual, pero desplazada hacia un extremo (Arcella, 2016).

Aspectos ecológicos: Son comunes en hábitats de agua dulce y esfagno, pero la mayoría de las especies se encuentran en musgos y humus más secos (Arcella, 2016).



GIZ (2019)

Orden: Ploima

Familia: Euchlanidae

Género: *Euchlanis*

Descripción: Forma elíptica, grande, transparente. Posee una lorica compuesta por dos placas una dorsal y otra ventral, la placa dorsal esta arqueada y la ventral es plana, poseen mástax maleado. El pie articulado con el último elemento con dos espinas táctiles rígidas (Guillen, 2017).



GIZ (2019)

Aspectos ecológicos: Ocurre con mayor frecuencia en ambientes eutróficos (Guillen, 2017).

Orden: Ploima

Familia: Lepadellidae

Género: *Corulella*

Descripción: vive encerrado en un caparazón transparente, lateralmente comprimido, como si se tratase de las valvas de un molusco bivalvo, y sobre su caparazón, asoma la cabeza, protegida también por un escudo cefálico, como un flequillo en forma de gancho que puede retraerse para dejar al descubierto los cilios de su corona (Corulella, 2011).

Aspectos ecológicos: va filtrando el agua recogiendo de ella, algas, bacterias y otros pequeños seres casi invisibles que van rellendo poco a poco su interior. Presenta una distribución cosmopolita ya que vive en todo tipo de aguas (Corulella, 2011).



GIZ (2019)

Orden: Ploima

Familia: Lecanidae

Género: *Lecane*

Descripción: Cuerpo aplanado dorso ventralmente, no poseen escudo cefálico, lorica carente de un surco dorsal, medial y carente de una cresta dorsal transversal, el pie que se proyecta a través de un agujero en la placa ventral en el extremo posterior de la lorica, este pie está dividido en dos; Placas dorsales y ventrales están conectadas por un surco (Thorp y Covich, 2001).

Aspectos ecológicos: Es común encontrar a esta familia en zonas litorales o en sistemas eutróficos (Thorp y Covich, 2001).



GIZ (2019)

Orden: Echiniscoidea

Familia: Carphaniidae

Género: *Carphania*

Descripción: Su tamaño varía desde 50 micras y juveniles hasta más de 1,5 mm, presenta cuatro pares de patas, generalmente con garras y aparatos faríngeos bucales diseñados para la succión penetrante, el cuerpo está cubierto por la cutícula, que se dilata periódicamente (Thorp y Rogers, 2015).



GIZ (2019)

Aspectos ecológicos: Ocasionalmente se encuentran en agua dulce (Thorp y Rogers, 2015).

Orden: Centrohelida

Familia: Acanthocystidae

Género: *Acanthocystis*

Descripción: escamas silíceas dispuestas tangencialmente e irradiando espinas silíceas con extremos puntiagudos o bifurcados; núcleo excéntrico; Un granuloso central distinto en el que terminan los filamentos axiales, Núcleo excéntrico, generalmente un corpúsculo central del cual surgen los filamentos axiales. Espículas de 2 tipos: silíceas en forma de placas y delicadas espinas radiantes (Acanthocystis, 2014).

Aspectos ecológicos: Organismos vivos unicelulares, flotantes, planctónicos o bentónicos, que son comunes en el agua dulce, pero también se encuentran más raramente en hábitats marinos (Acanthocystis, 2014).



GIZ (2019)

Orden: Bdelloida

Familia: Philodinidae

Género: *Philodina*

Descripción: Espuelas cortas, o si son alargadas, no planas y anchas. Pie algo menos que la mitad de la longitud total, Con un rostro y corona bien desarrollados, este último siempre puede ser retraído hacia la boca. Con cuatro dedos planos, de los cuales dos son dorsales y dos terminales. Estómago con un lumen verdadero. Ciliados del intestino. Cutícula suave. Espuelas no particularmente largas. No suelen ser comensales (Philodina, 2014).

Aspectos ecológicos: Esta especie es común en los procesos de tratamiento de aguas residuales y en los antiguos cultivos de protozoos y algunas veces en zonas litorales (Philodina, 2014).



GIZ (2019)

Clase: Maxillopoda

Orden: Cyclopoida

Género: Cyclopoidae

Descripción: Son de pequeño tamaño, de 0.5-3 mm de longitud en general (las hembras de algunas especies parásitas pueden ser mayores, de 4-6 mm). El cuerpo de los copépodos se divide en las dos regiones típicas de los crustáceos prosoma y urosoma (Thorp y Covich, 2001).

Hábitat: La mayoría de especies son dulceacuícolas y pertenecen a las subfamilias Cyclopinae y Eucyclopinae (Miracle, 2015)



GIZ (2019)

Orden: Ploima

Familia: Colurellidae

Género: *Lepadella*

Descripción: compuesta de una placa dorsal y ventral y comprimida dorsoventralmente. Placas dorsales y ventrales unidas rígidamente en los bordes. Con una abertura anterior para la protuberancia de la cabeza y una abertura posterior a través de la cual se proyecta el pie. La mastaxis tiene trofos maleadas (Lepadella, 2014).

Hábitat: Especies litorales.



GIZ (2019)

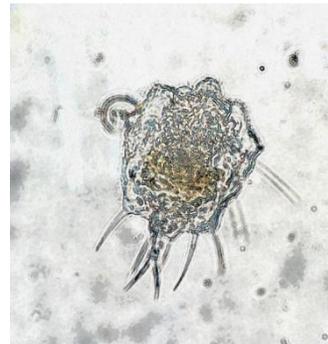
Orden: Bdelloidea

Familia: Philodinidae

Género: *Macrotrachella*

Descripción: dispuesta de forma simétrica en los pares con una mediana adicional. Columna vertebral en una fila. Las espinas están presentes o ausentes en cada par de puntos y, cuando están presentes, variable en su forma y dirección. Los espolones de esta especie son cónicos, altamente divergentes y con puntas estrechas, que hacen las lucir; así las pequeñas espuelas flanquean un ancho y trilobulado interespaciado (Song y min, 2015).

Hábitat: hábitats terrestres y / o de agua dulce (Song y min, 2015).



GIZ (2019)

Orden: Ploima

Familia: Euchlanidae

Género: *Dipleuchlanis*

Descripción: Placa dorsal plana mucho más pequeña que la placa ventral arqueada. Cutícula que conecta las placas dorsal y ventral en forma de un surco profundo que divide la cavidad del cuerpo en dos partes desiguales. Dedos largos y paralelos y rectos, Cuerpo ovoide, muy comprimido dorso ventralmente. Lorica de dos placas, la dorsal es cóncava o casi recta, obtusamente puntiaguda posterior y mucho más pequeña que la ventral, que es convexa y redondeada por detrás (*Dipleuchlanis*, 2014).



GIZ (2019)

Orden: Chaetonotida

Familia: Chaetonotidae

Género: *Chaetonotus*

Descripción: El cuerpo es alargado y ventralmente aplanado. Tiene una cabeza distinta, y típicamente dos o más órganos caudales de adhesión. La cola se divide frecuentemente en dos, formando una cola bífida distintiva. La cabeza tiene una boca, faringe, foto receptores y quimiorreceptores, alcanzan tamaños de hasta 3 mm, Están cubiertos de cilios y lo utilizan por sus medios de locomoción (*Kånneby*, 2013).

Hábitat: Se encuentra en agua dulce y estanques con musgo (*Kånneby*, 2013).



GIZ (2019)

Orden: Chaetonotida

Familia: Chaetonotidae

Género: *Polymerurus*

Descripción: Los más pequeños Metazoos conocidos, generalmente 1 mm en cuerpo total. Longitud, y algunos tan pequeños como 0.8 mm. A pesar de este tamaño minúsculo, muchos de estos son reconocidos por tener una anatomía y un ciclo de vida complejos (*Hochberg*, 2005).

Hábitat: viven en áreas marinas, salobres y hábitats de agua dulce, y pueden constituir una parte abundante de los meiobentos tanto en los sistemas marinos intermareales como en los de agua dulce (*Hochberg*, 2005).



GIZ (2019)

Orden: Arcellinida

Familia: Diffugiidae

Género: *Diffugia*

Descripción: Ameba testada con una capa aglutinada, con una abertura terminal que es redonda, ovalada, lobulada o dentada, pero nunca con forma de hendidura. El caparazón está compuesto de partículas minerales, como fragmentos de cuarzo o fróbulos de diatomeas, llamados colectivamente xenosomas, que se ensamblan sobre cemento orgánico estructurado o similar a una lámina. Todas las especies conocidas de *Diffugia* adquieren xenosomas de su entorno (Arcella, 2016).



GIZ (2019)

Aspectos ecológicos: Muchas especies son comunes en sedimentos de agua dulce o entre plantas acuáticas; otros son planctónicos con una fase bentónica durante el invierno (Arcella, 2016).

• **MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**

Fueron colectados un total de 408 ejemplares, distribuidos en 16 géneros, 12 familias y 6 órdenes (Tabla 3.4). Los órdenes Diptera (54.66%), Coleoptera (10.78%), Ephemeroptera (23.28%) y Hemiptera (10.29%), registraron mayor representatividad en términos de abundancia; dentro de estos, *Chironominae* (39.2%), constituyó el género más abundante, junto con *Callibaetis* (23.3%) y *Culex* (10%) (Figura 3.17), siendo así, las familias Chironomidae (44.61%), Baetidae (23.3%) y Culicidae (10%) las más relevantes en términos de abundancia relativa (Figura 3.16).

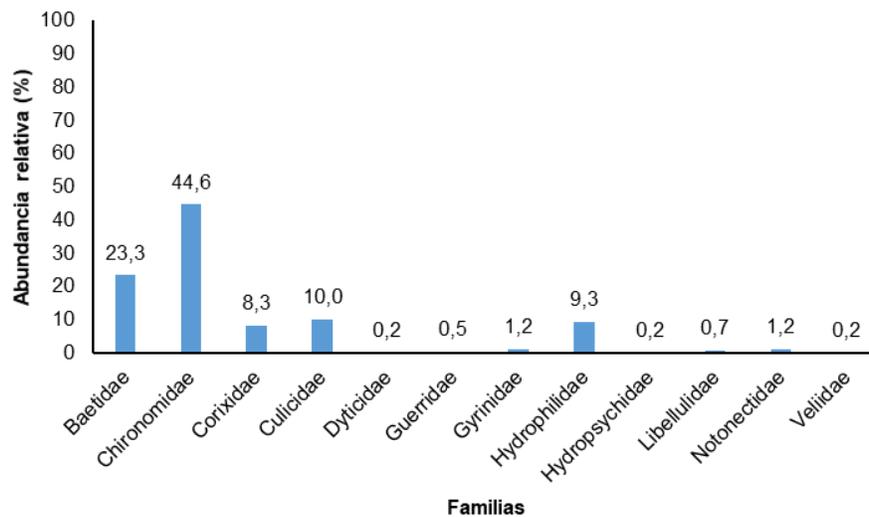
Contrario a esto, Trichoptera (0.25%) y Odonata (0.74%) constituyeron los órdenes menos abundantes, junto con las familias Libellulidae e Hydropsichidae, cuyos géneros representantes *Erythrodiplax* (0.7%) y *Smicridea* (0.2%) exhibieron el mismo comportamiento.

Tabla 3.4. Macroinvertebrados acuáticos registrados en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

Clase	Orden	Familia	Género	Abundancia	%AR	% AR orden
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	35	8.58	10.78
		Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i>	3	0.74	
		Gyrinidae	<i>Enhidrus</i>	5	1.23	
		Dyticidae	<i>Pachydus</i>	1	0.25	
	Hemiptera	Guerridae	<i>Aquarius</i>	2	0.49	10.29
		Corixidae	<i>centrocorisa</i>	16	3.92	
		Notonectidae	<i>Notonecta</i>	5	1.23	
		Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	1	0.25	
		Corixidae	<i>Sigara</i>	18	4.41	
	Odonata	Libellulidae	<i>Erythrodiplax</i>	3	0.74	0.74
	Diptera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	74	18.14	54.66
		Chironomidae	<i>Tanypodinae</i>	11	2.70	
		Chironomidae	<i>Podonominae</i>	11	2.70	
		Chironomidae	<i>Chironominae</i>	86	21.08	
		Culicidae	<i>Culex</i>	41	10.05	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Callibaetis</i>	95	23.28	23.28	
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	1	0.25	0.25	

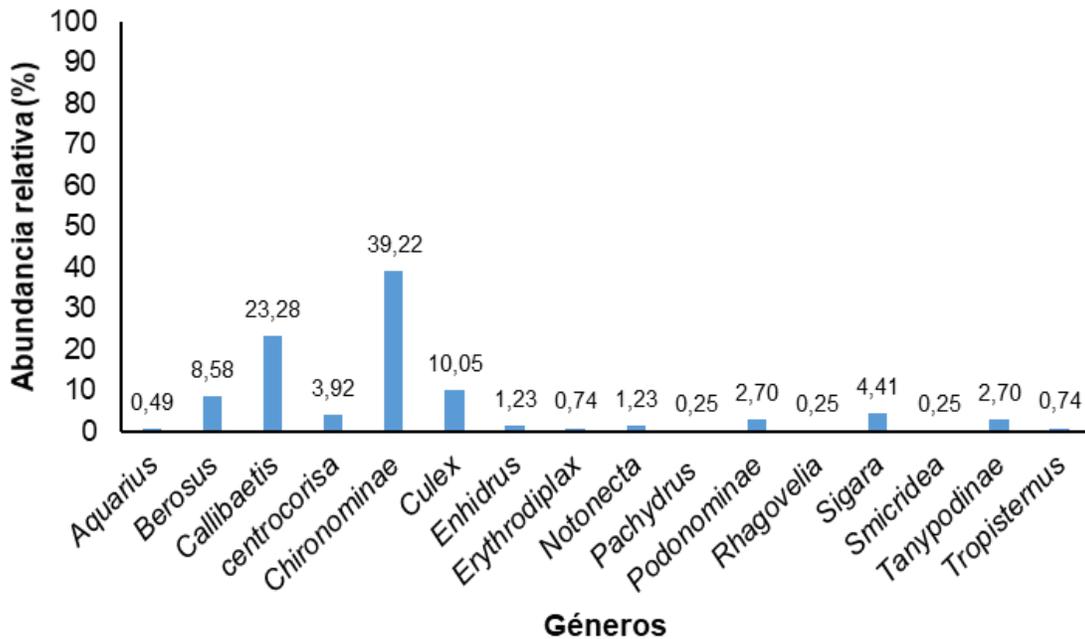
Fuente: GIZ, 2019.

Figura 3.16. Abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados acuáticos registradas en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Figura 3.17. Abundancia relativa de los géneros de macroinvertebrados acuáticos registrados en el humedal el Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Los taxones encontrados para el presente estudio, contrastan con los resultados arrojados por planes de manejo ambiental ejecutados en otros humedales ubicados en el departamento del Tolima, los cuales permiten aseverar que se encuentra una gran semejanza con la comunidad de macroinvertebrados encontrada en el humedal El Caribe, presentando similitud en cuanto a la presencia de los órdenes Coleoptera, Hemiptera y Odonata (CORTOLIMA y Grupo de Investigación de Zoología, 2018)

Asimismo, Clavijo y Amarillo (2013) y Amat y Blanco (2003) en su trabajo con la antropofauna asociada a los humedales altoandinos, ratifican que estos órdenes, presentan usualmente valores representativos de abundancia, a causa de que son grupos denominados de alto rango, lo cual indica que son megadiversos por su alta riqueza, abundancia y su predominio en un gran número de microhábitats, adecuados para organismos descomponedores como depredadores.

Relacionando la alta abundancia de los individuos pertenecientes al orden Díptera, con su preferencia hacia los humedales, como hábitat ideal por la

gran cantidad de materia orgánica, derivada de la vegetación en descomposición y la alta humedad, condiciones similares que se reflejaron durante la colecta de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos del presente estudio (Clavijo y Amarillo, 2013; Gonzáles y Carrejo, 1998).

Por otra parte, Chordá (2014) en su estudio sobre Culicidae, permite justificar la gran abundancia de esta familia en el humedal, resaltando su capacidad oportunista, su adaptación a todo tipo de ambientes hídricos como sustratos, así como biotopos de fluctuación acuática, tanto permanente como temporal, de diferente grado de eutrofización y con abundante vegetación vertical, horizontal o en ausencia de ella, todo esto sumado a su distribución cosmopolita y plasticidad ecológica que les permite completar un mayor número de ciclos biológicos.

De igual manera, estudios realizados por Alba-Tercedor (2015), sobre la ecología de los Ephemeropteros, permiten validar la presencia de este orden en el presente estudio, al tener en cuenta que pueden habitar aguas corrientes como remansas, destacando sus hábitos herbívoros y detritívoros. Asimismo, Cushing y Rader (1981), en su estudio trófico sobre *Callibaetis*, permite justificar su presencia en el presente estudio, con base en su hábito colector-recolector, que respalda la inclinación alimenticia de estas ninfas por la materia orgánica particulada presente en el humedal estudiado.

Por otro lado, la abundancia del orden Coleoptera, se respalda en la variedad de sus fuentes de alimentación como sus modos de vida, de acuerdo a esto Alonso (2015), asocia a la familia Hydrophilidae con hábitats efímeros, permanentes y estables, adaptados a ambientes lóticos y lénticos, cuyos hábitos alimenticios abarcan larvas depredadoras, adultos sáprofragos, fitófagos y omnívoros (Girón, 2018), situación que respalda la frecuencia de aparición del género *Berosus* perteneciente a esta familia en el presente estudio, la cual puede relacionarse, con la gran disponibilidad de materia orgánica, como vegetación emergente y sumergente presente en el humedal El Caribe. La baja abundancia de Odonata y Trichoptera puede estar asociada con la temporalidad presentada durante la época muestreada, donde las fluctuaciones que ocasionan las lluvias, modifican la disponibilidad de hábitats (Arcos, 2015).

Análisis de Correspondencia Canónica: El análisis de correspondencia canónica, reflejó que la distribución de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos presentes en el humedal el Caribe se

asocia a las variables fisicoquímicas tales como la temperatura, la conductividad eléctrica y los sólidos totales, a pesar de presentar efecto condicionante únicamente los sólidos totales ($p: 0,001$). Este fenómeno puede estar relacionado con la presencia de sedimentación y hojarasca presente en el complejo de micro-humedales que constituyen este sistema acuático, condiciones de gran favorabilidad para el asentamiento de la comunidad bentónica por la oferta de alimento que caracteriza la materia orgánica así como de refugio, donde los individuos a Chironomidae y algunos géneros de hemípteros, manifiestan gran inclinación por sólidos disueltos que provienen de fuentes orgánicas como hojas, sedimentos y plancton, que representan iones que aportan a la conductividad eléctrica de un ecosistema,

Conclusión

La distribución de los macroinvertebrados acuáticos presentes en el humedal El Caribe se asocia con la disponibilidad de microhabitats, así como con las variaciones estacionales en función del efecto que ocasionan las lluvias, al alterando el volumen de agua y modificando la disponibilidad de refugio y alimento en el ecosistema.

MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS ASOCIADOS AL HUMEDAL EL CARIBE, VILLARRICA (TOLIMA).

Orden: Diptera

Familia: Chironomidae

Subfamilia: Chironominae

Descripción: Larvas pequeñas (0.5 mm) a grandes (10 mm), generalmente de color crema verdoso o rojo. La cápsula cefálica es redondeada, con dos manchas oculares a cada lado, las cuales están bien separadas y situadas una debajo de la otra en el plano horizontal (Ruiz, Ospina y Riss, 2000).

Hábitat: tiene larvas de vida libre o que habitan en tubos tejidos por ellas mismas y pegados en la mayoría de casos, al sustrato.



Su hábito alimenticio es principalmente detritófago y/o filtrador, presentes en regiones tropicales o subtropicales, se encuentran comúnmente en zonas de corriente lenta y con temperaturas relativamente elevadas (Cobo y Gonzalez, 1990).

Orden: Diptera

Familia: Chironomidae

Subfamilia: Tanypodinae

Descripción: El tamaño de las larvas varía de 0.5 a 6.0 mm, el color puede ser rojizo, amarillento o blanco. Cápsula cefálica con una notoria forma alargada. Ojos constituidos generalmente por una sola mancha ocular a cada lado de la cabeza, con forma alargada o de riñón (Moreno et al. 2000).

Hábitat: se encuentran en estanques, lagos, corrientes y ríos. No construyen casas y pueden moverse libremente a través del sustrato, pero algunas veces se hallan en las casas de otros quironómidos (Moreno et al. 2000).



Orden: Diptera

Familia: Chironomidae

Subfamilia: Podonominae

Descripción: Las larvas son de vida libre, de color pálido y nunca rojas; los segmentos abdominales no poseen placas esclerotizadas y las setas son fuertes (Domínguez y Fernández, 2009).

Distribución: La distribución de esta subfamilia presenta un patrón bipolar (anfitropical) (Brundin, 1983) muy llamativo e interesante. Si bien poseen representantes en ambos hemisferios, la mayor diversidad está dada en el Hemisferio Sur, con un 86% de la fauna mundial. Tanto la zona boreal



como la austral no poseen especies en común (Dominguez y Fernandez, 2009).

Orden: Diptera

Familia: Culicidae

Género: *Culex*

Descripción: la cabeza no está fusionada con el tórax, es retráctil, los segmentos del cuerpo no están subdivididos, los segmentos del tórax están fusionados y son diferentes a los del resto del cuerpo (Roldan, 1996).

Hábitat: Hábitos con tendencia a la domesticidad, ambos comportamientos importantes en la transmisión de patógenos (Forattini et al. 1999), manifestando preferencia por picar al hombre y los animales por lo cual viven en ambientes antrópicos denominándose endófilas y antropofílicas.

Distribución: Cosmopolita (Forattini et al. 1999).



Orden: Hemiptera

Familia: Corixidae

Género: *Centrocorisa*

Descripción: 7-8 mm; color amarillento o castaño, pronoto con bandas transversales cafés. Los ojos son usualmente prominentes y bien desarrollados, el aparato bucal está conformado por un rostro o pico más o menos largo, que aloja dos pares de cortos y delgadísimos estiletes, que pueden protruirse por un mecanismo exclusivo, hasta alcanzar los tejidos de plantas y/o animales de los que se alimentan (Roldan, 1996).

Hábitat: Lagos, estanques y remansos de Ríos, con abundante vegetación acuática. Indicadores de aguas oligomesotróficas y eutróficas (Roldan, 1996).



Orden: Hemiptera

Familia: Notonectidae

Género: *Notonecta*

Descripción: miden de 3 a 4 mm; blancuzcos, forma de bote, fémur de la pata media con una protuberancia preapical. Pueden presentar polimorfismo alar, con ejemplares macrópteros. Muchas especies son atraídas por la luz, a menudo en grandes cantidades (Roldan, 1996).

Distribución: *Notonecta* es el único género cosmopolita y el de mayor riqueza específica. Viven en una amplia variedad de ambientes dulceacuícolas. Habitan preferentemente ambientes lénticos, naturales y artificiales (Domínguez y Fernandez, 2009).



Orden: Hemiptera

Familia: Veliidae

Género: *Rhagovelia*

Descripción: Color dorsal castaño oscuro. Pronoto en la parte anterior con una banda castaño claro interrumpida en la línea media por una franja castaño oscuro; mitad anterior del pronoto con una línea media más oscura que el resto del pronoto; ángulos humerales truncados y margen posterior ampliamente redondeado, (Padilla, 2016).

Hábitat: habitan en la película superficial de ecosistemas dulceacuícolas y salobres como manglares, estuarios, esteros y orillas del mar; son predadoras y muy abundantes en ecosistemas tropicales lóxicos. En América alcanzan mayor diversidad en los países neotropicales, principalmente Brasil, Colombia y México (Padilla, 2016).



Orden: Hemiptera

Familia: Corixidae

Género: *Sigara*

Descripción: Los ojos Marrón rojizo por un área pruinosa posnodal más larga que la del claval; tienen una muesca pronunciada medial en el margen posterior del disco pronotal; un paladar macho subtriangular, más ancho basalmente y una gran cápsula genital masculina y antenas testáceas con setas pálidas (Konopko, 2013).

Hábitat: habitan ambientes loticos, en sectores de corriente lenta. Prefieren aguas someras, con vegetación sumergida escasa a moderadamente abundante, en lugares soleados. Son pocos los que viven en ambientes sombríos, en aguas profundas o en sectores rápidos de ambientes loticos) (Domínguez y Fernández, 2009).

Orden: Hemiptera

Familia: Gerridae

Género: *Aquarius*

Descripción: Pronoto mate, no brillante. Tarsos anteriores con segmentos subiguales en longitud con espinas conexivales muy cortas. Abdomen delgado, sub cilíndrico. Antenas casi siempre más cortas que el cuerpo. Margen interno de los ojos escotado dorsalmente (Domínguez y Fernández, 2009).

Hábitat: Se puede encontrar en la Superficie de estanques, lagos, arroyos de movimiento lento, ríos (Domínguez y Fernández, 2009).

Orden: Ephemeroptera

Familia: Baetidae

Género: *Callibaetis*

Descripción: Branquias en los segmentos abdominales anteriores con dos láminas, uñas tarsales largas y delgadas puntiagudas, con o sin dentículos ventrales; mandíbulas con los incisivos internos separados de los externos, tibia sin abanico de setas largas y finas (Viñazco y Zuñiga, 2016).



Hábitat: es común en charcos y lagos, sobre todo con abundante vegetación acuática. Algunas especies de Baetodes y Camelobaetidius están entre los efímeros que pueden tolerar cierto grado de contaminación y alteración de su hábitat y localmente llegar a ser muy abundantes (Viñazco y Zuñiga, 2016).

Orden: Trichoptera

Familia: Hydropsychidae

Género: *Smicridea*

Descripción: miden de 4 a 5 mm; agallas abdominales ramificadas de un tallo central con pocos filamentos que no salen uniformes; cabeza casi cuadrada en vista dorsal (Roldan, 1996).

Hábitat: prefieren aguas con corriente y con mucha vegetación; son muy abundantes y son indicadores de aguas oligo a eutróficas (Roldan, 1996).



Orden: Coleoptera

Familia: Dysticidae

Género: *Pachydrus*

Descripción: Las larvas se caracterizan por tener cápsula de cabeza sin cuello. constricción y sutura occipital; nasale fuertemente alargado, Laterales paralelos, con ramas laterales bien desarrolladas; superficie basoventral de nasale con una fila de espátulas bien desarrolladas en cada lado (Michat y Torres, 2008).

Hábitat: Predominan en zonas neotropicales, llegan hasta el sureste de la Región Neoártica (Michat y Torres, 2008).



Orden: Coleoptera

Familia: Hidrophylidae

Género: *Berosus*

Descripción: De un tamaño entre 1.5 a 45 mm. Antena en forma de porra, pata media y posterior aplanadas en forma de remo, de color negro, algunos presentan una quilla esternal. Su color puede ser negro o pardo con manchas o puntos (Roldan, 1996).

Hábitat: prefieren aguas lénticas como charcas y lagunas poco profundas, con mucha materia orgánica. Algunos son indicadores de aguas muy contaminadas (Roldan, 1996).

Orden: Coleoptera

Familia: Hydrophilidae

Género: *Tropisternus*

Descripción: Las larvas presentan un cuerpo de forma alargada. Miden de 4-8 mm, el abdomen consta de 10 segmentos y con espacios intersegmentales; cabeza prognata con mandíbulas grandes y dentadas, y palpos maxilares con cuatro segmentos simple (Epler, 2010).

Hábitat: de hábitos acuáticos o semiacuáticos; los adultos pueden ser saprófagos y sus larvas depredadoras con digestión preoral (Jerez y Moroni, 2006).

Distribución: Ampliamente distribuido en la región neotropical (Jerez y Moroni, 2006).

Orden: Coleoptera

Familia: Gyrinidae

Género: *Enhydrus*

Descripción: Pronoto y élitros glabros; último urosternito visible redondeado, no prolongado (Domínguez y Fernández, 2009).

Hábitat: habita arroyos que corren a través de colinas de bosque de galería preservado (Domínguez y Fernández, 2009).

Orden: Odonata

Familia: Libellulidae



Género: *Erythrodiplax*

Descripción: genitales secundarios y la terminalia. La estructura de la vesícula espermática aporta los caracteres más importantes para la identificación específica. Es una estructura tubular formada por cuatro segmentos que deriva, junto a los hamulies y la lígula genital, del tercer externo abdominal (Del palacio, Sarmiento y Muñoz, 2016).

Distribución: presenta distribución Neotropical (Del palacio, Sarmiento y Muñoz, 2016).



- **ICTIOFAUNA**

En el humedal El Caribe, fueron colectados 8 individuos de *Astroblepus micrescens* pertenecientes al orden Siluriformes, familia Astroblepidae y género *Astroblepus* (Figura 3.18). Esta especie no se encuentra bajo ninguna categoría de amenaza y no tiene valor ornamental, sin embargo, en algunas regiones del país es utilizada como especie de consumo local.

Figura 3.18. Individuos de *Astroblepus micrescens* colectados en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

En Colombia, Siluriformes es uno de los órdenes con mayor representatividad (Villa-Navarro et al. 2006; Galvis y Mojica, 2007; Junk et al. 2007; Anderson y Maldonado-Ocampo, 2010). La presencia de este orden se atribuye a que ecológicamente se han adaptado a una diversidad de hábitats, gracias a su morfología, que les permite colonizar distintos hábitats (Cala, 2001) y explorar una enorme diversidad de fuentes alimenticias (Provenzano, 2011).

Por otra parte, la familia Astroblepidae ha logrado adaptarse a diferentes ambientes, lo que estaría relacionado con sus adaptaciones fisiológicas y morfológicas de las especies de este grupo a los sistemas de agua Alto Andinos (Anderson y Maldonado-Ocampo, 2010). Asimismo, estas especies se distribuyen sobre una franja altitudinal que va desde los 400 m s.n.m. a 2.500 m s.n.m. (Briñez-Vásquez, 2004).

En la mayoría de las comunidades ícticas se observa una relación inversamente proporcional en cuanto a su distribución, diversidad y abundancia, con respecto a la altitud (Margalef, 1983), sin embargo, para el caso de las especies de la familia Astroblepidae no se observa. En estudios relacionados con la distribución altitudinal de las comunidades ícticas, se menciona a los miembros de esta familia como aquellos que poseen las adaptaciones morfológicas, como la de sus labios en forma de ventosa y un conjunto de modificaciones óseas y musculares, que les sirve para escalar superficies verticales y aferrarse a las rocas y evitar ser arrastrado por las corrientes de alta montaña (Reis et al. 2003; Maldonado-Ocampo et al. 2005).

Estas especies son predominantemente nocturnos y durante el día se esconden generalmente debajo de las piedras, hojarasca, troncos y bajo la vegetación ribereña (Dahl, 1971), su dieta está constituida en su mayoría por insectos acuáticos (Buitrago-Suárez, 1995).

Además, estas especies son sensibles a los cambios bruscos de temperatura, requiriendo aguas frías de 15° a 21°C y con alta concentración de oxígeno disuelto, adicionalmente, tiene preferencia por las zonas que presentan buenas condiciones en la calidad del agua y se encuentra en mayor proporción en cuerpos de agua con alta pendiente y corrientes fuertes (Maldonado-Ocampo et al. 2005).

ICTIOFAUNA REGISTRADA EN EL HUMEDAL EL CARIBE, VILLARRICA (TOLIMA).

Orden: Siluriformes

Familia: Astroblepidae

Género: *Astroblepus*

Especie: *Astroblepus micrescens* (Eigenmann, 1912)

Nombre común: Güilo

Hábitat: Presente en zonas de alta corriente, en sitios con fondos de arena y roca (Briñez-Vásquez, 2004).

Localidad tipo: Ibagué-Tolima.

Distribución: Se distribuyen en pequeños ríos y quebradas de tipo torrentoso en varios departamentos de Colombia, presentan una distribución altitudinal desde los 600 m.s.n.m. hasta los 4.000 m.s.n.m.



• **HERPETOFAUNA**

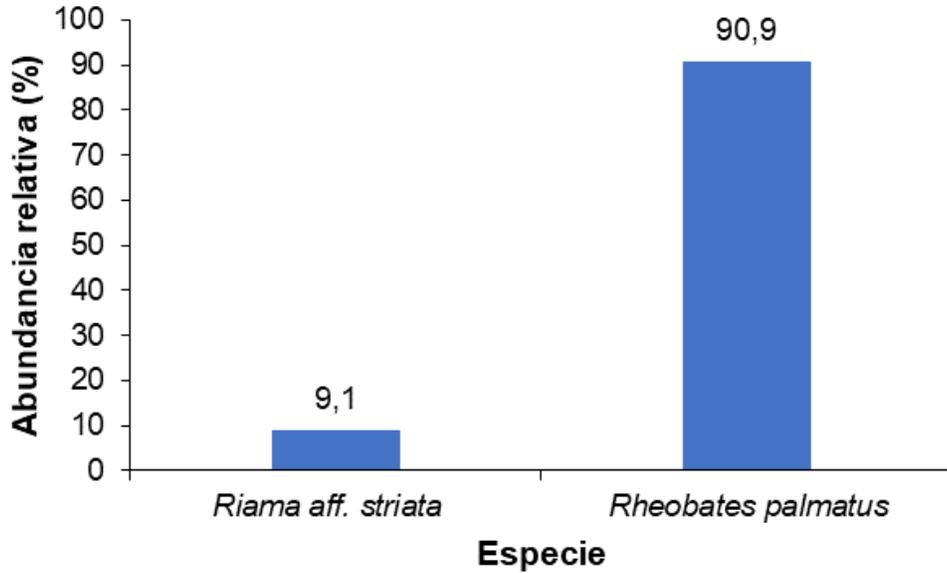
El muestreo de herpetofauna asociada al humedal El Caribe registró únicamente dos especies, *Rheobates palmatus* (Aromobatidae) y *Riama aff. striata* (Gymnophthalmidae) (Tabla 3.5, Figura 3.19).

Tabla 3.5. Herpetofauna registradas en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Rheobates palmatus</i>	10
Reptilia	Squamata	Gymnophthalmidae	<i>Riama aff. striata</i>	1
2	2	2	2	11

Fuente: GIZ, 2019.

Figura 3.19. Abundancia relativa de las especies de herpetofauna registradas en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

El segmento de bosque previo al humedal posee un tamaño reducido, con una alta intervención, por escorrentías artificiales, ganado y su cercanía con la carretera; estas características impiden el establecimiento de especies susceptibles, con requerimientos específicos, lo cual explicaría la abundancia presentada por *R. palmatus* (Aromobatidae), la cual se muestra como un individuo con alta resiliencia, capaz de soportar ambientes intervenidos con aguas de baja calidad, como desagües (Cortés-Suárez, 2014), especie característica en humedales de esta franja altitudinal como el caso del humedal Las Catorce, municipio de Cunday, donde fue registrada (CORTOLIMA y GIZ, 2018).

Mientras tanto, *R. aff. striata* es una especie característica del bosque húmedo, presenta relación con los asentamientos humanos, teniendo una capacidad adaptativa a la intervención antrópica (Lynch y Renjifo, 2001). Dando a entender de esta forma que el humedal El Caribe, requiere de planes de manejo ambiental que contribuyan al mejoramiento de su cuerpo de agua y tributarios, así como el restablecimiento del bosque circundante, promoviendo el establecimiento de especies de anfibios y reptiles propias de esta zona de vida.

Categorías ecológicas.

Las especies encontradas en el humedal El Caribe se encuentran bajo la categoría establecida por la IUCN como “preocupación menor” (LC) (IUCN, 2019), lo cual indica que las poblaciones se encuentran libres de amenazas.

Especies en apéndices CITES. Ninguna de las especies registradas para el humedal El Caribe se encuentra dentro de las categorías CITES, para su uso comercial, aunque cabe resaltar que en el país especies pertenecientes a la superfamilia Dendrobatoidea son comercializados ilegalmente como mascotas, por su estética y coloración.

Especies endémicas. Ambas especies están reportadas únicamente en el territorio nacional, *R. palmatus*, se distribuye entre los 305 a 2500 m s.n.m., a lo largo de la cordillera Oriental y flanco oriental de la Central (Frost, 2019), mientras que, *Riama* aff. *striata* se encuentra restringida a los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Valle del Cauca y Santander, con algunos reportes hacia el departamento del Tolima (Doan, y Castoe, 2005; Llano-Mejía, Cortés-Gómez y Castro-Herrera, 2010)

Aspectos ecológicos. Las especies registradas se encuentran relacionadas con ambientes intervenidos, son capaces de soportar en algunos casos aguas residuales o estancadas (*R. palmatus*).

El humedal El Caribe posee una concentración excesiva de gases similares al metano, así como escorrentías de origen desconocido que caen en el humedal, teniendo a su vez, que procesos como la ganadería y remoción de la capa vegetal se han venido dando, lo cual ha impedido el establecimiento de una mayor diversidad de herpetofauna.

Conclusión

El humedal El Caribe, describe pocas especies de herpetofauna, producto del estado de intervención que ha sufrido, requiriendo mecanismos de restauración y conservación en pro de mejorar la calidad del humedal y aumentar el servicio ecosistémico que este representa.

HERPETOFAUNA ASOCIADA AL HUMEDAL EL CARIBE, VILLARRICA (TOLIMA).

Orden: Anura

Familia: Aromobatidae

Género: *Rheobates*

Especie: *Rheobates palmatus*

Nombre común: Rana venenosa

Descripción: Mide entre 3.5-4.5 cm LRC. Coloración dorsal oscura y se caracteriza por tener con una raya lateral oblicua que va desde la narina hasta la porción superior del antebrazo y vientre granulado; hocico truncado y tiene una membrana interdigital extensa (Rivero y Serna, 1995).

Hábitat: bosques nublados y en bosques tropicales en la región del Orinoco. También se encuentra en pastizales y cultivos (UICN, 2019).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: entre los 350-2500 m.s.n.m. Esta especie es conocida desde el flanco oriental de la Cordillera Central en los departamentos de Caldas y Tolima, y desde los flancos occidental y oriental de la Cordillera Oriental en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santander, Meta y Serranía de la Macarena (UICN, 2019).



Orden: Squamata

Familia: Gymnophthalmidae

Género: *Riama*

Especie: *Riama aff. striata*

Nombre común: Lagartija bombillo estriada

Descripción: tiene 70 mm LRC. Cuerpo cilíndrico con escamas bi o triquilladas dorsalmente y lisas y cuadradas en la parte ventral; parte dorsal y parte ventral separadas por escamas muy pequeñas. Solo los machos presentan poros femorales. Coloración dorsal es café rojizo con líneas dorsolaterales de color



café oscuro, suele presentar una línea vertebral de manchas oscuras; la región lateral es de color café oscuro con manchas longitudinales negras y blancas; región ventral es café oscuro (SiB, sf).

Hábitat: hojarasca, bajo rocas o troncos. Se encuentra asociada a actividad humana, en Bosque muy húmedo premontano, Bosque húmedo y muy húmedo pluvial montano bajo (SiB, sf).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: entre 1800-3200 m.s.n.m. Endémica de Colombia presente en las tres cordilleras (SiB, sf).

- **AVIFAUNA**

Abundancia relativa. Con un esfuerzo de muestreo de 40 horas red, 50 minutos de observación en puntos de conteo y 10 horas de observaciones libres, se registraron 27 especies de aves distribuidas en 13 familias y siete órdenes (total individuos: 156) (Tabla 3.6). El orden más diverso fue Passeriformes con siete familias (figura 3.20) y quince especies (figura 3.21). Respecto al número de familia, los demás órdenes registraron una sola, sin embargo, teniendo en cuenta el número de especie, el orden Apodiformes fue el segundo más diverso con seis especies, seguido por Accipitriformes con dos especies.

Tabla 3.6. Especies registradas en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima). CE: Categoría ecológica.

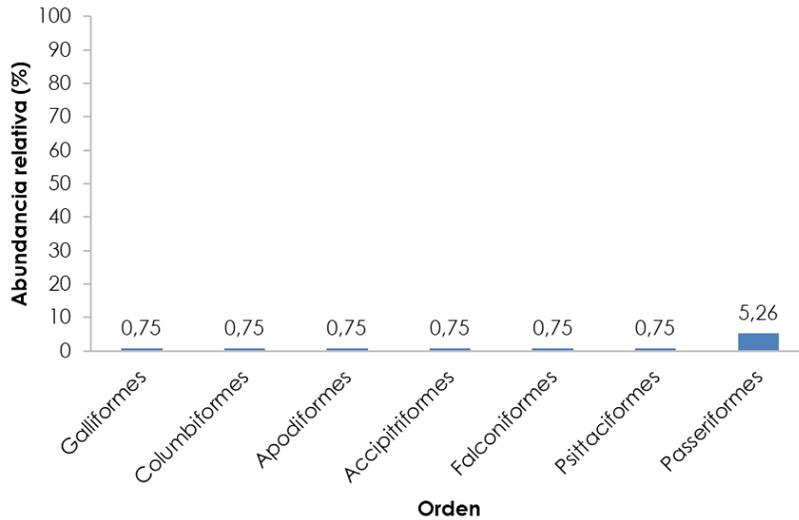
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	AB
Galliformes	Cracidae	<i>Aburria aburri</i>	2
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	116
Apodiformes	Trochilidae	<i>Doryfera ludovicae</i>	2
		<i>Adelomyia melanogenys</i>	2
		<i>Agelaiocercus kingii</i>	1
		<i>Coeligena torquata</i>	2
		<i>Coeligena bonapartei</i>	1
		<i>Chaetocercus heliodor</i>	1
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	1
		<i>Rupornis magnirostris</i>	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	1
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	3
Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis azarae</i>	1
	Tyrannidae	<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	1
		<i>Mionectes striaticollis</i>	1
		<i>Empidonax virescens</i>	2
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	1
	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	1
		<i>Turdus fuscater</i>	2
	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	1
	Passerellidae	<i>Arremon brunneinucha</i>	2
		<i>Zonotrichia capensis</i>	2
	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	2
	Thraupidae	<i>Diglossa cyanea</i>	3
		<i>Sporathraupis cyanocephala</i>	1
		<i>Stilpnia cyanicollis</i>	1
<i>Tangara arthus</i>		2	
7	13	27	156

Fuente: GIZ, 2019.

Con base en esto y según Manchado y Peña (2000), Hilty y Brown (2001) y Ricklefs (2012), es de esperar que Passeriformes sea el más abundante ya que constituye el más diverso dentro de las aves, encontrándose compuesto por especies adaptadas a todos los hábitats y coincidiendo su alta

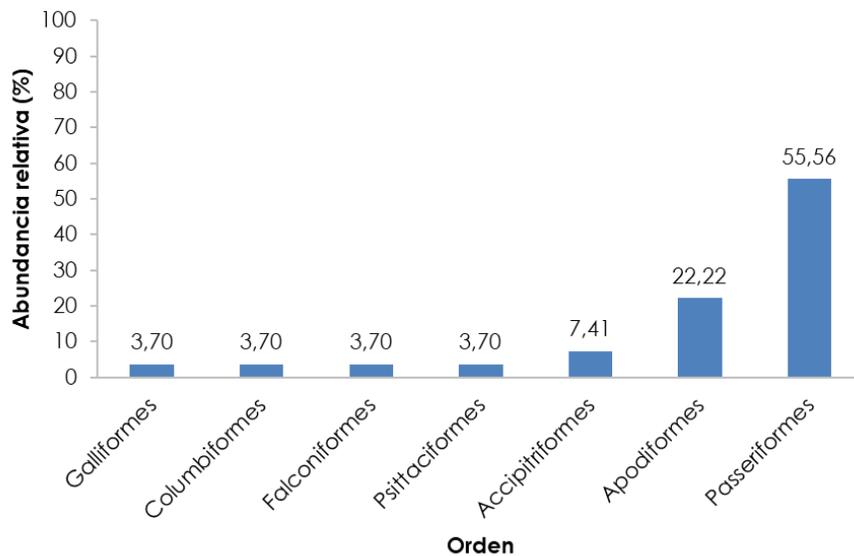
abundancia dentro del humedal El Caribe con la información conocida para la región neotropical (Ridgely y Tudor, 1989; Tabilo-Valvidieso, 2006).

Figura 3.20. Abundancia relativa de familias en los órdenes de aves presentes en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019

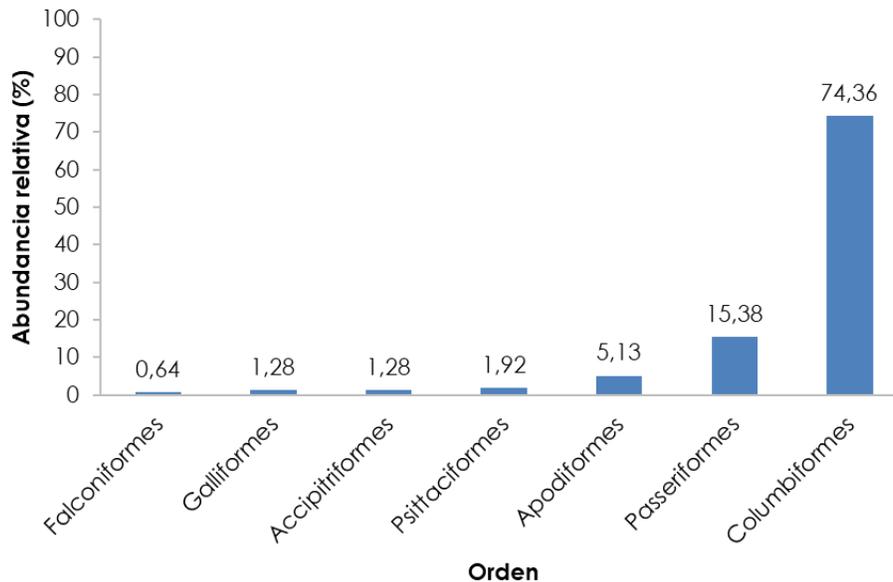
Figura 3.21. Abundancia relativa de especies en los órdenes de aves presentes en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

En relación al número de individuos, el orden más abundante fue Columbiformes con 116 individuos, seguido por Passeriformes con 24 individuos y Apodiformes con ocho (Figura 3.22). La abundancia de este orden está dada principalmente por la gran cantidad de registros de la especie *Patagioenas fasciata* de la cual se discutirá posteriormente.

Figura 3.22. Abundancia relativa de individuos en los órdenes de aves presentes en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



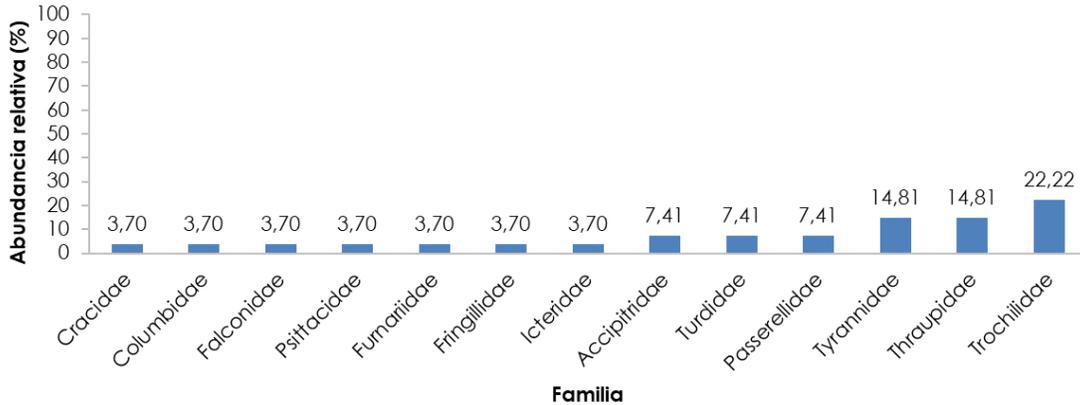
Fuente: GIZ, 2019.

Las familias más diversas fueron Trochilidae (seis especies), Thraupidae y Tyrannidae (cuatro especies cada una) constituyendo el 51,9% de las especies registradas (Figura 3.23). Este resultado se asimila a lo reportado por Molina-Martínez (2002) quien registró a Trochilidae y Thraupidae como las más abundantes en la Reserva Natural Los Yalcones (San Agustín-Huila; 1900-3900 m), la cual presenta características abióticas similares a las del área de muestreo de este estudio.

La diversidad representativa de troquílidos podría estar relacionada con el hecho de que esta familia es endémica del continente americano y alcanza los valores más altos de diversidad en las latitudes tropicales (Peterson y Chalif, 1989; Hilty y Brown, 2001), además debido a que la mayor parte de sus especies se distribuyen en ambientes con cierto grado de intervención

humana, por lo cual es común registrarlas en bosques secundarios (Stouffer y Bierregaard, 1995) que cuenten con disponibilidad del recurso floral (Dalsgaard et al. 2009).

Figura 3.23. Abundancia relativa de especies por familia de aves presentes en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

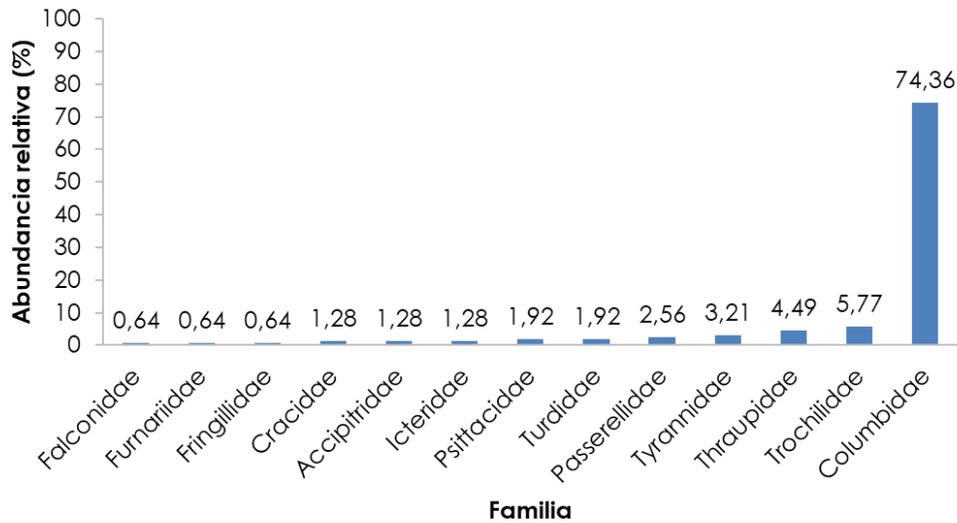
Por su parte la notoria diversidad de Tyrannidae y Thraupidae, está dada por el hecho de que estas dos familias se encuentran entre las más abundantes y diversas en el Neotrópico (Traylor, 1977; AOU, 1998), debido a que se distribuyen en todos sus hábitats (Hilty y Brown, 2001), y dos tercios de sus especies ocurren completamente en Suramérica (Isler y Isler, 1987).

Asimismo, estas familias son muy comunes en tierras destinadas a la agricultura (Hilty y Brown, 2001), ya que la mayor parte de sus especies presentan bajos requerimientos de hábitat, en términos de cobertura vegetal y presencia humana, y muestran dietas a base de insectos, semillas y frutas, los cuales constituyen recursos cuantiosos en zonas intervenidas (Corporación Autónoma Regional de Risaralda y Wildlife Conservation Society, 2012).

Respecto a la abundancia de individuos, Columbidae se constituyó en la familia con mayor número de registros (116 individuos), seguida por Trochilidae (nueve individuos) y Thraupidae (siete individuos) (Figura 3.24). La especie más abundante fue *Patagioenas fasciata* con 116 individuos (74.36% del total) (Figura 3.25).

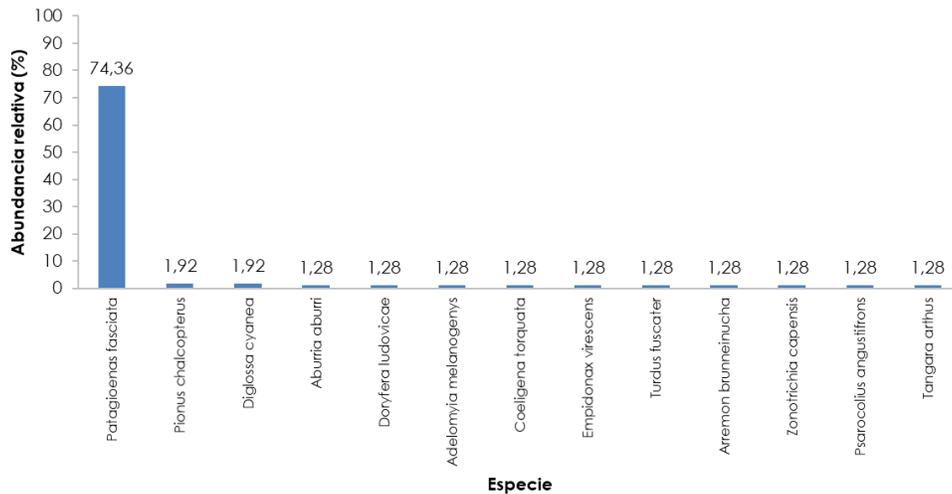
La abundancia de esta especie puede estar relacionada con el hecho de que se asocia a áreas abiertas y semiabiertas, presentando hábitos gregarios, por lo cual son comúnmente observadas volando o perchadas en grandes bandadas mediante metodologías de observación directa como puntos de conteos, transectos u observaciones libres (Hilty y Brown, 2001).

Figura 3.24. Abundancia relativa de individuos por familia de aves presentes en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima) (>2%).



Fuente: GIZ, 2019.

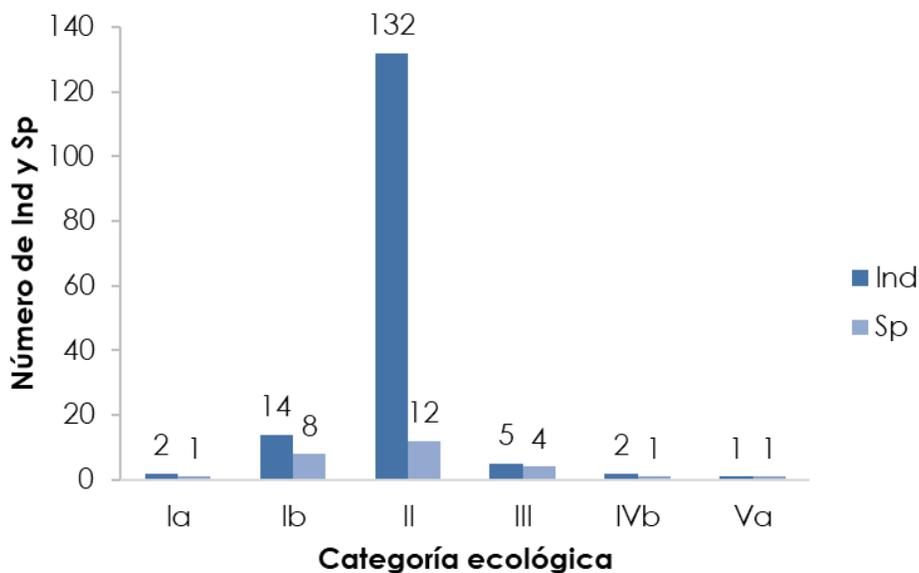
Figura 3.25. Abundancia relativa de especies de aves en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima) con valor superior al 2%.



Fuente: GIZ, 2019.

Categorías ecológicas. Teniendo en cuenta el número de especies e individuos registrados en el humedal El Caribe, la categoría ecológica que más especies e individuos registró fue la II dentro de la cual se agrupan a aquellas especies propias de bordes, bosques secundarios, primario, rastrojo o potreros arbolados, las cuales muestran como único requisito la presencia de árboles y sombra bajo de ellos (Stiles y Bohórquez, 2000) (Figura 3.26).

Figura 3.26. Número de especies e individuos presentes en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima) según su categoría ecológica.



Fuente: GIZ, 2019.

Especies de interés.

Especies en categoría UICN. Al revisar los libros rojos de aves de Colombia (Renjifo et al. 2002; Renjifo et al. 2014) y la lista roja de la IUCN (2019) no se registraron especies en categorías de amenaza, por lo cual las especies reportadas se localizan en las categorías “casi amenazada” (NT) (*Aburria aburri*) y “preocupación menor” (LC) (demás especies) (Tabla 3.7).

Especies en apéndices CITES. Del total de especies reportadas, 10 se encuentran registradas en el apéndice II del CITES, es decir, constituyen especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían estarlo si no se controla su comercio (Roda et al. 2003) (Tabla 3.7).

Tabla 3.7. Especies de aves amenazadas y detectadas en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	CITES	UICN
Galliformes	Cracidae	<i>Aburria aburri</i>	NA	NT
Apodiformes	Trochilidae	<i>Doryfera ludovicae</i>	II	LC
Apodiformes	Trochilidae	<i>Adelomyia melanogenys</i>	II	LC
Apodiformes	Trochilidae	<i>Agelaiocercus kingii</i>	II	LC
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena torquata</i>	II	LC
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena bonapartei</i>	II	LC
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chaetocercus heliodor</i>	II	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	II	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	II	LC
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	II	LC
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	II	LC

Fuente: GIZ, 2019.

Especies migratorias. Con base a las listas de aves migratorias elaboradas por Naranjo y Espinel (2009), Naranjo et al. (2012), Ayerbe (2018) y Avendaño et al. (2017) se registraron las especies migratorias *Elanoides forficatus*, *Empidonax virescens* y *Catharus ustulatus*.

Especies endémicas. Con base en Chaparro-Herrera et al. (2013), se registraron las especies casi endémicas *Chaetocercus heliodor* y *Pionus chalcopterus*.

Conclusión.

La avifauna registrada en el humedal El Caribe, estuvo constituida principalmente por especies de Trochilidae y Thraupidae, las cuales en su mayoría son propias de bordes, bosques secundarios, rastrojo o potreros arbolados, ajuntándose a los reportes existentes para la zona de vida de bosque húmedo montano bajo. Se destaca el registro de diez especies CITES, una especie casi amenazada y dos especies casi endémicas.

ESPECIES DE AVES ASOCIADAS AL HUMEDAL EL CARIBE, VILLARRICA (TOLIMA).

Orden: Galliformes

Familia: Cracidae

Género: *Aburria*

Especie: *Aburria aburri*

Nombre común: Pava negra

Descripción: Mide aproximadamente 71 cm. Coloración azul pálida hacia la base del pico, oscuro hacia el extremo, para amarillo pálido. Cuello largo y delgado con cabeza pequeña, plumaje negruzco con fuerte lustre verde, tiene un pequeño parche gular amarillo (Hilty y Brown, 2001)

Hábitat: Selvas húmedas y montes secundarios adyacentes, casi siempre en pendientes abruptas.

Categoría: Casi amenazada (NT) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Se distribuye entre los 600-2500 m.s.n.m. En la base NE de Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía de Perijá, las tres cordilleras y Macarena. Andes de NW Venezuela S hasta S Perú (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Columbiformes

Familia: Columbidae

Género: *Patagioenas*

Especie: *Patagioenas fasciata*

Nombre común: Torcaza collaraja

Descripción: Mide 36 cm. Pico amarillo, es principalmente gris pardusco, balda blanca conspicua en la nuca y lustre verde bronceo metálico en la alta espalda; cabeza y partes inferiores gris vináceo, cola ancha en forma de abanico (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: común en selvas húmedas de montaña, claros con árboles grandes dispersos y aún laderas abruptas enrastradas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: principalmente entre 2000-3000 m.s.n.m. Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía de Perijá y las tres cordilleras (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Apodiformes



Familia: Trochilidae

Género: *Doryfera*

Especie: *Doryfera ludovicae*

Nombre común: Pico de lanza frentiverde

Descripción: Mide 10.2 cm, presenta pico largo y recto de 3.6 cm. Ambos sexos son similares; en general tienen apariencia oscura con frente verde iridiscente y parte posterior de la coronilla cobrizo. Verde metálico encima, más grisáceo debajo; supracaudales azulosas, cola azul negro acerado con ápice gris. La hembra es más opaca, con sólo una pequeña zona iridiscente en la frente y resto de la coronilla bronceo. Tanto en machos como en hembras la cabeza parece opaca y pardusca (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Es un habitante muy común en cañadas de selvas húmedas y muy húmedas, así como bordes (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: En Colombia se distribuye entre 1400-2700 m.s.n.m. en las tres cordilleras, pero principalmente desde 900-2100 m.s.n.m. en la vertiente pacífica (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Apodiformes

Familia: Trochilidae

Género: *Adelomyia*

Especie: *Adelomyia melanogenys*

Nombre común: Colibrí pechipunteado

Descripción: Mide 8.6 cm. Pico corto (1.3 cm) y recto. Encima verde bronceo opaco, mejillas negruzcas bordeadas encima por una conspicua estría postocular blanco ante; debajo blanco ante sucio, punteado de moreno en garganta; cola pardo bronce con ápice ante, ligeramente ahorquillada.

Hábitat: Común a elevación media en selvas húmedas y bordes en las montañas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Se encuentra entre 1000-2500 m.s.n.m. Serranía de Perijá y C Oriental S al menos hasta Cundinamarca; C Occidental y Central S hasta Popayán, Cauca, cabecera



del valle del Magdalena en S Huila; montañas de Nariño (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Apodiformes

Familia: Trochilidae

Género: *Agelaiocercus*

Especie: *Agelaiocercus kingii*

Nombre común: Silfo coliverde

Descripción: Machos 10 cm, hembras 9.7 cm. Pico corto; machos principalmente verde brillante, partes inferiores más opacas; lista central verde iridiscente en la coronilla, mancha azul en la garganta; cola gradada, rectrices más externas muy largas, encima verde metálico brillante, negruzca en superficie ventral; hembras encima verdes brillante, garganta y pechos blancos, resto de partes inferiores canela brillante, rectrices externas con ápice blanco (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común en bordes de selva húmeda y muy húmeda, monte secundario, claros en matorral y jardines; usualmente no en interior de selva (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Entre 1400-3000 m.s.n.m. Parte N de la C. Oriental en Norte de Santander; C. Oriental desde Bmanga, Santander hasta S Cundinamarca; C. Central S hasta vertiente W en Cauca. C. Occidental S hasta Cauca y vertiente W de los Andes en Nariño; cabecera del Magdalena y vertiente E de Nariño (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Apodiformes

Familia: Trochilidae

Género: *Coeligena*

Especie: *Coeligena torquata*

Nombre común: Inca collarejo

Descripción: Mide 11.4 cm. Pico largo, recto y delgado. Macho principalmente negro o verde negruzco, con extensa banda pectoral triangular blanca, rectrices centrales negro verdoso, resto blanco con ápice negro. Hembras similares al macho pero verde brillante, alta garganta con puntos verdes y



vientre gris con discos verdes (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común y ampliamente distribuido en selvas húmedas y muy húmedas de montaña y bordes enmalezados (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Entre 1500-3000 m.s.n.m. Presente en las tres cordilleras (*torquata*); vertiente E de C oriental en Norte de Santander (*conradi*) (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Apodiformes

Familia: Trochilidae

Género: *Coeligena*

Especie: *Coeligena bonapartei*

Nombre común: Inca dorado

Descripción: Mide 10.9 cm. Pico Largo recto y delgado negro. Macho con frente verde iridiscente, resto de la coronilla negro; alta espalda verde oscuro brillante, rabadilla naranja dorado; gorruera y pecho verde iridiscente, bajas partes inferiores dorado encendido iridiscente, cola ligeramente ahorquillada bronce dorado, alas morenas. Hembra encima verde brillante, naranja dorado en la rabadilla, debajo principalmente canela, pecho con mezcla verde, lados de la garganta manchado de verde, vientre manchado de dorado encendido iridiscente; cola bronce a veces con ápice ante (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común y ampliamente distribuido en selvas húmedas y muy húmedas de montaña y bordes enmalezados (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Entre 1500-3000 m.s.n.m. Presente en las tres cordilleras (*torquata*); vertiente E de C oriental en Norte de Santander (*conradi*) (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Apodiformes

Familia: Trochilidae

Género: *Chaetocercus*

Especie: *Chaetocercus heliodor*

Nombre común: Zumbador diminuto

Descripción: Presenta dimorfismo sexual. Macho de 6.4 cm encima verde brillante oscuro con parches blancos en los flancos, gorguera violeta rosa elongada; pecho grisáceo, lados verdes, cola negra ahorquillada. Hembra encima verde oscura con estrecha banda rufa en la rabadilla y parches blancos en los flancos, mejillas morenas, estría postocular blanca; debajo principalmente canela uniforme, banda pectoral difusa más pálida que continua hacia los lados del pecho, rectrices externas color canela con amplia banda subterminal negra (Hilty y Brown, 2001).



Hábitat: Selva húmeda, bordes, cafetales con sombrío y áreas perturbadas con árboles. Principalmente en tierras altas y ocasionalmente en piedemontes (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Entre los 500-2800 m.s.n.m. Vertiente W de Cordillera Central S hasta Valle y vertiente E de Cordillera Centra desde Cauca hasta Nariño; Cordillera Oriental S hasta Cundinamarca (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Accipitriformes

Familia: Accipitridae

Género: *Elanoides*

Especie: *Elanoides forficatus*

Nombre común: Aguililla tijereta

Descripción: Mide 55-66cm, tiene alas agudas, partes inferiores blancas incluida la cabeza y cuello, negra por encima incluso alas y cola, esta última profundamente ahorquillada. Espalda y hombros con lustre verdoso (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Medianamente común en bosques húmedos, principalmente tierras bajas y piedemontes (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Se encuentra en todo el país hasta 2600 m.s.n.m. excepto región Caribe seca, desde Cartagena hacia el E, valles interandinos secos y llanos E de los Andes (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Accipitriformes

Familia: Accipitridae

Género: Rupornis

Especie: *Rupornis magnirostris*

Nombre común: Gavilán caminero o gavilán pollero

Descripción: Mide 30-38 cm de longitud total (hembra levemente más grande y más pesada). Ambos sexos similares en el patrón de coloración. Ojos, base de la mandíbula superior y patas amarillos; parche rufo en la base de las plumas primarias, el cual es muy conspicuo al vuelo. Cabeza, dorso, garganta y pecho en su parte superior color gris pardusco; vientre barrado color blanco y café. Cola gris a rufa con cuatro o cinco bandas negras y puntas blancas (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común en zonas abiertas y montañas donde puede ser observado sobre el dosel de los árboles o cercas. Habita en bosques secos y húmedos en crecimiento secundario, sabanas con bosques de galería, rastrojos y zonas abiertas con árboles dispersos. Común en hábitats tropicales y subtropicales de tierras bajas, excepto en bosques primarios, desiertos y llanuras. (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Hasta 2600 m.s.n.m. en la Sierra Nevada de Santa Marta, el Magdalena Medio, Santander, Boyacá, costa Pacífica, Antioquia, Nariño y Valle del Cauca. Guajira y región de Santa Marta S hasta valle medio del Magdalena cerca de Bucaramanga, W hasta alto Sinú y costa Pacífica S hasta valle medio de San Juan, resto de la costa pacífica, Valle del Cauca. Valle del Magdalena desde pendiente E de la Cordillera Oriental, Antioquia y S Santander hacia S, y E de los Andes (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Falconiformes

Familia: Falconidae

Género: *Milvago*

Especie: *Milvago chimachima*

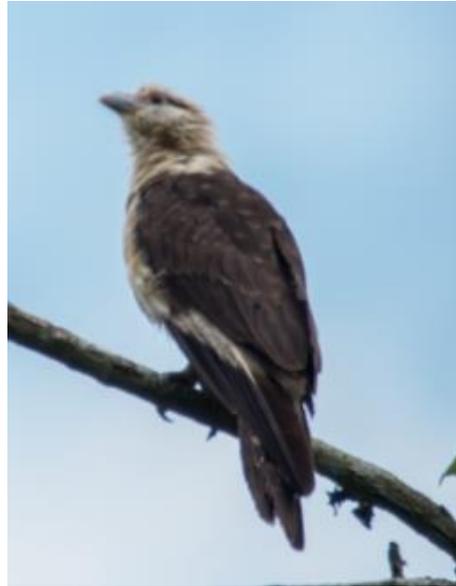
Nombre común: Pigua

Descripción: Longitud total de 41-46 cm. Es de tamaño pequeño, de constitución liviana, cola más bien larga, y "ventana" grande de color ante en las primarias. En los adultos la cabeza y región inferior son de color ante claro. Línea postocular negra. Espalda, parte superior de las alas y área bajo las secundarias color café oscuro. Cola blancuzca barreteada con negro y banda subterminal ancha negra. Pico y patas entre azul claro y verdoso, y cera y parte desnuda de la cara entre amarillo y rojizo (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común en zonas abiertas y poco boscosas, borde de bosque y caminos, algunas veces vista al borde de quebradas, ríos y embalses, solitaria y comúnmente ubicada en la parte alta de árboles con poco follaje y en el subdosel (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Hasta los 1800 m.s.n.m., raramente a 2600 m.s.n.m. Es una especie ampliamente distribuida en todo el país excepto en Nariño (Hilty y Brown 2001).



Orden: Psittaciformes

Familia: Psittacidae

Género: *Pionus*

Especie: *Pionus chalcopterus*

Nombre común: Cotorra maicera

Descripción: 28 cm de longitud. Pico amarillento, anillo ocular desnudo ante. Principalmente azul pardusco oscuro; espalda verde bronceo, hombros parduscos y con extenso parche blanquecino en la garganta; cobertoras infracaudales y base de superficie interior de la cola rojas. En vuelo primarias y cobertoras alares internas azul ultramarino intenso; primarias verde azul desde debajo (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Local en selvas húmedas de montaña, bordes y claros o terrenos parcialmente



deforestados con árboles altos dispersos (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Entre los 1400-2400 m.s.n.m., se encuentra en las tres cordilleras (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Furnariidae

Género: *Synallaxis*

Especie: *Synallaxis azarae*

Nombre común: Rastrojero de azara

Descripción: Tiene 18 cm de longitud. Principalmente café oliva deslucido por encima hasta coronilla anterior; coronilla posterior, hombros y cola larga, rufos; alta garganta blanca; plumas de baja garganta con bases negras, lados de la cabeza y pecho gris, abdomen blanco; lados parduscos (Hilty y Brown 2001).

Hábitat: Común en claros enmalezados, orillas de caminos y bordes enmarañados de selva nublada (Hilty y Brown 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Se encuentra entre 1600-3000 m.s.n.m. En la Cordillera Oriental y Cordillera Central (Hilty y Brown 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Phyllomyias*

Especie: *Phyllomyias nigrocapillus*

Nombre común: Tiranuelo capinegro

Descripción: Tiene 11.4 cm de longitud. Pico corto. Coronilla negra y superciliar blanca prominente; resto de partes superiores verde oliva oscuro; alas negras con dos barras alares blancas, rémiges internas con márgenes blanco amarillento; garganta grisácea; resto de partes inferiores amarillo pálido; pecho lavado oliva. Hembras con coronilla café oscuro, superciliar y todas las partes inferiores amarillas (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Poco común a medianamente común en claros, monte abierto y bordes de selva húmeda. A menudo en bosque enano hasta

límite de vegetación arbórea (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Se encuentra entre 1600-3400 m.s.n.m. Sierra Nevada de Santa Marta, Cordillera Oriental desde N Norte de Santander S hasta Cundinamarca, Cordillera Central y Occidental en Antioquia, Valle y Cauca (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Mionectes*

Especie: *Mionectes striaticollis*

Nombre común: Mionectes estriado

Descripción: Mide 13 cm. Por encima verde oliva, coronilla y nuca gris oscuro, alas negruzcas estrechamente marginada amarillo oliva, punto blanco postocular pequeño pero prominente; garganta, pecho y lados de la cabeza gris oliva finamente estriado blanco amarillento, centro de abdomen amarillo (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común en selva musgosa húmeda y muy húmeda, bordes y monte secundario alto (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Entre 1600-2700 m.s.n.m. C Central; en Cundinamarca C Oriental y Huila (*columbianus*); C Occidental (*selvae*) y vertiente Pacífica SW Nariño (*viridiceps*) (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Empidonax*

Especie: *Empidonax virescens*

Nombre común: Atrapamoscas verdoso

Descripción: Mide 14 cm. Pico más bien plano, mandíbula inferior amarillenta. Encima verde oliva opaco con dos barras alares y anillo ocular blanquecinos; garganta usualmente blanca; resto de partes inferiores blanquecinas, pecho teñido oliva, abdomen a veces con lavado amarillento (Hilty y Brown, 2001).



Hábitat: Común entre agosto y abril en sotobosque de selva húmeda y monte secundario (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Hasta 2700 m.s.n.m. W de los Andes y en base E de C. Oriental. Cría en Norteamérica e inverte en el trópico (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Tyrannus*

Especie: *Tyrannus melancholicus*

Nombre común: Sirirí común

Descripción: Longitud de 22 cm. Cabeza gris con máscara negruzca; parche naranja oculto en la coronilla; espalda oliva grisáceo; alas y cola ligeramente ahorquillada café negruzco; garganta gris pálido; bajas partes inferiores amarillas con fuerte lavado oliva en el pecho (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Habita en terrenos abiertos o semiabiertos con árboles dispersos, también en áreas residenciales y en claros y orillas de ríos en zonas selváticas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Es una de las aves más comunes y conspicuas de terrenos abiertos o semiabiertos con árboles encontrándose en todo el territorio por debajo de los 2800 m.s.n.m. (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Turdidae

Género: *Catharus*

Especie: *Catharus ustulatus*

Nombre común: Zorzal de Swainson

Descripción: Mide alrededor de 18 cm. Encima oliva pardusco uniforme; mejillas y anillo ocular usualmente prominente, ante; debajo banco, pecho y lados ante profusamente punteados de negruzco (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Es el túrdido migratorio más común, transeúnte y residente de invierno. Se observa



normalmente en la selva, monte claro y monte secundario (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Se distribuye entre los 2700-3000 m.s.n.m. en general E y W de los andes (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Turdidae

Género: *Turdus*

Especie: *Turdus fuscater*

Nombre común: Mirla común

Descripción: Tiene 33 cm de longitud. Pico y patas naranja. Encima café grisáceo oscuro uniforme con estrecho anillo ocular naranja; alas y cola más oscuras, partes inferiores más pálidas (o más café oliva en general; bajo pecho y abdomen blanquecinos) (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Muy común en tierras altas abiertas y cultivadas, con setos, potreros de pastos cortos y pendientes enmalezadas; a veces en parches aislados de (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Entre los 1400- 4100 m.s.n.m. Sierra Nevada de Santa Marta; Serranía de Perijá; Cordillera Oriental desde Norte de Santander S por lo menos hasta Cundinamarca; parte N de Cordillera Occidental en Antioquia; resto de Cordillera Occidental, toda la Cordillera Central hasta ambas vertientes en Nariño (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Fringillidae

Género: *Spinus*

Especie: *Spinus psaltria*

Nombre común: Jilguero aliblanco

Descripción: Tiene 10.2 cm de longitud. Negro lustroso por encima, lados de la cabeza; debajo amarillo brillante; parche blanco en base de rémiges y blanco en rémiges internas y cola. La hembra es por encima oliva, a veces con trazas de negruzco en la espalda; alas negruzcas con parches blancos como en el



macho; debajo amarillo opaco (Hilty y Brown 2001).

Hábitat: Común en áreas cultivadas y semiabiertas con bordes de matorral, setos, bosquetes y otras áreas deforestadas en piedemontes y montañas (Hilty y Brown 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Entre 200-3100 m.s.n.m. Se encuentra en general en tierras bajas al E de los Andes (Hilty y Brown 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Passerellidae

Género: *Arremon*

Especie: *Arremon brunneinucha*

Nombre común: Atlapetes collarajo

Descripción: Mide 19 cm. Coronilla castaño estrechamente marginada canela brillante en los lados; frente y lados de la cabeza negros con tres pequeños puntos blancos en la frente; encima oliva oscura; garganta blanca plumosa bordeada debajo por estrecha banda pectoral negra (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Usualmente común en sotobosque de selva húmeda y muy húmeda; colinas bajas y montañas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Entre 800-3000 m.s.n.m. Serranía de Perijá, los Andes y Serranías Baudó y de la Macarena (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Passerellidae

Género: *Zonotrichia*

Especie: *Zonotrichia capensis*

Nombre común: Copetón común

Descripción: Mide 14 cm. Ligeramente crestado. Cabeza gris con dos listas negras en la coronilla, estrecha lista postocular y corta lista malar negra; collar rufo en nuca y lados del cuello; resto de partes superiores café estriado de negro en la espalda; garganta blanca rodeada debajo por parche negruzca en cada lado del pecho; resto de partes inferiores gris claro (Hilty y Brown, 2001).



Hábitat: Común casi en todas partes en áreas agrícolas y terreno abierto con arbustos y árboles dispersos en las montañas, con frecuencia en numerosos parques y prados en los pueblos y ciudades (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: De 1000-3700 m.s.n.m., en los Andes Serranía de Macuira en Guajira (250 m.s.n.m.), Sierra Nevada de Santa Marta (850-3400 m.s.n.m.), Serranía de la Macarena; 150-300 m.s.n.m. en E Guainía. Localmente en parches de sabana hasta Vaupés (Sabana del Cubiyú) (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Icteridae

Género: *Psarocolius*

Especie: *Psarocolius angustifrons*

Nombre común: Oropéndola común

Descripción: Machos de 47 cm, hembras. Pico amarillento, ojos azul claro. Frente amarilla, cabeza y alta espalda oliváceo intensificado a castaño en espalda oliváceo intensificado a castaño en espalda y rabadilla; partes inferiores oliváceo a castaño; alas negruzcas, rectrices centrales y par exterior negruzcas, resto amarillo brillante o café oliváceo opaco (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Bordes de selva húmeda y muy húmeda en claros con árboles dispersos en piedemontes y montañas bajas. Común en Amazonía en monte secundario, bordes de selvae islas fluviales pantanosas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Principalmente 400-2400 m.s.n.m., W de los Andes, también tierras bajas al E de los Andes. C. Occidental y Central S hasta Nariño (*salmoni*); vertiente W de C. Oriental desde Santander S hasta cabecera del valle del Magdalena (*sincipialis*); Serranía de Perijá y vertiente E de C. Oriental desde Cundinamarca hasta Caquetá (*neglectus*); E de los Andes desde Meta y Vaupés hasta Amazonas (*angustifrons*) (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Diglossa*

Especie: *Diglossa cyanea*

Nombre común: Picaflor de antifaz

Descripción: Fácil de diferenciar por el color rojo de los ojos. Pico mediano, largo y recurvado con un gancho al final. Cuerpo color azul intenso; frente, cabeza hasta atrás del ojo y alta garganta negras, formando una máscara. Hembra más opaca (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Bosques y matorrales húmedos. Única *Diglossa* de bosque en zona templada alta (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: En las tres cordilleras, entre 1800-3600 m.s.n.m., pero principalmente a 2200-3000 m.s.n.m. (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Sporathraupis*

Especie: *Sporathraupis cyanocephala*

Nombre común: Azulejo montañero

Descripción: Mide 19 cm. Cabeza azul cobalto con bridas y frente negras; resto por encima oliva amarillento brillante; garganta y partes inferiores gris azul; tibias, infracaudales y cobertoras alares internas amarillo dorado (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Medianamente común en matorrales de bordes de selva, parches de monte secundario, pastizales enmalezados y setos (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Entre 1400-3000 m.s.n.m. Sierra Nevada de Santa Marta (*margaritae*); Serranía de Perijá y ambas vertientes de C. Oriental S hasta Meta (*auricrissa*); C. Central y Occidental S hasta ambas vertientes de Nariño y en W Putumayo (*annectens*) (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Stipnia*

Especie: *Stipnia cyanicollis*

Nombre común: Tangara real

Descripción: Tiene 13 cm de longitud. Principalmente negra, con cabeza contrastante azul turquesa cambiante a púrpura en la garganta; bridas negras; hombros y rabadilla verde platinado lustroso a dorado quemado según la luz; primarias y cola marginadas verde azul (Hilty y Brown 2001).

Hábitat: Común y ampliamente distribuida en varios tipos de áreas abiertas con arbustos y árboles o en bordes de selva (Hilty y Brown 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: De 900-2400 m.s.n.m. Se encuentra en las tres cordilleras (Hilty y Brown 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Tangara*

Especie: *Tangara arthus*

Nombre común: Tangara dorada

Descripción: Mide 13 cm. Principalmente amarillo dorado brillante; área alrededor del pico y extensa mancha rectangular en auriculares negras; alta espalda estriada de negro; alas y cola negras, alas fuertemente marginadas amarillo dorado (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común en selva húmeda y muy húmeda y borde (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Entre 700-2500 m.s.n.m. C. Occidental y vertiente W de C. Central (occidentalis); Serranía de Perijá, vertiente E de c. Central, vertiente W de C. Oriental desde Cundinamarca hasta Hila; vertiente W de C. Oriental en la Palmira, S César (palmitae); vertiente de E de C. Oriental en Norte de Santander, ambas vertientes de C. Oriental en Santander y Boyacá y Serranía de la Macarena (sclateri) (Hilty y Brown, 2001).



• MASTOFAUNA

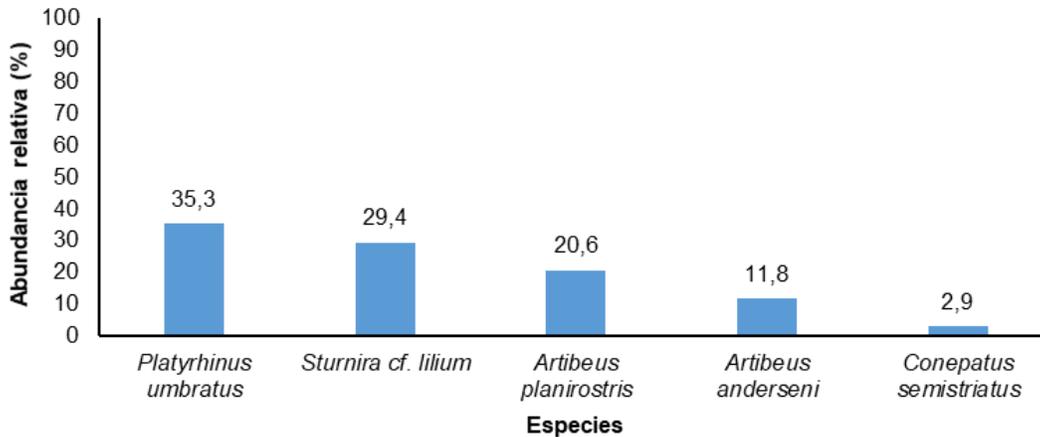
A través de los métodos de detección directa, se registraron 34 individuos de cinco especies, dos familias y dos órdenes, siendo Chiroptera el orden con mayor abundancia y riqueza específica (Tabla 3.8). Respecto a las especies, *Platyrrhinus umbratus* fue la más abundante, seguida por otras especies de la familia Phyllostomidae (Orden Chiroptera) (Figura 3.27).

Tabla 3.8. Mamíferos registrados en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

Orden	Familia	Especie
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Platyrrhinus umbratus</i>
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira cf. lilium</i>
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus planirostris</i>
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus anderseni</i>
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>

Fuente: GIZ, 2019.

Figura 3.27. Abundancia relativa de las especies de mamíferos registradas en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Los murciélagos son buenos indicadores de alteraciones en el hábitat gracias a su alta abundancia, riqueza de especies, sus diversos grados de especialización trófica, y su relativa fácil colecta usando los métodos adecuados, entre otros aspectos (Medellin et al. 2000). En este humedal no se registraron murciélagos de *Carollia*, que comprende las especies más abundantes y comunes en hábitats con diversos grados de perturbación.

Las especies de *Platyrrhinus* son frugívoras y suelen hallarse en hábitats con un buen estado de conservación y aunque en ocasiones pueden encontrarse en hábitats alterados (Silvestre et al. 2016). Las especies registradas presentan hábitos frugívoros, las especies de *Artibeus* son forrajeadoras de dosel, mientras que de *Sturnira* suelen forrajear en estratos bajos, estos géneros suelen contener especies importantes en la regeneración de los bosques, dada su preferencia dietaria por especies pioneras (Medellin et al. 2000).

Mediante las entrevistas, se reportó la presencia de mamíferos medianos y grandes de siete órdenes, 16 familias y 21 especies. Las más abundantes según los pobladores locales son *Cabassous centralis*, *Dasyopus novemcinctus*, *Conepatus semistriatus* y *Mustela frenata* (Tabla 3.9).

Tabla 3.9. Mamíferos medianos y grandes reportados en entrevistas en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

Orden	Familia	Especie	Abundancia	Uso local
Didelphimorphia	Didephidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Común	
Cingulata	Dasypodidae	<i>Cabassous centralis</i>	Abundante	Medicinal Consumo
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Abundante	Medicinal consumo
Pilosa	Megalonychidae	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Común	
Pilosa	Bradyrodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Raro	
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Común	
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus tigrinus</i>	Común	
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Común	
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Abundante	
Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Raro	
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Abundante	
Carnivora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Raro	
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Común	
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	Común	
Cervidae	Artiodactyla	<i>Mazama sp.</i>	Raro	
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Común	
Rodentia	Sciuridae	<i>Microsciurus sp.</i>	Común	
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Raro	
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Común	
Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou sp.</i>	Raro	
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Común	

Fuente: GIZ, 2019.

Especies de interés

Especies en categorías de amenaza. Ninguna de las especies registradas se encuentra catalogada como amenazada a nivel nacional o global. *Platyrrhinus umbratus* se encuentra en la categoría de datos insuficientes (DD), mientras que las demás especies están catalogadas en preocupación menor (LC).

Especies en apéndices CITES. Ninguna de las especies registradas de forma directa se encuentra en los apéndices CITES. El oso perezoso (*Bradypus variegatus*) y el zorro (*Cerdocyon thous*), reportadas mediante encuestas, están incluidas en el apéndice II.

Uso local de especies. Según las entrevistas realizadas, en la zona no son usuales actividades de cacería con fines subsistencia, control o comercio. Sólo de forma ocasional, se usa el armadillo con fines medicinales.

Conclusión

El humedal El Caribe alberga varias especies de mamíferos, entre ellas importantes organismos para la dispersión de semillas. En la zona se observan pocos indicios de alteraciones, lo que sumado al hecho de que los habitantes de la vereda usualmente no practiquen la cacería, puede favorecer la presencia de mamíferos en el humedal y los bosques aledaños.

MAMÍFEROS ASOCIADOS AL HUMEDAL EL CARIBE, VILLARRICA (TOLIMA).

Orden: Chiroptera

Familia: Phyllostomidae

Género: *Platyrrhinus*

Especie: *Platyrrhinus umbratus*

Nombre común: Murciélago oscuro de nariz ancha.

Descripción: pelo largo y denso, pelos ventrales con tres bandas; líneas de pliegue bien marcadas en las pinnas, metacarpiano III más corto que el metacarpiano V (Velazco et al. 2018).

Hábitat: Velazco et al. 2018).



Categoría: Información deficiente (DD) (UICN, 2019).

Distribución nacional: 400-3150 m.s.n.m. Sistemas montañosos de los Andes y el caribe Velazco et al. 2018).

Orden: Chiroptera

Familia: Phyllostomidae

Género: *Sturnira*

Especie: *Sturnira lilium*

Nombre común: Murciélago de hombros amarillos

Descripción: generalmente hembras de mayor talla que los machos, presenta manchas amarillentas en los hombros por efecto de secreciones glandulares; el uropatagio es rudimentario y posee un flequillo de pelos evidente, borde posterior de la membrana alar se articula al tobillo o la tibia, nunca a la pata; el calcáneo también es rudimentario o ausente, carecen de cola (Romero, 2019).

Hábitat: bosques húmedos, bosques secos o de montaña. Lugares abiertos, busca grietas en edificaciones o huecos en los árboles (GBIF, 2017).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: entre 50-2460 m.s.n.m. Valle del Cauca, Nariño, Cauca, Tolima y Rionegro (GBIF, 2017).



Orden: Chiroptera

Familia: Phyllostomidae

Género: *Artibeus*

Especie: *Artibeus planirostris*

Nombre común: murciélago frutero de rostro plano

Descripción: rostro con líneas faciales tenues, trago de color gris oscuro. Cuerpo robusto y hombros anchos. Hoja nasal desarrollada, carnosa, ancha y en forma de lanza. Mentón con almohadilla grande y central rodeada de pequeños tubérculos dispuestos en una hilera en forma de V. Pelaje corto y uniforme. Dorso grisáceo con pelos pálidos en la base, región ventral más pálida con la punta de los pelos



pálidos que dan un aspecto escarchado. Membrana caudal desnuda; carecen de cola (Romero et al, 2018).

Hábitat: bosques primarios, secundarios, intervenidos, bordes de bosques, cultivos y jardines; usan el estrato medio y bajo del bosque (Romero et al. 2018).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: se encuentre entre 0-1300 m.s.n.m. Valles interandinos y las cordilleras de los Andes, zona oriental (Amazonía y llanos) (Sánchez-Londoño et al. 2014).

Orden: Chiroptera

Familia: Phyllostomidae

Género: *Artibeus*

Especie: *Artibeus anderseni*

Nombre común: murciélago frutero de rostro plano

Descripción: tamaño pequeño. Presenta el rostro aplanado, con un hocico robusto. Incisivos superiores bilobulados y rectos, siendo los centrales mayores que los externos. Hoja nasal largo con reborde libre en la base. Oreas medianas y con punta redondeada. Rostro con cuatro líneas blancas (Romero y Boada, 2018).

Hábitat: Habita principalmente bosques primarios, aunque puede hallarse en secundarios bosques de galería y cultivos (Cuartas-Calle y Marín-Cardona, 2014).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: Habita bosques de los valles interandinos, la Amazonia y la Orinoquia (Solari et al. 2013).



Orden: Carnivora

Familia: Mephitidae

Género: *Conepatus*

Especie: *Conepatus semistriatus*

Nombre común: zorrillo rayado

Descripción: cuerpo alargado y patas cortas. Cabeza cónica con el hocico largo, desnudo y robusto; orejas cortas de color negro con pelos blancos en la base. Pelaje largo, áspero y

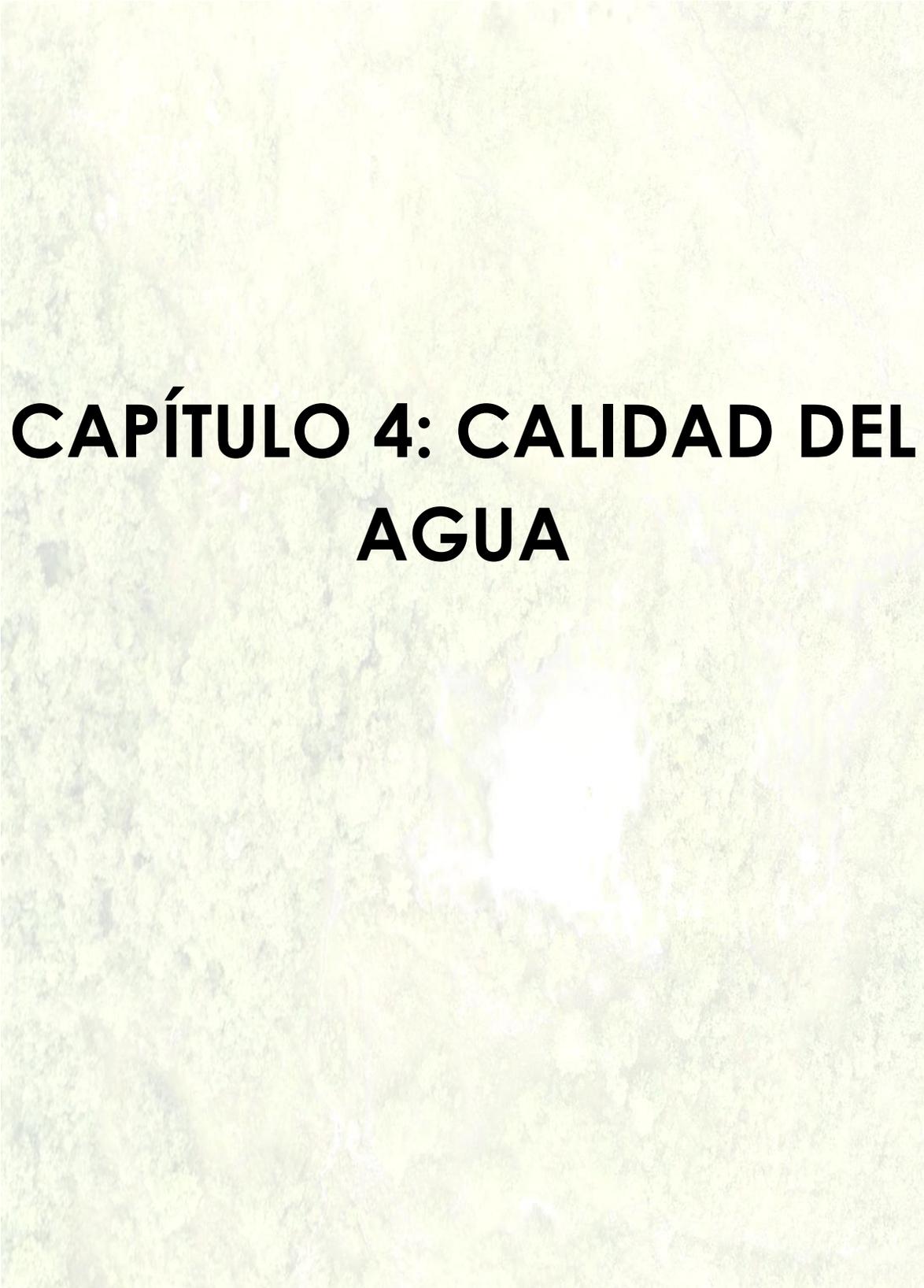


grueso. Dorso de color negro con dos bandas blancas que recorren la espalda desde la cabeza hasta la grupa. Región ventral negruzca o marrón oscura. Cola larga con el pelaje denso y tupido, de color negro con la punta blanca. Garras prominentes y patas adaptadas para cavar (Vallejo, 2018).

Hábitat: áreas cercanas a centros poblados, se encuentra cerca a quebradas y zonas con vegetación densa (Vallejo, 2018).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2019).

Distribución nacional: se distribuye en las provincias de Guajira, Magdalena, Sabana y Cauca (Andrade-Ponce, 2016).



CAPÍTULO 4: CALIDAD DEL AGUA

4. COMPONENTE CALIDAD DE AGUA

4.1. MARCO TEÓRICO

La caracterización limnológica de un ecosistema acuático, está orientada a la determinación de sus características fisicoquímicas, debido que, las condiciones físicas y químicas del agua regulan la distribución y abundancia de los organismos que habitan allí (Roldán, 1996). En los últimos años estos estudios se han desarrollado con un enfoque integrador que permita evaluar las interacciones que estos parámetros mantienen con los ecosistemas y entender el funcionamiento global de los ríos como sistemas ecológicos (Segnini, Correa y Chacón, 2005).

La calidad del agua permite determinar si el agua es óptima o no, para un determinado propósito, el cual varía de acuerdo al uso; de esta forma, existen la calidad sanitaria del agua, la cual se relaciona con las condiciones que debe tener el agua para el consumo humano; la calidad ecológica del sistema, la calidad de uso la calidad ambiental, esta última se refiere al valor que tiene el sistema para el bienestar humano independiente de su uso directo (Environmental Protection Agency, 2002).

La calidad de las aguas que interpretamos como las condiciones físicas, químicas y biológicas que la componen, se ven modificadas por las fuentes de aporte que le llegan a la cuenca, es decir, aportes desde la propia atmósfera (lluvias), de la escorrentía y lavado superficial de los suelos, de la vegetación circundante y de la propia geología presente en las cuencas de captación, además del aporte de las fuentes fijas y difusas procedentes de la actividad socioeconómica (Cortes, 2009).

Desde el punto de vista ecológico, la calidad del agua tiene una connotación un poco diferente a la requerida para usos domésticos, agrícolas o industriales. En un ecosistema acuático natural puede ser muy diversa; ciertos ecosistemas, a pesar de tener concentraciones elevadas de sales, durezas y alcalinidades, y valores de pH muy ácidos o muy básicos, pueden tener comunidades estables y adaptadas a vivir en dichos medios. En estos casos, la calidad del agua depende fundamentalmente de los aportes naturales dados por las lluvias y por la naturaleza geoquímica del terreno (Roldán y Ramírez, 2008).

Desde cualquier punto de vista físico y químico, en cualquier estudio sobre caracterización de aguas, es necesario contar con un programa de muestreo cuidadosamente diseñado y supervisado en los diferentes cuerpos de agua seleccionados para su estudio. Este diseño estará en función de los objetivos del estudio o tipo de caracterización, es decir que se debe programar el muestreo de acuerdo a las variables de carácter físico y químico a medir (Ruíz, 2002).

Los criterios de calidad de agua y las medidas de integridad biológica forman parte de la determinación de la integridad ecológica del sistema acuático. La calidad del agua se puede determinar mediante el análisis fisicoquímico, junto con los bacteriológicos y biológicos (Ruíz, 2002).

Factores fisicoquímicos y bacteriológicos de los ecosistemas acuáticos.

- 1. Temperatura:** La radiación solar determina la calidad y cantidad de luz y además afecta la temperatura del agua (Roldán, 2003). Las propiedades lumínicas y calóricas de un cuerpo de agua están influidas por el clima y la topografía tanto como por las características del propio cuerpo de agua: su composición química, suspensión de sedimentos y su productividad de algas. La temperatura del agua regula en forma directa la concentración de oxígeno, la tasa metabólica de los organismos acuáticos y los procesos vitales asociados como el crecimiento, la maduración y la reproducción (Roldán, 2003).
- 2. Oxígeno disuelto:** El oxígeno disuelto es uno de los indicadores más importantes de la calidad del agua, sólo tiene valor si se mide con la temperatura, para poder así establecer el porcentaje de saturación. Las fuentes de oxígeno son la precipitación pluvial, la difusión del aire en el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada; la solubilidad del oxígeno en el agua depende de la temperatura, la presión atmosférica, la salinidad, la contaminación, la altitud, las condiciones meteorológicas y la presión hidrostática (Roldán y Ramírez, 2008).
- 3. Porcentaje de Saturación de Oxígeno (%O₂):** Es el porcentaje máximo de oxígeno que puede disolverse en el agua a una presión y temperatura determinadas (Roldán y Ramírez, 2008). Los valores del porcentaje de saturación del oxígeno disuelto de 80 a 120% se consideran excelentes y

los valores menores al 60% o superiores a 125% se consideran malos (Perdomo y Gómez, 2000).

4. **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅):** Es una medida de la concentración de oxígeno usada por los microorganismos para degradar y estabilizar la materia orgánica biodegradable o materia carbonácea en condiciones aérobicas en cinco días a 20°C. En general, el principal factor de consumo de oxígeno libre es la oxidación de la materia orgánica por respiración a causa de microorganismos descomponedores (bacterias heterotróficas aeróbicas) (Roldán y Ramírez, 2008).
5. **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Es el parámetro analítico de contaminación que mide el contenido de materia orgánica en una muestra de agua mediante oxidación química. Permite determinar las condiciones de biodegradabilidad, así como la eficacia de las plantas de tratamiento (Roldán y Ramírez, 2008).
6. **pH:** Es una abreviatura para representar potencial de hidrogeniones (H⁺) e indica la concentración de estos iones en el agua. El pH expresa la intensidad de la condición ácida o básica de una solución, este parámetro está íntimamente relacionado con los cambios de acidez, basicidad y con la alcalinidad. La notación pH expresa la intensidad de la condición ácida y básica de una solución y, además, la actividad del ion hidrógeno (Roldán y Ramírez, 2008).
7. **Conductividad eléctrica:** Es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica, esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y la temperatura de medición. La variación de la conductividad proporciona información acerca de la productividad primaria y descomposición de la materia orgánica, e igualmente contribuye a la detección de fuentes de contaminación, a la evaluación de la actitud del agua para riego y a la evaluación de la naturaleza geoquímica del terreno (Faña, 2000).
8. **Turbidez:** Es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la

muestra. Es producida por materiales en suspensión como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica, organismos planctónicos y demás microorganismos, incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema, la turbiedad define el grado de opacidad producido en el agua por la materia particulada en suspensión (Roldán, 2003).

9. **Dureza:** La dureza del agua está definida por la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en ella, evaluados como carbonato de calcio y magnesio. Las aguas con bajas durezas se denominan blandas y biológicamente son poco productivas, por lo contrario las aguas con dureza elevada son muy productivas (Roldán, 2003).

10. **Cloruros:** La presencia de cloruros en las aguas naturales se atribuye a la disolución de depósitos minerales de sal gema, contaminación proveniente de diversos efluentes de la actividad industrial, aguas excedentarias de riegos agrícolas y sobretodo de las minas de sales potásicas (Roldán y Ramírez, 2008).

11. **Nitratos:** El nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento de algas y causa un aumento en la demanda de oxígeno al ser oxidado por bacterias reduciendo por ende los niveles de este (Roldán, 2003).

12. **Fósforo total y fosfatos:** El fósforo permite la formación de biomasa, la cual requiere un aumento de la demanda biológica de oxígeno para su oxidación aerobia, además de los procesos de eutrofización y consecuentemente crecimiento de fitoplancton (Roldán, 2003). En forma de ortofosfato es nutriente de organismos fotosintetizadores y por tanto un componente limitante para el desarrollo de las comunidades, su determinación es necesaria para estudios de polución de ríos, así como en procesos químicos y biológicos de purificación y tratamiento de aguas (Roldán, 2003).

13. **Sólidos suspendidos:** Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles; la materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición (Roldán, 2003).

- 14. Sólidos totales:** Se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter el agua a un proceso de evaporación entre 103°C - 105°C (Metcalf y Heddy, 1981).
- 15. Alcalinidad:** Proporciona la acción amortiguadora de cambios de pH al agua, de tal forma que conocer la alcalinidad de un cuerpo de agua es fundamental para determinar su capacidad para mantener los procesos biológicos y una productividad sostenida y duradera (Roldán, 1992).
- 16. Coliformes totales y fecales:** El análisis bacteriológico es vital en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación de agua, el ensayo se basa en que todas las aguas contaminadas por aguas residuales son potencialmente peligrosas, por lo tanto, en control sanitario se realiza para determinar la presencia de contaminación fecal. La determinación de la presencia del grupo coliformes se constituye en un indicio de polución, así como la eficiencia y la purificación y potabilidad del agua (Roldán, 2003).

4.2. METODOLOGÍA

Metodología de campo. La colecta de las muestras se llevó a cabo con los procedimientos establecidos por el órgano de control ambiental de Colombia (Resolución 2115 de 2007). El procedimiento de la toma de las muestras incluyó una rotulación, preservación en frío y entrega al Laboratorio de Servicios de Extensión en Análisis Químico-LASEREX de la Universidad del Tolima.

Se colectó una muestra de agua en el humedal El Caribe en un recipiente plástico (1000 ml) para la evaluación de las variables fisicoquímicas, y para las variables bacteriológicas se utilizaron frascos de vidrio esterilizados (500 ml). Inmediatamente, estas muestras de agua se preservaron en frío (neveras de icopor) y fueron entregadas para los análisis establecidos al laboratorio LASEREX de la Universidad del Tolima.

Métodos de laboratorio. Se evaluaron las variables fisicoquímicas y bacteriológicas relacionadas en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Variables fisicoquímicas y bacteriológicas evaluadas en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

PARÁMETROS	UNIDAD	LUGAR	MÉTODOS
pH	0-14	<i>in-situ</i>	Potenciométrico/pHMétrico
Temperatura del agua	°C	<i>in-situ</i>	Termométrico
Conductividad Eléctrica	μS/cm	<i>in-situ</i>	Potenciométrico/Conductimétrico
Oxígeno disuelto	mg/L	<i>in-situ</i>	Potenciométrico/Oximétrico
% de Saturación de Oxígeno	%	<i>in-situ</i>	Potenciométrico/Oximétrico
Dureza	mg CaCO ₃ /L	<i>ex-situ</i>	Electrodo selectivo/Complexiométrico
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	<i>ex-situ</i>	Electrodo selectivo/Neutralización
Turbidez	UNF	<i>ex-situ</i>	Espectrofotométrico/UV-Vis
Sólidos Totales	mg/L	<i>ex-situ</i>	Gravimétrico/Evaporación
Sólidos suspendidos	mg/L	<i>ex-situ</i>	Espectrofotométrico/UV-Vis
DQO	mg/L	<i>ex-situ</i>	Espectrofotométrico/UV-Vis
DBO	mg/L	<i>ex-situ</i>	Winkler 5 días
Nitratos	mg NO ₃ /L	<i>ex-situ</i>	Espectrofotométrico/UV
Fosfatos	mg PO ₄ ³⁻ /L	<i>ex-situ</i>	Espectrofotométrico/Vis
Fosforo total	mg P/L	<i>ex-situ</i>	Espectrofotométrico /Vis
Recuento Coliformes totales	UFC/100 ml	<i>ex-situ</i>	Filtración por membrada
Recuento Coliformes fecales	UFC/100 ml	<i>ex-situ</i>	Filtración por membrada

Fuente: GIZ (2019)

Análisis de datos.

Índices de calidad de agua (ICA). Se utilizaron las variables fisicoquímicas y bacteriológicas para el cálculo y aplicación de los índices de calidad ICA (Índice de Calidad del Agua), esto se realizó siguiendo la metodología propuesta por Ramírez y Viña (1997).

Un índice de calidad de agua consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros, el cual sirve como representación de la calidad del agua. El índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso, un color (Fernández, Ramírez y Solan, 2003).

Si el diseño del ICA es adecuado, el valor arrojado puede ser representativo e indicativo del nivel de contaminación y comparable con otros para enmarcar rangos y detectar tendencias. Estos índices facilitan el manejo de datos, evitan que las fluctuaciones en las mediciones invisibilicen las tendencias ambientales y permiten comunicar, en forma simple y veraz, la condición del agua para un uso deseado o efectuar comparaciones

temporales y espaciales entre cuerpos de agua (House, 1990; Alberti y Parker, 1991). Por lo tanto, resultan útiles o accesibles para las autoridades políticas y el público en general (Pérez-Castillo y Rodríguez, 2008).

El Índice de Calidad Ambiental (ICA) (Tabla 4.2) o WQI por sus siglas en inglés (Water Quality Index) mide la calidad fisicoquímica del agua en una escala de 0 a 100, donde a mayor valor mejor es la calidad del recurso, este valor se refiere principalmente para potabilización. Para su empleo se toma en cuenta los valores de nueve variables: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, DQO, temperatura del agua fósforo total, nitratos, turbiedad y sólidos totales reunidos en una suma lineal ponderada.

Tabla 4.2. Valores de clasificación de Calidad del agua según el índice ICA.

CALIDAD	RANGO	COLOR
Excelente	91-100	Blue
Buena	71-90	Green
Media	51-70	Yellow
Mala	26-50	Orange
Muy mala	0-25	Red

Fuente: Adaptado de Ramírez y Viña (1998)

4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Temperatura. El valor promedio del agua del humedal fue de 24.5 °C, esto permite observar un comportamiento homogéneo entre las temperaturas medidas en el humedal El Caribe (Tabla 4.3).

pH. El valor de este parámetro en el humedal fue de 7.05 unidades, estos valores se encuentran dentro del rango óptimo establecido en la Resolución 2115 de 2007, en donde se define que estos valores son aceptables para agua de consumo humano y doméstico, agrícola, pecuario y agua potable. (Tabla 4.3).

Conductividad Eléctrica. La conductividad del agua se define como una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica,

mide el contenido total de sales en el cuerpo de agua, el valor de este parámetro fue de 32.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo cual constituye un atributo propio de lagos oligotróficos (Roldán y Ramírez, 2008) (Tabla 4.3).

Dureza. Se definen aguas muy suaves aquellas que presentan una dureza que varía entre 0 y 15 mg CaCO_3/L ; suaves si el valor oscila entre 16 a 75 mg CaCO_3/L ; medias cuando muestran concentraciones entre 76 a 150 mg CaCO_3/L ; duras para aquellas que evidencian valores entre 151 a 300 mg CaCO_3/L ; y, muy duras si los niveles superan los 300 mg CaCO_3/L . Respecto a lo anterior, en el humedal se halló un valor de 3 mg CaCO_3/L , el cual corresponde a una dureza muy suave (Tabla 4.3).

Turbidez. Este parámetro incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema (Roldán, 1992), esta asociado con la presencia de organismos patógenos; en el humedal el valor fue de 14.39 UNF (Tabla 4.3).

Oxígeno disuelto y porcentaje de saturación de oxígeno. En cuanto al oxígeno disuelto, se halló un valor de 1.89 mg/L y un porcentaje de saturación de oxígeno de 25.7% (Tabla 4.3).

Sólidos Totales. Permiten analizar el material disuelto y el no disuelto, el valor fue de 66 mg/L (Tabla 4.3). El Decreto 475 de 1998 del Ministerios de Salud establece que para agua potable, los sólidos totales deberán ser inferiores a 500 mg/L, de acuerdo a esto, el agua del humedal El Caribe es apta para el consumo humano.

Sólidos Suspendidos. Se puede definir como todas aquellas partículas no solubles que no son lo suficientemente pesadas para sedimentarse en el cuerpo del agua en el que se encuentran presentes, generalmente se constituyen por microorganismos y partículas de materia orgánica e inorgánica. El valor de los sólidos suspendidos fue de 51 mg/L (Tabla 4.3).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). En el humedal el valor hallado fue de 1.17 mg/L (Tabla 4.3).

Demanda Química de Oxígeno (DQO). La determinación de este parámetro permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e

industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores. El aumento de la DQO contribuye a la disminución de la capacidad de depuración de las fuentes hídricas, disminución del oxígeno disuelto, salinización de los suelos y pérdida de la biodiversidad acuática y calidad del uso (Beltrán y Trujillo, 1999). El valor del DQO en el humedal fue de 196 mg/L (Tabla 4.3).

Nitratos. El nitrógeno puede estar en diferentes formas en el agua, siendo los nitratos una forma importante, por cuanto constituyen la fuente principal de nitrógeno para los organismos acuáticos (Roldán y Ramírez, 2008). El valor hallado fue de 0.04 mg NO₃⁻/L (Tabla 4.3), lo cual hace el agua de este humedal sea apta para el consumo, pues los valores de nitratos no superan el valor máximo de 10 mg NO₃⁻/L establecidos en la Resolución 2115 de 2007.

Fosfatos. Su determinación es necesaria en estudios de polución de ríos, así como en procesos químicos y biológicos de purificación y tratamiento de aguas (Romero, 2002). El valor de fosfatos hallado en el humedal fue de 0.9 mg PO₄⁻³/L (Tabla 4.3).

Fósforo Total. El valor de fósforo en el humedal evaluado fue de 0.7 P/L (Tabla 4.3).

Alcalinidad. El valor hallado de alcalinidad fue de 10 mg CaCO₃/L (Tabla 4.3).

Caracterización Bacteriológica

Coliformes totales. Estas bacterias no son patógenas, pero se asocian a menudo con los organismos que sí lo son, convirtiéndose en un índice de seguridad bacteriológica de un cuerpo de agua (Roldán y Ramírez, 2008). El valor de los coliformes totales en el humedal fue de 7000000 UFC/100 ml, la resolución 2125 de 2007, establece que, el valor máximo aceptable desde el punto de vista microbiológico del agua para consumo humano es de 0 UFC/100 cm³= 0 UFC/100 ml. De acuerdo a lo anterior, se puede concluir que el agua del humedal no es apta para el consumo humano.

Tabla 4.3. Caracterización fisicoquímica del humedal El Caribe.

PARÁMETROS	VALOR
pH	7.05
Temperatura del agua	24.5 °C
Conductividad Eléctrica	32.8 μ S/cm
Oxígeno disuelto	1.89 mg/L
% de Saturación de Oxígeno	25.7 %
Dureza	3 mg CaCO ₃ /L
Alcalinidad	10 mg CaCO ₃ /L
Turbidez	14.39 UNF
Sólidos Totales	66 mg/L
Sólidos suspendidos	51 mg/L
DQO	196 mg/L
DBO	1.17 mg/L
Nitratos	0.04 mg NO ₃ ⁻ /L
Fosfatos	0.9 mg PO ₄ ⁻³ /L
Fosforo total	0.7 mg P/L

Fuente: GIZ, 2019.

Coliformes fecales. Las bacterias Coliformes viven normalmente en los intestinos del hombre y otros organismos de sangre caliente. Estas bacterias son más resistentes que las bacterias patógenas, de acuerdo a esto, su ausencia en el agua es un índice de que el agua es bacteriológicamente segura para la salud humana (Roldán y Ramírez, 2008). En el humedal, el valor hallado fue de 30000 UFC/100 ml.

Índice de Calidad del agua (ICA). El ICA señala que el humedal El Caribe, registró una calidad del agua mala, indicando que el humedal, a pesar de estar poco intervenido, a sufrido múltiples procesos que ponen en riesgo el establecimiento de la fauna y flora acuática del mismo (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Índice de Calidad del agua del humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

Humedal	ICA	Calidad
El Caribe	49	Mala

Fuente: GIZ, 2019.



**CAPÍTULO 5:
COMPONENTE SOCIAL Y
ECONÓMICO**

5. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

5.1. METODOLOGÍA

El componente Socioeconómico del Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el humedal El Caribe, en el municipio de Villarrica, buscó la participación de los habitantes de la vereda La Colonia y quienes tienen títulos de propiedad sobre él. Con anterioridad a la salida de campo, se hicieron contactos con los habitantes de la vereda, para generar condiciones de confianza mutua que facilitaran la obtención de información referente al humedal y en general sobre la comunidad que habita en el área.

Este capítulo combina tanto un enfoque cualitativo como cuantitativo. En primer lugar, se busca dar participación a la comunidad para identificar las dinámicas socioeconómicas derivadas del humedal; en segundo lugar, se busca establecer cómo el humedal ha condicionado las dinámicas socioeconómicas de quienes lo aprovechan. Ambos enfoques apuntan a una construcción colectiva de conocimiento, dándole la voz a la comunidad respecto a cuál es la trayectoria de su entorno y qué alternativas sopesan para dar solución a sus propios problemas.

La propuesta hecha aquí incluye la necesidad de retroalimentar a la comunidad sobre sus hallazgos, para que entonces pueda tomar un papel protagónico en la conservación del humedal. Según esto, la elaboración del perfil socioeconómico del humedal El Caribe requirió la aplicación de dos métodos:

Encuesta personal estructurada: Es un cuestionario cuantitativo que contiene tres módulos: identificación, actividad económica y entorno económico-ambiental. Este instrumento se aplicó a los habitantes de los predios que colindan con el humedal El Caribe, con el fin de establecer las actividades económicas que se desarrollan en el Área de Influencia Directa (AID) y su implicación sobre el humedal (Marradi, Archenti y Piovani, 2007).

Entrevista Individual semi-estructurada: Parte de identificar individualmente a las personas que tienen gran relevancia respecto al manejo del humedal, una vez identificadas, se procede a establecer el contacto y coordinar una entrevista que parte de un guion general con los temas importantes pero

que no se ciñe de manera estricta a un cuestionario o encuesta, las preguntas son abiertas y los temas se van enlazando en su desarrollo.

La entrevista aborda temas que surgen de la conversación entre el profesional y el actor relevante, y que puede que no se hubiesen considerado previamente; en términos generales va orientada a obtener información sobre el tema específico que se aborda, las posiciones y estrategias de los actores, la relación con otros actores, entre otros (Marradi et al. 2007).

5.2. CONTEXTO POLÍTICO ADMINISTRATIVO DEL HUMEDAL

5.2.1. Municipio de Villarrica

El municipio de Villarrica se localiza al norte del departamento del Tolima, colindando al norte con el municipio de Cunday; al sur con el municipio de Dolores; al oriente con los municipios de Cabrera (Cundinamarca) y Colombia (Huila) y al occidente con los municipios de Villarrica y Purificación.

Villarrica posee una superficie de 480 Km², de los cuales la mayoría corresponde al área rural del municipio (99.91%), en esta zona se encuentran ubicados los centros poblados Los Alpes, La Colonia y Puerto Lleras y 32 veredas. Por otra parte, el área urbana del municipio cuenta con seis (6) barrios (Gobernación del Tolima, 2014) (Tabla 5.1).

De acuerdo con las proyecciones poblacionales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-, para el año 2015 el municipio de Villarrica contaba con 5748 habitantes, de los cuales el 39.6% se ubicaban en el área urbana y el 60.3% en el área rural (Tabla 5.2.).

Tabla 5.1. Superficie del municipio de Villarrica (Tolima).

Área	Km²	Porcentaje (%)
Urbana	0.42	0.09
Rural	479.58	99.91
Total	480	100

Fuente: Gobernación del Tolima, 2014.

Tabla 5.2. Población del municipio de Villarrica (Tolima) (2015).

Área	Número de habitantes	Porcentaje (%)
Urbana	2278	39.63
Rural	3470	60.37
Total	5748	100

Fuente: Gobernación del Tolima, 2014.

5.2.2. Antecedentes

De acuerdo con Romero y Santamaría (2014), la posesión de la tierra ha sido desde hace décadas un factor de conflicto en el municipio de Villarrica. Según los autores:

Entre las décadas de 1920 y 1970, esa región estuvo envuelta en conflictos sucesivos de diferente índole: en primer lugar, los relacionados con el despojo de las tierras de los labriegos por parte de los latifundistas; después los que tuvieron que ver con la inconformidad de arrendatarios y colonos quienes consideraban que era su trabajo el que valorizaba y convertía las tierras incultas en haciendas productivas; más tarde los desencadenados durante la violencia política contra los miembros del movimiento agrario, los gaitanistas y comunistas y, por último, la “limpieza social” desatada por algunos militares y miembros de la élites locales contra comunistas y antiguos guerrilleros liberales.

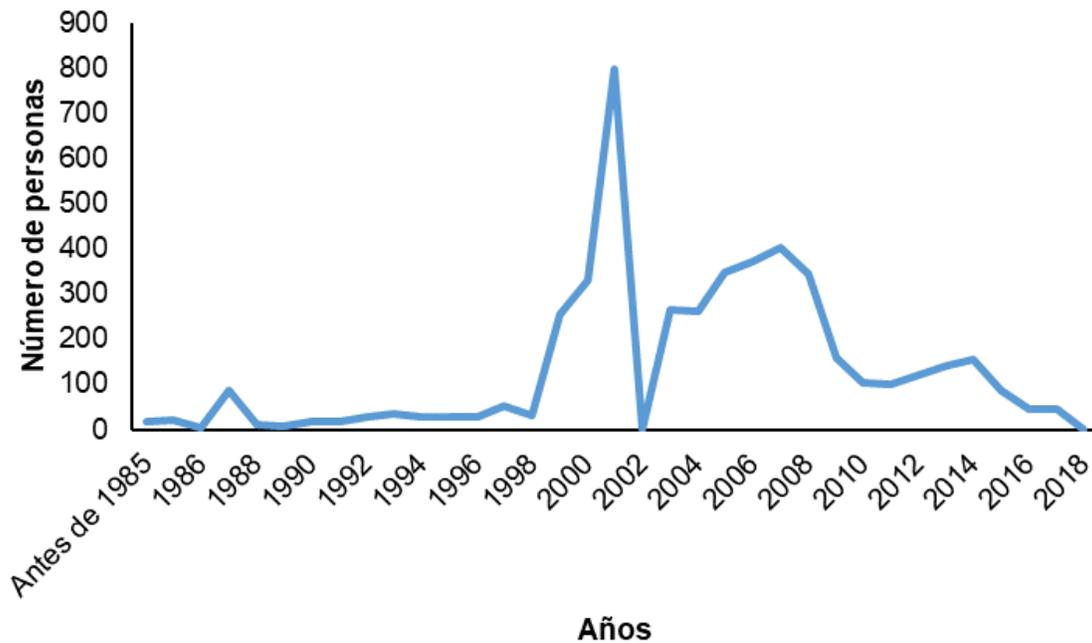
Así, Villarrica fue escenario de un cruento enfrentamiento entre latifundistas, colonos y arrendatarios, donde fueron comunes las amenazas de muerte, las quemas de ranchos, y la destrucción de cultivos. De una parte, los nacientes grupos de autodefensa campesina se ubicaron en veredas como El Roble y Galilea, así como en El Palmar (Icononzo). La respuesta oficial se dio en el marco de la cruzada anticomunista liderada por los Estados Unidos, característica de la Guerra Fría, y que permeó todo el hemisferio occidental, lo que generó una andanada contra los movimientos de protesta.

En la primera parte de la década del cincuenta, la región se vio convulsionada por los fuertes enfrentamientos entre el ejército y las fuerzas insurgentes en la zona, lo que redundó en gran perjuicio de la población civil, con asesinatos, bombardeos, y desplazamientos forzado de parte de la población. En 1953, el presidente Gustavo Rojas Pinilla hizo un acuerdo

con los alzados en armas para la desmovilización a cambio de la devolución de las tierras despojadas, pero su eventual fracaso llevó a un resurgir de la violencia en Villarrica, con detenciones masivas, toques de queda, intentos de censura y abusos de autoridad. Entre otras cosas, este terreno preparó la radicalización de parte del movimiento campesino y el eventual nacimiento de la guerrilla de las FARC.

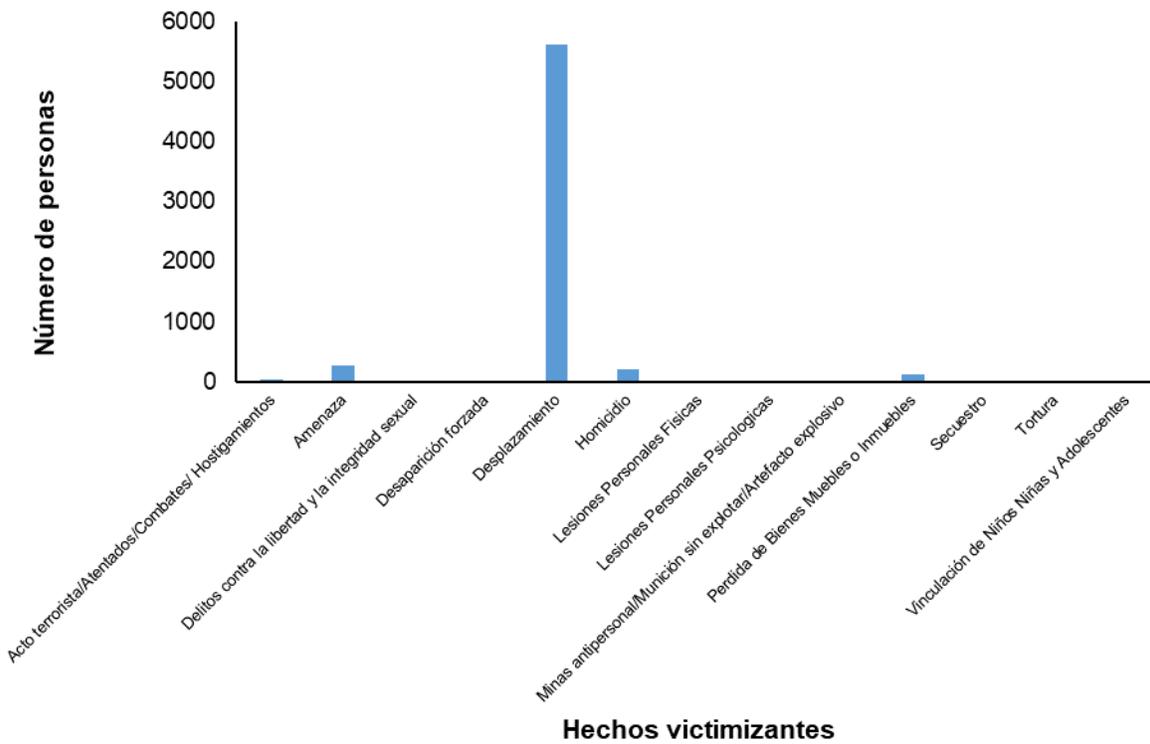
Lo que entonces se conoció como “La guerra de Villarrica”, contó con un hecho sin precedentes en el conflicto armado, como lo fue el bombardeo con bombas Napalm por parte de la Fuerza Aérea Colombiana, lo que dejó varias víctimas civiles en la región. Ante esta arremetida, las guerrillas móviles contratacaron las posiciones del ejército, mientras la población civil tuvo que huir a regiones cercanas como el Sumapaz, la cuenca del Duda, o las vertientes del Ariari, buena parte de la cual nunca retornó a su lugar de origen (Figuras 5.1 y 5.2).

Figura 5.1. Desplazamiento forzado en Villarrica, Tolima (1985-2018).



Fuente: Registro Único de Víctimas, 2019.

Figura 5.2. Tipos de hechos victimizantes registrados en Villarrica, Tolima (hasta 2019).



Fuente: Registro Único de Víctimas, 2019.

En cuanto a la actividad económica, desde las décadas del setenta y ochenta, toma auge la vocación ganadera de la región, lo que produjo también procesos de deforestación en los bosques de Galilea para el pastaje de bovinos. El final de la década de los noventa y el principio del nuevo siglo fueron una época dura para la región, puesto que la confrontación armada llevó a buena parte de la población a desplazarse nuevamente. Solamente en los últimos ocho años la situación de seguridad ha mejorado, si bien se perciben aún las secuelas de la violencia en el área. Varios de los actuales habitantes de La Colonia son pobladores originales del sector, que han decidido retornar a la vereda, rehabilitar sus casas y apersonarse de los predios que tienen en la zona.

5.3. Caracterización económica

Para el año 2012, el PIB del municipio de Villarrica fue de COP 30.000 millones de pesos, lo que suma el 0.3% del PIB del Tolima. En este mismo año, el PIB per cápita del municipio se ubicó alrededor de COP 5'242.590 anuales (Tabla 5.3).

Tabla 5.3. Indicadores económicos Villarrica, Tolima.

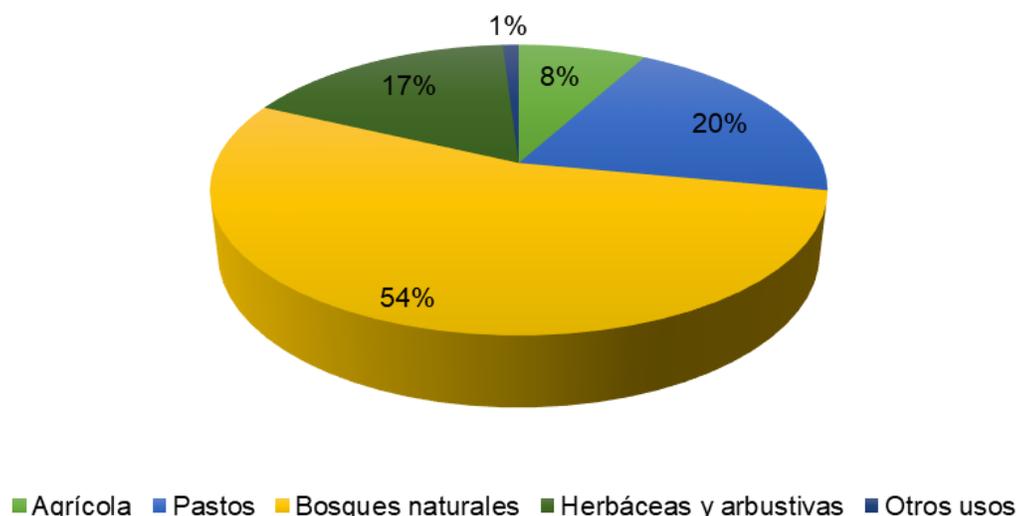
PIB Villarrica (2012)				
PIB Tolima (COP miles millones)	PIB municipal (COP miles millones)	Peso relativo del municipio (%)	Población	PIB per cápita (COP/año)
9.905	30	0.3	5668	5'242.590

Fuente: Gobernación del Tolima, 2014.

En línea con lo anterior, buena parte de la actividad económica de Villarrica recae en la ganadería, si bien se encuentra participación agrícola mediante la cosecha de cacao, café, plátano y demás. Según el Ministerio de Agricultura, en el período 2009-2016, fueron los cultivos de guanábana y caña panelera los que más crecieron, con incrementos respectivos de 1715% y 140%. En ese mismo período, se presentaron descensos productivos para el café (-36%) y el plátano (-61%) (Ministerio de Agricultura 2018) (Figura 5.3).

En cuanto a la ganadería, en el municipio los reportes del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) indican que para el año 2018, Villarrica contaba con un total de 7.135 bovinos. La posesión de los animales se encuentra mayoritariamente entre pequeños propietarios, pues 434 predios tienen entre 1 y 50 bovinos, de un total de 454 predios (ICA, 2018) (Tabla 5.4).

Figura 5.3. Uso del suelo en Villarrica, Tolima (2016).



Fuente: Plan de Desarrollo Territorial Villarrica – Tolima, 2016.

Tabla 5.4. Existencias bovinas en Villarrica.

Hato bovino Villarrica			
	2011	2018	Variación (%)
Bovinos (cabezas)	5921	7135	20.5

Fuente: Plan de desarrollo Villarrica 2016-2019, Censo bovino ICA.

5.3.1. Uso del suelo y actividad económica del humedal El Caribe, Área de Influencia Directa (AID).

Según la metodología usada hasta el momento, el equipo de trabajo definió como Área de Influencia Directa (AID) los predios que tienen jurisdicción sobre el humedal. Así, el humedal El Caribe se encuentra en zona rural del municipio de Villarrica, en la vereda La Colonia, más específicamente en el predio La Perla. La Perla es propiedad de la señora Flor Godoy, quien reside en La Colonia.

Uso del suelo y tenencia de la tierra: de acuerdo con lo encontrado en la salida de campo, el aprovechamiento económico del humedal El Caribe es escaso. Este humedal se encuentra en un predio particular, por lo que su dueña, la señora Flor Godoy, lo destina a la ganadería. Según la señora

Godoy, allí pasta ganado de su propiedad en un área de entre 21 y 30 hectáreas. El ganado que se encuentra allá, que cuenta con alrededor de 30 cabezas, es de diversas razas (Normando, Osten, Pardosuizo, etc.) y sirve para todos los propósitos. La señora Godoy indica que el humedal sirve a sus intereses, pues de allí obtiene agua para proveer a sus cabezas de ganado.

Caracterización predial AID: de acuerdo con lo anterior, el predio del humedal El Caribe tiene una vocación ganadera. El valor estimado de la hectárea en ese predio es de COP 5 millones. Los habitantes estiman el valor de la hectárea arrendada para pastos en 1 millón anual.

Intensidad laboral semanal: Godoy, como propietaria, trabaja en el predio entre 1 y 2 días a la semana, si bien destina hasta 3 obreros para el trabajo en el predio. El trabajo se paga por jornal, el cual es de COP 70.000.

Estructura económica familiar: debido al historial de violencia que arrastra el municipio, La Colonia tiene una composición particular, varios de los residentes son personas de edad avanzada que en algún momento tuvieron que abandonar el lugar y retornar tiempo después, con la consiguiente fragmentación del núcleo familiar. De las pocas familias que permanecen son varias donde el hombre se dedica a las labores del campo (como propietario o como jornalero) y la mujer al cuidado del hogar.

5.3.2. Relación económica-ambiental.

Beneficios del humedal: de acuerdo con los habitantes de la vereda La Colonia, el humedal El Caribe es de gran importancia para el sector. En primera medida, el humedal es una fuente constante de agua, la cual alimenta algunas quebradas que irrigan los predios del sector. El agua es aprovechada por la dueña del predio donde está el humedal, puesto que con ella abastece a las cabezas de ganado que posee; montaña abajo, los demás habitantes también la aprovechan con diversos propósitos.

Perjuicios del humedal: la apreciación de los habitantes del humedal es generalmente positiva.

Responsabilidad tributaria: En la zona fuera del casco urbano no hay estratificación, como tampoco se paga ninguna clase de impuesto por la posesión del área del humedal.

Responsabilidad y compromiso ambiental: la comunidad afirma que el humedal es de gran importancia para la vereda y el municipio en general, por lo que se declara comprometida con su cuidado. La propietaria del predio asegura que como propiedad privada no permite el ingreso de extraños en el área del humedal, por lo que se conserva en buen estado.

5.4. CARACTERIZACIÓN SOCIAL

En lo que respecta a las condiciones de vida de los habitantes de Villarrica, se resalta que la pobreza extrema tuvo un aumento en el periodo 2011-2014, con lo que llegó a 5148 habitantes para el último año. Sobre la distribución de esta pobreza, para el mismo periodo se registró un aumento en la pobreza rural y un descenso en la urbana. Es alarmante la proporción de personas registradas en pobreza extrema, puesto que de un total de 5449 habitantes (2014), 5148 personas estaban en esta categoría, lo que significa el 94.48% del municipio (Gobernación del Tolima, 2014) (Tabla 5.5).

Tabla 5.5. Pobreza extrema, Villarrica (2011-2014).

Pobreza extrema en el municipio					
Año	Urbana	Centro poblado	Total rural	Total urbano	Total
2011	1.265	272	2.409	1.537	3.946
2012	1.459	275	2.771	1.734	4.505
2013	1.655	279	2.993	1.934	4.927
2014	1.704	278	3.164	1.984	5.148

Fuente: Gobernación del Tolima, 2014.

En específico, el humedal El Caribe se encuentra a veinte minutos en automóvil desde La Colonia. Este se encuentra en el predio La Perla, propiedad de la señora Godoy. La propietaria afirma que la extensión de éste es menor a una hectárea, y desconoce cuál pueda ser su profundidad. El humedal es natural, y ha sufrido pocas transformaciones, en realidad, los cambios que este ha sufrido han surgido de manera espontánea, y se deben a la ocurrencia de deslices de tierra, uno hace cerca de veinticinco años y otro hace doce años; estos deslizamientos han modificado el terreno, ensanchando la superficie del humedal, según dicen los habitantes del sector.

Un vistazo rápido a La Colonia basta para reconocer el duro impacto de la guerra sobre la región. Los habitantes de más edad de la vereda recuerdan el surgimiento de la violencia bipartidista en los años cincuenta, lo que trajo una oleada de asesinatos en Villarrica. El conflicto desatado por la mayoría conservadora, con la permisividad de la fuerza pública, llevó a varios líderes liberales de la región a armarse y contratacar a sus contendores, lo que dejó una estela de muertos, más el desplazamiento masivo de la población.

En el año 1953, el punto álgido del conflicto, el gobierno decidió bombardear la región para aniquilar a los alzados en armas liberales, con lo que terminó generando grandes destrozos en la vereda. Como resultado de esta guerra no declarada, edificios como la iglesia o la antigua escuela veredal de La Colonia salieron seriamente afectadas (nunca reparadas desde entonces), así como varias casas fueron abandonadas y quedaron en ruinas. El segundo pico de violencia inició en la década de los ochentas, con la presencia casi permanente de las FARC en el territorio, y la ulterior respuesta de las fuerzas armadas, lo que redundó en una situación de constante zozobra para la población civil en medio del conflicto. En virtud de todo lo anterior, el municipio de Villarrica acumuló una alta cantidad de asesinatos, desaparecidos, desplazados, y heridos, entre otros perjuicios.

Servicios públicos: los habitantes de la vereda La Colonia solamente cuentan con servicio de electricidad. El agua para consumo humano es conseguida a partir de quebradas o de aguas lluvias, y al no tener sistema de alcantarillado, las aguas servidas van a dar a las mismas quebradas, lo que se ve a simple vista debido a la presencia de burbujas de jabón en las quebradas que pasan por la vereda. La vía desde Villarrica hasta la vereda solamente está pavimentada en unos tramos, y la carretera que lleva desde la vereda hasta el predio donde se encuentra el humedal es completamente de tierra. No existe puesto de policía, ni de salud, y la escuela veredal está en estado de abandono, por lo que los niños tienen que trasladarse a una escuela camino a Villarrica.

Relación con las autoridades: debido a los evidentes traumatismos creados por un conflicto de décadas, la relación con las autoridades de La Colonia es compleja. Primero, no existe ninguna representación de la oficialidad en el lugar, salvo visitas esporádicas del ejército. En sí, esta fue una de las comunidades que durante años solamente conocieron la autoridad por parte de grupos irregulares, lo que comenzó a cambiar apenas una década atrás. Con mayor presencia de la fuerza pública y el avance de la

desmovilización de las FARC, la situación de seguridad mejoró sustancialmente en los últimos años.

Sugerencias de la comunidad: Flor Godoy, dueña del predio donde se ubica el humedal, sugiere hacer la limpieza del área de El Caribe para deshacerse de posibles elementos extraños a este. Más allá de la propietaria, otros residentes de la vereda indican que haría falta medir las dimensiones del humedal, cercarlo, y especialmente crear barreras para impedir que el ganado de ese predio ingrese a ese sector. La comunidad de La Colonia se manifiesta verdaderamente interesada en la protección de este humedal, pues es una fuente de agua de la que se benefician los predios del sector, así como la comunidad misma, y quieren tener garantías de que sus aguas tengan el mejor estado de conservación posible. Igualmente, los habitantes resaltan la necesidad de iniciar obras de acueducto y alcantarillado en la vereda, con tal de mejorar las condiciones de salubridad de los habitantes, e impedir que sus desechos deterioren el estado de las quebradas que surgen de su territorio.

5.5. PROSPECTIVA

Limitantes y potencialidades del humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

Limitantes	Potencialidades
<ul style="list-style-type: none">• Ingreso furtivo y cacería dentro del humedal.• Posibles explotaciones de hidrocarburos en la zona.• Uso del predio para ganadería.• Mal estado de las vías de acceso a la vereda y el humedal.• Falta de servicios para disposición de aguas servidas afecta las cascadas del sector.• Escasa presencia de la autoridad. Falta de centro de salud, escuela, fuerza pública.• Abandono de la región por cuenta de la violencia y la pobreza.	<ul style="list-style-type: none">• Gran capacidad de generación de agua.• Belleza paisajística.• Diversidad de especies de fauna y flora.• Compromiso de los habitantes con el cuidado del humedal.

5.5.1. Escenarios humedal El Caribe

A partir de las visitas de campo hechas al humedal El Caribe, de las encuestas realizadas a los habitantes y la recolección de sus opiniones, es posible hacer un balance de limitantes y potencialidades con el objeto de proyectar distintos escenarios para la toma de decisiones.

De esta forma, a continuación, se esbozan distintos escenarios que ilustran las problemáticas y posibles soluciones encaminadas a remediar el daño ambiental hecho sobre el humedal o dinamizar sus potencialidades. Así, se proponen tres escenarios, los cuales tienen el siguiente propósito:

El primer escenario describe lo que se ha observado y lo que ejemplifica el estado actual del humedal, lo que constituye el *escenario tendencial*.

El segundo escenario incluye las acciones que posibilitarían el mejoramiento del escenario inicial, lo que constituye el *escenario reactivo*.

Por último, el tercer escenario esboza las proyecciones al largo plazo según las decisiones y problemáticas analizadas, lo que es un *escenario proactivo*.

Escenario tendencial: el humedal es mantenido en buenas condiciones por su propietaria, sin embargo, la presencia de bovinos sobre su territorio afecta el estado de conservación de este. La falta de un sistema de alcantarillado en la vereda hace que las aguas servidas producidas por los residentes caigan sobre las aguas que bajan de la montaña, lo que genera un daño difícil de reparar. La incursión de explotaciones de hidrocarburos en la zona genera un daño ambiental sobre el entorno de proporciones difíciles de calcular.

Escenario reactivo: la administración municipal inicia labores de demarcación y conservación del humedal. La vereda reabre su puesto de salud, e inicia obras de acueducto y alcantarillado. El municipio aprovecha el potencial ambiental y turístico de la zona, por lo que mejora la carretera hacia la vereda e incentiva el conocimiento y apropiamiento del lugar por parte de locales y potenciales visitantes. La actividad ganadera sobre el predio cesa; la comunidad comprende el valor ambiental de éste y se compromete con su cuidado. Cesa cualquier tipo de explotación minera en el territorio.

Escenario proactivo: En los colegios se ha incorporado la educación ambiental como materia, y con la comunidad aledaña al humedal se

realizan charlas y talleres lúdicos sobre educación ambiental, logrando un compromiso, sensibilización y sentido de pertenencia de este bien ambiental, esto respaldado por la legislación ambiental contemplada en la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994) y el Decreto 1743 de 1994 el cual estipula que la educación ambiental sea área obligatoria en los planteles públicos y privados de la educación formal en los niveles preescolar, básica y media.

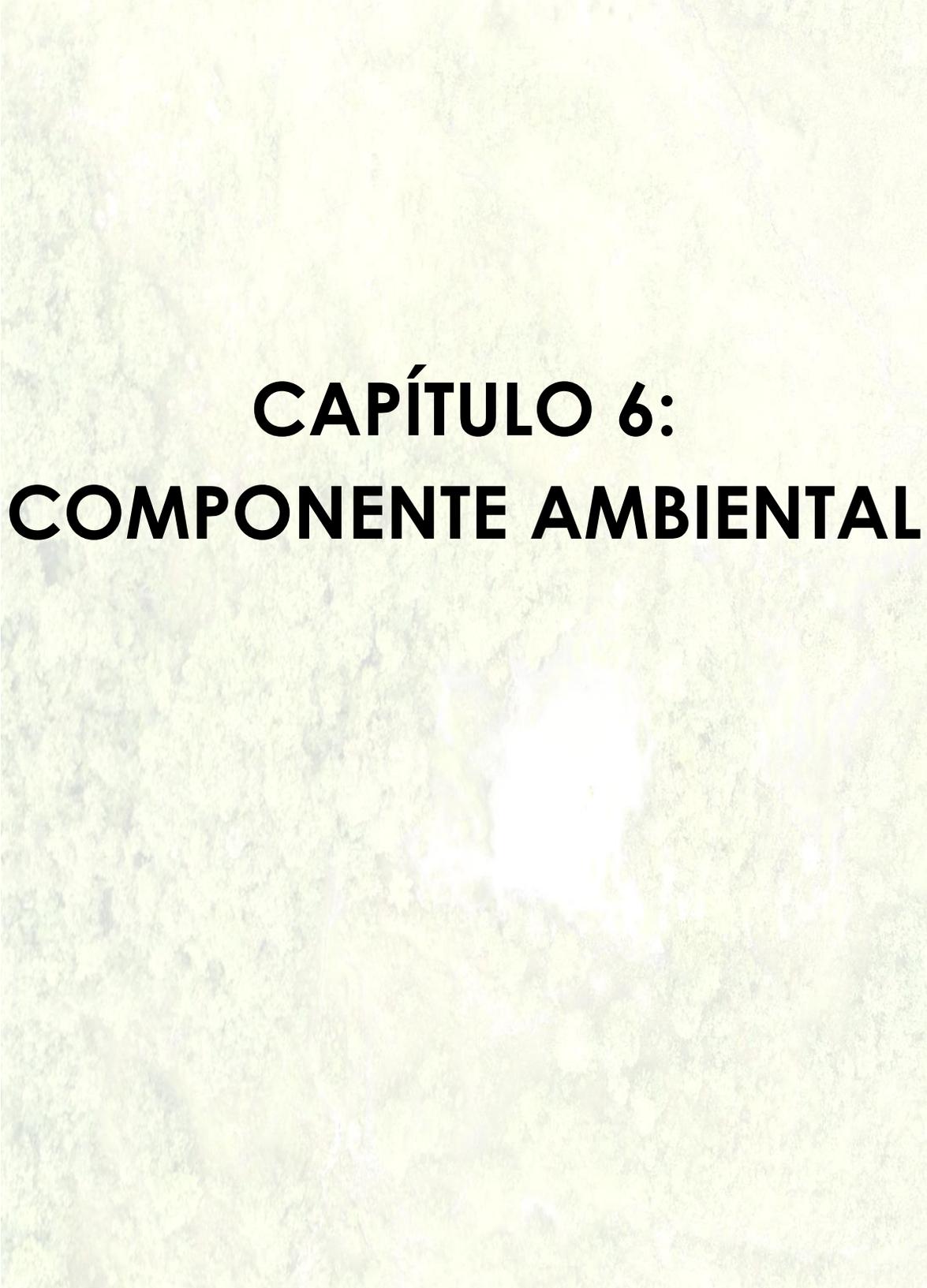
Se hace un buen manejo y disposición de residuos sólidos conforme a lo dispuesto en la normatividad ambiental en la ley 9 de 1979 y se implementa el plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) En las charlas de educación ambiental se sensibiliza a la población y deja claro sobre los deberes que se tienen como ciudadanos proteger los recursos naturales.

Todo lo anterior se logra gracias a una buena articulación, trabajo unifica y compromiso por parte de todos los entes estatales como no estatales en torno a la recuperación del humedal.

- Ley 388 de 1997, Artículo 33, ordenamiento territorial que reglamenta los usos del suelo.
- Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- Legislación ambiental colombiana con la Ley 357 de 1997, referente a la aprobación de la Convención de Ramsar, la cual precisa los ecosistemas que quedan incluidos bajo tal denominación. Esta Ley es la única norma que de manera específica y concreta impone obligaciones al Estado colombiano para la conservación y protección de los humedales, considerados en su acepción genérica.
- En relación con el tema de los incentivos para la conservación, es de anotar que éstos se encuentran en normas aisladas, por lo cual es necesaria también una unificación, haciendo uso de la facultad contenida en la Ley 99 de 1993 (literal g, artículo 116) que autorizó al Presidente de la República para "establecer un régimen de incentivos, que incluya incentivos económicos, para el adecuado uso y aprovechamiento del medio ambiente y de los recursos naturales renovables y para la recuperación y conservación de ecosistemas por parte de propietarios privados."

Con tal fin, el Sistema Nacional Ambiental (SINA), organizado en el marco de la misma ley, y que se define como el conjunto de orientaciones, normas,

actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en la Constitución Política de Colombia, es fundamental para el manejo responsable de este tipo de ecosistemas.



CAPÍTULO 6: COMPONENTE AMBIENTAL

6. COMPONENTE AMBIENTAL

6.1. INTRODUCCIÓN

A partir de la definición de humedal adoptada por Colombia en el marco de la Convención Ramsar, desde el Instituto Humboldt, con la participación de IDEAM, IGAC, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la academia, se define operativamente a un humedal cómo “ecosistemas que, debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas, presentan acumulación de agua (temporal o permanentemente), dando lugar a un tipo característico de suelo y a organismos adaptados a estas condiciones, estableciendo así dinámicas acopladas e interactuantes con flujos económicos y socioculturales que operan alrededor y a distintas escalas” (Sarmiento, 2016), permitiendo encontrar una orientación clara para reconocer elementos hidrológicos, geomorfológicos, edafológicos y de vegetación que facilitan la delimitación del humedal, además de permitir analizar el rol de las instituciones y de la sociedad civil en su funcionamiento, así como los servicios ecosistémicos de los cuales depende el bienestar de las comunidades allí presentes (Cortés-Duque y Estupiñan-Suárez, 2016).

Estos ecosistemas hacen parte de las áreas más ricas en biodiversidad, por lo que proporcionan multiplicidad de hábitats para especies animales y vegetales, y a su vez, ofrecen una variada gama de servicios ecosistémicos como la filtración de desechos, provisión de agua dulce y regulación del clima, entre otros que traen diversos beneficios a la sociedad (Millenium Ecosystem Assesement [MEA], 2007; Ten Brink, Badura, Farmer y Russi, 2012).

La degradación y pérdida de los humedales está asociada de manera directa con los cambios en el uso del suelo, la introducción de especies invasoras, el aumento y desarrollo de infraestructuras y la contaminación; los principales generadores de cambios indirectos incluyen, entre otros, la expansión urbana y el creciente desarrollo económico (MEA, 2005). Además de factores naturales cómo la sedimentación, la desecación, avalanchas, tormentas, actividad volcánica e inundaciones (estacionales/ocasionales) (Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

Los motores de transformación que afectan directamente a estos ecosistemas estratégicos en el país siguen la tendencia mundial. Por esta razón no solo se requiere el reconocimiento del valor de los humedales y del agua, sino también su integración en la toma de decisiones como elemento

esencial para garantizar el futuro social, económico y la satisfacción de las necesidades ambientales a partir del uso racional de estos ecosistemas (Ten Brink et al. 2012), ya que se debe tener en cuenta que Colombia cuenta con 30.781.149 de hectáreas de humedales (Flórez-Ayala, et al. 2015) y más de 88 tipos diferentes entre humedales marino-costeros, interiores y artificiales, ecosistemas que hacen de Colombia un importante país proveedor de agua (Ricaurte, et al. 2015).

Debido a la problemática actual de los humedales de Colombia el Ministerio del Medio Ambiente estableció en el año 2002, la Política para los humedales Interiores de Colombia, a partir de los principios establecidos en la Constitución Política y en las funciones asignadas en la Ley 99 de 1993 relacionadas con la formulación, concertación y adopción de políticas orientadas a regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales. Esta política nacional de humedales interiores reconoce a estos ecosistemas como estratégicos dentro del ciclo hidrológico y plantea como visión la garantía de la sostenibilidad y conservación de sus recursos hídricos (MMA, 2002), además de plantear la importancia de estos como sistemas socio ecológicos, en los que se reconoce al ser humano y su cultura como parte integral de la biodiversidad allí presente (Política Nacional de Humedales) (Contraloría General de la república, 2011).

Importantes adelantos sobre el conocimiento de humedales han permitido integrar elementos clave en las políticas, planes y programas de manejo actuales como el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 para direccionar medidas de adaptación bajo las perspectivas nacionales de cambio climático (Departamento Nacional de Planeación, 2014) y los compromisos de acción nacional para la conservación y el uso racional de los humedales, establecidos con la Convención de Humedales de Importancia Internacional Ramsar, adaptándose bajo el objetivo general de la política nacional para humedales interiores de Colombia "Propender por la conservación y el uso sostenible de los humedales interiores de Colombia con el fin de mantener y obtener beneficios ecológicos, económicos y socioculturales, como parte integral del desarrollo del País".

6.2. METODOLOGÍA

Los procesos de afectación humana en los humedales, no son independientes de la dinámica natural de estos sistemas (Carpenter y

Cottingham, 1998). Esta debe verse como una perturbación que actúa sobre la dinámica natural del sistema, y cuyo efecto depende de la magnitud, intensidad y tasa de recurrencia de la misma (aspectos externos), como también del estado del sistema y de su capacidad de retornar al estado de pre- perturbación o resiliencia (aspectos internos). En este sentido, los conflictos entre las actividades humanas y la conservación o uso sustentable de humedales se presentan en varios órdenes de magnitud, jerárquicamente organizados (Wayne-Nelson y Wéller, 1984). Entendiéndose como la transformación total del humedal (orden de magnitud 1) y factores de perturbación severa que corresponden al orden de magnitud 2. Teniendo en cuenta lo anterior se realizó un análisis de transformación del humedal teniendo en cuenta las siguientes características:

6.2.1. Transformación total (Orden de Magnitud 1).

La transformación total de un humedal, consiste en la desaparición total o el cambio fundamental de las características del sistema, de tal manera que deja de considerarse humedal, según las definiciones usadas. Los cambios pueden ser en los atributos físicos, químicos o biológicos. Entre las actividades humanas que presentan un conflicto de este tipo se encuentran:

- *Reclamación de tierras.* con fines agrícolas o ganaderos e implica la apropiación de espacios públicos y la expedición de títulos de propiedad, previa alteración de los niveles de agua o desplazamiento de los límites. (Restrepo y Naranjo, 1987).
- *Modificación completa de regímenes hidráulicos y reclamación del espacio físico del humedal.* El primero se produce en el ámbito de las cuencas de captación de las aguas que alimentan los humedales alterando su dinámica natural por la construcción y operación de obras civiles de regulación hídrica en algunos casos, o por cambios de cobertura vegetal que aumentan la carga de sedimentos o alteran la capacidad de retención de las aguas.

El segundo, se origina para darle un uso diferente al humedal y es una forma frecuente de impacto contundente sobre los humedales especialmente en aquellos situados en las áreas urbanas o suburbanas y realizadas con el fin de ampliar el espacio para el desarrollo de infraestructura urbana, industrial o de recreación (MMA, 2002).

- *Introducción o trasplante de especies invasoras.* Con el fin de mejorar la oferta de proteína a través del cultivo de estanques o con fines de manejo (aumento en la retención de nutrientes o especies herbívoras para controlar “malezas acuáticas”), se han introducido o trasplantado especies invasoras que terminan liberándose al medio natural (MMA, 2002).

6.2.2. Perturbación Severa (orden de magnitud 2).

Se refiere a las perturbaciones que se producen por cambios en los atributos físicos, químicos o biológicos de áreas del humedal, que alteran algunas de sus funciones ambientales o valores sociales, pero que le permiten seguir funcionando como humedal. Las actividades humanas que pueden ocasionar este tipo de cambios son:

- *Control de inundaciones.* Trata de perturbaciones que cambian los ciclos hidrológicos en el humedal (caudal, pulso, ritmo y frecuencia) produciendo alteraciones en los ciclos biogeoquímicos y biológicos. Se producen mediante la construcción de obras civiles de “protección” para la contención, conducción o evacuación de las aguas (canales, diques o terraplenes) (MMA, 2002).
- *Contaminación.* Ocasiona cambios severos en la calidad de las aguas (química o por cargas de sólidos), lo cual desencadena cambios biológicos.
- *Canalizaciones.* Son alteraciones de los flujos superficiales de agua y su conducción a los cauces principales o secundarios. De esta manera, se altera la topografía y el régimen hídrico del humedal (MMA, 2002).
- *Urbanización.* Esta alteración severa como consecuencia del desarrollo urbano, industrial y de infraestructura de recreación puede producirse en zonas críticas (vegetación riparia, transición con sistemas terrestres), por lo tanto, se afecta la dinámica regular del humedal (MMA, 2002).
- *Remoción de sedimentos o vegetación.* Puede ocasionar cambios severos en el funcionamiento hidrológico y la biocenosis de humedales, si se produce en la mayoría del área del humedal. Esta alteración se presenta por el mantenimiento de valores como la

navegabilidad o por la extracción de materiales en los mismos (actividades mineras) (MMA, 2002).

- *Sobreexplotación de recursos biológicos.* Se produce por el exceso de uso de especies de fauna mediante la caza o la pesca, la recolección de nidos, la extracción de materiales para usos domésticos, industriales, locales (artesanías) o para el autoconsumo (leña o materiales de construcción) (MMA, 2002).
- *Represamiento o inundación permanente.* Tiene su origen en actividades de fomento piscícola, como la construcción de estanques para acuicultura, el represamiento de los flujos de agua en los pantanos para la creación de lagos con los mismos fines de recreación, lo que finalmente origina nuevos procesos ecológicos que pueden incluirse en el tipo de procesos típicos de humedales (MMA, 2002).

Los anteriores aspectos son fundamentales para la formulación de la Política Nacional de Humedales, puesto que la magnitud de las perturbaciones y la capacidad de resiliencia o respuesta de los mismos, están inversamente ligadas con las oportunidades de conservación, manejo y restauración.

6.3. CALIFICACIÓN DE IMPACTOS

6.3.1. Indicadores de la Matriz de Impacto.

Se reconocen niveles jerárquicos o escalas espaciales de manifestación de los fenómenos ecosistémicos, que van desde el paisaje (cuenca hidrográfica), hasta unidades bióticas (comunidades o especies). La gestión de ecosistemas implica además la concurrencia en estos espacios de los actores y sectores involucrados, de tal suerte que los procesos de planificación o las evaluaciones ambientales de proyectos que los afectan, deben basarse en criterios múltiples (MMA, 2002).

De acuerdo con lo anterior, se han identificado diversos indicadores que permitirán reflejar el estado actual del humedal El Caribe y permitirá establecer el plan de acción para la conservación y manejo del humedal (Tabla 6.1.).

Tabla 6.1. Propuesta general de atributos indicadores de estado y gestión para humedales, centrados en su biodiversidad asociada (MMA, 2002).

Nivel	Atributos	Indicadores de Estado	Indicadores Impacto de Gestión
Continental Nacional	Procesos ecológicos evolutivos y ambientales globales.	Superficie (%) de unidades biogeográficas de ecosistemas de agua dulce no perturbados por factores de afectación (Transformación total o perturbación severa)	Diversidad ecosistémica y biogeográfica en el sistema de áreas protegidas o de manejo especial (% de humedales). Cantidad (%) de diversidad ecosistémica al interior de las áreas protegidas o especiales. Cambios en el índice de riesgo por gestión de ecosistemas.
Regional Paisaje	Diversidad ecosistémica. Número y proporción de tipos o unidades funcionales de los ecosistemas de humedales. Heterogeneidad y conectividad. Dinámica de formación y regeneración de ecosistemas.	Índice de diversidad e integridad ecosistémica. Índice de riesgo. Índice de fragmentación. Índice de madurez (Proporción de etapas sucesionales en una unidad ecológica).	
Local Comunidad biótica	Diversidad de especies. Riesgo de pérdida de especies amenazadas o en peligro de extinción. Especies exóticas.	Lista de especies amenazadas Riqueza de especies. Índice de diversidad y equitabilidad. Frecuencia de clases tróficas. Número y proporción de especies en categorías especiales. Presencia o abundancia de bioindicadores de estado.	Mantenimiento de las listas de especies por taxa seleccionados. Mantenimiento de riqueza de especies. Mantenimiento o aumento del índice de diversidad. Mantenimiento de frecuencia de clases tróficas indicadoras de estabilidad en el sistema.
Especie/ Población	Dinámica de las poblaciones.	Numero de poblaciones o subpoblaciones. Índices de agregación espacial de poblaciones. Número	Mantenimiento o aumento del número de poblaciones o subpoblaciones. Estabilidad o aumento de número de

		de individuos. Índice de agregación espacial de individuos. Distribución de clases de edad. Tasa interna de crecimiento poblacional.	individuos. Mantenimiento o mejoramiento de la distribución de clases de edad. Aumento o estabilidad en la tasa interna de crecimiento poblacional.
Genético	Número y proporciones de alelos. Variabilidad genética	Coefficiente de entrecruzamiento (inbreeding) Tasa de mutación vs. Tasa de pérdida.	Disminución del coeficiente de entrecruzamiento (inbreeding) Equilibrio entre tasa de mutación vs. Tasa de pérdida.

Fuente: GIZ, 2019.

6.3.2. Análisis Cualitativo del Humedal El Caribe.

Tras la caracterización biológica y socioeconómica del humedal El Caribe, se establecieron los factores que pueden tener incidencia en el cuerpo de agua, según lo especificado por la Política Nacional de Humedales Interiores para Colombia. En primera medida, el análisis ambiental requirió el estudio de la comunidad biótica del lugar, con evaluaciones de fauna y flora que permitieran establecer sus cambios en el tiempo y espacio.

En líneas generales, se señala al pastoreo de bovinos en el predio de AID como uno de los riesgos más importantes para la conservación del humedal El Caribe. Precisamente con el objeto de identificar esos riesgos, se evaluaron las actividades que comportan modificaciones al medio e inciden directamente sobre esta área. Dicha evaluación requirió el uso de una matriz cualitativa de impacto ambiental, la cual reseña los impactos ocasionados sobre el humedal, así como la dirección que tomaría en caso de continuar las modificaciones realizadas sobre éste.

La matriz utilizada cuenta con dos entradas, las cuales indican las actividades presentes en el humedal, así como los elementos que pueden ser afectados a partir de ellas. Así, se resaltan las actividades de mayor incidencia, con el fin de establecer programas de manejo para control ambiental. En la tabla 6.2 la presencia de una perturbación se anota con un 1 y la falta de éste como 0.

Tabla 6.2. Matriz cualitativa de impactos observados en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

VARIABLES	Producción pecuaria		Aprovechamiento recurso agua				Administración	
	Cultivo en rondos	Cultivo autoconsumo	Ganadería extensiva	Cría animales para autoconsumo	Piscicultura	Pesca artesanal	Propiedad privada	Municipio/ Departamento
1. Agua								
Agua superficial permanente	0	0	1	0	0	0	1	0
Agua superficial temporal	0	0	1	0	0	0	1	0
Control de inundaciones	0	0	0	0	0	0	1	0
Canalización	0	0	0	0	0	0	1	0
Represamiento	0	0	0	0	0	0	1	0
2. Vegetación								
Vegetación leñosa	1	0	0	0	0	0	1	0
Vegetación herbácea	1	0	0	0	0	0	1	0
Diversidad	0	0	0	0	0	0	1	0
Fitoplancton	0	0	0	0	0	0	1	0
3. Fauna								
Riqueza zooplancton	0	0	0	0	0	0	1	0
Riqueza macroinvertebrados acuáticos	0	0	0	0	0	0	1	0
Riqueza peces	0	0	0	0	0	0	1	0
Riqueza herpetos	0	0	0	0	0	0	1	0
Riqueza aves	0	0	0	0	0	0	1	0
Riqueza mamíferos	0	0	0	0	0	0	1	0
4. Unidades ambientales / paisaje								
Suelos expuestos	1	0	0	0	0	0	1	0
Bosques de vega-bosque de galería	1	0	0	0	0	0	1	0
Pastizal	1	0	0	0	0	0	1	0
5. Uso de la tierra y capacidad de uso								
Producción	0	0	1	0	0	0	1	0
Ecoturismo	0	0	0	0	0	0	1	0

Fuente: GIZ, 2019.

6.4. ANÁLISIS COMPONENTE AMBIENTAL

Según los resultados obtenidos en el humedal El Caribe, se observa que son pocas las problemáticas que afectan la biodiversidad del humedal. La riqueza de especies es significativa para esta zona de vida.

De manera general, se hace necesario realizar monitoreos de grupos faunísticos específicos, como medianos y grandes mamíferos, aves migratorias y, adicionalmente, es necesario realizar monitoreos constantes de la calidad del agua. Entre los beneficios esperados con la implementación del PMA para este humedal se espera:

- Conservar el espejo de agua.
- Consolidar riberas y mantener los bordes como hábitat de fauna silvestre.
- Regular la escorrentía.

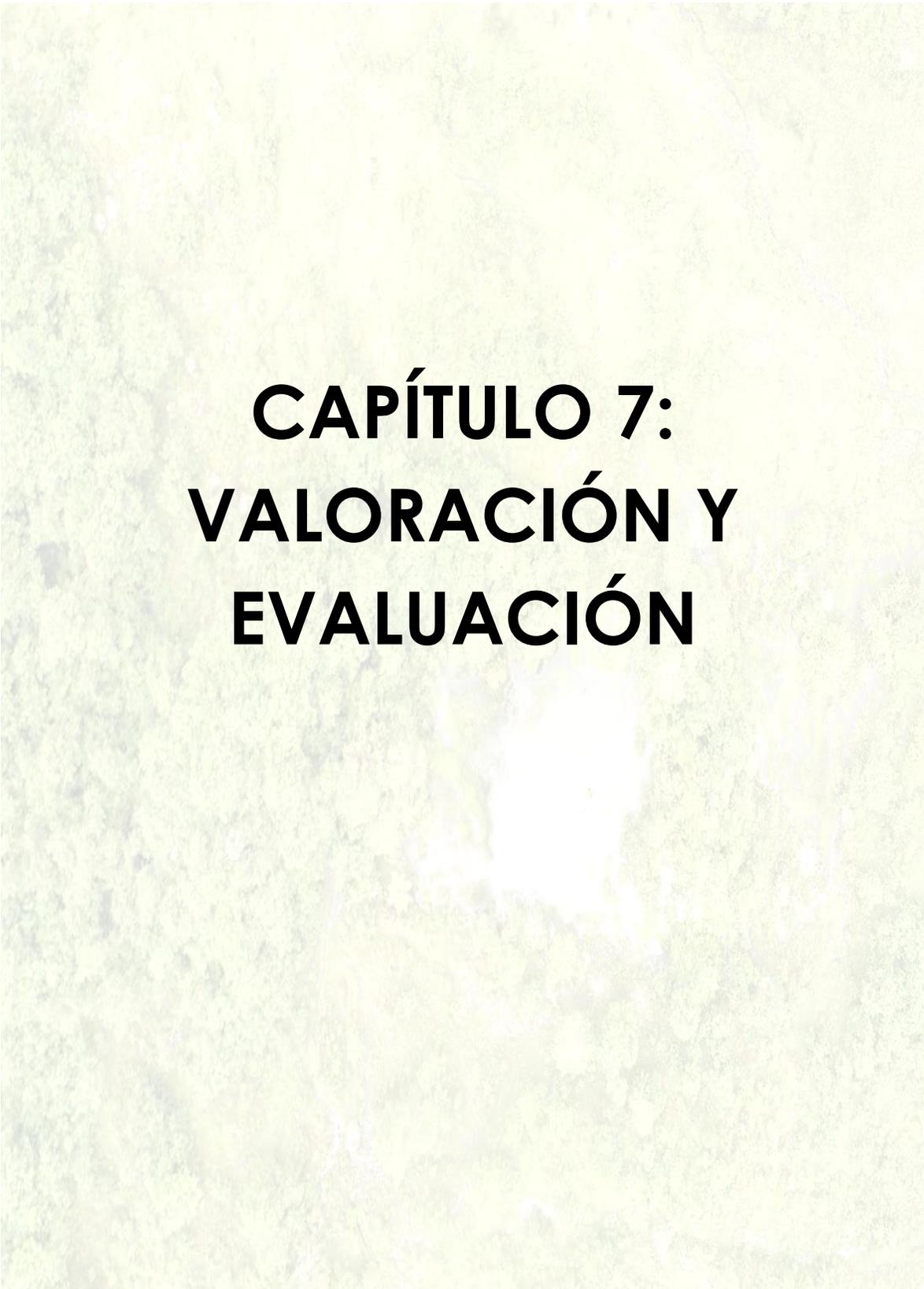
Transformación total del humedal

- *Reclamación de tierras.* Las zonas aledañas son usadas en menor proporción para ganadería.
- *Modificación completa de regímenes hidráulicos y reclamación del espacio físico del humedal.* La dinámica natural del humedal podría estar alterada por la vía que conduce hacia la vereda La Colonia.
- *Introducción o trasplante de especies invasoras.* No se observa la presencia de especies invasoras que influyan sobre las dinámicas naturales del ecosistema.

Perturbación Severa al humedal

- *Control de inundaciones.* Se requieren más estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.
- *Contaminación.* No se observa contaminación por químicos o basuras dentro del humedal.
- *Canalizaciones.* No se registran obstrucciones en el flujo del agua para ningún propósito.
- *Urbanización.* No se presentan tensionantes de tipo urbano, industrial ni de infraestructura de recreación en la zona.

- *Sobreexplotación de recursos biológicos.* Los pobladores de la región dan a conocer que se caza a las especies *Cabassous centralis* y *Dasypus novemcinctus* para utilizarlas como medicinales o de consumo. Por otra parte, no existe el uso de más especies de fauna mediante la caza o la pesca, ni la recolección de nidos.
- *Represamiento o inundación permanente.* No se evidencian construcción de estanques para acuicultura ni represamiento de los flujos de agua.



CAPÍTULO 7: VALORACIÓN Y EVALUACIÓN

7. VALORACIÓN Y EVALUACIÓN

7.1. EVALUACIÓN ECOLÓGICA

El humedal El Caribe representa una zona de influencia a nivel ecológico para la fauna local. El humedal se ha convertido en un reservorio de agua, en donde desembocan pequeñas quebradas, las cuales están bordeadas por un importante parche de bosque que permite la conectividad y refugio para distintas especies de fauna.

7.1.1. Generalidades del humedal.

- **Tamaño y posición:** El humedal El Caribe se encuentra ubicado en la vereda La Colonia del municipio de Villarrica, departamento del Tolima. Pertenece a la unidad hidrográfica río Cuinde, tributaria de la unidad hidrográfica río Cunday que a su vez tributa sus aguas a la subzona hidrográfica río Prado (IDEAM, 2013); comprende un área inundable aproximada de 2 hectáreas y una altura promedio de 2380 m.s.n.m.
- **Conectividad ecológica:** El humedal El Caribe dispone de un parche de bosque con baja o poca intervención, adicionalmente, se encuentra en los límites con el bosque de Galilea el cual constituye un ecosistema único en Colombia gracias a su riqueza en fuentes hídricas (río Negro, río Chipa y quebrada La Nutria) y diversidad. Asimismo, el humedal podría ser constituido como un potencial corredor biológico de protección natural, dada la diversidad de flora presente y los reportes de fauna acuática y fauna terrestre como aves, mamíferos y herpetos, estos últimos cumplen un papel fundamental en la dispersión de semillas y control de plagas, permitiendo el crecimiento y conservación de dicho ambiente.

7.1.2. Diversidad Biológica

De acuerdo a la caracterización biológica realizada en el humedal, se obtuvieron resultados sobresalientes de cada uno de los grupos florísticos y faunísticos. De acuerdo a esto, fueron registrados 27 géneros de fitoplancton, 28 especies de flora, 18 géneros de zooplancton, 16 géneros de macroinvertebrados acuáticos, 1 especie de pez, 2 de herpetos, 27 de

aves y 26 especies de mamíferos, en este último grupo, de las 26 especies registradas, 21 fueron mediante encuestas y 5 cinco colectadas durante el muestreo.

Estas cifras registradas, son relevantes a la hora de evaluar el estado de conservación del humedal, es necesario seguir realizando monitoreos constantes para observar el comportamiento real de estas poblaciones.

7.1.3. Naturalidad.

La formación del espejo de agua es de forma natural.

7.1.4. Rareza.

La rareza del humedal está dada por la presencia de las especies endémicas con preferencia de hábitats particulares, especies exóticas que puedan afectar las condiciones del humedal, especies bajo alguna categoría de amenaza las cuales presentan poblaciones muy reducidas, y, especies migratorias. De acuerdo a esto, en la tabla 7.1 se relacionan las especies que se encuentran en alguna de estas categorías.

7.1.5. Fragilidad.

Las especies amenazadas son relevantes para la conservación del humedal, debido a que las relaciones que presentan con su entorno son muy estrechas y en caso de perturbaciones en el hábitat, se reflejará rápidamente en su tamaño poblacional, el número reducido de ejemplares no permitirá que la especie se acople o adapte fácilmente a las nuevas condiciones. Por otra parte, las especies se encuentran en el apéndice CITES II no necesariamente se encuentran amenazadas, pero podrían llegar a estarlo si no se protegen sus poblaciones.

Adicionalmente, el humedal El Caribe cobija especies de fauna y flora de interés, al tiempo que contribuye de refugio para distintas especies de aves que pueden expresar desplazamientos más amplios en torno a sus actividades migratorias o rangos de distribución (*home range*).

Tabla 7.1. Especies endémicas, bajo categoría de amenaza y migratorias, presentes en el humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

Grupo taxonómico	Especies	Potencialidad	Categoría
Plantas	<i>Mangifera indica</i>	Exótica	
	<i>Citrus sinensis</i>	Exótica	
	<i>Euphorbia prostata</i>	Amenazada	Peligro crítico
Herpetos	<i>Riama aff. striata</i>	Endémica	
	<i>Rheobates palmatus</i>	Endémica	
Mamíferos	<i>Cerdocyon thous</i>	Amenazada	CITES II
	<i>Bradypus variegatus</i>	Amenazada	CITES II
Aves	<i>Doryfera ludovicae</i>	Amenazada	CITES II
	<i>Adelomyia melanogenys</i>	Amenazada	CITES II
	<i>Agelaiocercus kingii</i>	Amenazada	CITES II
	<i>Coeligena torquata</i>	Amenazada	CITES II
	<i>Coeligena bonapartei</i>	Amenazada	CITES II
	<i>Chaetocercus heliodor</i>	Amenazada	CITES II
	<i>Elanoides forficatus</i>	Amenazada	CITES II
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Amenazada	CITES II
	<i>Milvago chimachima</i>	Amenazada	CITES II
	<i>Pionus chalcopterus</i>	Amenazada	CITES II
	<i>Elanoides forficatus</i>	Migratoria	
	<i>Empidonax virescens</i>	Migratoria	
	<i>Catharus ustulatus</i>	Migratoria	
	<i>Chaetocercus heliodor</i>	Casi endémica	
	<i>Pionus chalcopterus</i>	Casi endémica	

7.1.6. Posibilidades de mejoramiento.

Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más degradados y sufren una regresión significativa continua en su extensión y estado de conservación, con el riesgo de perjuicio para sus especies características y consecuentemente para la calidad del agua. Entre las problemáticas más comunes que sufren los humedales se encuentran, las quemas y talas en las franjas protectoras, degrado y alineado de interconexión de humedales, construcción de canales artificiales, construcción de carreteras, sedimentación, pesca intensiva, sistema de riegos, agricultura, ganadería, agroquímicos, aguas residuales sin tratamiento, disposición de residuos sólidos y erosión, de acuerdo a lo anterior, en el presente documento se establecen las posibles estrategias que se pueden implementar para el mejoramiento, reforestación o rehabilitación.

Es importante contar con la presencia de actores sociales en el área de influencia del humedal, para reconocer los valores ecológicos y biológicos,

y, por lo tanto, poder proteger este ecosistema a través de propuestas que ayuden al mejoramiento del mismo.

Dentro de estas propuestas, se debería incluir un programa de educación ambiental para la comunidad en general, esto con el fin de generar inventarios y monitoreos de especies de flora y fauna para conocer más a fondo el estado actual de las poblaciones. Asimismo, este programa de educación ambiental ayudaría a generar consciencia ambiental respecto a la conservación del mismo.

Los diferentes grupos faunísticos característicos de los humedales tales como aves, anfibios, murciélagos, etc, se deben tener en cuenta, para la creación de programas y planes de manejo considerándolos como puntos clave en la conservación a nivel nacional y mundial, haciendo necesario contar con investigaciones que involucren a la comunidad y puedan obtener mayor aporte económico para la conservación de este ecosistema (Duque y Estupiñan, 2016).

7.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL

7.2.1. Conocimiento del humedal por los habitantes aledaños.

- **Conocimiento del humedal.** Existe un amplio conocimiento acerca de la existencia del humedal El Caribe por parte de los habitantes de la vereda La Colonia. El humedal es reconocido junto con otras quebradas que drenan al mismo.
- **Conocimiento de la fauna y flora del humedal.** Respecto a la fauna reconocida por las personas que habitan en zonas aledañas al humedal, destacan la presencia de mamíferos como ahucha, armadillo, armadillo coletrapo, oso perezoso, oso hormiguero, tigrillo, zorro, marta o marteja, comadreja, perro de monte, zorrino andino o zorrillo, venado y coatí. Por su parte, destacan distintas especies de plantas que son aprovechadas por su uso medicinal, de consumo y ornamental.
- **Funciones del humedal.** Aunque el humedal representa un cuerpo de agua pequeño, la comunidad reconoce que su presencia es fundamental

para asegurar la existencia de gran variedad de especies animales y vegetales.

- **Actitud frente al humedal.** Existe interés por parte de la comunidad y por parte de la propietaria del predio en donde se encuentra ubicado el humedal de protegerlo, esto principalmente debido a que es una fuente de agua de la que se benefician los predios del sector y el resto de la comunidad.
- **Acciones para la recuperación del humedal.** Se nota el interés de la comunidad de la vereda La Colonia, de asistir a talleres de educación ambiental y talleres de capacitación que traten aspectos del humedal y sobre su fauna y flora.

7.2.2. Valoración económica.

La valoración económica del humedal está enfocada en la identificación de los diferentes tipos de valores que las personas que hacen parte del Área de Influencia Directa e Indirecta le asignan al humedal.

En este contexto y de acuerdo a la convención de Ramsar (Acreman, Knowler y Barbier, 1997), la valoración económica está orientada a determinar los valores de uso directo e indirecto, valor de opción y el valor del no uso.

El valor de uso directo corresponde a los beneficios derivados de la explotación del humedal, ya sea por la agricultura, la pesca, recreación, explotación de fauna y flora, cría de animales, entre otros. Por lo general, el valor de uso se caracteriza por reflejar una interacción entre el ser humano y el humedal.

El valor de uso indirecto son aquellos beneficios producidos por las funciones ecológicas reguladoras del humedal. Dentro de ellas se pueden encontrar: la retención de nutrientes, control de inundaciones, reservorios de agua, entre otros. Por lo general, en este valor siempre se encontrarán actividades que no tienen un valor comercial en el mercado, por lo cual se hace difícil su cuantificación monetaria.

El valor de opción está relacionado con los posibles usos futuros -ya sean directos e indirectos- que se piensan implementar en el humedal.

El valor del no uso se “deriva del conocimiento de que se mantiene un recurso, ya sea diversidad biológica, patrimonio cultural, sitio religioso y legado” (Lambert, 2003).

De acuerdo al trabajo de campo se establecieron los siguientes valores para la valoración económica del humedal El Caribe (Tabla 7.2).

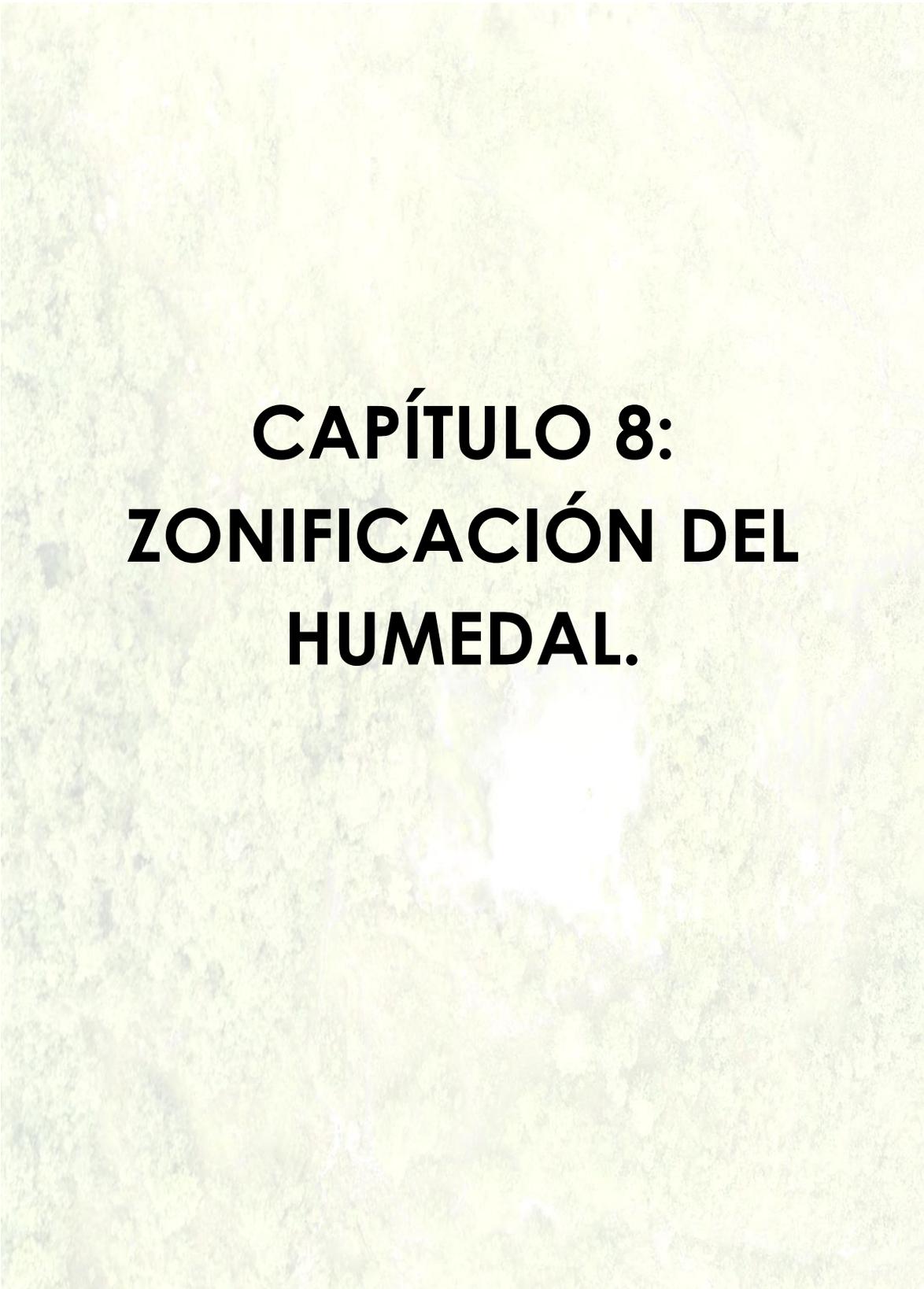
Tabla 7.2. Valoración económica del humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

Valor de uso			Valor del no uso
Valor de uso directo	Valor de uso indirecto	Valor de opción	
Reservorio de agua. Agua para el ganado.	Ambiental	-	Zona de Reserva

Fuente: GIZ, 2019.

- *Valor de uso directo:* De acuerdo al trabajo de campo se logró evidenciar que los habitantes del Área de Influencia Directa del humedal El Caribe, utilizan el humedal como fuente de agua para la ganadería y reservorio de agua.
- *Valor de uso indirecto:* Los habitantes del AID se benefician de forma indirecta del humedal ya que cumple con las funciones propias de este ecosistema, dentro de ellas se destacan, el almacenamiento del carbono y la estabilización de nutrientes y el microclima.
- *Valor de opción:* En la actualidad los habitantes que hacen parte del Área de Influencia Directa no tienen planeado explotar económicamente el humedal.

Valor del no uso: De acuerdo a los habitantes del Área de Influencia Directa del humedal el no uso estaría enfocado a convertirlo en una zona de reserva y protección.



**CAPÍTULO 8:
ZONIFICACIÓN DEL
HUMEDAL.**

8. ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL

La zonificación ambiental es un proceso y herramienta de apoyo al ordenamiento territorial y ambiental del país, cuya elaboración se basa en la oferta de recursos de un determinado espacio geográfico, considerando las demandas de la población, dentro del marco del desarrollo sostenible. Esta zonificación constituye un instrumento fundamental, integrador y de apoyo a la gestión ambiental, que ayuda a la definición e identificación de espacios homogéneos y permite orientar la ubicación y el tipo de actividades más apropiadas para el área de consideración. Asimismo, estimula, facilita y apoya la labor de las instituciones para realizar el seguimiento de dicha actividad y la correspondiente supervisión (CONAM, 1999)

La zonificación para la ordenación y manejo de los humedales, se constituye además en un ejercicio dinámico, flexible el cual debe ser revisado y ajustado, constantemente de acuerdo a las dinámicas sociales y a las eventualidades imprevistas como son las catástrofes naturales. (Mamaskato, 2008).

En este capítulo se presenta la zonificación ambiental del humedal El Caribe, localizado en el municipio de Villarrica, departamento del Tolima, en el cual se establecen unidades de manejo que permiten concentrar a través de estrategias específicas acciones conducentes a la recuperación ecológica. Para ello se tuvo en cuenta los criterios y categorías de zonificación definidas por la Resolución VIII-14 (2002) de la Convención Ramsar, la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales ((Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT], 2006).

En primer lugar, se presentan los aspectos conceptuales que guían la definición de la zonificación ambiental, seguidos por la metodología y los insumos necesarios dentro de este proceso, y por último, la zonificación de acuerdo a las unidades de manejo con los regímenes de uso propuestos para cada una de ellas.

8.1. Aspectos Conceptuales

La convención Ramsar, en la Resolución VIII.14, 2002 “Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales” propone algunas normas que deben ser tenidas en cuenta a la hora de definir la zonificación de un humedal: “Se ha de zonificar con la participación plena de los interesados directos, inclusive comunidades locales y pueblos indígenas; se han de explicar a fondo los motivos para establecer y delimitar zonas, lo que reviste particular importancia a la hora de fijar los límites de las zonas de amortiguación; se ha de preparar una relación concisa de las funciones y/o descripciones de cada sector como parte del plan de manejo; las zonas debieran señalarse con un código o designación singular y, cuando se pueda, fácil de reconocer, aunque en algunos casos bastará con emplear un código numérico sencillo; se ha de levantar un mapa que indique los límites de todas las zonas; de ser posible, los límites de las zonas debieran ser fácilmente reconocibles e identificables sobre el terreno; los indicadores físicos, (por ejemplo, cercas o caminos) son los más apropiados para señalar los límites y los que consistan en rasgos dinámicos, como ríos, hábitat variables o costas inestables, debieran indicarse con alguna marca permanente; y en los sitios extensos y uniformes o en las zonas de hábitat homogéneo divididas por un límite entre zonas debieran emplearse marcas permanentes y levantarse mapas de los lugares con ayuda del sistema mundial de determinación de posición (GPS).”

Según los principios y criterios para la delimitación de humedales continentales elaborado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2014. Se deben tener en cuenta dos criterios para la delimitación de humedales:

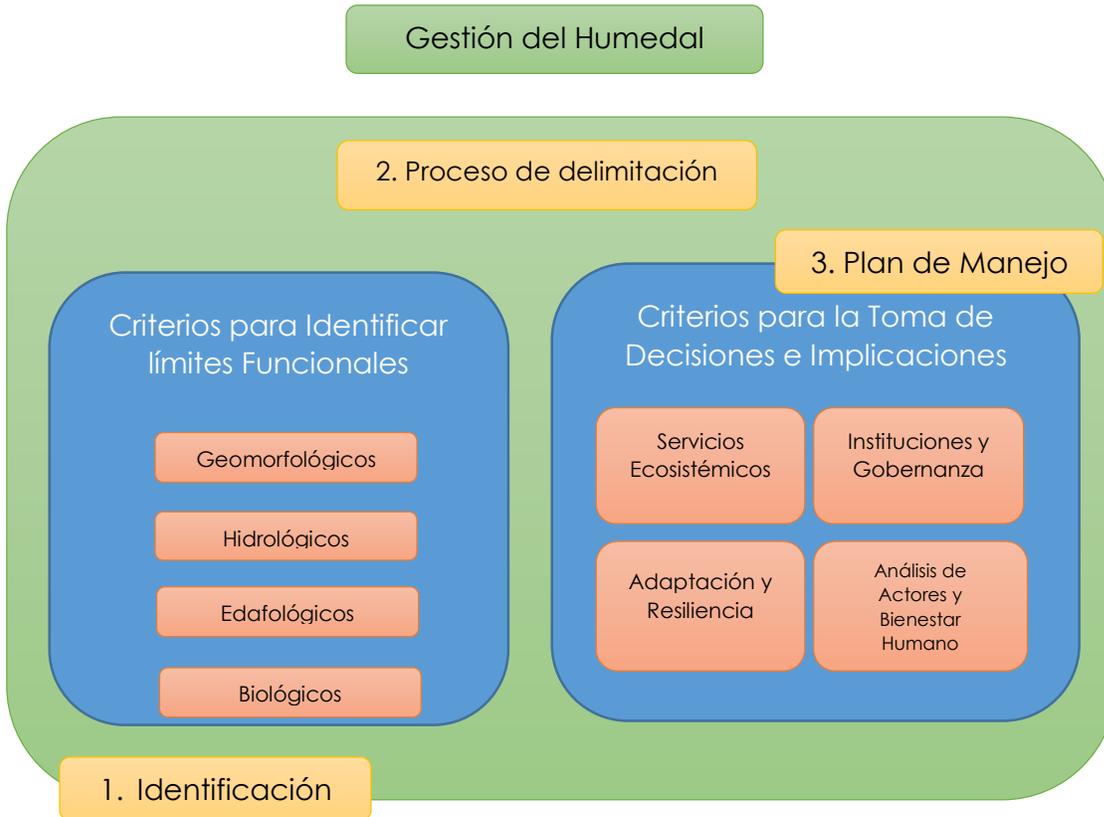
- a) Aquellos que determinan el límite funcional y garantizan su integridad ecológica.
- b) Aquellos que permiten analizar implicaciones y direccionar la toma de decisiones sobre los procesos socioecológicos que suceden en el territorio del humedal (Figura 8.1).

a. Criterios para la identificación del límite funcional del humedal:

Se han considerado cuatro tipos de criterios para identificar el límite funcional de los humedales:

- Geomorfológicos: permiten identificar las principales formas del relieve que dejan que el agua se deposite y acumule.
- Hidrológicos: permiten identificar la fuente de alimentación del agua y las dinámicas de inundación de manera multitemporal.
- Edafológicos: permiten identificar los suelos que han evolucionado bajo condiciones de humedad (suelos hidromórficos).
- Biológicos: permiten identificar comunidades altamente comprometidas con los procesos hidrogeomorfológicos y edafológicos característicos de los humedales. En especial se propone el uso de comunidades vegetales hidrófilas.

Figura 8.1. Estructura para la gestión del humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

b. Criterios para el análisis de las implicaciones y la toma de decisiones

Se definen algunos criterios para analizar las implicaciones sociales, económicas y de gobernanza que se generarán a partir de la identificación

del límite funcional de los humedales (Figura 8.2); esto permitirá tener argumentos para la toma de decisiones teniendo en cuenta los principios enunciados.

Figura 8.2. Criterios para la toma de decisiones y el análisis de las implicaciones del humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Las unidades homogéneas (Andrade, 1994), están compuestas principalmente por dos aspectos que materializan la síntesis de los procesos ecológicos: la geoforma, la cual se refiere a todos los elementos que tienen que ver con la morfología de la superficie terrestre (relieve, litología, geomorfología, suelos, entre otros) y la cobertura (vegetal y otras) que trata los elementos que forman parte del recubrimiento de la superficie terrestre, ya sea de origen natural o cultural.

En relación a la definición de etapas para la zonificación, según resolución 196 de 2006, comprende cuatro etapas:

- **Etapla preparatoria**, consiste en la definición del área de estudio, ubicación físico-política y obtención de mapas base. Asimismo, incluye la

recolección y evaluación de la información biótica y socioeconómica existente.

- **Etapa de actualización y generación de cartografía temática**, consiste en un “proceso de actualización y generación de cartografía, con trabajo de interpretación de imágenes satelitales y comprobación cartográfica en campo para originar los siguientes mapas: geológico, suelos, fisiográfico, cobertura vegetal, sistema hídrico, socio económico (sistemas productivos, población, infraestructura, servicios básicos), uso actual, demanda ambiental (información de campo, fotointerpretación, y los cruces del mapa de uso actual con el mapa socio económico), oferta ambiental (correlación de los mapas de suelos, pendientes, fisiográfico, demanda ambiental, cobertura vegetal), procesos denudativos (correlación de los mapas base, pendientes, fisiográfico, geológico) amenazas naturales (correlación de los mapas geológico, hídrico, procesos denudativos y conflictos de uso), conflictos de uso (correlación de los mapas uso actual, vegetación, oferta ambiental) y unidades de manejo (producto final).”
- **Etapa “Criterios de Zonificación”**: En esta etapa se deben identificar los aspectos de oferta, demanda y conflictos del humedal en particular, tomando como base los siguientes conceptos:
 - **Oferta ambiental**: capacidad actual y potencial para producir bienes y servicios ambientales y sociales del humedal con base en el conocimiento de las características ecológicas del mismo, identificadas anteriormente. En este sentido la oferta ambiental puede establecerse de acuerdo con las siguientes categorías:
 - **Áreas de Aptitud Ambiental**: *Zonas de especial significancia ambiental*: Áreas que hacen parte del humedal poco intervenidas, áreas de recarga hidrogeológica, zonas de nacimientos de corrientes de agua, zonas de ronda.

Zonas de alta fragilidad ambiental: Incluyen áreas del humedal donde existe un alto riesgo de degradación en su estructura o en sus características ecológicas por la acción humana o por fenómenos naturales.

- **Áreas para la producción sostenible y desarrollo socioeconómico:** Corresponden a las zonas del humedal donde los suelos presentan aptitud para sustentar actividades productivas (agrícolas, ganaderas, forestales y faunísticas).
- **Demanda Ambiental:** Está representada por el uso actual y los requerimientos de las comunidades sobre el ambiente biofísico del humedal (Agua, aire, suelo, flora, fauna, insumos y servicios)
- **Conflictos Ambientales:** Se generan por la existencia de incompatibilidades o antagonismos entre las diferentes áreas de la oferta ambiental y los factores que caracterizan la demanda ambiental. Estos conflictos ambientales se presentan en las siguientes situaciones: cuando se destruyen o degradan los componentes bióticos del humedal por la explotación inadecuada y cuando hay sobreutilización de los componentes del humedal.
- **Etapa de “Zonificación Ambiental”:** Con los resultados obtenidos en las fases previas, se identifican y establecen las siguientes unidades de manejo para el humedal:
 - **Áreas de preservación ambiental:** corresponden a espacios que mantienen integridad en sus ecosistemas y tienen características de especial valor, en términos de singularidad, biodiversidad y utilidad para el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del humedal.
 - **Áreas de restauración ambiental:** corresponden a espacios que han sido sometidos por el ser humano a procesos intensivos e inadecuados de apropiación y utilización, o que por procesos naturales presentan fenómenos de erosión, sedimentación, inestabilidad, contaminación, entre otros.
 - **Áreas de uso sostenible:** se refieren a espacios del humedal que pueden ser destinados al desarrollo de actividades productivas. Estas áreas deben ser sometidas a reglamentaciones encaminadas a prevenir y controlar los impactos ambientales generados por su explotación o uso. En el manejo ambiental de estas áreas se debe

asegurar el desarrollo sustentable, para lo cual se requieren acciones dirigidas a prevenir, controlar, amortiguar, reparar o compensar los impactos ambientales desfavorables.

Como resultado de la zonificación se proponen, por último, los usos y restricciones particulares para cada zona, así:

- **Uso principal:** uso deseable cuyo aprovechamiento corresponde a la función específica del área y ofrece las mejores ventajas o la mayor eficiencia desde los puntos de vista ecológico, económico y social.
- **Usos compatibles:** son aquellos que no se oponen al principal y concuerdan con la potencialidad, la productividad y demás recursos naturales conexos.
- **Usos condicionados:** aquellos que, por presentar algún grado de incompatibilidad con el uso principal y ciertos riesgos ambientales previsibles y controlables para la protección de los recursos naturales del humedal, están supeditados a permisos y/o autorizaciones previas y a condicionamientos específicos de manejo.
- **Usos prohibidos:** aquellos incompatibles con el uso principal del área en particular y con los propósitos de conservación y/o manejo. Entrañan graves riesgos de tipo ecológico y/o para la salud y la seguridad de la población.

8.2. Aspectos metodológicos.

La zonificación del humedal El Caribe se realizó a partir de un análisis integrado de los diagnósticos físicos, biológicos y socioeconómicos del área de influencia del humedal. Esta información se obtuvo a partir de la recopilación de información secundaria e información primaria obtenida a partir de los aportes de la comunidad aledaña al humedal.

Como documentos base se tomaron los lineamientos generales de: La Convención Ramsar Resolución VIII-14 (2012). "Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales" y La Guía

Técnica para formulación de Planes de Manejo para los Humedales de Colombia Resolución 0196 de 2006 del MAVDT.

8.2.1. Etapas de la zonificación.

- **Análisis de información cartográfica e imágenes satelitales:**

Esta etapa consistió en la recopilación de información secundaria y en la conformación de una base de datos con la cartografía obtenida a partir de estudios anteriores (Tabla 8.1).

La base de datos se conformó a partir de los mapas temáticos que se nombran a continuación:

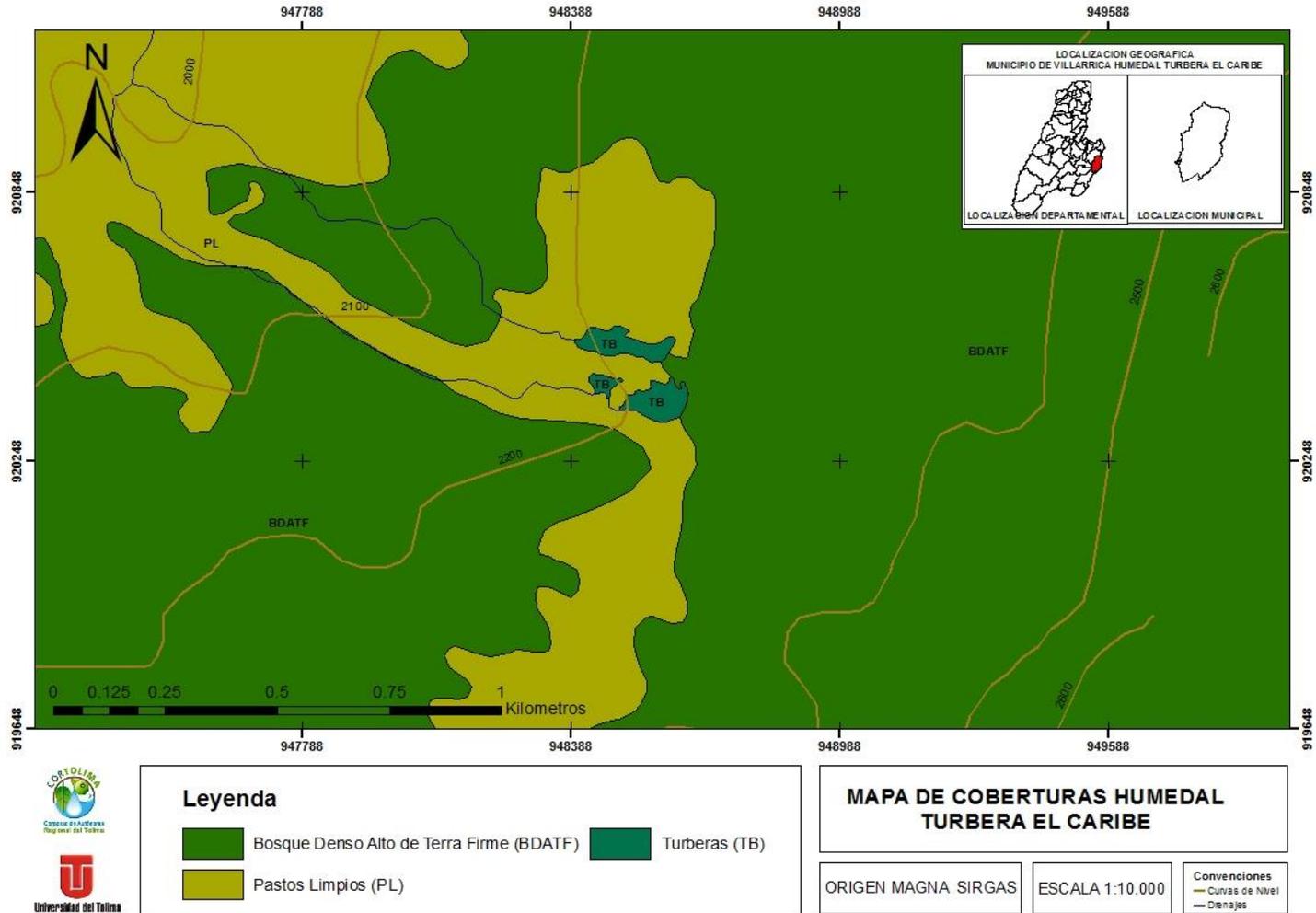
- Mapa de Geología de la Subzona Hidrográfica río Prado (CORTOLIMA, 2006).
- Mapa de Geomorfología de la Subzona Hidrográfica río Prado (CORTOLIMA, 2006).
- Mapa de Clasificación climática para el departamento del Tolima (Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA, 2014).
- Mapa de Hidrología Superficial del departamento del Tolima (CORTOLIMA, 2014)
- Mapa de Coberturas y Usos del Suelo (Figura 8.3).

Tabla 8.1 Áreas de Coberturas Vegetales asociadas al humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

Tipo de Cobertura	Código Corine Land Cover (IDEAM, 2010)	Símbolo	Área (Ha)
Pastos Limpios	231	PL	95.90
Bosque Denso Alto de Tierra Firme	31111	BDATF	384.28
Turberas	412	TB	2.11
Total			482.30

Fuente: GIZ, 2019.

Figura 8.3. Mapa de Coberturas Humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

- **Verificación en Campo:** La verificación en campo se realizó mediante un recorrido perimetral del humedal y captura de información en las zonas de especial importancia mediante un receptor GPS (sistema de posicionamiento global) Garmin 60csx con un error de exactitud de +/- 3 metros horizontales.

Con la información tomada en campo, se generó el polígono de delimitación del humedal El Caribe en origen Magna-Sirgas en formato Shapefile. Posteriormente, mediante el polígono y la cartografía base fue posible generar los mapas temáticos para la toma de decisiones correspondientes al humedal El Caribe.

- **Criterios de la zonificación ambiental:**

Oferta ambiental:

El humedal El Caribe en las condiciones actuales ofrece diversos servicios ambientales que satisfacen las necesidades de la comunidad, a continuación, se describen los servicios principales que se presenta actualmente, así como los potenciales (Tabla 8.2). Estos bienes y servicios se entienden como los beneficios directos o indirectos que las poblaciones humanas derivan de los atributos estructurales y funcionales del ecosistema (Márquez, 2003) y para el caso del humedal El Caribe se clasifican de acuerdo a la categorización establecida por la resolución 196 del 2006 y la cartilla de humedales publicada por el IAvH (2014).

8.3. Zonificación Ecológica y Ambiental.

De acuerdo a la metodología propuesta por el documento de Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales (IAvH, 2014), se realizó la delimitación del humedal, tomándose como límite de este el área inundable y aquellas zonas donde se encuentre vegetación asociada al humedal, a su vez se toma en cuenta los históricos del nivel de agua en diferentes épocas del año; y se delimita la franja de protección a la que aluden los artículos 83 literal d), y 14 del Decreto 1541 de 1978, la cual se constituye en una franja de hasta 30 metros de ancho que involucra áreas inundables y las áreas necesarias para la amortiguación, protección y equilibrio del humedal.

Tabla 8.2. Bienes y servicios actuales y potenciales ofrecidos por humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

Servicios Ambientales	Actual	Potencial
Provisión	Abastecimiento de agua para animales.	Abastecimiento de agua para consumo humano. Abastecimiento de agua para sistemas agrícolas.
Regulación	Mejoramiento en calidad de agua Recarga de acuíferos Regulación de microclima Reducción de la erosión Reservorio de diversidad genética. Captura de carbono.	
Culturales	Valor paisajístico Recreación	

Fuente: GIZ, 2019.

Se definieron tres áreas de manejo correspondientes a, áreas de preservación, áreas de restauración y áreas de uso sostenible, acorde a lo establecido en el Decreto 1076 (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). Los cuerpos de agua y el bosque denso alto de tierra firme, corresponden al área de preservación, la ronda hídrica corresponde a las áreas de restauración y las áreas de uso sostenible se asignan a las áreas con coberturas de pastos limpios circundantes; estas áreas al tener aptitudes agrícolas y pecuarias, proveen una opción de actividades económicas de producción sostenible para las comunidades aledañas (Figura 8.4, Tabla 8.3).

Tabla 8.3. Tabla de categorías y unidades de manejo del humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).

Categoría	Unidad de Manejo	Símbolo	Perímetro en M	Área en Ha
Áreas de Preservación	Bosque Denso	BD	693.96	1.91
	Cuerpos de Agua	CA	1243.49	2.11
Áreas de Restauración	Ronda Hídrica del Humedal	RH	1035.54	3.98
	Ronda Hídrica de los Drenajes Asociados	RH	249.19	0.98

Áreas de Uso Sostenible	Áreas de Uso Sostenible	AUS	1138.22	1.43
Total			4360.4	10.41

Fuente: GIZ, 2019.

8.3.1. Áreas de preservación y protección ambiental.

Estas zonas corresponden a espacios que mantienen integridad en sus ecosistemas y poseen características de importancia ecológica, son fundamentales para el mantenimiento de las condiciones ecológicas del humedal y de la cual hacen parte las siguientes áreas y unidades de manejo:

- **Cuerpos de Agua:** Corresponde básicamente a la zona del humedal que se encuentra temporal o permanentemente inundada y donde se desarrolla una vegetación típica de ambientes acuáticos; y a los ríos y drenajes asociados al humedal. Ocupa un área de 2.11 Ha.
- **Bosque Denso:** Corresponde a las áreas que presentan coberturas de bosques.

Usos

A continuación, se realiza la propuesta de los usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos para las unidades de manejo descritas anteriormente.

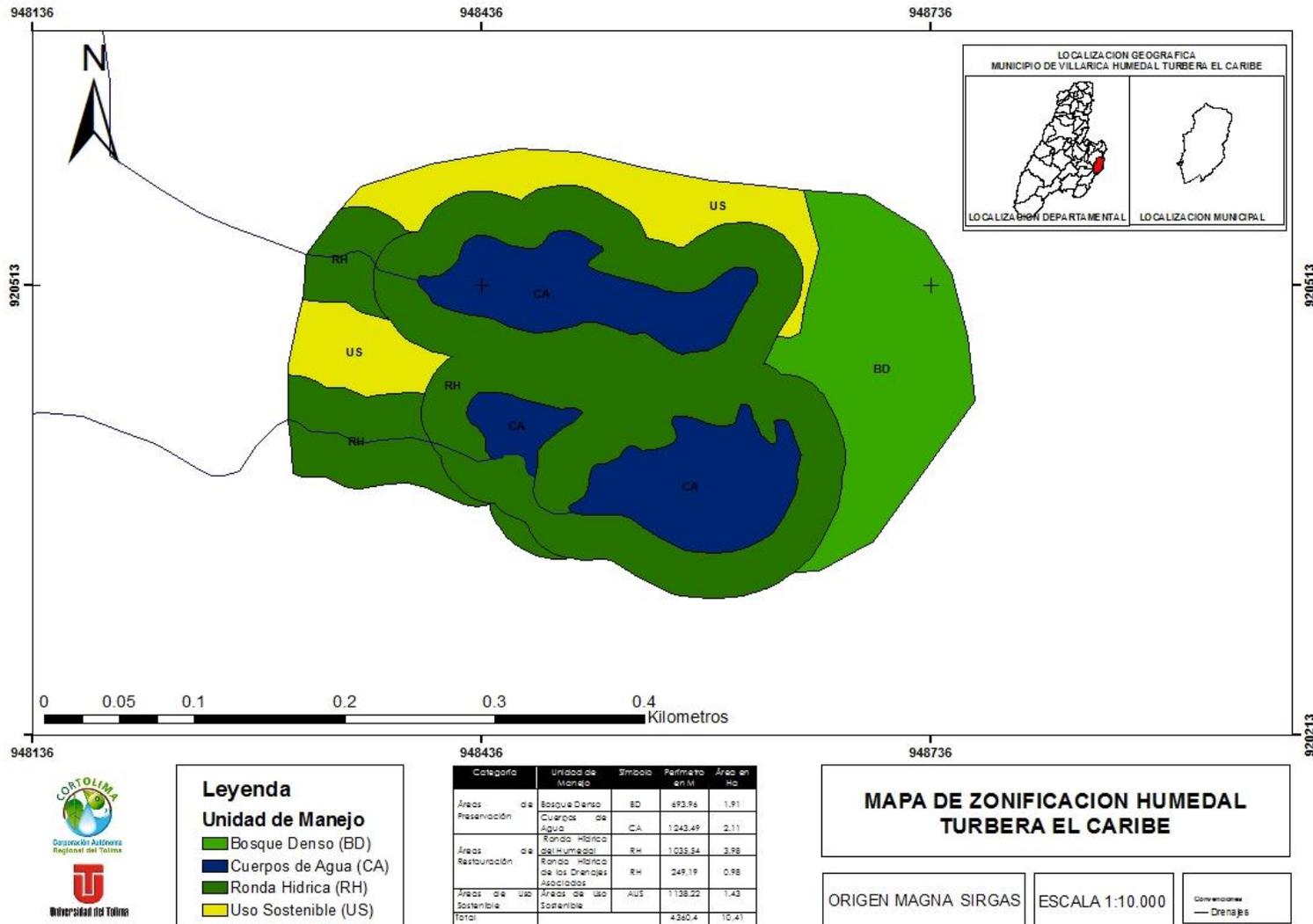
Uso principal

- Conservación de la estructura ecológica
- Conservación de la diversidad Biológica
- Conservación de las Fuentes Hídricas

Usos compatibles

- Investigación Biológica
- Educación ambiental
- Turismo Ecológico

Figura 8.4. Mapa de zonificación ambiental del humedal El Caribe, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Usos condicionados

- Captación del Recurso Hídrico para Ganadería
- Captación del Recurso Hídrico para Cultivos
- Recreación Pasiva

Usos prohibidos

- Construcciones Permanentes
- Extracción de madera o actividades mineras
- Cacería de fauna.
- Pesca con explosivos o agentes químicos.
- Actividades de pastoreo extensivo.
- Tránsito de maquinaria para producción agrícola
- Quemaz.
- Disposición de Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos.
- Ocupación de la Ronda Hídrica por semovientes o cultivos.

Áreas de Restauración:

Estas zonas corresponden a las áreas directamente relacionadas al humedal y demás cuerpos de agua que se encuentran degradadas por actividades antrópicas.

- **Ronda Hídrica:** Definida como una franja arbolada de 30 metros a partir del límite inundable del humedal y de los drenajes asociados a este.

Usos

A continuación, se realiza la propuesta de los usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos para las unidades de manejo descritas anteriormente.

Uso principal

- Restauración de la cobertura vegetal natural.
- Conservación de la estructura ecológica
- Conservación de la diversidad Biológica

Usos compatibles

- Investigación Biológica

- Educación ambiental
- Turismo Ecológico

Usos condicionados

- Recreación Pasiva

Usos prohibidos

- Construcciones Permanentes
- Extracción de madera o actividades mineras
- Cacería de fauna.
- Pesca con explosivos o agentes químicos.
- Actividades de pastoreo extensivo.
- Tránsito de maquinaria para producción agrícola
- Quemaz.
- Disposición de Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos.
- Ocupación de la Ronda Hídrica por semovientes o cultivos.

Áreas Uso Sostenible:

Se refieren a espacios del humedal que pueden ser destinados al desarrollo de actividades productivas y económicamente sustentables. Estas áreas deben ser sometidas a reglamentaciones encaminadas a prevenir y controlar los impactos ambientales generados por su explotación o uso.

Áreas de Uso Sostenible: Son aquellas áreas en las que se hacen viables los proyectos productivos ecológicos o sustentables, mediante asociaciones entre elementos arbóreos y cultivos de preferencia perennes para evitar la degradación del suelo por procesos erosivos a causa de los cortos ciclos de vida de las especies productivas o sistemas de producción ganadera de bajo impacto ambiental.

Usos

A continuación, se realiza la propuesta de los usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos para la unidad de manejo descrita anteriormente.

Uso Principal:

- Producción Agropecuaria con sistemas agroforestería

Usos compatibles:

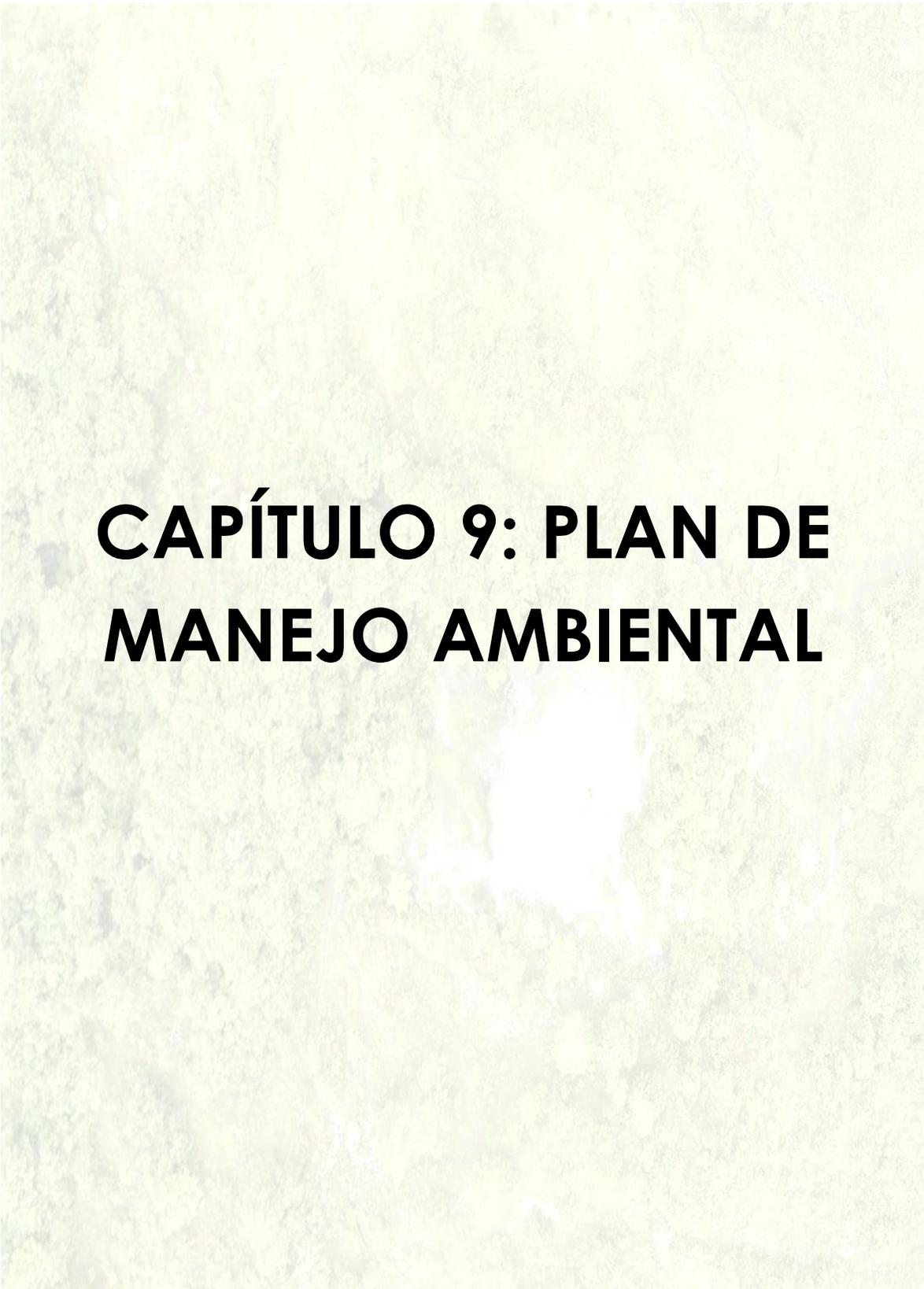
- Sistemas agrícolas
- Ecoturismo

Usos condicionados:

- Utilización de abonos para cultivos y labores de mecanización del terreno
- Tránsito de maquinaria para Producción Agrícola

Usos Prohibidos:

- Remoción total de la vegetación para implementar áreas exclusivas de pastoreo.
- Extracción de madera o actividades mineras
- Cacería de fauna.
- Quemadas.
- Disposición de Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos.



CAPÍTULO 9: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

9.1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se abordan los temas concernientes a la planificación de las actividades derivadas de la caracterización del humedal El Caribe, en el municipio de Villarrica, departamento del Tolima, en el marco de lo institucional, legal, económico, ambiental, social y de política pública, para los ecosistemas estratégicos.

Por tanto el presente Plan de Manejo Ambiental del humedal, tiene como propósito rehabilitar algunas de las funciones que presta estos ecosistemas a través de la conservación de los valores que cumple ambientalmente y beneficiar las especies de flora y fauna que aún se mantienen, con el establecimiento de programas viables a corto, mediano y largo plazo que promuevan una conciliación del hombre con la naturaleza y coordinar acciones, mediante mecanismos de participación con la comunidad local, institucional e industrial.

Los ecosistemas de humedal desempeñan un papel fundamental dentro del funcionamiento de una cuenca, dependiendo para ello del comportamiento del ciclo hidrológico; contribuyen a la vez a la regulación de la misma, y ofrecen una gran variedad de bienes, servicios, usos y funciones para el ser humano, la flora y fauna silvestre, así como, para el mantenimiento de sistemas y procesos naturales (Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

El presente Plan de Manejo, integra las variables socioculturales, de tradición del uso del suelo, de la fauna y flora endémica presente aún en el ecosistema y aspectos físicos, con la finalidad de planificar el desarrollo sostenible en el humedal, abriendo canales de participación activa que permita adelantar acciones de intervención para rehabilitación de hábitat en este humedal, bajo los lineamientos dados en el marco de la normatividad nacional sobre el manejo de los humedales en la Resolución 157 de 2004, Resolución 196 de 2006 y Resolución 1128 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La propuesta se hace en torno al humedal El Caribe, teniendo en cuenta la condición y la gran importancia que dicho ecosistemas reviste para la

conservación de la biodiversidad, y la prestación de bienes y servicios ambientales; teniendo en cuenta esto se plasman diferentes actividades relacionadas con la investigación, gestión y divulgación, cuyo propósito fundamental consiste en diseñar estrategias para la restauración y conservación ecológica del humedal, visualizando un plan realizable desde el punto de vista operativo y financiero.

9.2. METODOLOGÍA.

La metodología para el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental (PMA), se llevó a cabo acorde con las características particulares del área, se identificaron los humedales que por sus características físicas son los más relevantes dentro del valle cálido de Magdalena en el departamento del Tolima, y, a partir de sondeos iniciales a la zona se recopilaban datos que sirvieron para identificar los vacíos de información y así orientar los trabajos técnicos.

La información recopilada además de aportar elementos de análisis justificaba la implementación de acciones que desembocaran en la elaboración de un plan de manejo para preservar o usar de manera sostenible los recursos existentes y mejorar la calidad de vida de los implicados directos sobre los humedales; considerando la integralidad y relación existente entre los diferentes ecosistemas asociados al ciclo hidrológico y las dinámicas del desarrollo socioeconómico regionales.

La metodología utilizada en este documento se sustentó en analizar los resultados de la línea base, la caracterización del humedal El Caribe, la proyección de la perspectiva y la zonificación, para así, terminar con la formulación del plan de manejo ambiental, con un componente básico de participación en el cual se concertaron programas y posibles perfiles de proyecto que puedan enfocar los esfuerzos institucionales y comunitarios llevándolos a la ejecución.

Las fases sustentadas en lo anterior tuvieron como principio fundamental.

- **Participación:** de los actores y dueños de las áreas sobre las cuales se identificaron los humedales, en la planificación y ejecución de cualquier esfuerzo para alcanzar el uso racional de los mismos y para que cualquier proceso a implementarse fuese conocido por los diferentes actores

haciéndoles partícipes en la información técnica presentada y discutida con la comunidad, ya que, parte de la implementación y administración debe ser responsabilidad de las comunidades y las instituciones.

• **Información técnica como soporte de la equivalencia entre los actores:** información orientada a garantizar la equivalencia de la información suministrada a través de la participación de los actores, y en la cual el equipo técnico de acuerdo con lo suministrado y percibido gracias a las diferentes observaciones directas sobre el área de humedales pueda orientar la formulación del plan de manejo.

Para efectos del desarrollo de las acciones propuestas por el plan de acuerdo a su nivel jerárquico y la dependencia e inclusión de unas con otras, se estableció en primera instancia el diseño de la Visión, a partir de esta, la Misión y como aspecto complementario de estos parámetros iniciales de planeación, se trazaron los objetivos; la segunda etapa en la formulación del plan estableció las estrategias, dentro de estas la definición de los programas y por último, a su vez dentro de estos programas, el diseño de los perfiles de proyectos que detalla el conjunto de actividades.

El primer proceso aplicado fue consultar la información y documentación temática disponible, tomada en términos legales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) y en términos técnicos, de los EOTs Municipales, los Planes de Ordenación Ambiental de Cuencas -POMCAS- (Documentos CORTOLIMA-CORPOICA), Planes de Desarrollo Municipales, Estudio de zonas secas en el departamento del Tolima y Plan de Acción departamental del Tolima 2016-2019.

De acuerdo con la información consultada a través de los diferentes documentos, junto a la percepción de las comunidades y las instituciones con injerencia sobre las zonas de humedales, se constituye una serie de programas que a su vez contienen uno perfiles de proyectos formulados en una visión conjunta, suscitada desde la óptica comunitaria e institucional, que se acoge en el marco del cumplimiento de objetivos propios del plan de manejo.

9.3. VISIÓN.

Los humedales naturales del valle cálido del departamento del Tolima se constituyen en los próximos quince años en ecosistemas estratégicos a nivel

departamental, los cuales muestran condiciones ecológicas aceptables que permiten el mantenimiento de la biodiversidad y la generación de bienes y servicios ambientales a la comunidad.

Para el presente plan, considerando lo expuesto en el marco conceptual, la visión es: *“Para el 2026 se espera tener restaurado ecológicamente el 80% del humedal El Caribe, disminuyendo las amenazas que ponen en riesgo el recurso hídrico, fauna y flora, fomentando al mismo tiempo el compromiso conservación por parte de la comunidad e instituciones que se encuentran directamente relacionada con el humedal.”*

9.4. MISIÓN.

Planteamiento, administración y ejecución de proyectos ambientales y sociales participativos, que tengan un aporte significativo en la mitigación y corrección de los procesos de degradación de los humedales naturales, mediante estrategias que permitan recuperar las condiciones naturales de estos ecosistemas, lo cual involucra realizar recomendaciones sobre el uso de los suelos, generar conciencia sobre la importancia de estos cuerpos de agua y realizar acciones directas para corregir los ecosistemas más afectados y mantener las condiciones de las zonas que aún conservan un importante potencial para la generación de bienes y servicios ambientales.

“Desarrollar una amplia gestión institucional con participación pública, privada y comunitaria que propenda por la conservación, recuperación y el uso sostenible de los recursos hídricos, flora, fauna y biodiversidad, con fundamento en la administración eficiente y eficaz, de los recursos naturales en los humedales naturales en el valle cálido del Magdalena del departamento del Tolima”.

9.5. OBJETIVOS.

9.5.1. Objetivo General del Plan de Manejo

Preservar las condiciones naturales que permitan el mantenimiento de la biodiversidad y la capacidad de regulación hídrica del humedal El Caribe.

9.5.2. Objetivos específicos:

- Conservar las áreas de especial significancia ambiental con el fin de garantizar la provisión del recurso hídrico y mantenimiento de la biodiversidad.
- Mejorar las prácticas agrícolas con el fin de disminuir el uso potencial de insumos agrícolas que puedan afectar del humedal.
- Realizar un aprovechamiento ambientalmente sostenible de la riqueza hídrica del humedal.
- Conservar las zonas que aún no han sido afectadas por procesos de origen antrópico.

9.6. TIEMPOS DE EJECUCIÓN.

Corto plazo: 1 a 3 años.

Mediano plazo: 3 a 6 años.

Largo plazo: 6 a 10 años.

9.7. ESTRATEGIAS

Las estrategias del Plan de Acción están direccionadas en cinco líneas, acordes con la Política Nacional de Humedales, las cuales se desarrollan en programas y proyectos específicos a cada uno de ellos.

I. Manejo y Uso Sostenible

Para Ramsar “El uso racional de los humedales consiste en su uso sostenible para beneficio de la humanidad de manera compatible con el mantenimiento de las propiedades naturales del ecosistema”. Se define uso sostenible como “el uso de un humedal por los seres humanos de modo tal que produzca el mayor beneficio continuo para las generaciones presentes, manteniendo al mismo tiempo su potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras”.

Esta estrategia está orientada a garantizar un aprovechamiento del ecosistema sin afectar sus propiedades ecológicas a largo plazo. De acuerdo al establecido en la Convención de Ramsar, el concepto de “Uso Racional” debe tenerse en cuenta en la planificación general que afecte los humedales. El enfoque de la presente estrategia tiene como principio la intervención para la recuperación y conservación de la diversidad biológica, promoviendo el uso público de valores, atributos y funciones que incluyen no sólo la riqueza biológica del humedal sino los procesos de ordenamiento territorial y ambiental.

II. Conservación y Recuperación

Para Ramsar, “el mantenimiento y la conservación de los humedales existentes siempre es preferible y menos dispendiosa que su restauración ulterior” y que “los planes de restauración no deben debilitar los esfuerzos para conservar los sistemas naturales existentes”. Los datos cuantitativos y las evaluaciones subjetivas ponen en evidencia que las técnicas de restauración hoy disponibles no redundan casi nunca en condiciones equivalentes a las de los ecosistemas naturales vírgenes. La conclusión de esto es que se ha de evitar el canje de hábitat o ecosistemas de alta calidad por promesas de restauración, excepto cuando intervengan intereses nacionales imperiosos. Con todo, la restauración de sitios determinados puede contribuir a la gestión en curso de los humedales de elevada calidad existentes, por ejemplo, mejorando el estado general de la cuenca de captación, y mejorar la gestión respecto de la asignación de recursos hídricos.

La Convención de Ramsar no ha intentado proporcionar definiciones precisas de estos términos. Aunque cabría decir que “restauración” implica un regreso a una situación anterior a la perturbación y que “rehabilitación” entraña un mejoramiento de las funciones del humedal sin regresar necesariamente a la situación anterior a la perturbación, estas palabras se consideran a menudo intercambiables tanto en la documentación de Ramsar como en la documentación relativa a la conservación. Estos *Principios y lineamientos para la restauración de humedales* utilizan el término “restauración” en su sentido amplio, que incluye tanto los proyectos que promueven un regreso a la situación original como los proyectos que mejoran las funciones de los humedales sin promover necesariamente un regreso a la situación anterior a la perturbación.

La presente estrategia está orientada al conocimiento y manejo de la alteración del sistema acuático, conversión en los tipos de suelo y al uso actual del suelo de protección, las malas prácticas y los patrones de drenaje al humedal que reducen seriamente los beneficios ambientales y económicos del humedal El Caribe. La estrategia está pensada para que los dos ejes recuperación y conservación sirvan como acciones de acuerdo a las fases de priorización de intervención y coordinadas alrededor de la reparación de los procesos de degradación ocurridos en el ecosistema, al igual que la prevención de futuras pérdidas ya sea de los valores, atributos y/o funciones del humedal.

III. Comunicación, formación y concienciación

Según Ramsar, La comunicación es el intercambio en dos sentidos de información que promueve y da lugar a un entendimiento mutuo. Es posible valerse de ella para conseguir que los 'actores'/interesados directos participen y es un medio de conseguir la cooperación de grupos de la sociedad escuchándoles primero y luego explicándoles por qué y cómo se toman las decisiones. Cuando se aplica un enfoque instrumental, se recurre a la comunicación con otros instrumentos para respaldar la conservación de los humedales a fin de encarar las restricciones económicas y motivar acciones.

La **educación** es un proceso que puede informar, motivar y habilitar a la gente para respaldar la conservación de los humedales, no sólo introduciendo cambios en sus estilos de vida, sino también promoviendo cambios en la conducta de las personas, las instituciones y los gobiernos.

La **concienciación** hace que las personas y los grupos más importantes con capacidad de influir en los resultados tengan presentes las cuestiones relacionadas con los humedales. La concienciación es una labor de promoción y fijación de una agenda que ayuda a la gente a percibir las cuestiones importantes y por qué lo son, las metas que se quieren alcanzar y qué se está haciendo y se puede hacer en ese sentido.

Esta estrategia tiene como principio fundamental el conocimiento del humedal, mediante la integración de distintas disciplinas, actores y procesos en cumplimiento de las necesidades expresadas en la gestión local y Regional, incorporándose el componente investigativo de los procesos biofísicos y socioculturales que se desarrollan alrededor del humedal El Caribe.

IV. Investigación, Seguimiento y Monitoreo

La Investigación tiene como principio fundamental el conocimiento del humedal, mediante la integración de distintas disciplinas, actores y procesos en cumplimiento de las necesidades expresadas en la gestión local y regional, incorporándose el componente investigativo de los procesos biofísicos y socioculturales que se desarrollan alrededor del humedal El Caribe. El conocimiento permanente del tiempo de las personas que viven cercanas y aledañas al humedal generara a futuro mecanismos de apropiación y conservación por el ecosistema a nivel local.

La existencia de un programa de monitoreo y reconocimiento eficaz es un requisito previo para determinar si un humedal ha sufrido o no un cambio en sus características ecológicas. Dicho programa es un componente integral de cualquier plan de manejo de humedales y debería permitir que, al evaluar la amplitud y lo significativo del cambio, se tengan plenamente en consideración los valores y beneficios de los humedales.

El monitoreo debería establecer la amplitud de la variación natural de los parámetros ecológicos dentro de un tiempo determinado. El cambio en las características ecológicas se produce cuando estos parámetros se sitúan fuera de sus valores normales. Así pues, se necesita, además de la labor de monitoreo, una evaluación de la amplitud y lo significativo del cambio teniendo en cuenta la necesidad de que cada humedal tenga una situación de conservación favorable.

V. Evaluación del Riesgo en Humedales

La Convención sobre los humedales (Ramsar, 2000) ha elaborado este marco conceptual para evaluar el riesgo en humedales a fin de ayudar a las Partes Contratantes a predecir y evaluar el cambio en las características ecológicas de los humedales incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional y otros humedales. Este Marco aporta orientaciones acerca de cómo predecir y evaluar cambios en las características ecológicas de los humedales y en particular destaca la utilidad de los sistemas de alerta temprana.

Para la ejecución de los proyectos se estableció un horizonte de tiempo de diez años en los que las acciones a realizar durante los primeros tres años se definen de corto plazo; entre el cuarto y sexto año de mediano plazo, y entre el séptimo y décimo año de largo plazo.

9.8. PROGRAMAS Y PROYECTOS

PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.

Proyecto 1.1. Recuperación del humedal El Caribe

Justificación: Los sistemas de agua dulce no son aislados o autónomos. Entran materiales y sustancias procedentes de la cuenca y salen otros por los cauces que drenan el humedal. Las sustancias como el carbono y el nitrógeno se procesan dentro del sistema, por lo que la calidad del agua dentro de un sistema húmedo es un factor crítico porque las concentraciones o la presencia/ ausencia de nutrientes, sustancias y compuestos influirán en la composición de la flora y fauna de su comunidad acuática.

La presencia de nutrientes en concentraciones superiores eventualmente cambiará el modo del sistema de uno donde predominen las plantas acuáticas a un sistema donde predomine el fitoplancton. Así mismo, los sedimentos que entran en un sistema provienen de la escorrentía, de la erosión de la orilla del humedal o de materia orgánica derivada de algas muertas, hojas y otra materia vegetal. La fuente del sedimento puede afectar a la calidad del agua porque aporta nutrientes y contaminantes que causan la eutrofización y efectos tóxicos mientras el sedimento permanece en suspensión. El mismo sedimento reduce la disponibilidad de luz.

Objetivo general: Mejorar el estado actual del humedal El Caribe en su componente hídrico.

Objetivos específicos:

- Mantener los niveles de profundidad del humedal.
- Mejorar la calidad de agua y las características fisicoquímicas y bacteriológicas del humedal.

Meta:

- Lograr que el cuerpo de agua del humedal El Caribe alcance condiciones oligotróficas y a su vez presente valores fisicoquímicos y bacteriológicos favorables para la flora y fauna asociada a él.

Actividades:

- Inspecciones periódicas en las características del humedal que se relacionan con su porcentaje de espejo de agua recuperado, presencia/ausencia de basuras, presencia/ausencia de extracción de agua para usos agrícolas, presencia/ausencia de residuos provenientes de la actividad agrícola, entre otras.
- Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y la calidad del agua del humedal.

Indicadores:

- Ausencia de basuras, extracción de agua para usos agrícolas, vertimientos de residuos provenientes de la actividad agrícola, entre otras.
- Valores de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos dentro del rango de la calidad de agua Buena-Excelente.
- Ausencia de macrófitas y presencia de aguas oligotróficas dentro del humedal.
- Informe técnico evidenciando los cambios temporales-espaciales del humedal.

Responsables:

1. Alcaldía
2. CORTOLIMA

Prioridad: Corto y Mediano Plazo.

Proyecto 1.2. Conservación y mantenimiento de la vegetación asociada a la ronda hídrica del humedal El Caribe

Justificación: Los efectos de la deforestación repercuten de diferentes formas en los ecosistemas de agua dulce, básicamente en el aumento de erosión, sedimentación y alteración en el caudal, así como en distintos procesos ecológicos. Por ejemplo, la deforestación de las áreas circundantes a los humedales incrementa la velocidad de la escorrentía y

la carga de sedimentos, afecta la calidad y cantidad de agua y disminuye la oferta de hábitat y recursos para las especies asociadas a los humedales.

Debido a que en el humedal El Caribe se observa la pérdida de la cobertura vegetal en áreas cercanas al cuerpo de agua, principalmente como consecuencia de la actividad ganadera, es necesario implementar acciones de recuperación de las condiciones edáficas, así como medidas de manejo y control para el uso de la cobertura vegetal, reduciendo los procesos degradativos como las talas y la erosión.

Objetivo general: Mejorar el estado del humedal El Caribe en su componente de flora a través la reforestación y el cuidado de la vegetación nativa localizada dentro de su ronda hídrica.

Objetivos específicos:

- Reforestar el humedal dentro de su franja de protección y su ronda hídrica.
- Reducir la pérdida de especies forestales como consecuencia de la tala.

Meta:

- Ronda hídrica totalmente reforestada y con evidencias de sucesión vegetal natural.
- Ausencia de procesos degradativos como talas dentro de la ronda hídrica del humedal.

Actividades:

- Reforestación con especies nativas en la ronda hídrica del humedal.
- Caracterización de las especies vegetales asociadas a la ronda hídrica en el tiempo cero.
- Formular planes de restauración ecológica en la ronda hídrica del humedal, en caso de ser necesarios.

Indicadores:

- Porcentaje de ronda hídrica reforestada con especies nativas.
- Inventario de las especies encontradas actualmente dentro del área de ronda hídrica del humedal.

- Porcentaje de reducción de procesos degradativos como quemas y talas dentro de la ronda hídrica del humedal.

Responsables:

1. Alcaldía
2. CORTOLIMA

Prioridad: Mediano plazo.

Proyecto 1.3. Conservación de la fauna asociada al humedal El Caribe

Justificación: La diversidad biótica es un factor fundamental para el mantenimiento tanto de la estructura como de las funciones de los humedales. La pérdida de la diversidad está relacionada con las causas de la alteración de hábitat, entre las que se encuentran la deforestación, el cambio en la cobertura vegetal, la fragmentación, la contaminación, la desecación de los humedales, la introducción de especies, la cacería o el aprovechamiento insostenible que supera la tasa de reproducción de las especies, entre otras.

Debido a que los humedales se encuentran expuestos a amenazas antrópicas como la caza, el tráfico y la extracción ilegal de fauna, es necesario mantener su productividad y biodiversidad, implementando estrategias que promuevan el uso racional de los recursos bióticos por parte de las comunidades locales.

Objetivo general: Disminuir la cacería, el tráfico y la extracción de fauna silvestre dentro del humedal y las áreas adyacentes.

Objetivos específicos:

- Generar programas de educación ambiental que permitan la conservación de la fauna asociada al humedal.
- Implementar medidas sancionatorias a quienes realicen la extracción ilegal de fauna silvestre.

Metas:

- Socializar las problemáticas de la cacería, el tráfico y la extracción ilegal de fauna silvestre a escala local, nacional y mundial.

- Diseñar resoluciones administrativas por parte de la autoridad ambiental con el fin de erradicar la cacería, el tráfico y la extracción ilegal de fauna silvestre en la localidad.

Actividades:

- Realizar talleres semestrales con la comunidad con el fin de tratar temas relacionado con temas como la cacería, el tráfico y la extracción ilegal de fauna silvestre a escala local, nacional y mundial
- Realizar la socialización de la resolución administrativa elaborada por parte de la autoridad ambiental con el fin de erradicar la cacería, el tráfico y la extracción ilegal de fauna silvestre en el humedal.

Indicadores:

- Número de personas informadas sobre los efectos de la cacería, el tráfico y la extracción ilegal de fauna silvestre.
- Número de eventos, talleres o reuniones realizados con el fin de difundir información relacionada los efectos de la cacería, el tráfico y la extracción ilegal de fauna silvestre.
- Documento normativo (resolución) emitido por la autoridad ambiental.

Responsables:

1. Comunidad
2. CORTOLIMA
3. Alcaldía Municipal
4. Policía Ambiental

Prioridad: Mediano plazo.

PROGRAMA 2
INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN

Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre especies de fauna silvestre

Justificación: La recuperación de la diversidad y el crecimiento de las poblaciones de fauna dependen directamente de las políticas de manejo implementadas y el conocimiento que tienen la comunidad sobre su ecología y función dentro de los ecosistemas. Debido a esto es necesario ampliar el conocimiento que se tiene sobre las especies de fauna silvestre con el fin de establecer lineamientos de manejo de las mismas y reducir las presiones antrópicas ejercidas sobre ella.

La información de línea base generada durante los diferentes proyectos y programas propuestos dentro de este plan de manejo, debe ser socializada y discutida con la comunidad en aras de desarrollar programas de control y protección de la fauna al punto de lograr establecer planes de manejo específicos para cada una de las especies registradas en la región con algún grado de vulnerabilidad o amenaza (UICN).

Objetivo general: Generar conocimiento sobre la fauna silvestre del humedal El Caribe que permita conocer su estado, estructura y composición, a fin de establecer programas de manejo específicos para las especies amenazadas o vulnerables.

Objetivos específicos:

- Determinar la composición, estructura y tamaño poblacional de las especies de macroinvertebrados acuáticos, peces, herpetofauna, aves y mamíferos que habitan en el humedal y su área circundante.
- Identificar las especies presentes en el área de estudio que se encuentran en contempladas dentro de alguna categoría de amenaza.

Metas:

- Ampliar el conocimiento de las poblaciones de fauna silvestre de los ecosistemas de humedal en el municipio de Villarrica.
- Sensibilizar a las comunidades y las autoridades frente a la fauna amenazada o vulnerable detectada dentro del humedal El Caribe.

Actividades:

- Realización de monitoreos de fauna silvestre en la zona de influencia del humedal con el fin de obtener información sobre la composición, estructura y el tamaño poblacional de las especies registradas.
- Identificación de las especies amenazadas o vulnerables asociadas al humedal.
- Establecimiento de programas de manejo para reducir la presión sobre las especies amenazadas o vulnerables registradas en el área de influencia del humedal.
- Elaboración de políticas de manejo de fauna silvestre en los reglamentos internos de la comunidad.

Indicadores:

- Documento técnico con la información de la composición, estructura y el tamaño poblacional de las especies registradas en el área de influencia del humedal.
- Listado de especies amenazadas o vulnerables registradas dentro del área de influencia del humedal.
- Planes de manejo específicos para cada una de las especies de fauna amenazadas o vulnerables registradas dentro del área de influencia del humedal.
- Políticas de manejo establecidas e introducidas en los reglamentos internos de las comunidades.

Responsables:

1. Universidades
2. CORTOLIMA
3. Comunidad

Prioridad: Mediano y largo plazo

Proyecto 2.2. Diseño de escenarios de conectividad estructural en los alrededores del humedal El Caribe.

Justificación: Los humedales son ambientes espacialmente dispersos y fluctuantes por naturaleza, de forma que la conectividad funcional entre ellos se torna esencial para los taxones que dependen de los mismos. Dicha permeabilidad puede obtenerse mediante el manejo del modelo

paisajístico, lo cual implica considerar conexiones biológicas, no sólo en los humedales interiores sino también en toda la matriz circundante del ecosistema. Debido a que la conectividad involucra el mantenimiento de la interconexión y dinámica de las especies, los procesos ecológicos y los ecosistemas, así como de las funciones y servicios que brindan los mismos, los corredores ecológicos (en este caso los enlaces lineales) constituyen una de las herramientas a emplear con el fin de facilitar la conectividad entre el humedal, las áreas boscosas cercanas y otras áreas importantes para la conservación cercanas al cuerpo de agua.

Objetivo general: Diseñar enlaces lineales entre el humedal, las áreas boscosas cercanas y otras áreas importantes para la conservación.

Objetivos específicos:

- Identificar los posibles enlaces lineales o áreas de interconexión entre el humedal y sus alrededores.
- Evaluar la estructura horizontal y vertical de los enlaces lineales existentes en los alrededores del humedal.

Metas:

- Diseño de una red de conectividad estructural entre el humedal y sus alrededores.

Actividades:

- Identificación y valoración de los posibles enlaces lineales o áreas de interconexión cercanas al humedal.
- Inventario detallado de la flora y fauna presente en los posibles enlaces lineales y su relación con el humedal.
- Evaluación de la estructura vegetal vertical y horizontal dentro de los posibles enlaces lineales existentes en los alrededores del humedal.
- Diseño de enlaces lineales con su respectivo levantamiento cartográfico, predial y social.

Indicadores:

- Mapa con los posibles enlaces lineales detectados en las áreas circundantes al humedal.
- Informe técnico indicando los porcentajes de avance en el inventario de fauna y flora asociadas a los posibles enlaces lineales, así como

evaluando la influencia del humedal sobre las especies detectadas y su dependencia al cuerpo de agua.

- Informe técnico relacionando los resultados obtenidos durante la caracterización de la estructura vertical y horizontal de los enlaces lineales potenciales.
- Porcentaje de avance del diseño y cartografía de los enlaces lineales propuestos.

Responsables:

1. Universidades
2. CORTOLIMA

Prioridad: Mediano plazo.

Proyecto 2.3. Ampliación del conocimiento sobre especies de flora silvestre.

Justificación: La alta demanda nacional e internacional del recurso forestal ha conllevado cada día a incrementar el número de especies objeto de uso, es por eso que es necesario realizar estudios para conocer la flora silvestre, establecer planes de manejo y controlar los aprovechamientos que se hagan ilegalmente. Todos estos estudios deben ser incluidos en los planes de desarrollo de los municipios y los planes trienales de las corporaciones a fin de tener un norte frente al control y uso de los recursos, lo cual permitirá la recuperación de las áreas degradadas y optimizará el uso de los recursos.

Objetivo general: Generar conocimiento sobre la flora silvestre encontrada a los alrededores del humedal El Caribe con el fin de conocer su estado, estructura, composición y establecer programas de manejo para cada una de ellas.

Objetivos específicos:

- Determinar la composición y estructura de las comunidades de flora que se encuentran en el área de interés.
- Identificar las especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza presentes en el área de estudio.

Metas:

- Conocer el estado actual de las poblaciones de fauna silvestre de los ecosistemas de humedal en el municipio de Villarrica.
- Sensibilizar a las comunidades y las autoridades frente a la flora amenazada o vulnerable detectada dentro del humedal El Caribe.

Actividades:

- Realización de inventarios y monitoreos del fitoplancton y la flora silvestre en la zona de influencia del humedal con el fin de obtener información sobre la composición y estructura de las especies registradas.
- Identificación de las especies amenazadas o vulnerables asociadas al humedal.
- Identificación de las especies de interés ecológico y comercial con el fin de establecer su aprovechamiento sostenible.
- Establecimiento de programas de manejo para reducir la presión sobre las especies de flora amenazadas o vulnerables registradas en el área de influencia del humedal.
- Elaboración de políticas de manejo de flora silvestre en los reglamentos internos de la comunidad.

Indicadores:

- Documento técnico con la información de la composición y estructura de las especies de flora registradas en el área de influencia del humedal.
- Listado de especies amenazadas o vulnerables registradas dentro del área de influencia del humedal.
- Planes de manejo específicos para cada una de las especies de flora amenazadas o vulnerables registradas dentro del área de influencia del humedal.
- Políticas de manejo establecidas e introducidas en los reglamentos internos de las comunidades.

Responsables:

1. Universidades
2. CORTOLIMA

Prioridad: Mediano plazo

Proyecto 2.4. Programa de educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.

Justificación: La exigencia de poner en marcha un programa de educación y sensibilización ambiental comunitaria se basa en el propósito de informar, formar y sensibilizar a la población de la necesidad de preservar el patrimonio ambiental, puesto que la responsabilidad no puede recaer única y exclusivamente en la administración, sino que será fruto de un proyecto de construcción colectiva.

En este marco se concibe la educación y sensibilización ambiental como una herramienta o instrumento para la gestión, coherente con los principios inspiradores de la mancomunidad. Siendo una acción complementaria y coherente con la gestión en propenda a la conservación del humedal. La sensibilización combina integralmente acciones de transmisión directa y aprovechamiento, creando oportunidades para establecer un dialogo personal con la comunidad y los propietarios.

La educación ambiental formal y no formal ofrece un conjunto integrado de recursos materiales y humanos que puedan utilizarse para diseñar, adaptar, organizar y desarrollar sus propias actividades o programaciones de educación ambiental en torno al humedal. Este proceso también involucra la comunidad estudiantil ya que desde las aulas de clase podría darle continuidad al proceso de sensibilización con el fin de que sus alumnos sean los multiplicadores y quienes lleven esta cultura ambiental para las generaciones futuras.

Objetivo general: Lograr comunidades organizadas y con capacidad de definir sus políticas y planes de desarrollo como respuesta a un modelo de gestión participativa y pedagógica para la conservación de los humedales.

Objetivos específicos:

- Fortalecer la organización comunitaria y la participación ciudadana.
- Contribuir a transformar hábitos culturales poco amigables con el medio ambiente y sus recursos naturales con el fin de generar conciencia sobre el valor del territorio como un bien comunitario e histórico.

- Lograr que la comunidad implemente los conceptos y conocimientos obtenidos mediante la educación ambiental a la hora de valorar y hacer uso de los recursos naturales de forma eficiente y sostenible.

Metas:

- Establecer organizaciones comunitarias y grupos poblacionales involucrados e interactuando en el proceso de desarrollo sostenible.
- Comunidades con conocimiento de su territorio en términos de extensión, linderos, áreas estratégicas, bienes, servicios y potencialidades.
- Centros educativos implementando cátedras de educación ambiental.

Actividades:

- Construcción y socialización de un modelo de educación ambiental.
- Realización de talleres educativos.
- Realización de una cartilla educativa con participación de las comunidades.

Indicadores:

- Implementación del programa de educación ambiental en las escuelas y colegios de la región dentro de la asignatura de Ciencias Naturales.
- Número de talleres realizados con las comunidades
- Número de líderes y pobladores comprometidos con el manejo y el aprovechamiento de los recursos de los humedales y del territorio en general.
- Cartilla educativa.

Responsables:

1. CORTOLIMA
2. SENA
3. Alcaldía Municipal

Prioridad: Largo plazo

**PROGRAMA 3.
MANEJO SOSTENIBLE.**

Proyecto 3.1. Pago por Servicios Ambientales

Justificación: El concepto básico de PSA es que los usuarios de recursos o las comunidades que están en condiciones de proporcionar servicios ambientales deben recibir una compensación por los costos en que incurren y que quienes se benefician con dichos servicios deben pagarlos utilizar un mecanismo de mercado para recompensar a los productores por las externalidades positivas que generan mediante el uso de la tierra, pero adecuado para mantener o mejorar los servicios ambientales. A pesar que en muchos países de la región no existe una normativa nacional que reglamente el PSA, éste puede ser adoptado a niveles político-administrativos inferiores.

En este sentido los servicios ambientales son funciones ecosistémicas que benefician al hombre y los bienes ambientales son las materias primas que utiliza el hombre en sus actividades productivas económicas, que, para el caso del humedal, se evidencian en la belleza escénica, en la concentración de flora y fauna nativa y en el recurso agua que proveen.

Particularmente la compensación por pago de bienes y servicios ambientales para el ecosistema de humedal puede evidenciarse en la posibilidad de exención o rebaja en impuestos para propietarios del predio sobre el cual se encuentre ubicado; con lo cual se incentiva de manera eficaz la responsabilidad en el manejo y cuidado tanto para el humedal como para su área de influencia.

Objetivo general: Diseñar e implementar un sistema de compensación de pagos por servicios ambientales a propietarios y comunidades, con el propósito que mantengan y conserve el humedal existente y no realicen actividades productivas que generen impacto a los recursos naturales.

Objetivos específicos:

- Implementar el modelo de pago por bienes y servicios ambientales en los predios donde se localiza el humedal.

Metas:

- Establecer los modelos de pagos por servicios ambientales o de reducción en impuestos de los predios donde se localiza el humedal natural y los que hacen parte de las áreas de preservación establecidas.

Actividades:

- Socialización del proyecto a las comunidades.
- Realización de un censo de propietarios que son colindantes directos del humedal.
- Diseño y desarrollo del modelo de pago por servicios ambientales y reducción de impuestos.

Indicadores:

- Talleres con evidencia fotográfica de la socialización del proyecto.
- Informe con los datos relacionados a las áreas de preservación dentro del cual se incluya información sobre los propietarios de los predios ubicados dentro del área de interés, las actividades desarrolladas dentro del predio, el grado de perturbación, las acciones de restauración a desarrollar dentro de cada uno, entre otros datos.
- Acuerdos y documentos legales dentro de los cuales la autoridad ambiental establezca las fuentes, instrumentos, condiciones y demás requerimientos para el otorgamiento de incentivos a la conservación.

Responsables:

1. Comunidades
2. CORTOLIMA
3. Alcaldía

Prioridad: Mediano y largo plazo

Proyecto 3.2. Capacitación en la formulación y desarrollo de proyectos productivos.

Justificación: La formulación y el desarrollo de proyectos por parte de la comunidad son una herramienta de desarrollo para ellas mismas que facilita su integración, mediante el debate de sus diferentes puntos de vista que permite la construcción de ideas más sólidas para la atención de un problema o determinada situación y de esta manera avanzar hacia el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones.

De igual forma la reorientación en cuanto a las prácticas productivas por parte de pequeños propietarios debe plasmarse desde la aplicación de acciones que no vayan en contravía a la conservación de estos ecosistemas, para lo cual deben desarrollarse propuestas para el desarrollo de proyectos productivos teniendo en cuenta la riqueza de sus tierras.

Para que la gestión de proyectos por parte de las comunidades sea efectiva, es necesario en primer lugar que los interesados tengan acceso a capacitaciones que además de contemplar la parte formal de la elaboración de proyectos, incluya el conocimiento de los mecanismos de gestión de los mismos a instituciones públicas y privadas del orden nacional e instituciones internacionales, con el fin de aprovechar todas las posibilidades que en muchos casos se desconocen y por ende no se aprovechan por falta de su conocimiento.

Objetivo general: Instruir a la comunidad en la implementación de estrategias productivas que contribuyan al bienestar de las comunidades locales y la promoción de la conservación del humedal.

Objetivos específicos:

- Capacitar a las comunidades sobre el aprovechamiento ecoturístico del humedal.

Metas:

- Capacitar a los propietarios, administradores e interesados en la formulación y gestión de proyectos ecoturísticos.

Actividades:

- Capacitaciones y talleres sobre la formulación y gestión de proyectos ecoturísticos dentro del área del humedal.

Indicadores:

- Número de talleres realizados con los propietarios, administradores e interesados en la formulación y gestión de proyectos productivos y ecoturísticos.
- Número de proyectos ecoturísticos formulados y ejecutados.
- Capacitaciones, visitas y monitoreos semestrales a quienes adopten los proyectos formulados.

Responsables:

1. CORTOLIMA
2. SENA
3. Alcaldía

Prioridad: Mediano plazo.

9.9. EVALUACIÓN DEL PLAN DE MANEJO

En desarrollo de los términos de referencia definidos en la resolución 157 del 12 de febrero de 2004 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible), por medio de la cual se reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales de Colombia, y se desarrollan algunos aspectos referidos a los mismos, según lo acordado en la Convención de Ramsar, orientados a la adopción de medidas de manejo con la participación de los distintos interesados; se recomienda crear un comité interinstitucional con el fin de planificar, realizar el seguimiento y evaluación del Plan integrado de manejo de los humedales de la zona baja del departamento del Tolima, conformado por:

1. Un representante de la Gobernación del Tolima (Gobernador y/o su delegado).
2. Un representante de la Corporación Autónoma Regional del Tolima, CORTOLIMA (Director y/o su delegado).
3. Un representante del Municipio de Melgar (Alcalde y/o su delegado).
4. Un delegado de las organizaciones sociales más representativas (Juntas de Acción Comunal, ONGs, Gremio económicos y/o comunidades, incluida la comunidad indígena del municipio).
5. Un delegado de la academia del Tolima (Universidades, Centros de Investigación).
6. El propietario del predio donde se ubica humedal, si es el caso.

Funciones:

1. Planificar el desarrollo de los programas y proyectos del PMA de cada Humedal.
2. Establecer las actividades a desarrollar según prioridad y necesidad.
3. Realizar el seguimiento y cumplimiento de las actividades desarrolladas del PMA priorizado.
4. Presentar un informe anual a las entidades responsables del desarrollo del PMA.

Coordinación:

Responsabilidad de la Corporación Autónoma del Tolima (CORTOLIMA).

Revisión Trienal del Plan de Manejo:

Esta etapa se propone cada tres años, donde participará el comité coordinador, representantes de comunidades beneficiarias de los proyectos, las entidades ejecutoras y ONGs. El objetivo principal es evaluar la implementación del Plan de Manejo.

9.10. PLAN DE TRABAJO ANUAL

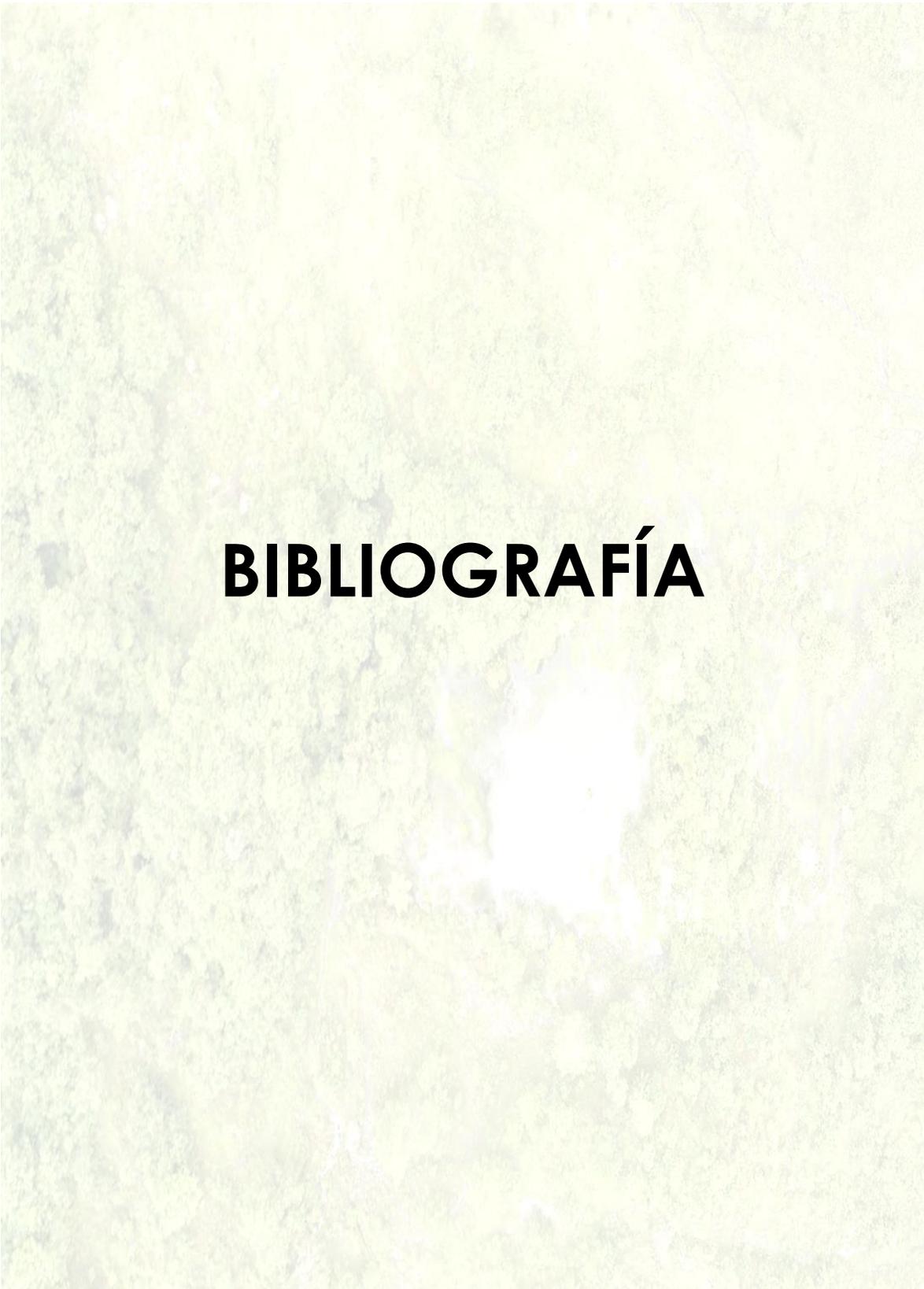
Programas y Proyectos										
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.										
Proyecto 1.1. Recuperación del Humedal El Caribe	X	X	X	X	X					
Proyecto 1.2. Conservación y mantenimiento de la vegetación asociada a la ronda hídrica.	X	X	X	X	X					
Proyecto 1.3. Conservación de la fauna asociada al humedal El Caribe	X	X	X	X	X					
PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre especies de fauna silvestre.	X	X	X	X	X	X	X	X		
Proyecto 2.2. Diseño de escenarios de conectividad estructural en los alrededores del humedal El Caribe	X	X	X	X	X	X	X			
Proyecto 2.3. Ampliación del conocimiento sobre especies de flora silvestre.	X	X	X	X	X					
Programa de educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE										
Proyecto 3.1. Pago por Servicios Ambientales.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Proyecto 3.2. Capacitación en la formulación y desarrollo de proyectos productivos.	X	X	X	X	X					

Fuente: GIZ, 2019

Proyectos	Objetivo general	Objetivos específicos
Proyecto 1.1. Recuperación del humedal El Caribe	Mejorar el estado actual del humedal El Caribe en su componente hídrico.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener los niveles de profundidad del humedal. • Mejorar la calidad de agua y las características fisicoquímicas y bacteriológicas del humedal.
Proyecto 1.2. Conservación y mantenimiento de la vegetación asociada a la ronda hídrica del humedal El Caribe	Mejorar el estado del humedal El Caribe en su componente de flora a través la reforestación y el cuidado de la vegetación nativa localizada dentro de su ronda hídrica.	<ul style="list-style-type: none"> • Reforestar el humedal dentro de su franja de protección y su ronda hídrica (4.37 ha). • Reducir la pérdida de especies forestales como consecuencia de la tala.
Proyecto 1.3. Conservación de la fauna asociada al humedal El Caribe	Disminuir la cacería, el tráfico y la extracción de fauna silvestre dentro del humedal y las áreas adyacentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Generar programas de educación ambiental que permitan la conservación de la fauna asociada al humedal. • Implementar medidas sancionatorias a quienes realicen la extracción ilegal de fauna silvestre.
Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre especies de fauna silvestre	Generar conocimiento sobre la fauna silvestre del humedal El Caribe que permita conocer su estado, estructura y composición, a fin de establecer programas de manejo específicos para las especies amenazadas o vulnerables.	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la composición, estructura y tamaño poblacional de las especies de macroinvertebrados acuáticos, peces, herpetofauna, aves y mamíferos que habitan en el humedal y su área circundante. • Identificar las especies presentes en el área de estudio que se encuentran en contempladas dentro de alguna categoría de amenaza.
Proyecto 2.2. Diseño de escenarios de conectividad estructural en los alrededores del humedal El Caribe.	Diseñar enlaces lineales entre el humedal, las áreas boscosas cercanas y otras áreas importantes para la conservación.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los posibles enlaces lineales o áreas de interconexión entre el humedal y sus alrededores. • Evaluar la estructura horizontal y vertical de los enlaces lineales existentes en los alrededores del humedal.
Proyecto 2.3. Ampliación del conocimiento sobre especies de flora silvestre.	Generar conocimiento sobre la flora silvestre encontrada a los alrededores del humedal El Caribe con el fin de conocer su estado, estructura, composición y establecer programas de manejo para cada una de ellas.	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la composición y estructura de las comunidades de flora que se encuentran en el área de interés. • Identificar las especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza presentes en el área de estudio.

<p>Proyecto 2.4. Programa de educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.</p>	<p>Lograr comunidades organizadas y con capacidad de definir sus políticas y planes de desarrollo como respuesta a un modelo de gestión participativa y pedagógica para la conservación de los humedales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer la organización comunitaria y la participación ciudadana. • Contribuir a transformar hábitos culturales poco amigables con el medio ambiente y sus recursos naturales con el fin de generar conciencia sobre el valor del territorio como un bien comunitario e histórico. • Lograr que la comunidad implemente los conceptos y conocimientos obtenidos mediante la educación ambiental a la hora de valorar y hacer uso de los recursos naturales de forma eficiente y sostenible.
<p>Proyecto 3.1. Pago por Servicios Ambientales</p>	<p>Diseñar e implementar un sistema de compensación de pagos por servicios ambientales a propietarios y comunidades, con el propósito que mantengan y conserve el humedal existente y no realicen actividades productivas que generen impacto a los recursos naturales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar el modelo de pago por bienes y servicios ambientales en los predios donde se localiza el humedal.
<p>Proyecto 3.2. Capacitación en la formulación y desarrollo de proyectos productivos.</p>	<p>Instruir a la comunidad en la implementación de estrategias productivas que contribuyan al bienestar de las comunidades locales y la promoción de la conservación del humedal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a las comunidades sobre el aprovechamiento ecoturístico del humedal.

Fuente: GIZ, 2019.



BIBLIOGRAFÍA

Alba-Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las 2, pp. 203-213).

Alba-Tercedor, J. (2015). Clase Insecta, Orden Ephemeroptera. Departamento de Biología. Revista IDE@ - SEA (40):1-17.

Albers, F. (2002). Illustrated Handbook of Succulent Plants: Dicotyledons. Vol 2. Springer Science y Business Media. 545 p.

Albornoz-Garzón J.G. y Conde-Saldaña C.C. (2014). Diversidad y Relaciones Ecomorfológicas de la Comunidad Íctica de la Cuenca del Río Alvarado, Tolima, Colombia. Trabajo de grado, Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias, Programa De Biología. Ibagué – Tolima.

Alcaldía de Villarrica (2016). Plan de Desarrollo Territorial de Villarrica.

Alonso, M (2015). Clase Insecta, Orden Coleóptera. Depto. de Biodiversidad y Biología Evolutiva Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). Revista IDE@ - SEA, nº 55 (30-06-2015): 1-18.

Álvarez, L., Elena, M., Isaza, M., Echeverry, L. y Mauricio, H. (2005). Efecto antibacteriano in vitro de *Austroeupatorium inulaefolium* HBK (*Salvia* amarga) y *Ludwigia polygonoides* HBK (*Clavo de laguna*). *Biosalud*, (4), 46-55.

Alves-da-Silva, S. M., Pereira, V. C., Moreira, C. S. y Friedrich, F. (2011). The genus *Phacus* (Euglenophyceae), in a subtropical urban lake, in the Jardim Botânico of Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 25(3), 713-726.

Aranguren-Riaño, N. J. y Monroy-González, J. D. (2014). Respuestas del zooplancton en un sistema tropical (Embalse la Chapa, Colombia) con alta tensión ambiental. *Acta Biológica Colombiana*, 19(2).

Arcos, N. K. P. (2015). Distribución espacial y temporal de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada La Cascajosa-Garzón (Huila). *Entornos*, 28(1), 56-73.

AMAT, G.; QUITIAQUEZ, G. 1998. Un estudio de la entomofauna de humedales: El Humedal Juan Amarillo en Bogotá. pp. 107-123. En: Guerrero, E. (Ed.). Una aproximación a los humedales en Colombia. Fondo FEN Colombia - Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), Bogotá.

American Ornithologist Union (AOU) (1998). *Check-list of North American birds*. American Ornithologist's Union: Washington, D.C., USA.

Anderson, E.P., y Maldonado-Ocampo J.A. (2010). A regional perspective on the diversity and conservation of tropical Andean fishes. *Conservation Biology*. 10: 1523- 1739.

Andrade-C., M.G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ambiente-política. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 35(137): 491-507.

Angulo A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V. y La Marca, E. (Eds) (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de campo #2. Bogotá D.C., Colombia: Panamericana Formas e Impresos S.A.

Aranda-Sánchez, J. M. (2012). Manual para el Rastreo de Mamíferos Silvestres de México. México, D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

Andrade-C., M.G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ambiente-política. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 35(137): 491-507.

Andrade-Ponce, G., Montaña-Salazar, S., Riveros-Loaiza, L., Ramírez-Cháves, H. y Suárez-Castro, A. (2016). Estado del conocimiento y prioridades de investigación sobre las familias Canidae, Mephitidae, y Procyonidae (Mammalia: Carnivora) en Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* 40 (156): 500-513.

Avendaño, J.E., Bohórquez, I.C., Rosselli, L., Arzuza-Buelvas, D., Estela, F.A., Cuervo, A.M. y Renjifo, M.L. (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia: Una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty y Brown (1986). *Ornitología Colombiana*, 16.

Barrera, E., Acosta, N. y Murillo, M. T. (1996). Helechos y afines del santuario de fauna y flora de Iguaque, Boyacá. Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 3(1), 79-92.

Baruch, Z. (2005). *Trachypogon plumosus* (POACEAE), un caso de alta diversidad interpoblacional en sabanas neotropicales. *Interciencia*, 30(8), 488-494.

Bellinger, E. G. y Sigee, D. C. (2015). *Freshwater algae: identification and use as bioindicators*. John Wiley y Sons.

Bernal, R., Gradstein, S. y Celis, M (ed.). (2014). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Consultado el 24 de abril de 2019; <http://catalogoplantasyliquenes.unal.edu.co/es/>

Bicudo, C. D. M. y Menezes, M. (2006). Gêneros de algas de águas continentais do Brasil. São Carlos, Rima.

Blanco, D.E. (1999). Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. En Malvarez, A.I. (Ed.). *Los humedales como hábitat de aves acuáticas* (págs. 215-223.). Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe-ORCYT: Montevideo, Uruguay.

Briñez-Vásquez, G.N., Villa-Navarro, F.A., Ortega-Lara, A., Reinoso-Flórez, G. y García-Melo, J.E. (2005). Distribución altitudinal y diversidad de la familia Astrolepididae (Pisces, Siluriformes), en la cuenca del río Coello, Tolima. *Dahlia*. 8: 39- 46.

Burgin, C.; Colella, J.; Kahn, P. y Upham, N. (2018). How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy*, 99(1):1-14.

Campos, L., Uribe, J. y Aguirre, J. (2008). Santa María, Líquenes, Hepáticas y Musgos. Serie de guías de campo del Instituto de Ciencias Naturales No. 3. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. 144p.

Carrera Reyes, C. y Fierro Peralbo, K. (2001). Manual de monitoreo los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia.

Casatti, L., Teresa F.B., Gonçalves-Souza, T., Bessa, E., Manzotti A R., Gonçalves, C. D. S., y Zeni, J. D.O. (2012). From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish. *Neotropical Ichthyology*, 10(1): 205–214.

Castellanos, C. (2006). Los ecosistemas de humedales en Colombia. Universidad de Caldas. *Revista Luna Azul*, 1-5. Recuperado de http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/Lunazul13_4.pdf.

Castro-Roa, D. (2006). Composición y estructura de la comunidad de Characiformes en la cuenca del río Prado (Tolima-Colombia). Trabajo de grado Programa de Biología. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad del Tolima. Ibagué.

Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M.Á., Córdoba-Córdoba, S. y Sua-Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 14(2), 113-150.

Chordá, A. (2014). Biología de Mosquitos (Diptera: Culicidae) en enclaves representativos de la Comunidad Valenciana.

CITES. (2017). CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES. Apéndices I, II y III en vigor a partir del 4 de octubre de 2017: <https://cites.org/sites/default/files/esp/app/2013/S-Appendices-2013-06-12.pdf>

Conde-Porcuna, J. M., Ramos-Rodríguez, E. y Morales-Baquero, R. (2004). El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Revista Ecosistemas*, 13(2).

Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) "Humedales: agua, vida y cultura" 8a. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Valencia, España, 18 a 26 de noviembre de 2002.

Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA (2014). Atlas Ambiental del Tolima. Ibagué.

Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA (2006). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Prado. Ibagué.

Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) y Wildlife Conservation Society (WCS) (2012). Caracterización de fauna (ranas y aves) y flora en seis humedales del departamento de Risaralda: Informe técnico. Recuperado de <http://www.carder.gov.co/intradocuments/webDownload/caracterizaci-n-de-fauna-ranas-y-aves-y-flora-en-sus-humedales-del-departamento-de-risaralda>.

Corporación Autónoma Regional del Tolima y Grupo de Investigación en Zoología [CORTOLIMA y GIZ] (2010). Biodiversidad faunística de los humedales del departamento del Tolima fase I: Informe técnico. Ibagué, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Tolima.

Corporación Autónoma Regional del Tolima y Grupo de Investigación en Zoología [CORTOLIMA y GIZ] (2015). Propuesta técnica para la formulación del plan de manejo ambiental de los humedales en el departamento del Tolima, fase II. Caracterización ambiental, biológica, física y química de los humedales del departamento del Tolima: Informe técnico. Recuperado de <https://www.cortolima.gov.co/>.

Corporación Autónoma Regional del Tolima y Grupo de Investigación en Zoología [CORTOLIMA y GIZ] (2016). Propuesta técnica para la formulación del plan de manejo ambiental de los humedales en el departamento del Tolima, fase III: Informe técnico. Recuperado de <https://www.cortolima.gov.co/>.

Corporación Autónoma Regional del Tolima y Grupo de Investigación en Zoología [CORTOLIMA y GIZ] (2018). Propuesta técnica para la formulación del plan de manejo ambiental de los humedales en el departamento del Tolima, fase IV: Informe técnico. Recuperado de <https://www.cortolima.gov.co/>.

Cortés-Suárez, J. E. (2014). Microhabitat use of *Rheobates palmatus* (Werner 1899) (Anura: Aromobatidae) in a Riverside Ecosystem of Villa de Leyva, Colombia. *Herpetotropicos* 10: 5-7

Cruz, E. X., Galindo, C. A. y Bernal, M. H. (2016). Dependencia térmica de la salamandra endémica de Colombia *Bolitoglossa ramosi* (Caudata, Plethodontidae). *Iheringia, Sér. Zool*, 106, e2016018.

Cuartas-Calle Carlos Arturo y David Marín Cardona. 2014. Guía Ilustrada Mamíferos cañón del río Porce - Antioquia. EPM E.S.P. Universidad de Antioquia, Herbario Universidad de Antioquia - Medellín, Colombia. 156 pp.

Cronquist, A. (1980). Asteraceae. The University of North Carolina Press, Chapel Hill.

Cushing, C. E. y Rader, R. T. (1981). A note on the food of *Callibaetis* (Ephemeroptera: Baetidae). *Great Basin Naturalist*, 41(4), 7.

Dalsgaard, B., Martin, G.A., Olesen, M., Ollerton, J.M., Timmermann, A., Andersen, L.H. y Tossas, A.G. (2009). Plant-hummingbird interactions in the West Indies: floral specialization gradients associated with environment and hummingbird size. *Oecologia*, 159(4), 757-766.

Davidse, G., Sousa, M. y Chiang, F. (ed.). (2012). Asteraceae. *Fl. Mesoamer.* 5(2).

da Silva, W. J., Ruwer, D., Nogueira, I. y Dunck, B. (2016). The genus *Pinnularia* (Bacillariophyta, Pinnulariaceae) from Lago dos Tigres, Britânia, Goiás, Brazil. *Biota Neotropica*, 16(1).

del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. y de Juana, E. (Eds.) (1997) *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions: Barcelona, Spain.

Doan, T. M. y Castoe, T. A. (2005). Phylogenetic taxonomy of the Cercosaurini (Squamata: Gymnophthalmidae), with new genera for species of *Neusticurus* and *Proctoporus*. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 143(3), 405-416.

Dodson, S. I., Frey, D. G., Thorp, J. y Covich, A. P. (2001). Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. *Chapter 21: Cladocera and other Branchiopoda*, 849-914.

Dodson, S. L., Caceres, C. E. y Rogers, D. C. (2010). Cladocera and other Branchiopoda. In *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates* (pp. 773-827). Academic Press.

Donegan, T.M., McMullan, W.M., Quevedo, A. y Salaman, P. (2013). Revision of the status of bird species occurring or reported in Colombia 2013. Revisión del estatus de las especies de aves que existen o han sido reportadas en Colombia 2013. *Conservación Colombiana*, 19, 3-10.

Donegan, T.M., Quevedo, A., Verhelst, J.C., Cortés, O., Pacheco, J.A. y Salaman, P. (2014). Revision of the status of bird species occurring or reported in Colombia 2014. Revisión del estatus de las especies de aves que existen o han sido reportadas en Colombia 2014. *Conservación Colombiana*, 21, 3-11.

Donegan, T.M., Quevedo, A., Verhelst, J.C., Cortés-Herrera, O., Ellery, T. y Salaman, P. (2015). Revision of the status of bird species occurring or reported in Colombia 2015, with discussion of BirdLife International's new taxonomy. Revisión del estatus de las especies de aves que han sido reportadas en Colombia 2015, con una discusión de la nueva taxonomía de BirdLife Internacional. *Conservación Colombiana*, 23, 3-48.

Díaz, M., Flores, D. y Barquez, R. (1998). Instrucciones para la preparación y conservación de mamíferos. PIDBA. Programa de investigaciones de Bioiversidad Argentina.

Díaz, M. M., Solari, S., Aguirre, L. F., Aguiar, L. M. y Barquez, R. M. (2016). Clave de Identificación de los Murciélagos de Sudamerica. Yerba Buena.

DINEBRA PANICEA (Retzius) PM Peterson y N. Snow subsp. MUCRONATA (Michx.) PM Peterson y N. Snow, Ann. Larva del moscardón. (Oxford), ser. 2. 109: 1326. 2012.

D.J.N. Hind y H.E. Robinson. (2007). Tribe Eupatorieae In: *The Families and Genera of Vascular Plants* vol.VIII. (Joachim W. Kadereit y Charles Jeffrey, volume editors. Klaus Kubitzky, general editor). Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg.

DoNascimento, C., Herrera-Collazos, E. E., Herrera, G. A., Ortega-Lara, A., Villa-Navarro, F. A., Usma Oviedo, J. S. y Maldonado-Ocampo, J. A. (2017).

Checklist of the freshwater fishes of Colombia: a Darwin Core alternative to the updating problem. *Zookeys* (708): 25-138.

Elmberg, J., Nummi, P., Pöysä, H. y Sjöberg, K. (1994). Relationship between species number, lake size and resource diversity in assemblages of breeding waterfowl. *Journal of Biogeography*, 2, 75-84.

Elmoor-Loureiro, L. M. A. (1997). Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil.

Esquivel, H., Botánico, D. J. y Von Humboldt, A. (1997). Herbarios en los jardines botánicos. *Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Tolima. Ibagué (Tolima), Colombia.*

Fredericksen, T. S. y Mostacedo, B. (2000). Regeneration of timber species following selection logging in a Bolivian tropical dry forest. *Forest Ecology and Management*, 131(1-3), 47-55.

Fassett, N. C. (1949). The variations of *Polygonum punctatum*. *Brittonia*, 6(4), 369-393.

Forzza, R. C. (2010). Lista de espécies Flora do Brasil <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010>. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Frost, Darrel R. (2019). Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (10 abril 2019). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Galvis-Rizo, C., Carvajal-Cogollo, J. E., Arredondo, J. C., Passos, P., López-Victoria, M., Velasco, J. A. y Rojas-Rivera, M. A. (2016). Libro Rojo de Reptiles de Colombia (2015).

Gardner, A. L. (2007). Mammals of Southamerica: Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews and Bats. Chicago y Londres: The University of Chicago Press.

García-Melo, L. (2005). Distribución, diversidad y ecología básica de la familia Trichomycteridae (Ostariophysi: Siluriformes), en la cuenca del río Coello Tolima. Trabajo de grado (Biólogo). Programa de biología. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad del Tolima. Ibagué.

Gerhardt, H. C. (1994). The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review in Ecology and Systematics* 25:293-324.

Gillespie, T.W. y Walter, H. (2001). Distribution of bird species richness at a regional scale in tropical dry forest of Central America. *Journal of Biogeography*, 28, 651-662.

Girón, J (2018). Estado del conocimiento de la familia Hydrophilidae (Coleoptera: Hydrophiloidea) en Colombia Escarabajos del Neotrópico, *Insecta Coleóptera*. Deloya y Gasca (Eds). México.

Global Biodiversity Information Facility, GBIF. 2017. *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810). Consultado el 23 de abril de 2019; <https://www.gbif.org/fr/species/2433327>

Gobernación del Tolima (2014). Estadísticas 2011 - 2014 Villarrica.

Golden, J. W. y Yoon, H. S. (2003). Heterocyst development in *Anabaena*. *Current opinion in microbiology*, 6(6), 557-563.

GONZÁLEZ, R.; CARREJO, N. S. 1992. Introducción al estudio de los Diptera. Centro Editorial Universidad del Valle, Cali.

Green, A.J. y Figuerola, J. (2003). Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales. En Paracuellos, M. (Ed.) *Ecología, manejo y conservación de los humedales* (págs. 47-60). Instituto de Estudios Almerienses: España.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2018). Plan de Manejo Ambiental Humedal Turberas de Galilea: Informe técnico. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Guiry, M. D. (2013). Taxonomy and nomenclature of the Conjugatophyceae. *Algae*, 28(1), 1-29.

Guiry, M. D. y Guiry, G. M. (2018). AlgaeBase. World. *Electron. Publ. Natl. Univ. Ireland*, URL(<http://www.algaebase.org>).

Guaman, A. y Viviana, S. (2015). *Evaluación de la Actividad Cicatrizante de extractos de hojas de Llantén de páramo (Plántago Australis) en lesiones, inducidas en ratones (Mus musculus)* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.).

Guevara, L. y Benítez de Rojas, C. (2004). Caracterización morfológica y relaciones fenéticas entre especies de los órdenes liliales y poales. *Bioagro*, 16(2), 99-112.

Hammel, B. E. (2003). Juncaceae. In: Manual de Plantas de Costa Rica, B.E. Hammel, M.H. Grayum, C. Herrera y N. Zamora (eds.). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 92: 613–617.

Hanson, P., Springer, M. y Ramirez, A. (2010). Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58, 3-37.

Harley, R. M., y Paucar, A. G. (2000). List of species of tropical American *Clinopodium* (Labiatae), with new combinations. *Kew Bulletin*, 55(4), 917.

Hernández, J. y Rangel, J. O. (2009). La vegetación del humedal de Jaboque (Bogotá, DC). *Caldasia*, 31.

Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid R. W., Hayek, L. C. y Foster, M. S. (1994). *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Washington, D.C., U.S.A.: Smithsonian Institution Press.

Higuchi, P., da Silva, A. C., van den Berg, E. y Pifano, D. S. (2011). Associações espaciais entre indivíduos de diferentes espécies de *Miconia* spp. ruiz y pav. (Melastomataceae). *Revista Árvore*, 35(3), 381-389.

Hill, R. W. (1979). *Fisiología animal comparada: un enfoque ambiental*. Reverté.

Hilty, S.L. y Brown, W.L. (2001). *Guía de las aves de Colombia*. Edición en español. American bird conservation (ABC): Cali, Colombia.

IDEAM, zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia, Bogotá, D. C., Colombia. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM, noviembre de 2013, Bogotá, D. C., Colombia.

Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2018). Censo Pecuario Nacional - 2018. Recuperado el 22 de Abril de 2019 de <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia a Escala 1:100.000. Bogotá, Colombia: IDEAM.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2015). Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Tolima. Ibagué, Colombia: IGAC.

IUCN 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-2. <http://www.iucnredlist.org>

Islar, M.L. y Isler P.R. (1987). *The Tanagers: natural history, distribution and identification*. Smithsonian Institution Press: Washington, D.C., USA.

Jersabek, C. D. y Leitner, M. F. (2013). The Rotifer World Catalog. World Wide Web electronic publication. <http://www.rotifera.hausdernatur.at/>, accessed {date of access}.

Kudo, R. R. (1980). *Protozoology*. México D.F., México: Compañía Editorial Continental S.A.

Kumar, A. y R. Patterson. 2000. Arcellaceans (Thecamoebians): New tools for monitoring long and short term changes in lake bottom acidity. *Environmental Geology* 39(6): 689-697.

Kumble, Vrinda (1996). *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*. CIAT.

Lapenna, E. A., Medina Ramírez, G. E., Díaz, L., Aguillón, K. y Marín, H. (2003). Actividad bactericida y fungicida de algunas plantas utilizadas en la medicina tradicional venezolana. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 34(1), 6-9.

Llano-Mejía, J., Cortés-Gómez, Á. M. y Castro-Herrera, F. (2010). Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota colombiana*, 11(1 y 2).

Lynch, J. D. (1999). Una aproximación a las culebras ciegas de Colombia (Amphibia: Gymnophiona). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 23, 317-337.

Leão, B. M., Passavante, J. D. O., Silva-Cunha, M. D. G. G. y Santiago, M. F. (2008). Ecologia do microfiteoplâncton do estuário do rio Igarassu, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 22(3), 711-722.

Lynch, J. D. y J.M. Renjifo. (2001). Guía de los anfibios y reptiles de Bogotá y sus alrededores. Impresol Ediciones Ltda., Bogotá. 78 pp.

Macedo, C. C. L., Rodrigues, M. E. F., Hirata, R. T., Cardoso-Silva, S., Moschini-Carlos, V. y Pompêo, M. (2015). Levantamento de macrófitas aquáticas no Reservatório Paiva Castro, Mairiporã, São Paulo. *Pompêo M, Moschini-Carlos V, Nishimura PY, Silva SC y Doval JCL. Ecologia de reservatórios e interfaces. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo*, 278-293.

Maldonado-Ocampo, J.A., Ortega-Lara, A., Usma, J.S., Galvis, G., Villa-Navarro, F., Vásquez, L., Prada-Pedrerros, S., et al. (2005). Peces de los Andes de Colombia (1st ed. p. 346). Bogotá D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Manchado, M. y Peña, G. (2000). Estructura numérica de la comunidad de aves del orden Passeriformes en dos bosques con diferentes grados de intervención antrópica en los corregimientos de Salero y San Francisco de Icho. *Tesis de pregrado*, Facultad de Ciencias Básicas: Universidad Tecnológica del Chocó, Chocó.

Marradi, A., Archenti, N. y Piovani, J. (2007). Metodología de las Ciencias Sociales. Buenos Aires, Argentina: Emecé Editores.

Márquez, G. 2003. Ecosistemas estratégicos de Colombia. Revista de la Sociedad Geográfica de Colombia 133: 87-103. Bogotá.

Martínez, Y. H. y Monroy, G. H. G. (1999). Composición taxonómica del zooplancton del embalse de Betania, departamento del Huila, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 4(1), 5-19.

McAlice, B. J. (1971). Phytoplankton Sampling with the Sedgwick-Rafter Cell 1. *Limnology and Oceanography*, 16(1), 19-28.

McDiarmid, R. (1994). *Preparing amphibians as scientific specimens*. En R., Heyer, M., Donnelly, R. W., McDiarmid, L., Hayek y M. S., Foster (Eds), *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians*. Washington D.C., U.S.A.: Smithsonian Institution Press- Editorial Universitaria de la Patagonia.

McMullan, M., Quevedo, A. y Donegan, T.M. (2010). *Guía de campo de las aves de Colombia*. Fundación ProAves: Bogotá, Colombia.

Mercado-Salas, N. F. y Suárez-Morales, E. (2011). Morfología, diversidad y distribución de los Cyclopoida (Copépoda) de zonas áridas del centro-norte de México. I. Cyclopinae. *Hidrobiológica*, 21(1), 1-25.

Mercado-Salas, N. F. y Suárez-Morales, E. (2012). Morfología, diversidad y distribución de los Cyclopoida (Copepoda) de zonas áridas del centro-norte de México. II. Eucyclopinae y análisis biogeográfico. *Hidrobiológica*, 22(2), 99-124.

Méndez, M. V., Sánchez, A. C., Flores, F. F. y Lupo, L. C. (2016). Análisis polínico de mieles inmaduras en el sector oeste de las yungas de Jujuy (Argentina).

Méndez, M. V., Sánchez, A. C., Flores, F. F. y Lupo, L. C. (2018). Pollen loads used by *Apis mellifera* (Himenoptera: Apidae) in an area of subtropical forest in Northwestern Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 66(3), 1182-1196.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT (2006). Resolución 196 "Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia". Bogotá, 31 pág.

Ministerio de Agricultura (1978) Decreto 154: "Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: De las aguas no marítimas y parcialmente la Ley 23 de 1973". Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Decreto 1076 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible". Bogotá, 654 pág.

Ministerio de Agricultura (s.f.). Agronet. Recuperado el 23 de Abril de 2019, de <https://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución Número 1912 del 15 de septiembre de 2017. "Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras determinaciones". Bogotá: MADS, 2017

Molina-Martínez, Y.G. (2002). Composición y estructura trófica de la comunidad aviaria de la Reserva Natural los Yalcones (San Agustín - Huila) y su posible relación con la vegetación arbórea y arbustiva. *Tesis de pregrado*, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, Ibagué-Colombia.

Navarro, G. y de Mera, A. G. (1992). Comunidades vegetales acuáticas del Paraguay occidental. *Caldasia*, 35-45.

Naranjo, L.G., y Espinel, J.D.A. (Eds.) (2009). Plan nacional de las especies migratorias: diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Recuperado de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Planes-para-la-conservacion-y-uso-de-la-biodiversidad/211010_plan_especies_migratorias.pdf.

Naranjo, L.G., Amaya, J.D., Eusse-González, D. y Cifuentes-Sarmiento, Y. (Eds.) (2012). Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en

Colombia. Aves. Vol. 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible/ WWF Colombia: Bogotá, D.C., Colombia.

North American Banding Council (NABC) (2003). *Manual para anillar Passeriformes y cuasi-Passeriformes del anillador de Norteamérica (excluyendo colibríes y búhos)*. The North American Banding Council, point Reyes station: California, USA.

Ocampo, G. (2003). Flora del Bajía y regiones adyacentes. Plantaginaceae fascículo 120. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío Párcuaro, Mich., 26pp.

Oliva-Martínez, M. G., Godínez-Ortega, J. L. y Zuñiga-Ramos, C. A. (2014). Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 54-61.

Oliveira, I. B. D., Bicudo, C. E. D. M. y Moura, C. W. D. N. (2013). First records of Zygnematales (Zygnematophyceae, Streptophyta) for the state of Bahia, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 27(4), 743-750.

Oliveira, I. B., Bicudo, C. E. M. y Moura, C. W. N. (2011). *Euastrum* (Desmidiaceae, Zygnematophyceae) na planície litorânea do norte da Bahia, Brasil. *Sitientibus série Ciências Biológicas*, 11(1), 62-73.

Osorio-Huamaní, B.C. (2014). Inventario de la biodiversidad de aves como indicador de la calidad ambiental del "Humedal Laguna el Oconal" del Distrito de Villa Rica. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María.

Packard, G. C., Tracy, C. R. y ROTH, J. J. (1977). The physiological ecology of reptilian eggs and embryos. And the evolution of viviparity within the Class Reptilia. *Biological Reviews*, 52(1), 71-105.

Palmeiro, N. S., Almeida, C. E., Ghedini, P. C., Goulart, L. S. y Baldisserotto, B. (2002). Analgesic and anti-inflammatory properties of *Plantago australis* hydroalcoholic extract. *Acta Farmaceutica Bonaerense*, 21(2), 89-92.

Palmeiro, N. S., Almeida, C. E., Ghedini, P. C., Goulart, L. S. y Baldisserotto, B. (2002). Propiedades analgésicas y antiinflamatorias del extracto hidroalcohólico de *Plantago australis*. *Acta Farmacéutica Bonaerense*, 21.

Patterson, B.D. (2016) Mammals Everywhere. In: Kliman, R.M. (ed.), Encyclopedia of Evolutionary Biology. vol. 2, pp. 424–429. Oxford: Academic Press

Patton, J. L. (2015). Mammals of South America Volume 2 Rodents. Chicago: The University of Chicago Press.

Parra, J.L. (2014) Uso de la biota acuática en la identificación, caracterización y establecimiento de límites en humedales interiores: Aves. Pp. 150-155. En: Lasso C.A., Gutiérrez F. de P. y Morales-B D. (Eds.). X. *Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH): Bogotá, D.C., Colombia.

Pedraza-Peñalosa, P. 2019-4-28. *Sphyrropermum buxifolium* Poepp. y Endl. En Bernal, R., S.R. Gradstein y M. Celis (eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

Peterson, R.T. y Chalif, E.L. (1989). *Aves de México*. Guía de Campo. Editorial Diana: México, D.F., México.

Plewka, M. (2019). Plingfactory: Life in Water. Germany. <http://www.plingfactory.de/pling.html>

Pough, F. H., R. M. Andrews, J. E. Cadle, M. L. Crump, A. H. Savitzky. y K. D. Wells. (2004). *Herpetology*. Third edition. Pearson Prentice Hall, United States of America.

Pujante, F. (2011). Video atlas de los microorganismos acuáticos.

Ralph, C.J., Geupel, G.R., Pyle, P., Martin, T.E. y De Sante, D.F. (1993). *Handbook of field methods for monitoring landbirds. General technical report*. Forest Service, United States Department of agriculture: Albany, California.

Ralph, C.J., Geupel, G.R., Pyle, P., Martin, T.E., De Sante, D.F. y Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General technical report*. Pacific Southwest Research Station, Forest service, United States Department of agriculture: Albany, California.

Ralph, C.J., Widdowson, M., Widdowson, B., O'donnell, B. y Frey, R.I. (2008). *Tortuguero bird monitoring station protocol for the Tortuguero integrated bird monitoring program*. U.S. Forest Service, Redwood Sciences Laboratory: Arcata, California.

Ramírez, A. (2000). Utilidad de las aves como indicadores de la riqueza específica regional de otros taxones. *Ardeola*, 47(2), 221-226.

Ramírez, J. J. (2000). *Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios* (No. 589.4 R1481f Ej. 1 019715). EDITORIAL UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA.

Ramírez-Chaves, H., Suárez-Castro, A. y González-Maya, J. (2016). Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. *Mammalogy Notes*.

Regents. 1993. Treatment from the jepson manual. University of California. Consultado el 26 de abril de 2019; http://ucjeps.berkeley.edu/cgi-bin/get_JM_treatment.pl?7928,8084,8095

Remsen, J.V., Areta, J.I., Cadena, C.D., Jaramillo, A., Nores, M., Pacheco, J.F., Pérez-Emán, J., Robbins, M.B., Stiles, F.G., Stotz, D.F. y Zimmer, K.J. Version [01/03/2019]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>

Renjifo, L.M., Franco-Maya, A.M., Amaya-Espinel, J.D., Kattan, G.H. y López-Lanús, B. (Eds.) (2002). *Libro rojo de aves de Colombia*. Bogotá, Colombia: Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente.

Renjifo, L.M., Gómez, M.F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, A.M., Kattan, G.H., Amaya-Espinel, J.D. y Burbano-Girón, J. (2014). *Libro rojo de las aves de Colombia Volumen 1: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica*. Pontificia Universidad Javeriana e Instituto von Humboldt (Eds.): Bogotá D.C., Colombia.

Renner, Susanne S. (1993). "Filogenia y clasificación de las Melastomataceae y Memecylaceae". *Nord J. Bot.* 13 (5): 519–540.

Restall, R., Rodner, C. y Lentino, M. (2006). *Birds of Northern South America: an identification guide, Vol. 2. Plates and maps.* Yale University Press. New Haven and London: Londres.

Ricklefs, R. E. (2012). Naturalists, Natural History, and the Nature of Biological Diversity. *The American Naturalist*, 179(4), 423-435. Recuperado de http://izt.ciens.ucv.ve/ecologia/Archivos/ECO_POB%202012/ECOPO2_2012/Ricklefs%202012.pdf.

Ricco, R. A., Agudelo, I., Garcés, M., Evelson, P., Wagner, M. L. y Gurni, A. A. (2011). Polifenoles y actividad antioxidante en *Equisetum giganteum* L.(Equisetaceae). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 10(4).

Ridgely, R.S. y Tudor, G. (1989). *The Birds of South America. Vol I. The Oscine Passerines.* University of Texas Press: Austin, Texas.

Ročková, H. y Roček, Z. (2005). Development of the pelvis and posterior part of the vertebral column in the Anura. *Journal of Anatomy*, 206(1), 17-35.

Roda, J., Franco, A.M., Baptiste, M.P., Mónera, C. y Gómez, D.M. (2003). *Manual de identificación CITES de aves de Colombia.* Serie Manuales de Identificación CITES de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: Bogotá D.C., Colombia.

Rojas, X. y Marques, I. (2015). Better common than rare? Effects of low reproductive success, scarce pollinator visits and interspecific gene flow in threatened and common species of *Tibouchina* (Melastomataceae). *Plant species biology*, 31(4); 288-295.

Roldán, G. y Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical 2ª Edición.* Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

Romero, V. y Boada, C. 2018. *Artibeus anderseni* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). *Mamíferos del Ecuador. Version 2018.0.* Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del

Ecuador. <https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Artibeus%20anderseni>

Romero, V., Merchán, R. y Boada, C. 2018. *Artibeus planirostris* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Version 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Consultado el 19 de abril de 2019; <https://www.bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Artibeus%20planirostris>

Romero, V. 2019. *Sturnira liliium* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Consultado el 23 de abril de 2019; <https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Sturnira%20liliium>

Romoleroux, K., Cárate-Tandalla, D., Erler, R., Navarrete, H. 2019. *Equisetum bogotense* En: Plantas vasculares de los bosques de Polylepis en los páramos de Oyacachi. Version 2019.0 <<https://bioweb.bio/floraweb/polylepis/FichaEspecie/Equisetum%20bogotense>>, acceso Domingo, 28 de abril de 2019.

Rubio-Rubio, J. P. (2015). *Evaluación de la efectividad de la normatividad ambiental legal vigente para la preservación de la biodiversidad vegetal epífita* (Tesis). Universidad Militar Nueva Granada.

Rueda-Almonacid, J. V., Lynch, J. D. y Amézquita, A. (2004). *Libro rojo de los Anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. Bogotá, Colombia: Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.

Ruggiero, M. A., Gordon, D. P., Orrell, T. M., Bailly, N., Bourgoin, T., Brusca, R. C., ... y Kirk, P. M. (2015). A higher level classification of all living organisms. *PLoS one*, 10(4), e0119248.

Rumiz, D. (2010). Capítulo 2: Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. En: Mamíferos medianos y grandes de Bolivia.

Sajo, M., y Rudall, P. (1999). Systematic vegetative anatomy and ensiform leaf development in *Xyris* (Xyridaceae). *Botanical journal of the Linnean Society*, 130(2), 171-182.

San Nicolás Hernández, D. (2017). Sphagnum y sus microbiontes, una fuente prolífica de aplicaciones.

Sánchez, H., Castaño, O. y Cárdenas, G. (1995). Diversidad de los Reptiles en Colombia. *Colombia diversidad biótica I. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Inderena, Fundación FES*, 277-325.

Sánchez-Londoño, J., Manir-C, D., Botero-Cañola, S. y Solari, S (Eds.). 2014. Imama. Mamíferos Silvestres del Valle de Aburrá. Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corantioquia, Universidad de Antioquia. Medellín.

Sendacz, M. y Kubo, E. (2018). Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de reservatórios do estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 9(único), 51-89.

Shanks, A. L. y Walters, K. (1997). Holoplankton, meroplankton, and meiofauna associated with marine snow. *Marine Ecology Progress Series*, 156, 75-86.

SiB Colombia (2012). Sistema de información sobre biodiversidad de Colombia. Disponible en: <http://www.sibcolombia.net> [Fecha revisión: 16 de mayo de 2016].

Siemensma, F. J. (2019) *Microworld, world of amoeboid organisms*. World-wide electronic publication, Kortenhoef, the Netherlands.

Silvestre, S.; da Rocha, P.; da Cunha, M.; Santana, J. y Ferrari, S. (2016) Diet and seed dispersal potential of the white-lined bat, *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy, 1810), at a site in northeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*.

Simp, L.F.O.D.V. (2016). Territorios, Bosques y Posconflicto. *Colombia forestal*, 19(1), 21-24. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/4239/423947585006.pdf>.

Solari, S., Muñoz-Saba, Y., Rodríguez-Mahecha, J. V., Defler, T., Ramírez-Chaves, H. y Trujillo, F. (2013). Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 20(2), 301-365.

Springer, M. (2010). Capítulo 3: Biomonitorio acuático. *Revista de Biología Tropical*, 58, 53-59.

Stiles, F.G. y Bohórquez C.I. (2000). Evaluando el estado de la biodiversidad: el caso de la avifauna de la Serranía de las Quinchas, Boyacá, Colombia. *Caldasia*, 22(1), 61-92.

Stouffer, P.C. y Bierregaard, R.O.Jr. (1995). Effects of forest fragmentation on understory hummingbirds in Amazonian Brazil. *Conservation Biology*, 9(5), 1085-1094. doi: 10.1046/j.1523-1739.1995.9051072.x-i1.

Suárez-Castro, A. F., Ramírez-Chaves (editores). (2015). Los carnívoros terrestres y semiacuáticos continentales de Colombia. Guía de Campo. Editorial Universidad Nacional de Colombia, 224 pp.

Tabilo-Valdivieso, E. (2006). Avifauna del humedal Tambo-Puquios. Geoecológica de los Andes desérticos. En Cepeda J., Squeo F., Cortés A., Oyarzun J. y Zavala H. (Eds.). *Humedal tambo-puquios en la Alta Montaña del Valle del Equil*. (P.p. 355-379). Ediciones Universidad de la Serena: La Serena.

Taborda Martínez, M. E. (2009). Estudio fitoquímico preliminar y actividad antimalárica del extracto etanólico total de *Coccocypselum hirsutum* (Rubiaceae). *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*, 6(2), 118-123.

ter Braak, C. J. y Smilauer, P. (1998). Canoco. *Reference manual and user's guide to Canoco for windows: software for Canonical Community Ordination (Version 4)*. Microcomputer Power, Ithaca, NY.

Tremarin, P. I., Moreira-Filho, H. y Ludwig, T. A. V. (2010). Pinnulariaceae (Bacillariophyceae) do rio Guaraguaçu, bacia hidrográfica litorânea paranaense, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 24(2), 335-353.

Thorp, J. H. y Covich, A. P. (2001). An overview of freshwater habitats. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates'*, 2nd edn. (Eds J. Thorp and AP Covich.) pp, 19-41.

Thorp, J. H. y Mantovani, S. (2005). Zooplankton of turbid and hydrologically dynamic prairie rivers. *Freshwater Biology*, 50(9), 1474-1491.

Traylor, M.A. (1977). A classification of the Tyrant Flycatchers (Tyrannidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 148, 129-184.

Trujillo, F., Rodríguez, J., Tirira, D. y Hernández, A. (2005). Mamíferos Acuáticos y Relacionados con el Agua Neotropical. Bogotá: Conservación Internacional.

Tryon, R. M. (1941). A revision of the genus *Pteridium*. *Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University*, (134), 1-67.

Trópicos (2018). Catalogue of the Vascular Plants of the Department of Antioquia (Colombia). Missouri, U.S.A.: Tropicos.org. Recuperado de <http://www.tropicos.org/Project/Catalogo-de-Antioquia>.

Tropicos. (2019). Catalogue of the Vascular Plants of the Department of Antioquia (Colombia). Missouri Botanical Garden. Consultado el 24 de abril de 2019; <http://www.tropicos.org/>

Uetz, P., Freed, P. y Hošek, J. (eds.) (2019) The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, accessed [11-04-2019]

Ujowundu, C. O., Igwe, C. U., Enemor, V. H. A., Nwaogu, L. A. y Okafor, O. E. (2008). Nutritive and anti-nutritive properties of *Boerhavia diffusa* and *Commelina nudiflora* leaves. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(1), 90-92.

Unidad para las Víctimas (2019). Registro Único de Víctimas. Recuperado el 22 de Abril de 2019 de <https://www.unidadvictimas.gov.co/es/registro-unico-de-victimas-ruv/37394>

Vallejo, A.F. 2018. *Conepatus semistriatus* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Version 2018.0. Museo

de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Consultado el 19 de abr. de 19; <https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Conepatus%20semistriatus>

Velazco, P., Guevara, L. y Molinari, J. 2018. Systematics of the broad-nosed bats, *Platyrrhinus umbratus* (Lyon, 1902) and *P. nigellus* (Gardner and Carter, 1972) (Chiroptera: Phyllostomidae), based on genetic, morphometric, and ecological niche analyses. *Neotropical Biodiversity* 4: 119-133.

Verhelst-Montenegro, J.C. y Salaman, P. (2015) Checklist of the Birds of Colombia / Lista de las Aves de Colombia. Electronic list, version '18 May 2015'. Atlas of the Birds of Colombia. Available from <https://sites.google.com/site/haariehbamidbar/atlas-of-the-birds-of-colombia> [Accessed 12/05/2016].

Vilardy, S., Jaramillo, Ú., Flórez, C., Cortés-Duque, J., Estupiñán, L., Rodríguez, J.,...Aponte, C. (2014). Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales: una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, 100 pág.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña A.M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: Bogotá, Colombia.

Villa-Navarro, F., Losada-Prado, S. (1999). "Aspectos tróficos de *Petenia umbrifera* (Pisces:Cichlidae) en la represa de Prado (Tolima)". En: Colombia. *Revista De La Asociación Colombiana De Ciencias Biológicas* ISSN: 0120-4173 ed: Asociación Colombiana De Ciencias Biológicas v.11 fasc.1 p.24 – 35.

Villa-Navarro, F., Losada-Prado, S. (2004). "Aspectos bioecológicos del Caloche, *Sternopygus macrurus* (Gymnotiformes: Sternopygidae), en la Represa de Prado, Tolima, Colombia". En: Colombia. *Dahlia* ISSN: 0122-9982 ed: Unibiblos Universidad Nacional De Colombia v. fasc.7 p.49 – 56.

Villegas, M. y Garitano, A. (2008). Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 43(2), 146-153.

Watson L, Dallwitz MJ. (2008). «The grass genera of the world: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval; including synonyms, morphology, anatomy, physiology, phytochemistry, cytology, classification, pathogens, world and local distribution, and references». *The Grass Genera of the World*.

Wallace, R. L. y Snell, T. W. (2010). Rotifera. In *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates* (pp. 173-235). Academic Press.

Wells, K. D. (1977). The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour* 25:666-693.

Wunderle, J.M.Jr. (1994). *Census methods for Caribbean land birds*. Southern forest experiment Station, Forest service, United States Department of agriculture: New Orleans, Louisiana.

Zapata Madrid, J. (2006). Estado de conocimiento de los tecamebianos dulceacuícólos de Chile. *Gayana (Concepción)*, 70(1), 27-30.

Zuñiga-Upegüi, P., Villa-Navarro, F., Ortega-Lara, A., Reinoso-Flórez, G. (2005). "Relación longitud-peso y frecuencias de tallas para los peces del género *Chaetostoma* (Siluriformes, Loricariidae) de la cuenca del río Coello, Colombia". En: Colombia Dahlia ISSN: 0122-9982 ed: Unibiblos Universidad Nacional De Colombia v. fasc.8 p.47 – 52