

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL HUMEDAL GALILEA II



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	17
OBJETIVOS	24
CAPÍTULO 1: LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN	25
1. LOCALIZACIÓN	26
1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	26
1.2 CLASIFICACION Y CATEGORIZACION DEL HUMEDAL	28
CAPÍTULO 2: COMPONENTE FÍSICO.....	30
2. COMPONENTE FISICO	31
2.1. GEOLOGIA DE SUELOS	31
2.2. GEOMORFOLOGÍA DE SUELOS	32
2.3. COBERTURA Y USO DE SUELOS.....	33
2.4. CLIMA	33
2.5. HIDROLOGIA.....	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 GALILEA II.....	39
3.2. FAUNA	70
3.2.1. MARCO TEÓRICO	70
3.2.2. METODOLOGÍA.....	81
3.2.3. FAUNA PRESENTE EN EL HUMEDAL GALILEA II.....	94

CAPÍTULO 4: CALIDAD DEL AGUA	154
4. COMPONENTE CALIDAD DE AGUA	155
4.1. MARCO TEÓRICO	155
4.2. METODOLOGÍA.....	159
4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	161
CAPÍTULO 5: COMPONENTES SOCIAL Y ECONÓMICO	165
5. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	166
5.1. METODOLOGÍA.....	166
5.2. CONTEXTO POLÍTICO ADMINISTRATIVO DEL HUMEDAL	167
5.3. CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA	171
5.4. CARACTERIZACIÓN SOCIAL	174
5.5. PROSPECTIVA.....	178
CAPÍTULO 6: COMPONENTE AMBIENTAL.....	182
6. COMPONENTE AMBIENTAL.....	183
6.1. INTRODUCCIÓN	183
6.2. METODOLOGÍA.....	184
6.3. CALIFICACIÓN DE IMPACTOS	187
6.4. ANÁLISIS COMPONENTE AMBIENTAL	191
CAPÍTULO 7: VALORACIÓN Y EVALUACIÓN.....	193
7. VALORACIÓN Y EVALUACIÓN	194
7.1. EVALUACIÓN ECOLÓGICA	194
7.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL.....	197
CAPÍTULO 8: ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL	200
8. ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL.....	201
8.1. Aspectos Conceptuales.....	202
8.2. Aspectos metodológicos.....	207
8.3. Zonificación Ecológica y Ambiental.	211

CAPÍTULO 9: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	216
9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	217
9.1. INTRODUCCIÓN	217
9.2. METODOLOGÍA.....	218
9.3. VISIÓN.....	220
9.4. MISIÓN.....	220
9.5. OBJETIVOS.....	220
9.6. TIEMPOS DE EJECUCIÓN.....	221
9.7. ESTRATEGIAS	221
9.8. PROGRAMAS Y PROYECTOS	225
9.9. EVALUACIÓN DEL PLAN DE MANEJO	240
9.10. PLAN DE TRABAJO ANUAL	242
BIBLIOGRAFÍA	246

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 afectado 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, en su área amortiguadora y en áreas bajas del departamento. 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 cinco 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 lo 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 reconfiguración física del humedal involucra técnicas de empleo de maquinaria y manuales para estabilizar la geoforma 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, atrayentes (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 reptil/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.
Normas Sanitarias Sobre Residuos Sólidos de 1974 Art. 25, 31 y 33	Art.25: Se podrán utilizar como sitios de disposición de basuras, los predios autorizados expresamente por el Ministerio de Salud o la Entidad delegada.

Plan de Manejo Ambiental (PMA) humedal Galilea II

	<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</p>

Plan de Manejo Ambiental (PMA) humedal Galilea II

	<p>y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Artículo 366. El 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>Convenio Sobre la Diversidad Biológica, 1992 Comunidad Internacional</p>	<p>Convenio de la Diversidad Biológica (Río de Janeiro, 1992)</p>
<p>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>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</p>

Plan de Manejo Ambiental (PMA) humedal Galilea II

	indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica.
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,

	<p>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 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

El objetivo general del presente Plan de Manejo Ambiental es establecer medidas, estrategias y acciones necesarias para fomentar la conservación *in situ*, uso racional sostenible, evitar la degradación y potenciar algunas funciones del Humedal Galilea II, 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. LOCALIZACIÓN

1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El humedal Galilea II se encuentra ubicado en la vereda Galilea del municipio de Villarrica, departamento del Tolima. Pertenece a la unidad hidrográfica río Negro que, a su vez, tributa sus aguas a la subzona hidrográfica río Prado (IDEAM, 2013); comprende un área inundable aproximada de 17.66 has y una altura promedio de 1452 m s.n.m., los límites se encuentran definidos por las siguientes coordenadas geográficas (Tabla 1.1, Figura 1.1).

Tabla 1.1. Coordenadas Geográficas del Humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).

EXTREMO	NORTE	OESTE
NORTE	3° 46' 25.61"	74° 41' 21.032"
SUR	3° 46' 6.342"	74° 41' 25.563"
ORIENTE	3° 46' 24.621"	74° 41' 19.348"
OCCIDENTE	3° 46' 20.554"	74° 41' 36.48"

Fuente: GIZ, 2019.

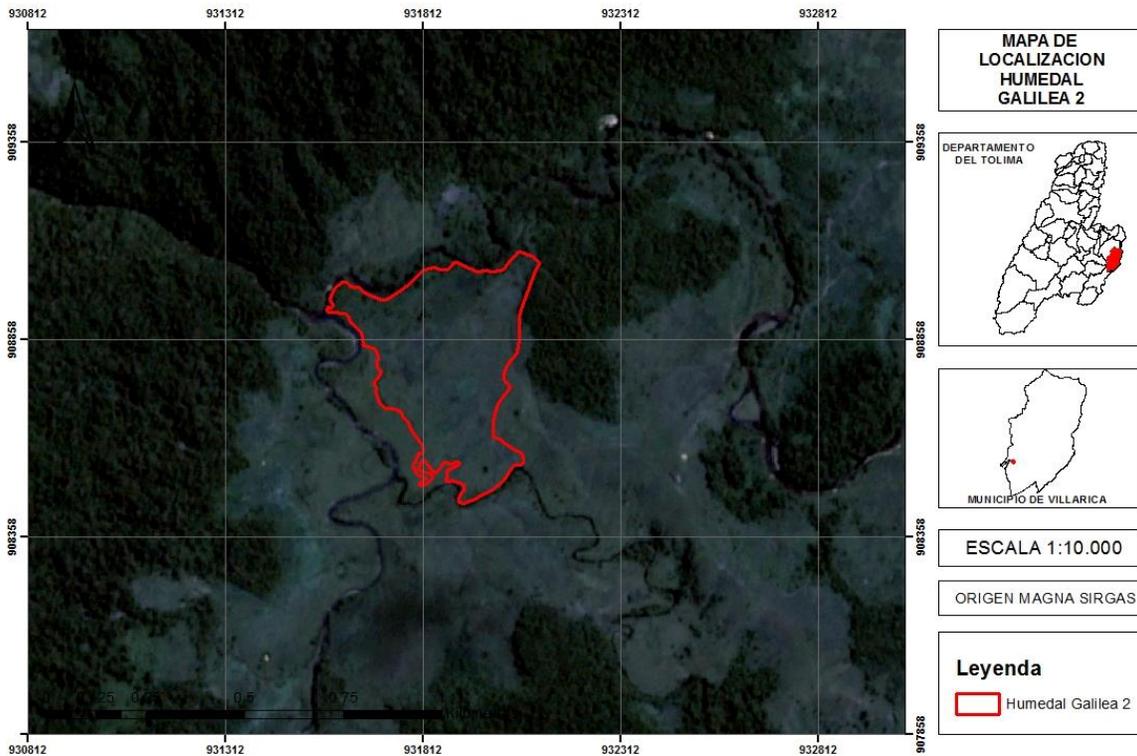
Figura 1.1. Humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

El acceso al humedal se realiza desde el municipio de Dolores, departamento del Tolima, por la vía que lleva a la vereda El Piñal, a partir de la escuela de dicha vereda, se realiza una caminata de aproximadamente 4 km en dirección norte hasta llegar al humedal Galilea (Figura 1.2).

Figura 1.2. Localización del Humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Por otra parte, teniendo en cuenta las fotografías aéreas que fueron tomadas en el humedal, la cobertura que rodea al humedal, corresponde principalmente a pastizales, por lo que no se evidencian procesos de sucesión vegetal importantes. Las turberas son ecosistemas de humedal acumuladores de materia orgánica, con inundación permanente, lo que las hace una reserva y sumidero de carbono. Sin embargo, en la figura 1.3 se observa la distribución espacial algunas plantas arbustivas alrededor del río Negro, que se encuentran cercanas al humedal, estas plantas podrían ofrecer recursos para una gran cantidad de organismos.

También se observa vegetación característica de las turberas, que se abastecen del agua subterránea o de las altas precipitaciones que se presentan en la región, siendo importante conservarlas debido a la gran cantidad de agua que pueden almacenar. De acuerdo a la imagen (Figura 1.3), no se observa en sus colores y patrones, cultivos extensivos en la región.

Figura 1.3. Fotografía aérea del humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

1.2 CLASIFICACION Y CATEGORIZACION DEL HUMEDAL

Teniendo en cuenta la Convención RAMSAR, el humedal Galilea II 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 Galilea II según la Convención Ramsar.

Sistema jerárquico (niveles)	Clasificación humedal Galilea II
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 Galilea II se encuentra asociado en su mayor parte a la Formación Guaduas (KPgg), la cual presenta características litológicas similares a la Formación Seca, aflora en el Sinclinal de Fusagasugá y su descripción se hace con base en secciones medidas por el carreteable Granada - Cuchilla Jalisco (cuadrantes B-6 y C-7) y Cumaca - Tibacuy (cuadrante F-4).

A lo largo del carreteable Granada - Cuchilla Jalisco, la unidad similar a las formaciones Guaduas o Seco tiene un total de 590 m, presenta en su parte inferior un segmento de 80 m conformado por areniscas de cuarzo, finas, en capas gruesas a delgadas, convergentes, intercaladas con capas de lodolitas, grises-pardo, con 181 mantos de carbón de hasta 0.5 m de espesor.

Le suprayace una secuencia de aproximadamente 300 m de espesor, cubierta casi en su totalidad, pero que por su morfología se puede asumir que se trata de una secuencia monótona de lodolitas, en afloramientos aislados, se observó material vegetal carbonizado en las lodolitas y areniscas de cuarzo, finas, en capas muy gruesas. Un tercer segmento se encuentra conformado por lodolitas grises con intercalaciones de areniscas de cuarzo, finas, en capas gruesas a delgadas, el espesor de este segmento es de 40 m.

En el cuarto segmento se observa una secuencia cubierta, pero que por la morfología del terreno podría estar constituida por arcillolitas pardas y rojas, con intercalaciones de areniscas de cuarzo, finas, en capas medias a delgadas, el espesor de este segmento es de 170 m, le sobreyace un segmento constituido por lodolitas rojas (CORTOLIMA, 2006).

Las características litológicas de esta sección sugieren que la unidad descrita podría corresponder a La Formación Guaduas de Hettner (Citado por CORTOLIMA, 2006), la cual posteriormente fue restringida por Hubach (Citado por CORTOLIMA, 2006), y quedó limitada en su parte inferior por la primera arenisca perteneciente al Grupo Guadalupe y en la parte superior por la Arenisca de El Cacho (CORTOLIMA, 2006).

La sección levantada por el carreteable Cumaca – Tibacuy (cuadrante F-4) se halla muy cubierta y se le calculó un espesor de 607 m, calculados mediante poligonal; la unidad está constituida en su parte inferior por una sucesión de capas de arcillolitas abigarradas, a las cuales le suprayace una secuencia de areniscas de cuarzo, finas, amarillentas, con cemento silíceo, en capas delgadas, plano paralelas, con estratificación interna flaser (CORTOLIMA, 2006).

Las partes media y superior están cubiertas, sin embargo, la presencia de esporádicos afloramientos, de arcillolitas rojas y su morfología, indican que su composición es primordialmente arcillosa. Unos cientos de metros al sur de esta sección, cerca al Boquerón, desaparecen de la unidad los mantos de carbón que caracterizan a la Formación Guaduas y, por lo tanto, en este sector la unidad sería comparable con la Formación Seca de De Porta (Citado por CORTOLIMA, 2006).

El contacto inferior de la unidad es concordante y está ubicado en el techo de una espesa secuencia de areniscas del Grupo Guadalupe, que infrayace a las arcillolitas rojas de la Formación Guaduas; el contacto superior es discordante y está colocado en la base de una secuencia de areniscas feldespáticas (CORTOLIMA, 2006).

2.2. GEOMORFOLOGÍA DE SUELOS

El humedal Galilea II se encuentra asociado a un paisaje de montaña, con relieve de lomas, donde los materiales parentales son predominantemente arcillolitas, con algunas inclusiones de areniscas. (CORTOLIMA, 2006).

Los suelos son bien drenados y de profundidad variable, dependiendo de la presencia de bloques rocosos en el perfil; presentan un horizonte A de 20 cm de espesor, de textura franco arenosa, color pardo y estructura moderada, y un horizonte B arcilloso, de color pardo amarillento, moderadamente estructurado, que descansa sobre un horizonte C de textura arcillosa, colores variados y sin estructura.

Químicamente son suelos fuertemente ácidos, de capacidad catiónica de cambio baja, saturación total de bases muy baja y fósforo disponible para las plantas muy bajo, la fertilidad es baja (CORTOLIMA, 2006).

2.3. COBERTURA Y USO DE SUELOS

El humedal Galilea II 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° C y 18 °C, y una precipitación media anual entre 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. HIDROLOGIA

El humedal Galilea II se encuentra ubicado en la unidad hidrográfica río Negro, este, a su vez, tributa sus aguas a la subzona hidrográfica del río Prado, el cual se encuentra situado dentro de la zona hidrográfica del Alto Magdalena (IDEAM, 2013). El río Negro posee un caudal medio del orden de los 21.63 m³/s y una demanda del recurso hídrico Baja (CORTOLIMA, 2006). El humedal se nutre por escorrentía y por inundación de algunos tributarios del río Negro, como es el caso de la quebrada Nutrias.



CAPÍTULO 3: COMPONENTE BIÓTICO

3.1. FLORA

3.1.1. MARCO TEÓRICO

- **FITOPLANCTON**

El fitoplancton se compone de 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 Zuñiga, 2014).

El fitoplancton se distribuye prácticamente en todos los ecosistemas acuáticos continentales, y son importantes porque formar 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 verdeazules (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).

En 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 sobre el humedal donde se encontraba el espejo de agua despejado, en cada uno de ellos se realizó el filtrado de 100 L de agua utilizando redes planctónicas (poro de malla estándar de 25 y 55 μ). Las muestras filtradas se almacenaron en frascos de 250 ml y fueron fijadas en solución Transeau (Vercellino y Bicudo, 2006).

Métodos de laboratorio. La determinación y conteo de la comunidad fitoplanctónica se realizó con 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). Adicionalmente, 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 (1ml)

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 Galilea II, con el programa Canoco (Braak y Smilauer, 1998), unido a esto, se realizó la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones.

- **FLORA**

Método de Campo

Para la colecta del material vegetal en el humedal, 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 metros, teniendo presente a los individuos con DAP \geq 1 cm a lo largo. Se colectarán especies arbustivas y herbáceas,

a las cuales se les realizó la descripción morfológica y el registro fotográfico, posterior a ello se conservó el material vegetal mediante la utilización de prensa (Esquivel, 1997), lo que permitió su transporte hasta el Herbario Toli de la Universidad del Tolima (Figura 3.1)

Figura 3.1. Colecta en campo del material vegetal en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Método de Laboratorio

Las muestras colectadas en campo, luego de reposar en el laboratorio del Herbario Toli, se secaron, montaron y se determinaron taxonómicamente utilizando claves botánicas de Mahecha y Echeverri (1983), Barrera y Murillo (1996) y González y López (2012), consultas con expertos y bases de datos de herbarios digitales.

3.1.3. FLORA PRESENTE EN EL HUMEDAL GALILEA II.

- **FITOPLANCTON**

Se registró una densidad de 13980 Individuos/L, distribuidos en seis phylla, siete clases, 14 órdenes, 21 familias y 28 géneros (Tabla 3.1) de fitoplancton.

Tabla 3.1. Composición taxonómica de la comunidad fitoplanctónica registrada en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Densidad
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	145
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Lepocinclis</i>	115
				<i>T. hispida</i>	180
				<i>T. volvocina</i>	4485
Miozoa	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Peridinium</i>	735
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Rosithidium</i>	170
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>E. serra</i>	15
				<i>E. triodon</i>	165
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragillaria</i>	125
		Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i>	5
			Naviculaceae	<i>Navicula</i>	360
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>	90
			Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i>	20
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiaceae	Desmidiaceae	<i>Micrasterias</i>	10
		Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i>	125
			Desmidiaceae	<i>B. brebissonii</i>	25
				<i>Cosmarium</i>	40
				<i>Staurastrum</i>	10
				<i>Xanthidium</i>	260
			Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon</i>	30
			Peniaceae	<i>Penium</i>	10
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i>	30
				<i>Spyrogira</i>	90
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium</i>	10
		Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Chlorococcum</i>	770
		Sphaeropleales	Neochloridaceae	<i>Chlorotetraedron</i>	1345
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	4075
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Closteriopsis</i>	540

Fuente: GIZ, 2019.

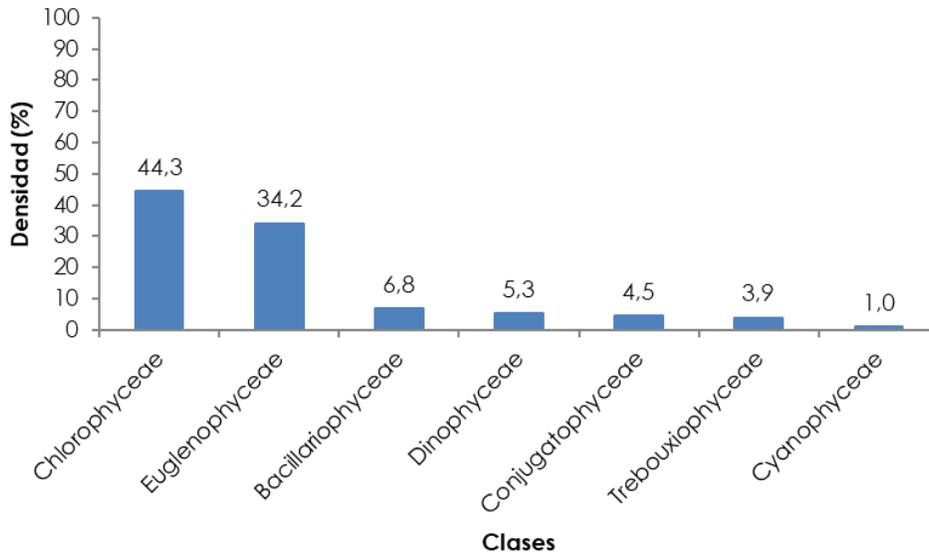
La composición muestra una gran variedad de organismos dentro de la comunidad fitoplanctónica en el humedal Galilea II, caso contrario a lo reportado en estudios previos de humedales aledaños donde se presentó una pobre representatividad de organismos de este componente (CORTOLIMA y Universidad del Tolima, 2018); sin embargo, por el tipo de humedal pueden existir ciertos limitantes que inhiban el desarrollo del plancton, en especial la escasa área donde el espejo de agua está

expuesto, dado que por su biología es necesario que estos organismos se encuentren en estado de suspensión (Ramírez, 2000).

Por otro lado la diversidad de estos organismos se puede atribuir a las condiciones ecológicas del humedal, de este modo se puede establecer que sus aguas son acidas producto de la gran cantidad de materia orgánica que se encuentra dentro del ecosistema, además por los niveles de fosforo se establece que es un ambiente eutrofizado, lo cual influye en el desarrollo de organismos de Bacillarophyceae y Conjugatophyceae, que en este estudio son las que más representantes tienen (De la Hoz y Osorio, 2016).

La clase más abundante fue Chlorophyceae con 6200 ind/L (44.3%) seguido por Euglenophyceae con 4780 ind/L (34.2%). Por otra parte, las que presentaron menos abundancia fueron Trebouxiophyceae con 540 ind/L (3.9%) y Cyanophyceae con 145 ind/L (3.9%) (Figura 3.2).

Figura 3.2. Densidad relativa de las clases de la comunidad fitoplanctónica para el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

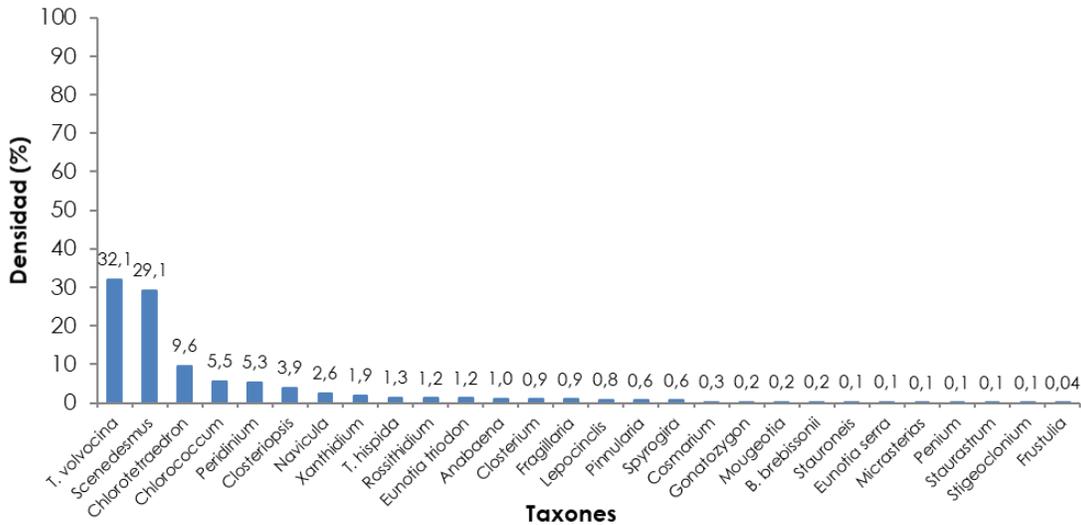
La clase Chlorophyceae se compone de organismos versátiles en la explotación de recursos, en general son organismos que dominan el ensamblaje fitoplanctónico en la mayoría de los ecosistemas lacustres, donde presentan un importante rol como productores primarios y siendo la

base de la cadena alimenticia, además de ello presentan adaptaciones Morfológicas que les permiten mayor desplazamiento en el hábitat (Pereira, Reyes y Kramm, 2000).

A nivel de género *Trachelomonas*, fue las más abundante con una densidad de 4485 ind/L (32.1%), seguido por *Scenedesmus* con 4075 ind/L (29.1%) (Figura 3.3). *Trachelomonas* es un género perteneciente a la clase Euglenophyceae, sus miembros están ampliamente distribuidos en ecosistemas acuáticos de tipo lotico y lentico, además presentan una adaptación llamada Lorica, que funciona como una barrera de defensa y le permite soportar ciertos cambios en el medio donde habita (Martínez, 2015).

Scenedesmus es particularmente importante por su capacidad de remoción de nutrientes y materia orgánica en ecosistemas cubiertos de material vegetal más o menos descompuesto, como es el caso del humedal (Andrade et al. 2009).

Figura 3.3. Densidad relativa de los géneros de la comunidad fitoplanctónica del humedal Galilea II, 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, las variables como porcentaje de saturación de

oxígeno, DBO y pH presentaron efectos condicionantes, sin embargo, ninguno muestra diferencia estadísticamente significativa (Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Efectos condicionales de las variables fisicoquímicas del Análisis de Correspondencia Canónica en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).

Variable	Var N	λ	p	F
Porcentaje de saturación de oxígeno	9	0.5	0.07	10.7
DBO	12	0.05	0.09	1.16
pH	1	0.03	1	0

Fuente: GIZ, 2019.

El humedal presenta una gran cantidad de materia orgánica en contacto con el agua, por lo que ocurren procesos de descomposición que involucran el consumo de oxígeno para degradar esa materia, lo que se refleja en un pH ácido y eventos de anoxia parcial

FITOPLANCTON REGISTRADO EN EL HUMEDAL GALILEA II, VILLARRICA (TOLIMA).

Orden: Naviculales

Familia: Pinnulariaceae

Género: *Pinnularia*

Descripción: Células solitarias o más raramente en colonias, valvas muy grandes, lineares, con extremos capitados. Rafe mediano, filamentosa. Valvas ornamentadas con cámaras transversales abiertas hacia el interior (Rivera et al. 1982).

Aspectos ecológicos: *Pinnularia* es una diatomea relativamente común tanto en los cursos de agua dulce como en las aguas estancadas, es de vida libre, no forma colonias (Penalta-Rodríguez y López-Rodríguez, 2007).

Distribución: desde los 304 hasta los 3180 m.s.n.m. (CORTOLIMA y GIZ, 2010).



Orden: Desmidiiales

Familia: Desmidiaceae

Género: *Xanthidium*

Descripción Células solitarias, presenta espinas cortas o largas marginales; la forma y disposición de las espinas es una característica morfológica importante en la caracterización de especies. La



parte media de cada semicelda es lisa o con un anillo o líneas de poros visibles (Guiry, 2013).

Aspectos biológicos: Usualmente se encuentra en estanques y lagos ácidos oligotróficos (Guiry, 2013).

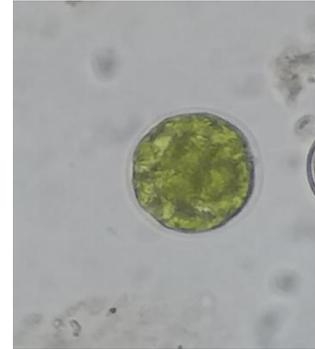
Orden: Chlorococcales

Familia: Chlorococcaceae

Género: *Chlorococcum*

Descripción: es unicelular con células esféricas o ligeramente oblongas de tamaño variado. Las celdas pueden ser solitarias o en grupos irregulares, a veces formando películas en superficies húmedas o sumergidas. El mucílago es delgado y discreto (Silva, 1980).

Aspectos biológicos: Este género de vida libre es cosmopolita. La capacidad para producir ciertas enzimas y carotenoides secundarios también se ha determinado (Silva, 1980).



Orden: Chlorococcales

Familia: Scenedesmaceae

Género: *Scenedesmus*

Descripción: células elipsoidales o fusiformes en series lineares, para formar una colonia plana. Las células están dispuestas unas al lado de las otras con sus ejes mayores paralelos. Los cenobios de ocho células están a menudo alternados por dos hileras de cuatro células (Rivera et al. 1982).

Aspectos ecológicos: se reporta frecuentemente en aguas ricas en nutrientes (especialmente altas en nitrógeno inorgánico) (Wehr y Sheath, 2003).

Distribución: En la cuenca del río Magdalena presentó una distribución desde los 304 hasta 3785 m.s.n.m. (CORTOLIMA y GIZ, 2010).



Orden: Euglenales

Familia: Euglenaceae

Género: *Trachelomonas*

Descripción: es un género de algas unicelulares del grupo de los Euglénidos 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 y otros hábitats ricos en hierro y manganeso; es común y cosmopolita. *Trachelomonas* se aprovecha de la luz del sol para realizar la fotosíntesis (Guiry y Guiry, 2019).

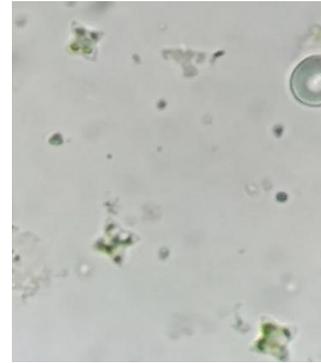
Orden: Sphaeropleales

Familia: Neochloridaceae

Género: *Chlorotetraedron*

Descripción: Células solitarias o en grupos, de formas esféricas, tetraédricas, estas últimas persisten ocasionalmente en células maduras o se desarrollan en cuatro pequeños procesos. Cloroplasto simple y masivo; reproducción asexual por aplanosporas uninucleadas o uninucleadas, biflagelados, zoosporas (Sánchez et al. 1998).

Aspectos ecológicos: planctónico en agua dulce eutrófica (Sánchez et al. 1998).



Orden: Eunotiales

Familia: Eunotiacea

Género: *Eunotia*

Descripción: es un género de diatomeas, constituido por especies de aspecto muy heterogéneo y cuya vista ecuatorial es muy diferente a su vista polar. Forma agregados coloniales filamentosos curvados hacia el lado ventral de la valva, posee contorno dorsiventral, con margen ventral lineal a levemente cóncavo y márgenes dorsales convexos (Vouilloud et al. 2016).

Aspectos ecológicos: Son diatomeas de agua dulce, especialmente comunes en los lagos, y también son comunes en los registros fósiles, habitan principalmente ultras oligotróficas y oligotróficas (Vouilloud et al. 2016).



Orden: Peridinales

Familia: Peridiniaceae

Género: *Peridinium*

Descripción: La mayoría de los dinoflagelados tienen un tamaño entre 50 y 500 μm , por lo que se los considera parte del fitoplancton. Son unicelulares, aunque como excepción, algunas especies pueden formar colonias o pseudocolonias. El rasgo más característico de los dinoflagelados es la presencia de dos flagelos disimilares que les proporcionan movimientos característicos (Gomez, 2012).

Aspectos ecológicos: La reproducción de los dinoflagelados es principalmente asexual. puede llegar a ser tóxica (Freer y Vargas, 2003).



Suborden: Araphidineae

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. Las diatomeas individuales aparecen hinchadas en sus centros donde se unen a la cinta colonial. Largas filas que se transforman en cintas, cintas de cristal que flotan en el agua formando parte del plancton (Rivera y Cruces 2002).

Aspectos ecológicos: De vida libre o en colonias, algunas especies son diatomeas formadoras de la floración en lagos eutróficos (Rivera y Cruces, 2002).



Orden: Desmidiiales

Familia: Desmidiaceae

Género: *Bambusina*

Descripción: Células en filamentos cortos o largos. Células pequeñas, alargadas, en forma de barril con constricción mediana poco profunda (istmo), una especie con anillo de protuberancias con punta en forma de espina en cada semicello e istmo más angosto (Guiry y Guiry, 2018).

Aspectos ecológicos: habita en sistemas acuáticos ácidos, oligotróficos (Guiry y Guiry, 2018). **Distribución:** Esta es una especie



reconocida como cosmopolita (Guiry y Guiry, 2018).

Orden: Euglenales

Familia: Phacaceae

Género: *Lepocinclis*

Descripción: Euglenido, 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).

Distribución: Se registra en alta montaña, andino y tierras bajas, y en aguas oligotróficas, mesotróficas y eutróficas (Velásquez, 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: Este género es común en el nuevo mundo, gran parte de estas son planctónicas, forman grades grupos en la zona litoral o cubren los sedimentos y las macrófitas en los ecosistemas lénticos. (Bicudo y Bicudo, 1970).

Distribución: Estos organismos se distribuyen de 286-3636 m en humedales del sur del departamento del Tolima (La pedregosa, Guarapo, lago Saldañaíta, el silencio, el oval y el ható) (CORTOLIMA y GIZ, 2010).



Orden: Naviculales

Familia: Naviculaceae

Género: *Navicula*

Descripción: Las células son solitarias y tienen forma elíptica a lanceolada con extremos redondeados, planos o capitulares. El área central puede estar engrosada, pero sin una forma de bandas estaurosas (Wehr y Sheath, 2003).

Aspectos ecológicos: Las diatomeas desempeñan un papel importante, produciendo alrededor de una cuarta parte de todo el oxígeno



dentro de la biosfera de la Tierra, a menudo como organismos fundamentales o especies clave en la cadena alimentaria de muchos entornos donde Proporcionan un alimento básico para las dietas de muchas especies acuáticas (Wehr y Sheath, 2003).

Orden: Desmidiales

Familia: Desmidiaceae

Género: *Staurastrum*

Descripción: Célula simétricamente bilateral (generalmente) con dos hemicélulas (mitades) separadas por un istmo estrecho. Cada hemicelda tiene una cantidad de "brazos" que parecen ser específicos de una especie, de 2 a más de 10 (Gómez, 2017).

Aspectos ecológicos: Hábitats de agua dulce. Varias especies seleccionan un rango de pH estrecho, extiende su cuerpo en brazos largos para sujetarse en el agua (Gómez, 2017).



Orden: Desmidiales

Familia: Closteriaceae

Género: *Closterium*

Descripción: con dos cloroplastos grandes, uno por semicélula. Cerca de cada terminal celular hay una vacuola esférica transparente o alargada que contiene de uno a muchos gránulos de sulfato de bario, visible con microscopía óptica, que puede actuar como sensores de gravedad. 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 (Takashi et al. 2001).

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



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 (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: Desmidiiales

Familia: Desmidiaceae

Género: *Cosmarium*

Descripción: Placodermo unicelular. 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 (Guiry y Guiry 2013).

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



Orden: Chaetophorales

Familia: Chaetophoraceae

Género: *Stigeoclonium*

Descripción: Plantas que consisten en sistemas prostrados y erectos de filamentos uniseriados de desarrollo diverso. Erige filamentos opuestos o dicotómicamente ramificados. Ramas verticiladas o irregulares, con puntas puntiagudas, estrechamente obtusas o con un pelo hialino multicelular (Guiry, 2013).

Aspectos ecológicos: Reproducción asexual por zoosporas cuadriflageladas de dos tamaños, micro y macrozoosporas. (Guiry, 2013).



Orden: Desmidiiales

Familia: Gonatozygaceae

Género: *Gonatozygon*

Descripción: Células solitarias o en filamentos cortos, de tamaño mediano a grande (48-759 μm de largo), alargadas cilíndricas a alargadas fusiformes (longitud 7-40 veces el ancho), con extremos truncados. Pared celular lisa o con gránulos dispersos, pelos o espinas. La pared celular tiene dos capas: una capa perforada exterior (incluidos los gránulos o espinas) y una capa interna, más o menos continua (Guiry, 2013).

Aspectos ecológicos: Reproducción asexual por división celular transversal. Cosmopolita, en lagos y lagunas oligotróficas ácidas, o en pantanos (Guiry, 2013).



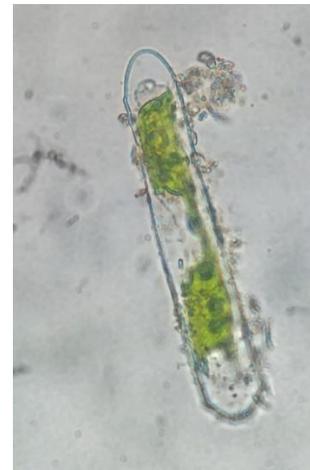
Orden: Desmidiiales

Familia: Peniaceae

Género: *Penium*

Descripción: Células solitarias, cilíndricas cortas a cilíndricas alargadas rectas, con extremos ampliamente redondeados o truncados; 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. Generalmente en estanques o lagos ácidos oligotróficos o en pantanos (Guiry, 2013).



Orden: Chlorellales

Familia: Chlorellaceae

Género: *Closteriopsis*

Descripción: Talo unicelular, no incrustado en envoltura de mucílago. Células con paredes celulares lisas, uninucleadas; Pirenoides múltiples (2-14) en una serie; en las especies estudiadas, los filacoides atraviesan los pirenoides (Guiry, 2013).

Aspectos ecológicos: planctónica en agua dulce; cosmopolita (Guiry, 2013).



Orden: Naviculales

Familia: Amphipleuraceae

Género: *Frustulia*

Descripción: Las válvulas son lineales-lanceoladas-romboidales con rostrado y ápices redondeados. Las areolas son redondas u ovaladas y forman estrías transversales que se irradian en el centro de la válvula y son ligeramente o fuertemente convergentes cerca de los vértices (Guiry y Guiry, 2014).

Aspectos ecológicos: Se encuentran como células individuales o se unen dentro de tubos mucilaginosos. De agua dulce a aguas ligeramente salobres. Abundante en aguas ácidas de baja conductividad (Guiry y Guiry, 2014).



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 (Guiry y Guiry, 2013).

Aspectos ecológicos: 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. Cuando se juntan varias algas, los filamentos forman masas con aspecto de algodón, que flotan en el agua y que pueden observarse a simple vista (Guiry y Guiry, 2013).



Orden: Desmidiiales

Familia: Desmidiaceae

Género: *Micrasterias*

Descripción: Células pequeñas a grandes (hasta 400 μm de largo), generalmente solitarias filamentosas y muy comprimidas, con una constricción mediana muy profunda (istmo) donde se superponen las paredes de las semicélulas. Otras incisiones superficiales o profundas dividen cada semicélula en el lóbulo apical y dos lóbulos laterales, cada uno subdividido cada vez más (Guiry, 2013).

Aspectos ecológicos: habita lagos ácidos de agua dulce, oligotróficos y ácidos (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: Spirulinales

Familia: Spirulinaceae

Género: *Spirulina*

Descripción: filamentosos no ramificados, siempre sin vainas, raramente solitarios (flotación libre), generalmente en grupos o en esteras finas que son visibles macroscópicamente y cubren el sustrato, regularmente en forma de tornillo enrollado a lo largo de toda la longitud del tricoma, con un ancho de tornillo sin cambiar (Guiry, 2013).

Aspectos ecológicos: Varias especies son de agua dulce, agua salobre, marina y manantiales minerales. Varias especies son bentónicas en agua dulce (Guiry, 2013).

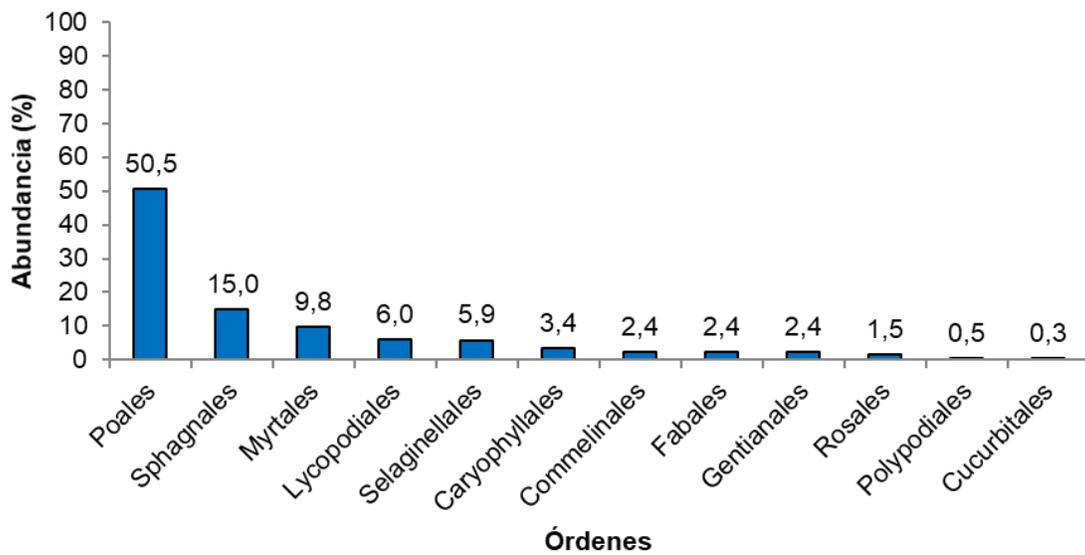


• FLORA

Resultados y Discusión

En el humedal Galilea II se registraron 28 especies, distribuidas en 17 familias y 13 órdenes. Los órdenes más abundantes fueron Poales (50.5%), seguido de Sphagnales (15%) y Myrtales (9.8%); los órdenes menos abundantes fueron Polypodiales (0.5%), seguido de Cucurbitales (0.3%) (Figura 3.4).

Figura 3.4. Abundancia relativa de los órdenes de las plantas colectadas en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Respecto a las familias, Poaceae, Cyperaceae y Melastomataceae tuvieron un mayor número de especies. Los géneros con mayor número de especies fueron *Panicum* y *Cyperus* y, la especie más abundante fue *Sphagnum fallax* H. Klinggr, con 150% (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Especies vegetales registradas en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).

FAMILIA	ESPECIE	Abundancia relativa (%)	USO
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	1,8	Alimento
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	1,5	Alimento
Melastomataceae	<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cogn.	2,3	Melífera
Sphagnaceae	<i>Sphagnum fallax</i> H. Klinggr.	15,0	Protección suelo y agua
Poaceae	<i>Agrostis</i> sp.	1,1	Protección suelo
Poaceae	<i>Opizia</i> sp.	3,0	Protección suelo
Juncaceae	<i>Juncus</i> sp.	3,8	Protección suelo y agua
Cyperaceae	<i>Kyllinga erecta</i> Schumach.	5,4	Medicinal
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	2,6	Protección suelo
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	0,3	Medicinal
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i> sp.	5,9	Protección suelo y agua
Poaceae	<i>Panicum verticillatum</i> L.	2,6	Protección suelo
Poaceae	<i>Schizachyrium paniculatum</i> (Hack) Herter.	4,4	Medicinal
Cyperaceae	<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A.Mey.) Soják	2,4	Protección suelo
Rosaceae	<i>Alchemilla</i> sp.	1,5	Medicinal
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl.	0,2	Medicinal
Poaceae	<i>Styppeiochloa</i> sp.	1,5	Protección suelo
Poaceae	<i>Cyphochlaena madagascariensis</i> Hack	2,6	Protección suelo
Poaceae	<i>Panicum</i> sp.	2,7	Protección suelo
Poaceae	<i>Schizachyrium paniculatum</i> (Hack.) Herter	1,5	Medicinal
Juncaceae	<i>Juncus</i> sp.	3,2	Protección suelo y agua
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	6,0	Medicinal
Xyridaceae	<i>Xyris</i> sp.	4,2	Protección suelo y agua
Begoniaceae	<i>Begonia cucullata</i> Willd.	0,3	Protección suelo
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp.	4,2	Protección suelo y agua
Rubiaceae	<i>Coccocypselum hirsutum</i> Bartl. ex DC.	2,4	Medicinal
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	2,4	Medicinal
Cyperaceae	<i>Cyperus trachysanthos</i> Hook. y Arn.	2,6	Medicinal
Cyperaceae	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. y Schult	3,2	Medicinal
Poaceae	<i>Panicum</i> sp	2,4	Protección suelo
Caryophyllaceae	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	3,4	Medicinal
Leguminosae	<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	2,4	Medicinal

Fuente: GIZ, 2019

El orden Poales está compuesto, en este estudio, por las Cyperaceae, Juncaceae, Poaceae y Xyridaceae, siendo el más abundante, con especies cosmopolita (Guevara y Benítez, 2004) y de fácil adaptación a suelos pobres de nutrientes (Baruch, 2005); sin embargo, *Schizachyrium condensatum*, siendo una especie nativa y de importancia medicinal, sólo se había reportado para el bosque seco tropical (Vargas et al. 2016).

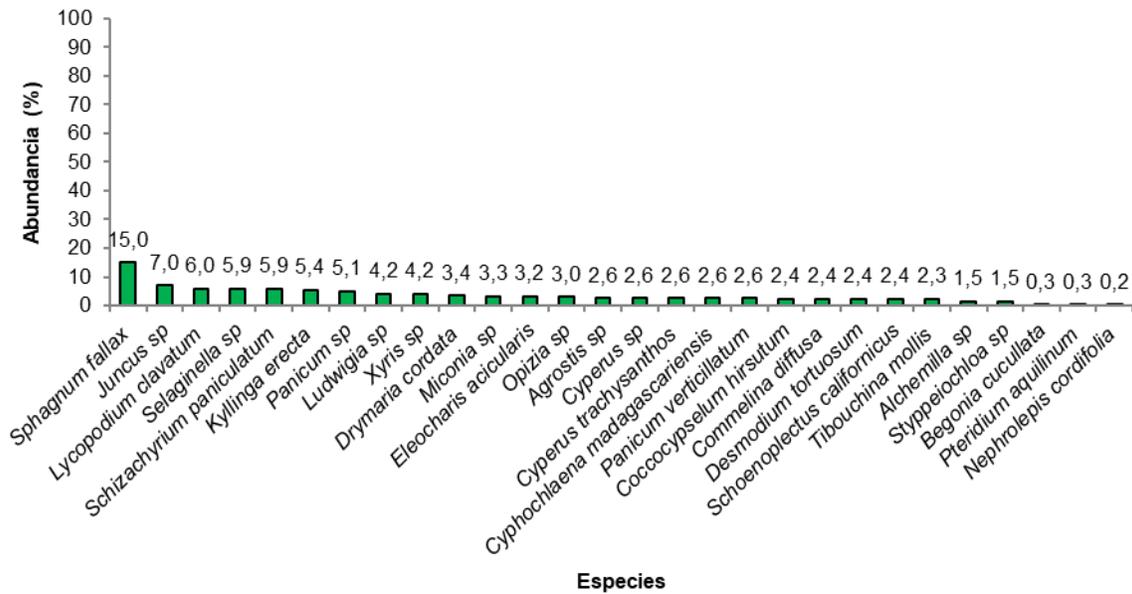
La especie se encuentra en abundancia en la zona y con gran presencia en el humedal, generando colonias; debido a sus características de competencia, dominancia, reproducción y su alta viabilidad de germinación de la semilla. Este tipo de características de *S. condensatum* podría afectar la viabilidad de las plantas típicas del humedal.

El humedal Galilea II se compone, en su mayoría, de especies de bajo porte (herbáceas), con una alta presencia de *Sphagnum*, *Lycopodium* y *Selaginella*, quienes bordean y se extienden ampliamente por la zona. Este tipo de vegetación regula el proceso de abastecimiento de agua del humedal y cumple función de fitorremediación (Hernández, 2017). La vegetación de porte arbórea y arborescente se encuentra distante de la zona antes mencionada, esta condición se debe posiblemente a las características del humedal (Hernández y Rangel, 2009).

Algunas especies de la familia Melastomataceae, junto con *Miconia* spp. y *Tibouchina mollis* (Bonpl.) Cogn., se caracterizaron por tener importancia alimenticia para la fauna, especialmente avifauna, medicinal para el hombre, aportar protección al suelo y ayudar a la conservación del agua del humedal, sus características adaptativas en el sistema radicular le permiten desarrollar sus funciones vitales en suelos muy húmedos, es por ello que se consideran especies promisorias (Higuchi, 2011).

Las especies pertenecientes a Begoniaceae, Commelinaceae, Rosaceae, Nephrolepidaceae y Dennstaedtiaceae, se encontraron con poca abundancia en el área de estudio; sin embargo, estas especies revisten de importancia por sus características adaptativas y porte rastrero, cubriendo en ocasiones la totalidad del suelo y protegiéndolo de la erosión y pérdida de la humedad, igualmente aportando grandes cantidades de biomasa (Macedo et al. 2015) (Figura 3.5).

Figura 3.5. Abundancia relativa de las especies colectadas en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

De las 28 especies colectadas en el humedal Galilea II, 2 son utilizadas para alimento, 1 de uso melífera, 4 para protección del suelo y conservación del agua, 8 para protección suelo y 13 de uso medicinal (Tabla 1), lo que demuestra las potencialidades del material vegetal presente en la zona.

Familias como Melastomataceae, Poaceae, Cyperaceae y Juncaceae, también son empleadas en la zona como fuente de fibra para la elaboración de construcciones, ornamentos y utensilios ampliamente utilizados por los lugareños.

Por otra parte, especies como *S. fallax*, *Coccocypselum hirsutum* y *Commelina diffusa* han sido investigadas por sus características medicinales para el ser humano (Dennis, 1988; Ujowundu, 2008; Taborda, 2009), es por ello la importancia de generar estrategias de conservación de este tipo de ecosistemas y diversidad biológica.

Especies en categoría UICN:

De acuerdo a lo colectado en el Humedal Galilea II, solo una especie se encuentra categorizada por la IUCN, *S. paniculatum*, la cual se encuentra bajo la categoría de “peligro crítico (CR)”, las demás especies

vegetales no se encuentran categorizadas. Sin embargo, el taxón *Sphagnaceae* posee protección a nivel nacional por la Resolución 0213 y 0801 de 1977 expedida por INDERENA (Rubio-Rubio, 2015).

Finalmente, las especies que son exclusivas para el humedal son: *Sphagnum fallax*, *Agostis* sp., *Xyris* sp., *Juncus* sp., *Begonia cucullata*, *Ludwigia* sp. y *Drymaria cordata*.

Conclusión

Actualmente el humedal se encuentra con cierto grado de conservación, debido posiblemente 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 GALILEA II, VILLARRICA (TOLIMA).

Orden: Myrtales

Familia: Melastomataceae

Género: *Miconia*

Especie: *Miconia* sp.

Nombre común: Punta e' lanza.

Descripción: Arbustos o árboles, raramente trepadoras leñosas, con pelosidad diversa o glabras; ramitas teretes, cuadradas o con 2 bordes aplanados. Hojas 3-7(-11)-nervias o 3-7(-11)-plinervias, enteras a onduladas, serruladas, o denticuladas. Inflorescencias en panículas o cimas multifloras (Ruiz y Pavón, 1794).

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

Distribución y hábitat: Se encuentra en todo el intertrópico americano (Ruiz y Pavón, 1794).



Orden: Myrtales

Familia: Melastomataceae

Género: *Tibouchina*

Especie: *Tibouchina mollis*

Nombre común: Flor de mayo

Descripción: Arbusto o arbolito de 1-2.5 m. Ramas, hojas e inflorescencias densamente piloso-hirsutas con tomento adpreso o subadpreso. Hojas con pecíolo de (5-) 10-15 mm; lámina (Triana, 1871).

Hábitat: Abundante en climas fríos, a orilla de los caminos y entre matorral bajo (Triana, 1871).

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

Distribución nacional: ANTIOQUIA: Boquerón de Medellín, L. Uribe U. 2268; Santa (Triana, 1871).



Orden: Sphagnales

Familia: Sphagnaceae

Género: Sphagnum

Especie: *Sphagnum fallax*

Descripción: De tamaño mediano, verde a marrón mostaza, crece en alfombras. Las plantas masculinas pueden tener una punta más oscura en contraste con los capítulos y ramas extendidas. Los capítulos son convexos y generalmente estrellados, con ramas en desarrollo en pares ordenados, obvios entre los rayos de los capítulos. Las hojas de la rama son débiles a claramente en líneas rectas. son visiblemente recurvadas. Las cápsulas son ocasionales (RBG, 2012).

Hábitat: Muy común en una amplia gama de hábitats húmedos o permanentemente húmedos, que incluyen pobres en nutrientes a los hornos intermedios, y piscinas y arroyos en los pantanos (RBG, 2012).

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



Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Agrostis*

Especie: *Agrostis* sp.

Nombre común: Pasto

Descripción: se caracteriza por tener panículas más o menos abiertas, con espiguillas pequeñas y pediceladas sobre pedúnculos verticilados en el eje de la inflorescencia. Glumas más o menos iguales, agudas, apuntadas o aristadas y aquilladas, más largas que las glumillas, y encerrando una sola flor fértil, a menudo con otra rudimentaria. Con hojas puntiagudas de color verde azulado, lígula corta y sin aurículas. Tiene rizomas bien desarrollados, los tallos son rastreros y enraízan en las nudosidades (Ayanz, 2018).

Hábitat: resisten bien el frío y el exceso de humedad, motivo por el que suelen desarrollarse en depresiones inundadas, orillas y márgenes de zanjas (Ayanz, 2018).

Distribución: Son especies abundantes en los pastizales españoles. También se encuentran en el Norte de Europa, Argentina, Brasil y Norte América. Están adaptadas al período de invierno y resisten bien el frío y el exceso de humedad (Ayanz, 2018).



Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Opizia* sp.

Especie: *Opizia* sp.

Descripción: Anual, o perenne. Estolones ausentes, o presentes. Culmos delgados; 4–12.25–25 cm de largo. Ligula de membrana ciliolada, Láminas foliares lineales, o triangulares. Inflorescencia Monoica o dioica. Inflorescencia compuesta por racimos; Abrazado en la base por la hoja subtendida. Racimos solos, o llevados a lo largo de un eje central; espiguillas solitarias. Espiguillas fértiles sésiles. Espiguillas masculinas sésiles (Clayton et al. 2002).

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

Distribución: América del Norte o América del Sur (Clayton et al. 2002).



Orden: Poales

Familia: Cyperaceae

Género: *Cyperus*

Especie: *Cyperus* sp.

Nombre común: Coquillo

Descripción: Son plantas herbáceas en matas o rizomatosas, perennes o anuales; culmos triquetros o redondeados; plantas hermafroditas o muy rara vez dioicas (*C. canus*). Hojas sólo basales. Brácteas de la inflorescencia sin lámina, agrupadas en la parte superior del culmo, cada una sosteniendo un rayo (pedúnculo), espiguillas cilíndricas o comprimidas, naciendo espigada o digitadamente en los extremos de los rayos o de sus ramas, flores en las axilas de escamas dísticas, cuyas bases frecuentemente son decurrentes sobre la raquilla en forma de alas hialinas (Akobundu y Agyakwa, 1989).

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

Distribución: distribuidas por todos los continentes, tanto en regiones tropicales como templadas (Akobundu y Agyakwa, 1989).

Orden: Pteridales

Familia: Dennstaedtiaceae

Género: *Pteridium*

Especie: *Pteridium aquilinum*

Nombre común: Helecho águila

Descripción: Helecho isospóreo vivaz o perenne con un rizoma subterráneo muy desarrollado que llega a alcanzar hasta un metro de longitud de color pardo y cubierto de vellosidades oscuras (Jacobs y Peck, 1993).

Distribución: Especie subcosmopolita de distribución mundial y ausente en zonas desérticas y subdesérticas que habita desde el nivel del mar hasta los 2900 de altitud (Jacobs y Peck, 1993).

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

Hábitat: sobre suelos profundos bien drenados hasta arenosos en zonas frescas con sustratos pobres en bases o ligeramente silíceos (Jacobs y Peck, 1993).



Orden: Selaginellales

Familia: Selaginellaceae

Género: *Selaginella*

Especie: *Selaginella* sp.

Nombre común: Selaginela

Descripción: son plantas trepadoras o ascendentes, con hojas simples y similares a escamas (microfilas) en tallos ramificados de los que también surgen raíces. Los tallos son aéreos, se arrastran horizontalmente sobre el sustrato o erecto. Cada estela está formada por un xilema diario y exarca en el centro. (Stace, 2010).

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

Hábitat y distribución: esta principalmente representada en los trópicos, algunas especies crecen en climas fríos y otras en zonas templadas (Stace, 2010).



Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Panicum*

Especie: *panicum verticillatum*

Descripción: Culmos erectos o ascendentes de una base geniculada, 1 / 2-5 pies de largo, generalmente comprimidos debajo, más o menos ramificados, vainas delgadas, más bien laxas, generalmente comprimidas, estriadas, glabras o finamente peludas hacia arriba; ligulas cortas, truncadas, densamente ciliadas; cuchillas lineales o lanceoladas-lineales desde una base ancha y redondeada o desde una base estrecha, que se estrecha hacia un punto agudo o subsetáceo (FCEC, 2006).

Hábitat y distribución: a lo largo de África y la India a malaya, en otros lugares (Europa, Australia, América), solo como hierba. Presente en zonas húmedas y cerca de la rivera de ríos y quebradas (FCEC, 2006).

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



Orden: Cyperales

Familia: Cyperaceae

Género: *Schoenoplectus*

Especie: *Schoenoplectus californicus*

Nombre común: Totora

Descripción: El junco es una hierba acuática perenne que puede medir hasta 2 m de altura. Sus tallos presentan 3 caras con los bordes redondeados. Es una planta rizomatosa, lo que significa que también presenta tallos subterráneos. Está muy adaptada al medio acuático y puede desarrollarse en suelos de inundación permanente y en aguas de hasta 1 m de profundidad (Soják, 2018).

Hábitat: Cuerpos de agua y pantanos (Soják, 2018).

Distribución nacional: Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Nariño, Putumayo, Valle (Soják, 2018).

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



Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Alchemilla*

Especie: *Alchemilla* sp.

Descripción: hierba a veces leñosa hacia la base, perenne, tendida sobre el suelo o trepando, 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. (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

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).

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



Orden: Poales
Familia: Poaceae
Género: *Styppeiochloa*
Especie: *Styppeiochloa* sp.
Nombre común: pasto
Descripción: plantas perennes densamente cespitosas. Herbáceas no ramificadas arriba, vainas en culmo persistente; entrenudos sólidos. Hojas basales, lineales, estrechas de 1 cm de ancho y laminadas. Plantas bisexuales, inflorescencias paniculadas (Watson et al. 1992).
Hábitat: Matorrales, sabanas, espacios abiertos.
Distribución nacional: cosmopolita.
Categoría: Datos insuficientes (DD) (UICN, 2018).



Orden: Poales
Familia: Poaceae
Género: *Cyphochlaena*
Especie: *Cyphochlaena madagascariensis*.
Descripción: anual, vainas de las hojas estriadas veteadas; margen exterior peludo; lígula una membrana ciliada. Venación de la lámina de la hoja ampliamente redondeada. Inflorescencia compuesta de racimos.
Hábitat: porte herbáceo presente en bosques (Tropicos, 2019).
Categoría: No evaluado (NN) (UICN, 2019).
Distribución nacional: 0-499 m.s.n.m. (Tropicos, 2019).



Orden: Poales
Familia: Poaceae
Género: *Panicum*
Especie: *Panicum* sp.
Descripción: flores paniculadas bien desarrolladas, frutos en racimos. Plantas anuales o perennes; vaina pubescente, lígula membranosa. Espigas cortamente pedunculadas (Devesa, 1754).
Distribución nacional: 0-2000 m.s.n.m. (Bernal et al. 2014).



Orden: Poales
Familia: Poaceae
Género: *Schizachyrium*
Especie: *Schizachyrium condensatum*
Nombre común: Cola de zorro
Descripción: hierba perenne que alcanza 1.5m de altura. Se ramifica cerca de la parte superior del tallo produciendo una gran inflorescencia de hasta 40 cm de largo (Figueiras, 1991).
Hábitat: Bosque muy húmedo premontano (Tropicos, 2019).
Categoría: No evaluado (NN) (UICN, 2019).
Distribución nacional: 0-2000 m.s.n.m. Andes, Orinoquia, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Magdalena (Bernal et al. 2014).



Orden: Poales
Familia: Juncaceae
Género: *Juncus*
Especie: *Juncus* sp.
Descripción: alcanza los 90 cm de altura. Hoja cilíndrica, alargada, recta y flexible. La flor es compuesta, pequeña y de color pardo; fruto ovalado marrón.
Hábitat: Habita en suelos húmedos, en riberas y pantanos.
Distribución nacional: 1100-3700 m.s.n.m. Antioquia, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima (Bernal et al. 2014).



Orden: Lycopodiales
Familia: Lycopodiaceae
Género: *Lycopodium*
Especie: *Lycopodium clavatum*
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: 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).

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

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

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



Orden: Cucurbitales

Familia: Begoniaceae

Género: *Begonia*

Especie: *Begonia cucullata*

Descripción: tiene hojas casi simétricas, ovaladas, glabras de 4-8 cm de largo; márgenes crenados, flores de color rojo, rosado o blanco; frutos con tres alas (ITHAKA, 2019).

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

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

Distribución nacional: 500-3000 m.s.n.m. Antioquia, Caldas, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Putumayo, Valle, Andes (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).

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: Gentianales

Familia: Ruciaceae

Género: *Coccocypselum*

Especie: *Coccocypselum hirsutum*

Nombre común: Mortiño de culebra

Descripción: hierba inerme, terrestre frecuentemente postrada o reptante, flores bisexuales. Hojas opuestas, sin domacios; estípulas interpeciolares. Frutos en bayas, subglobosas azul intenso; semillas numerosas, discoidales y verruculosas (Forzza, 2010).

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

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

Distribución nacional: 0-3300 m.s.n.m. Amazonas, Antioquia, Boyacá, Caquetá, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Risaralda, Santander, Tolima, Valle, Vichada (Bernal et al. 2014).



Orden: Commelinales

Familia: Commelinaceae

Género: *Commelina*

Especie: *Commelina diffusa*

Nombre común: Tripa de pollo

Descripción: planta rastrera rara vez erecta, suculenta. Mide hasta 50 cm de largo. Hojas con vainas membranosas, margen superior ciliado, persistentes, láminas ovadas a lanceoladas, con pocos pelos o sin ellos. El fruto es una cápsula bivalva, elipsoide con 4-5 semillas de color negro (Vibrans, 2009).

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

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

Distribución nacional: 120-2550 m.s.n.m. Antioquia, Boyacá, Casanare, Chocó, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Santander, Valle (Bernal et al. 2014).



Orden: Poales

Familia: Cyperaceae

Género: *Cyperus*

Especie: *Cyperus trachysanthos*

Descripción: floración perenne rizomatosa que produce grupos de tallos, abundantes hojas verdes. Inflorescencia formada por pocas cabezas de hasta 30 espiguillas (NatureServe, 2018).

Hábitat: humedales como filtraciones y marismas.

Categoría: En peligro (EN) (Tropicos, 2019).

Distribución nacional: Endémico de las islas de Niihau, Kauai, Oahu, Molokai y Lanai (NatureServe, 2018).



Orden: Poales

Familia: Cyperaceae

Género: *Eleocharis*

Especie: *Eleocharis acicularis*

Nombre común: Junco espiga

Descripción: planta perenne con rizoma de entrenudos. Tallos generalmente capilares, rectos o ligeramente arqueados, estriados cuando secos. Vainas escariosas, blanquecinas a veces teñidas de rojo purpúreo hacia la base. Glumas en disposición helicoidal, ovadas de ápice obtuso a redondeado de color verde en el centro y pardo-rojizo obscuro en los lados. Estambres amarillentos apiculados a veces con mucrón teñido de rojo (Devesa, 1754).

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

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

Distribución nacional: 2300-3725 m.s.n.m. Boyacá, Cundinamarca, Meta, Nariño, Putumayo (Bernal et al. 2014).



Orden: Caryophyllales

Familia: Caryophyllaceae

Género: *Drymaria*

Especie: *Drymaria cordata*

Nombre común:

Descripción: hierba de vida corta tendida sobre el suelo con entrenudos generalmente más largos que las hojas; hojas opuestas casi circulares, ápice redondeado, en la base de cada hoja se encuentra un par de estípulas. Fruto seco, cápsula ovoide, que se abre en la madurez por tres valvas. Semillas enroscadas de color café cubiertas de tubérculos lisos y redondeados (Vibrans, 2009).

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

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

Distribución nacional: 0-3100 m.s.n.m. Amazonas, Antioquia, Boyacá, Casanare, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Santander, Tolima, Valle (Bernal et al. 2014).



Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Desmodium*

Especie: *Desmodium tortuosum*

Nombre común: Cadillo

Descripción: hierba erecta perenne o arbustiva de hasta 1.5 m. hojas trifoliadas con pelos pequeños en ambas superficies y pelos más largos en las venas de abajo. Inflorescencias terminales y axilares de hasta 30 cm de largo. Flores azul-malva o rosa ocasionalmente azul-verde (Hyde et al. 2019).

Hábitat: Bosque húmedo premontano, Bosque húmedo tropical, Bosque seco tropical (Tropicos, 2019).

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

Distribución nacional: 50-2000 m.s.n.m. Andes, Llanura del Caribe, Orinoquia, Valle del Cauca, Valle del Magdalena (Bernal et al. 2014)



3.2. FAUNA

3.2.1. MARCO TEÓRICO

- ZOOPLANCTON

El zooplancton se conforma de organismos sésiles heterótrofos que se encuentran representando varios reinos como son Protozoa, Chromista y Animalia (dentro de este reino comprende múltiples phylla 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 phylum de animales metazoarios invertebrados, microscópicos, con simetría bilateral, segmentación aparente, porción caudal ahorquillado y cubierto de una cutícula endurecida, la loriga. Lo más llamativo de estos animales es un órgano distorcional 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 ciclopoides). 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: Calanoides, 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 entre 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 neuston (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, dentro del cual se ubica la clase Insecta, que agrupa alrededor de 70 familias y más de 150 géneros distribuidas en los órdenes Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera, Lepidoptera y 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 las 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-Upegui, 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-Upegui 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 de 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 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 humedal donde se encontraba el espejo de agua despejado, en cada uno de ellos se realizó el filtrado de 100 L de agua utilizando redes planctónicas (poro de malla estándar de 25 y 55 μ) (Figura 3.6). Las muestras filtradas se almacenaron en frascos de 250 ml y fueron fijadas en solución Transeau (Vercellino y Bicudo, 2006).

Figura 3.6. Metodología para la colecta de plancton en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Métodos de laboratorio. La determinación y conteo de la comunidad zooplanctónica se realizó con 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 Galilea II, con el programa Canoco (Braak y Smilauer, 1998), unido a esto se realizó la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones.

• MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Métodos de campo. Para la metodología de colecta se empleó una red D-net (Figura 3.7), con la cual se realizó un barrido a lo largo de las orillas, sobre la vegetación y el fondo, también se utilizó un juego de tamices con los cuales se tomaron muestras de fondo blando. Diferentes replicas se

realizaron para la colecta de las muestras en función de los microhábitats encontrados (plantas sumergidas, emergentes y flotantes).

Las muestras fueron depositadas en frascos debidamente rotulados y conservadas en una solución de formol al 10%.

Figura 3.7. Metodología de campo para la colecta de macroinvertebrados acuáticos en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Métodos de laboratorio. Las muestras colectadas fueron identificadas, separadas, contadas y puestas en alcohol al 70%, posteriormente fueron determinadas hasta el mínimo nivel taxonómico posible, con un estereomicroscopio Olympus SZ40, siguiendo las claves y descripciones taxonómicas de los autores 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); una vez determinados, los macroinvertebrados acuáticos fueron ingresados a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima, sección macroinvertebrados (CZUT-Ma).

Análisis de datos.

A partir de la determinación taxonómica de los organismos, se determinó la composición como la estructura de la comunidad de macroinvertebrados con base en el cálculo del índice de abundancia relativa (AR %) presentes en el humedal Galilea II.

Análisis de Correspondencia. Se analizaron las posibles asociaciones entre las variables fisicoquímicas evaluadas y la comunidad de macroinvertebrados acuáticos del humedal Galilea II, con el programa

Canoco (Braak y Smilauer, 1998), unido a esto se realizó la prueba 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 3.8).

Figura 3.8. Métodos de captura para peces con electropesca en el humedal Galilea II, 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); 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 3.9). 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).

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 despliegue 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.

Figura 3.9. Metodología de captura dirigida a la herpetofauna asociada en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

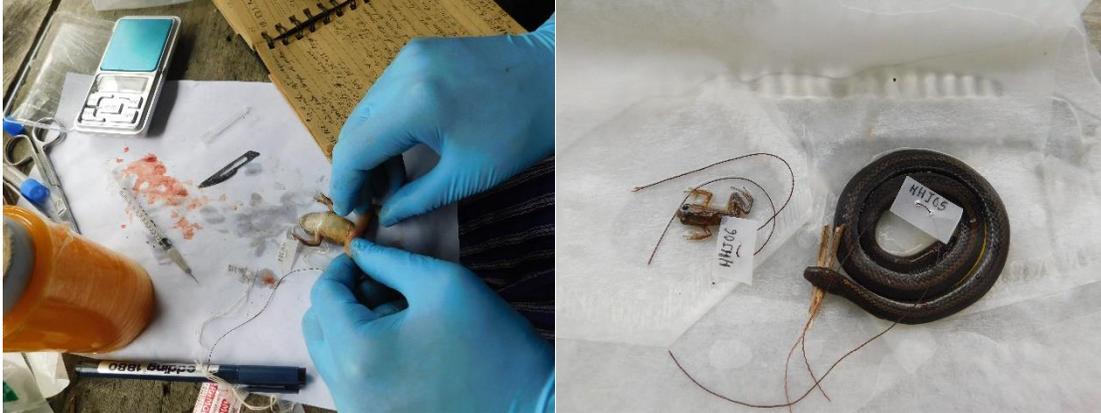
Aquellos individuos seleccionados se sacrificaron mediante técnica de punción cardíaca con roxicaina al 2%, para las serpientes y animales de tamaño considerable, para el resto de los anfibios, debido a la capacidad de respirar a través de la piel, fueron sacrificados empleando Garhocaína Benzocaina al 20%, hasta evidenciar inmovilidad y disminución total de pulsaciones. Se tomó muestra de tejido, muscular, cardíaco 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 3.10).

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), posteriormente, 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%.

Figura 3.10. Sacrificio y fijación de herpetos en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

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 sección anfibios y reptiles (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 Galilea II, 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, 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. Toda la información se registró en formatos de campo siguiendo las recomendaciones de la NABC (2003) y Ralph et al. (2008) (Figura 3.11). 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).

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 3.12). 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 3.11. Metodología utilizada para la caracterización de la avifauna del humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Figura 3.12. Punto de conteo de aves en el humedal Galilea II, 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.

Método de 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 et al. (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:

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

Dónde,

AR= Abundancia relativa;

n_i = Número de individuos capturados u observados;

N= Número total de individuos 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 y para ser posteriormente 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. Así mismo, 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 derméstidos. 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.

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 (MADVT, 2009).

3.2.3. FAUNA PRESENTE EN EL HUMEDAL GALILEA II.

- **ZOOPLANCTON**

Se registró una densidad de 1285 Individuos/L, distribuidos en seis filos, nueve clases, 10 órdenes, 17 familias y 20 géneros, de los cuales tres se encuentran indeterminados (Tabla 3.4).

Los resultados obtenidos son similares a los reportados para turberas aledañas al humedal Galilea II (CORTOLIMA y UT, 2018) y es consistente con los registros de humedales andinos. Estos organismos no permanecen sésiles y en estado de suspensión como el fitoplancton, sino que poseen mayor movilidad, por lo que su colecta puede ser menos eficiente. Es común que en humedales como las turberas este grupo busque refugio entre el musgo y la vegetación acuática que es muy abundante, dado que a estos organismos tienden a evitar la radiación solar, por lo que su actividad es generalmente nocturna (Conde, Ramos y Morales, 2004).

Las condiciones ecológicas de este humedal favorecen el desarrollo de varios filos de zooplancton, que son muy variados en sus exigencias de hábitat, mientras unos son muy generalistas como los copépodos y rotíferos, otros son más especialistas y requieren cierto grado de conservación del ecosistema como algunas amebas y cercozoos (Aranguren y Monroy, 2014).

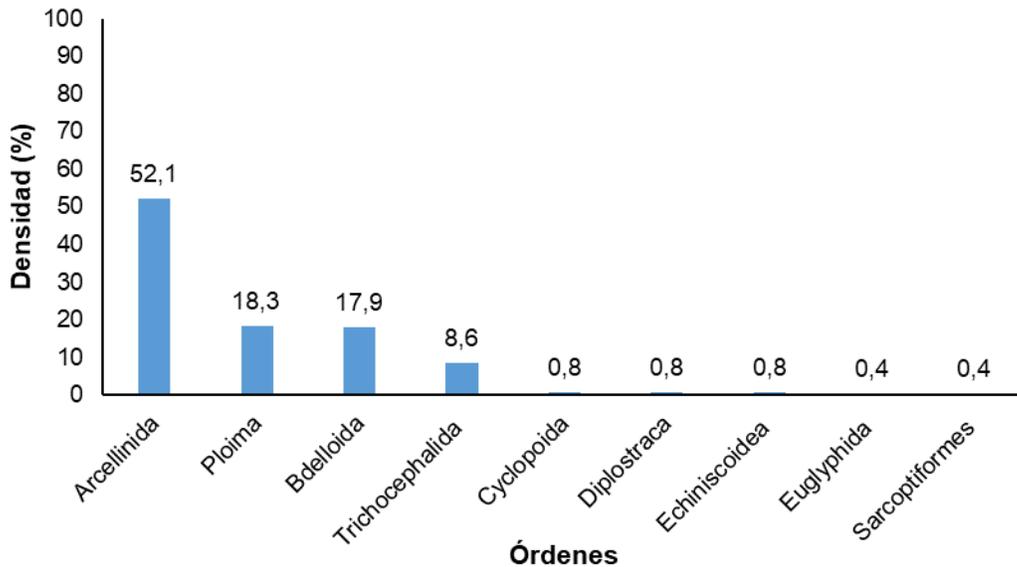
Tabla 3.4. Composición taxonómica de la comunidad zooplanctónica registrada en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Densidad
Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i>	475
			Centropyxidae	<i>Centropyxis</i>	160
			Nebelidae	<i>Nebela</i>	35
Cercozoa	Imbricatea	Euglyphida	Cyphoderiidae	<i>Campascus</i>	5
Tardigrada	Heterotardigrada	Echiniscoidea	Carphaniidae	<i>Carphania</i>	10
Rotifera	Bdelloidea	Bdelloida	Habrotrochidae	<i>Habrotrocha</i>	10
			Philodinidae	<i>Dissotrocha</i>	10
			*	<i>Bdelloida</i> sp.	210
	Eurotatoria	Ploima	Euchlanidae	<i>Euchlanis</i>	40
			Gastropodidae	<i>Gastropus</i>	15
			Lecanidae	<i>Lecane</i>	50
				<i>Monostyla</i>	80
			Lepadellidae	<i>Colurella</i>	10
			Notommatidae	<i>Monommata</i>	35
			Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	5
Nematoda	Dorylaimea	Trichocephalida	Trichuridae	*	110
Arthropoda	Arachnida	Sarcoptiformes	Hydrozetidae	<i>Hydrozetes</i>	5
	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Alona</i>	5
				<i>Alonella</i>	5
	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	*	10

Fuente: GIZ, 2019.

En cuanto a los órdenes, el más abundante fue Arcellinida con 670 Ind/L (52.1%) y tres géneros, seguido por *Ploima* con 235 Ind/L (52,1%) y siete géneros. Por otro lado, los órdenes menos representativos fueron Euglyphida y Sarcopteriformes con 5ind/L cada uno (0.4%) (Figura 3.13).

Figura 3.13. Densidad relativa de los órdenes de la comunidad zooplanctónica para el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

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 principalmente en turberas o 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).

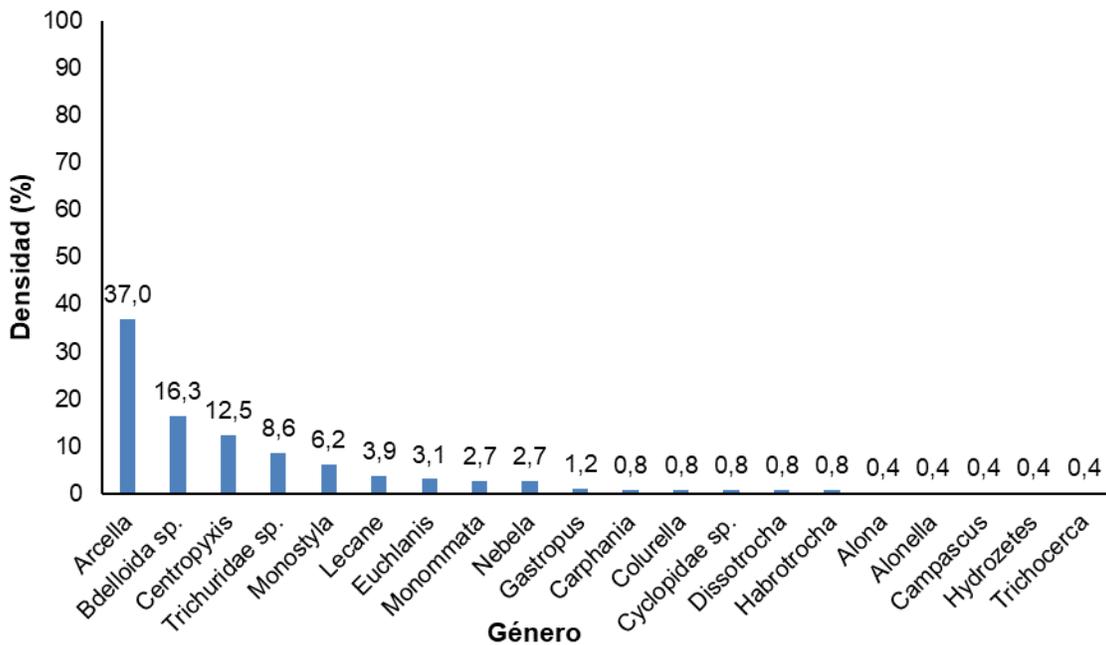
Por otra parte, el orden Ploima es menos abundante, pero con más riqueza con siete géneros identificados, este orden exhibe una alta diversificación, en cuanto a estructuras que facultad de una gran movilidad a sus miembros, que les permite captar activamente el alimento, además de buscar refugio (Wallace y Snell, 2010).

El orden Sarcopitiformes es el menos abundante, por lo general su presencia deriva de la ganadería, usualmente se considera dentro de los macroinvertebrados acuáticos, pero puede tener ocurrencia como meroplancton (Jimenez, 2015).

A nivel de genero, *Arcella* fue las más abundante con una densidad de 475 ind/L (37%), seguido por *Bdelloida* sp. con 210 ind/L (16.3%). Mientras que los *Alona*, *Alonella*, *Hydrozetes* y *Trichocerca* presentaron una densidad baja, 5 ind/L cada uno (0.4%) (Figura 3.14).

Arcella es el género más abundante, se hallaron cinco 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, además tiene la facultad de sobrevivir en ambientes en extremo contaminados por lo que 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 3.14. Densidad relativa de los géneros de la comunidad zooplancónica para el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Para el caso de los Bdelloideos, la determinación solo fue posible llevarla hasta orden, por lo tanto, pueden existir más de un género, la identificación de estos organismos es bastante compleja debido que, durante la fijación de los organismos, estos pierden las estructuras de interés taxonómico como el mastax y la corona y solo queda su cobertura que es muy similar en todos sus miembros (Ax, 2003)

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

El zooplancton se encuentra representado por organismos heterótrofos con cierto grado de movilidad, razón por la cual, son capaces de transitar en el humedal y buscar zonas donde las condiciones no sean tan desfavorables.

Conclusión

Las amebas y rotíferos constituyen los grupos más abundantes y mejor representados en el humedal Galilea II, estos organismos presentan una gran cantidad de estrategias que les permiten explotar los recursos disponibles eficientemente, por otro lado, la configuración del humedal permite el desarrollo de estos organismos, debido a que la intervención antrópica en este sitio es mínima.

ZOOPLANCTON REGISTRADO EN EL HUMEDAL GALILEA II, 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: Ploima

Familia: Notommatidae

Género: *Monommata*

Descripción: Dedos del pie más largos que el cuerpo, a excepción de una especie que los dedos son desiguales, poseen una corona ventral muy desarrollada (Thorp y Covich, 2001).

Aspectos ecológicos: Este género se encuentra comúnmente en la zona litoral. (Thorp y Covich, 2001).



Orden: Cladocera

Familia: Chydoridae

Género: *Alona*

Descripción: Garra pos abdominal con una espina basal; espina basal aproximadamente 1/4 longitud de la garra postabdominal, Ranura anal de postabdomen bordeada por grupos de espínulas. Seis a ocho denticulos marginales, Cáscara de color transparente a amarillo débil (SINEY, 2009).

Aspectos ecológicos: La mayoría de las especies del genero habitan en ambientes litorales de agua dulce (Van Damme et al. 2008).



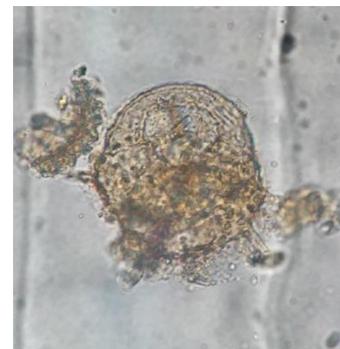
Orden: Arcellinida

Familia: Centropyxidae

Genero: *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. La coraza puede estar aplanada en el extremo de la abertura. En el extremo posterior o en toda la periferia, algunas espinas pueden estar presentes. (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).



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).

Aspectos ecológicos: Ocurre con mayor frecuencia en ambientes eutróficos. Se ha observado unido a las colonias de *Chlorella* y *Chlamydomonas reinhardtii*. Las bacterias, las algas verdes y las diatomeas son parte de la dieta (Guillen, 2017).



Orden: Bdelloida

Familia: Habrotrochidae

Género: *Habrotrocha*

Descripción: presenta una cabeza con dos penachos circulares a los que hace girar (Proyecto Agua 2009).

Aspectos ecológicos: vive entre los musgos en las turberas donde se alimenta de algas y otros restos vegetales, es un rotífero asustadizo y pasa buena parte de su tiempo encerrado en su casa, hasta que en un momento se decide a asomarse por la puerta, así nos ha dado la bienvenida y de paso se ha decidido a reponer fuerzas filtrando el agua que contiene su alimento (Proyecto Agua 2009).



Orden: Ploima

Familia: Lepadellidae

Género: *Colurella*

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



rellenando poco a poco su interior. Presenta una distribución cosmopolita ya que vive en todo tipo de aguas (Corulella, 2011).

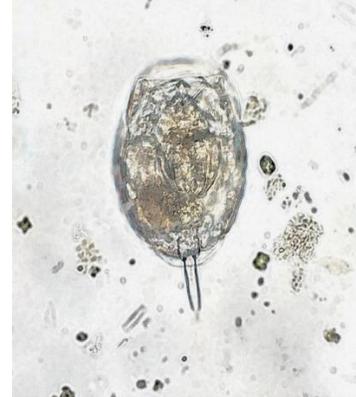
Orden: Ploima

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; (Thorp y Covich, 2001).

Aspectos ecológicos: Es común encontrarla en zonas litorales o en sistemas eutróficos (Thorp y Covich, 2001).



Orden: Bdelloidea

Familia: Philodinidae

Genero: *Dissotrocha*

Descripción: Presenta 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. Cutícula gruesa, con pocos o ningún pliegue transversal, pero a menudo con pocas o muchas espinas, o espinas ausentes (Dissotrocha, 2012).

Aspectos ecológicos: Este rotífero suele encontrarse entre las arenas de los pequeños cursos de agua y es amante también del agua de las turberas (Dissotrocha, 2012).



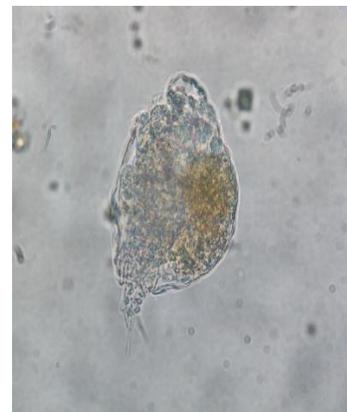
Orden: Ploima

Familia: Gastropodidae

Género: *Gastropus*

Descripción: Lorica compuesta de una pieza rígida, compuesta lateralmente. Superficie de lorica llana. Lorica con una pequeña abertura ventral para el pie. Pie anulado con uno o dos dedos. Mastax virgate (Gastropus, 2014).

Aspectos ecológicos: se mueve con agilidad entre las algas, tanto las de los fondos poco profundos como las que forman parte del plancton y ha conseguido llenar su panza con un buen puñado de ellas que pintan ahora de pardo y verde su interior (Gastropus, 2014).



Orden: Ploima

Familia: Trichocercidae

Género: *Trichocerca*

Descripción: una sola pieza cilíndrica, a menudo con dientes y surcos o aristas longitudinales. Cuerpo cilíndrico, más o menos curvado, y asimétrico. Dedos similares a la columna vertebral, de longitud desigual, y con varias espínulas pequeñas en su base. Movimiento de arrastramiento o natación libre (Trichocerca, 2014).

Aspectos ecológicos: vive en aguas poco profundas entre las plantas y al igual que muchas otras especies del grupo su presencia se hace más frecuente en otoño y primavera (Trichocerca, 2014).



Orden: Diplostraca

Familia: Chydoridae

Género: *Alonella*

Descripción: caracterizado por el caparazón fuertemente reticulado y con estrías finas dentro de las células de la reticulación. Presenta un redondeado uniformemente y un Angulo posteroventral de las válvulas que carecen de dentículos braquiópodos (Alonso et al 2017).

Aspectos ecológicos: es un pequeño crustáceo de agua dulce del grupo de las pulgas de agua incluido dentro de la clase de los braquiópodos (Alonso et al. 2017).



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).

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



Orden: Arcellinida

Familia: Nebelidae

Género: *Nebela*

Descripción: delgada, ovada o piriforme; Con plaquetas circulares u ovaladas de tamaños uniformes o varios; altamente irregular endoplasma con glóbulos de aceite; núcleo posterior; el cuerpo no llena la prueba y está conectado con este último por muchas hebras ectoplásmicas al final del fondo de ojo; pseudopodios romos, raramente ramificados (Nebela, 2014).

Aspectos ecológicos: Este género se distribuye ampliamente en todo el mundo, se encuentra comúnmente en agua dulce (Nebela, 2014).



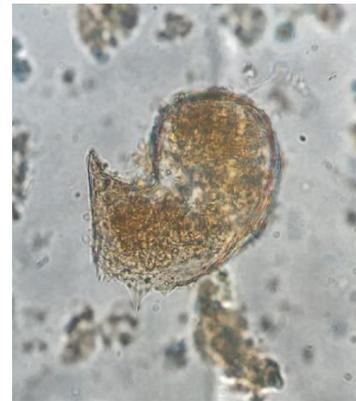
Orden: Euglyphida

Familia: Cyphoderiidae

Género: *Campascus*

Descripción: Concha en forma de réplica. Escala muy minuciosa, dando una apariencia puntual y eventualmente con elementos extraños. Cuello con un delicado y transparente collar en forma de disco, perpendicular a la abertura (Campascus, 2014).

Aspectos ecológicos: Presenta amplia distribución, se encuentra comúnmente en agua dulce (Campascus, 2014).



• MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

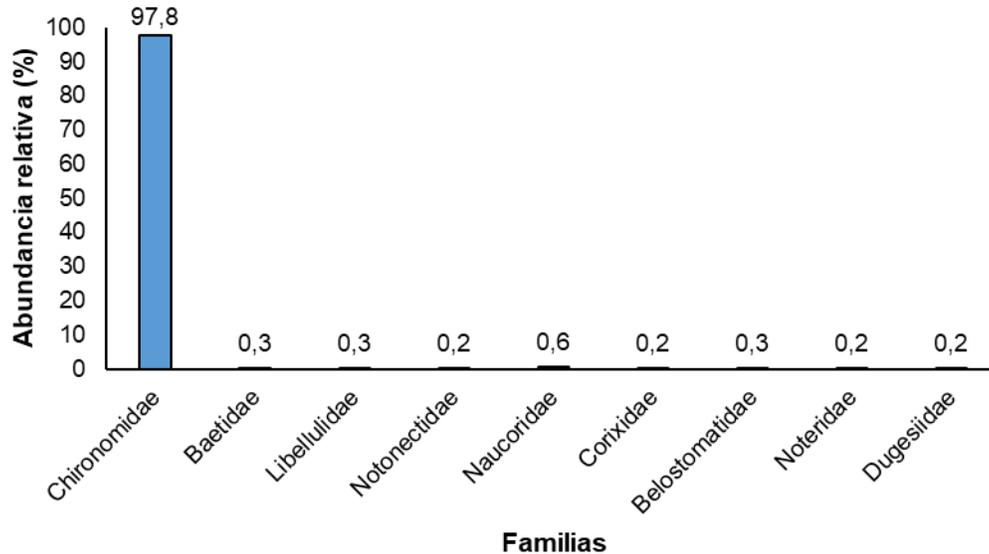
En el estudio fueron identificados 12 géneros de macroinvertebrados acuáticos, los cuales estuvieron distribuidos en 9 familias y 6 órdenes (Tabla 3.5). Diptera (97.8%) y Hemiptera (1.26%) corresponden a los órdenes con mayor representatividad, en términos de abundancia relativa y, dentro de estos Chironomidae se mostró como la más abundante (Figura 3.16), en donde la subfamilia Chironominae presentó la más alta abundancia relativa con (97.48%), seguido por *Pelocoris* (Naucoridae) con (0,63%) (Figura 3.17).

Tabla 3.5. Composición de macroinvertebrados acuáticos registrados en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).

Clase	Orden	Familia	Genero	Abundancia	%AR	Suma % AR
Insecta	Díptera	Chironomidae	<i>Chironominae sp.</i>	619	97.48	97.8
			<i>Tanypodinae</i>	1	0.16	
			<i>Orthoclaadiinae</i>	1	0.16	
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis</i>	2	0.31	0.31
	Odonata	Libellulidae	<i>Erythrodiplax</i>	1	0.16	0.31
			<i>Sympetrum</i>	1	0.16	
	Hemíptera	Notonectidae	<i>Buenoa</i>	1	0.16	1.26
			<i>Naucoris</i>	4	0.63	
			<i>Centrocorisa</i>	1	0.16	
			<i>Belostomatida e</i>	2	0.32	
Coleóptera	Noteridae	<i>Notomicrus</i>	1	0.16	0.16	
Rhabditophora	Tricladida	Dugesiiidae	<i>Girardia</i>	1	0.16	0.16

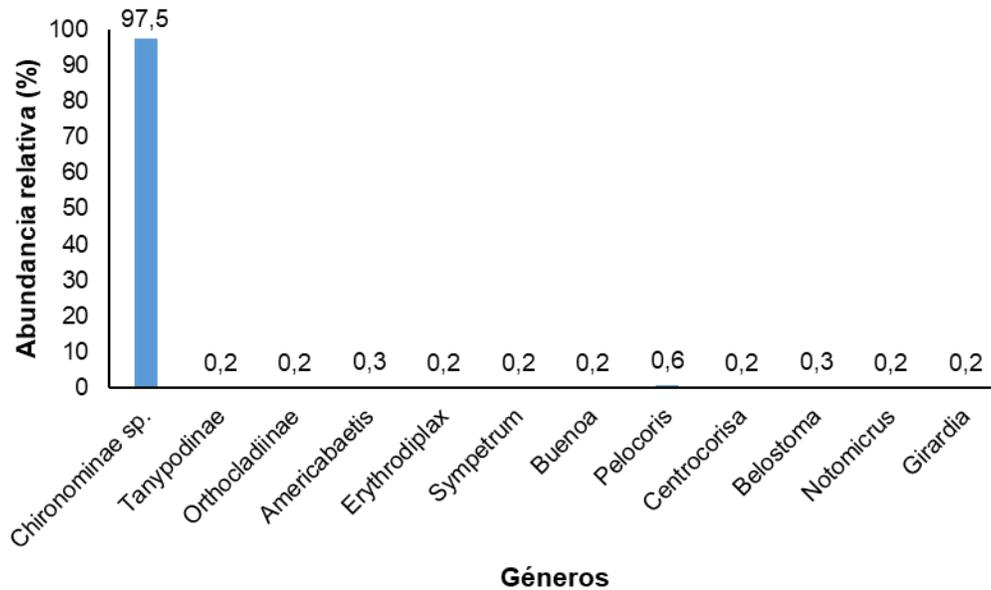
Fuente: GIZ, 2019.

Figura 3.16. Abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados acuáticos registrados en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

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



Fuente: GIZ, 2019.

La mayoría de los taxones registrados no superaron 0.16% de abundancia relativa, exhibiéndose en la mayoría de los casos como los únicos representantes dentro del orden. Los géneros *Notomicrus* (Noteridae: Coleoptera) con 0.16, y *Girardia* (Dugesiidae: Tricladida) con 0.16%, presentaron las más bajas abundancias relativas durante el muestreo.

De acuerdo con el estudio realizado previamente cerca de la zona de muestreo, denominado Plan de Manejo Ambiental humedal Turberas de Galilea, ratifica que la subfamilia *Chironominae* junto con la familia Chironomidae (Diptera) constituyen uno de los taxones con mayor abundancia relativa (Cortolima y Grupo de Investigación de Zoología, 2018), resultados que concuerdan con los resultados obtenidos en el presente estudio, y que pueden estar relacionados, con el hábito de estos organismos, para enterrarse en sustratos arenosos y rocosos dentro de los ecosistemas acuáticos.

Por otro lado, Rivera et al. (2013) en el estudio de macroinvertebrados de un humedal andino en Colombia, reportan a Chironomidae, subfamilia Chironominae, como uno de los taxones con mayores abundancias de organismos, lo cual se relaciona con su hábito trófico y la disponibilidad de

materia orgánica y producción primaria a costa de las algas perifíticas, que proveen condiciones óptimas para su establecimiento y desarrollo, asimismo, ratifica que la baja abundancia de organismos, se relacionó en su estudio con las fluctuaciones temporales, que obedecían a el periodo de mayor precipitación, condiciones climáticas similares a las presentadas durante la colecta del presente estudio que se relacionan con el bajo número de organismos evidenciados (Rivera et al. 2013).

Por otra parte, estudios realizados por Ruiz et al. (2018) ratifican que las larvas de Cuironómidos se encuentran distribuidas en las zonas de litoral, sublitoral y sedimentos de la zona profunda, puesto que cumplen un papel fundamental en el procesamiento de diferentes tipos de materia orgánica (gruesa y fina), debido a la variedad morfo-comportamental para la adquisición de su alimento, que obedece a su amplio límite de exploración trófica y aspectos microespaciales del ambiente. González y Carrejo (1992), enuncian que para muchas especies de dípteros, el humedal representa el hábitat ideal por la alta cantidad de materia orgánica derivada de la vegetación en descomposición y la alta humedad.

Finalmente, Clavijo y Amarillo (2013) afirman que la heterogeneidad de los hábitats en los humedales y las condiciones que presentan favorecen la abundancia de órdenes como Diptera, Coleoptera y Hemiptera, hecho que se confirma con la abundancia de microhábitats para organismos descomponedores, depredadores y parasitoides; por ultimo, Roldán (1996) enuncia que organismos pertenecientes a Hemiptera se inclinan ampliamente por vivir en remansos, ya que son poco resistentes a las corrientes rápidas, siendo frecuentes de estos ecosistemas, individuos de *Pelocoris*, reportados en este estudio, suelen frecuentar aguas quietas con abundante vegetación.

Análisis de Correspondencia Canónica: El análisis de correspondencia canónica, reflejó que la distribución de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos presentes en el humedal Galilea II, está asociada a variables fisicoquímicas como la temperatura y la saturación de oxígeno. Sin embargo, aunque presentaron comportamientos condicionantes (prueba de Monte Carlo $p > 0.05$), no reflejaron diferencia estadísticamente significativa.

El estudio de la relación entre la diversidad de géneros halaldos con las variables anteriormente mencionadas, refleja que la distribución de

Chironomidae se vincula, con las características ambientales del lugar y su amplio rango de tolerancia, a diferentes hábitats con diferentes gradientes de temperatura. A esto se suma que la presencia de materia orgánica dentro del humedal y factores como la nubosidad y radiación solar, influyen en la descomposición de la materia orgánica y hojarasca, que suele influir en la temperatura del cuerpo de agua, lo cual justifica la asociación de estos a causa de su capacidad para soportar ambientes pocos oxigenados, y su preferencia trófica por materia orgánica y perifiton, con alta tolerancia a condiciones adversas (Oviedo y Reinoso, 2018).

Conclusiones

La abundancia de taxones específicos de macroinvertebrados acuáticos, así como su diversidad se encuentra directamente relacionada, con la disponibilidad de microhábitats presentes en el humedal, así como su preferencia trófica, donde detritívoros como Chironomidae se distribuyen en este tipo de ambientes, a causa de la gran oferta de materia orgánica.

Los bajos valores de abundancia, así como el bajo número de taxones, pueden estar asociados a la temporalidad evidenciada durante el muestreo realizado en épocas lluviosas, que facilita diversos grados de escorrentía y arrastre de materia orgánica fuente de alimento y hábitat para diversos órdenes de macroinvertebrados acuáticos.

MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS EN EL HUMEDAL GALILEA II, VILLARRICA (TOLIMA).

Orden: Diptera

Familia: Chironomidae

Subfamilia: Chironominae

Descripción: Larvas pequeñas (0.5 mm) a grandes (10mm), generalmente de color crema verdoso o rojo. La cápsula cefálica es redondeada, con dos manchas oculares a cada lado. Antenas bien desarrolladas, con cinco a seis segmentos, palmeada, plumosa o pinnada, con sus bases usualmente separadas. Lamela Labral generalmente bien desarrollada y en forma de peine (Ruiz, Ospina y Riss ,2000).



Habitat: 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: Orthocladinae

Descripción: Las larvas son generalmente acuáticas, de cuerpo alargado y tubular, con 12 segmentos abdominales bien definidos, cabeza bien desarrollada y pequeña, y sin patas. Dos pares de patas falsas o pseudopodos las ayudan en sus movimientos. Las larvas son de color rojo, morado, azul, verde o blanco (De La Rosa, 1997).

Hábitat: Se encuentra en cuerpos de agua naturales o artificiales, en aguas someras, profundas, corrientes o estancadas, sobre amplias superficies o en pequeños reservorios (bromeliáceas, axilas de las plantas) (Paggi, 2001). Son indicadores de agua mesoeutróficas (Roldán, 1996).

Distribución: Cosmopolita (Paggi, 2001).



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. Antenas siempre bien desarrolladas, con cuatro segmentos. El primer segmento es muy largo y delgado, con capacidad de ser retraído dentro de la cápsula cefálica junto con el resto de la antena (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 Chironómidos. Son depredadores de larvas de otros insectos y oligoqueto, aunque pueden comer algas bajo ciertas circunstancias. (Moreno et al. 2000).

Orden: Ephemeroptera

Familia: Baetidae

Género: *Americabaetis*

Descripción: Posee branquias en el segmento abdominal 1, un proceso cónico entre las pinzas genitales masculinas, las branquias son apicales redondeadas en el segmento abdominal, mandíbulas con setas entre la prótesis y la mola, incisivos fusionados, apicalmente y prótesis robustas con dentículos (Lugo y McCafferty 1996).

Distribución: El género tiene una distribución neotropical general con un límite norte en el este. Centro de México y América del Sur hasta Paraguay y Uruguay (Lugo y McCafferty, 1996).



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 (Del palacio, Sarmiento y Muñoz, 2016).

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



Orden: Odonata

Familia: Libellulidae

Género: *Sympetrum*

Descripción: tiene una cara amarilla opaca, que en los machos se vuelve rojiza hacia la madurez. Esta especie ha reducido la venación con alas hialinas (claras, incoloras) con una base amarilla (McMillian, 2000).



Hábitat: habita en pantanos, lagos, estanques y ciénagas en áreas que suelen ser algo arboladas. Los estanques en los que habita esta especie deben ser permanentes y tener un flujo lento de agua (McMillian, 2000).

Distribución: distribuye ampliamente en gran parte de América del Norte y parte de América del Sur (McMillian, 2000).

Orden: Hemiptera

Familia: Notonectidae

Género: *Buenoa*

Descripción: Los miembros de este género son largos, delgados, más o menos cónicos en sección transversal. La parte anterior de la cabeza redondeada, se conecta estrechamente al tórax, el margen posterior de los ojos invade el pronoto (Padilla, 2002).

Distribución: es un género restringido al hemisferio Occidental, con amplia distribución. Hay aproximadamente 50 especies, 30 de las cuales se encuentran en Suramérica tropical. Los hemípteros acuáticos del género son predadores y potencialmente útiles en el control biológico (Padilla, 2002).



Orden: Hemiptera

Familia: Naucoridae

Género: *Pelocoris*

Descripción: Las antenas trisegmentadas en las ninfas de toda la familia, van creciendo paulatinamente en los sucesivos estadíos, en tanto que en el 2º antenito va tomando la forma cuadrangular típica del de los adultos. El tamaño relativo de la cabeza varía llamativamente en los diversos con respecto al tamaño total del animal (Lopez, 1992).

Hábitat: Habitan en ambientes lenticos, con abundantes plantas acuáticas flotantes y arraigadas; generalmente caminan y se



esconden entre las raíces de las primeras, cazando al acecho (López, 1992).

Orden: Hemiptera

Familia: Belostomatidae

Género: *Belostoma*

Descripción: Ovoide-alargado en la forma del cuerpo que es dorsoventralmente aplanado y de color marrón en la coloración. Pueden tener una longitud de 2 a 2,5 cm, naturalmente tienen seis patas, aunque las dos delanteras son patas rapaces fuertes para atrapar y sostener a la presa en un agarre fuerte (Arnett, 2000)

Hábitat: se encuentra comúnmente en humedales, pantanos y estanques en toda América del Norte y Sur América. Viven entre las malezas y les gustan los estanques con fondos fangosos (Arnett, 2000).



Orden: Hemiptera

Familia: Corixidae

Género: *Centrocorisa*

Descripción: 7.0-8.0 mm; color amarillento o castaño; pronoto con bandas transversales cafés. Escudete cubierto por el pronoto, Los ojos son usualmente prominentes y bien desarrollados, los ocelos pueden presentarse. 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: aguas oligomesotróficas y eutróficas (Roldan, 1996).



Orden: Coleoptera

Familia: Noteridae

Género: *Notomicrus*

Descripción y Hábitat: Son coleópteros pequeños (1,0-5,8 mm), más comunes en zonas tropicales que en templadas. Viven entre la vegetación acuática, prefiriendo aguas quietas. Los adultos se caracterizan por tener una placa chata, de forma subtriangular, en el tórax. Los adultos son predadores, alimentándose de pequeños invertebrados; salen a la superficie a respirar, y poseen un reservorio de aire subelital (Domínguez y Fernández, 2009).



Orden: Tricladida
Familia: DugesIIDae
Género: *Girardia*

Descripción: región cefálica relativamente pequeña, medianamente triangular. Aurículas poco conspicuas con despigmentaciones en forma de boomerang (Muñoz y Vélez, 2007).

Hábitat: Puede encontrarse en cualquier masa de agua dulce, ya sea temporal o permanente, que posea abundante vegetación y restos orgánicos siendo muy resistente a la contaminación orgánica. Se encuentran frecuentemente en lagos, embalses y arroyos, donde se encuentran entre la vegetación, debajo de piedras u objetos sumergidos, o desplazándose sobre el fondo (Genovesi, 2007).



• ICTIOFAUNA

En el humedal Galilea II, solo fueron colectados 3 individuos de *Rivulus magdalenae* pertenecientes al orden Cyprinodontiformes, familia Cynolebiidae, género *Rivulus* y subgénero *Cynodonichthys* (Figura 3.18). Esta especie no se encuentra bajo ninguna categoría de amenaza, no tiene valor ornamental y no es utilizada para consumo local.

La presencia de esta especie, es debido probablemente a características estructurales del humedal que son favorables para su desarrollo, esta especie se encuentra asociada a sitios con vegetación acuática y terrestre

sumergida, en zonas donde la velocidad de la corriente es baja o en sitios de remanso, tiene preferencia por sustratos con acumulación de material vegetal donde abundan los insectos inmaduros, ya que, es un consumidor activo de larvas de mosquito o pequeños insectos acuáticos (Maldonado-Ocampo et al. 2005).

Figura 3.18. Individuos de *Rivulus magdalенаe* colectados en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

Adicionalmente, han sido relacionados con ambientes en donde hay zonas de pastizales (Cassati et al. 2009), donde se tiende a la homogenización de los hábitats, reduciendo espacios y refugios para grandes especies, permaneciendo las pequeñas y generalistas. Asimismo, la presencia y abundancia de estos individuos puede justificarse por sus hábitos alimenticios, ya que, presenta estrategias tróficas generalistas que los hace más eficientes en la explotación de los recursos en los distintos ambientes acuáticos donde reside (Maldonado-Ocampo et al. 2005).

Por otra parte, la diversidad de especies ícticas está determinada por múltiples factores, entre los que se encuentran la altitud y la temperatura del agua, el primer factor hace que se presente una disminución en la diversidad y una sustitución gradual de especies a medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar (Jaramillo-Villa et al. 2010); asimismo, la baja temperatura del agua que presento el humedal es una restricción química que impide a más especies colonizar y explotar exitosamente estos hábitats (Jacobsen, 2008) como el caso de Galilea II.

Finalmente, en estudios realizados anteriormente cercanos al humedal Galilea II, no se han registrado especies ícticas.

ESPECIE ÍCTICA REGISTRADA EN EL HUMEDAL GALILEA II, VILLARRICA (TOLIMA).

Orden: Cyprinodontiformes

Familia: Cynolebiidae

Género: *Rivulus*

Subgénero: *Cynodonichthys*

Especie: *Rivulus magdalенаe*
(Eigenmann y Henn, 1916)

Nombre común: Guppy

Hábitat: Presente en zonas de baja corriente, en sitios con fondos lodosos y con presencia de material alóctono (Madonado-Ocampo et al. 2005).

Localidad tipo: Ibagué-Tolima.

Distribución: distribuido en la parte media y baja de la cuenca del río Magdalena y Cauca, así como en el Atrato y San Juan (Maldonado-Ocampo et al. 2005)



• **HERPETOFAUNA**

En el muestreo fueron colectadas dos familias de anfibios y una de reptiles: Dendrobatidae, Leptodactylidae y Colubridae respectivamente, con una especie como representante para cada familia (Tabla 3.6).

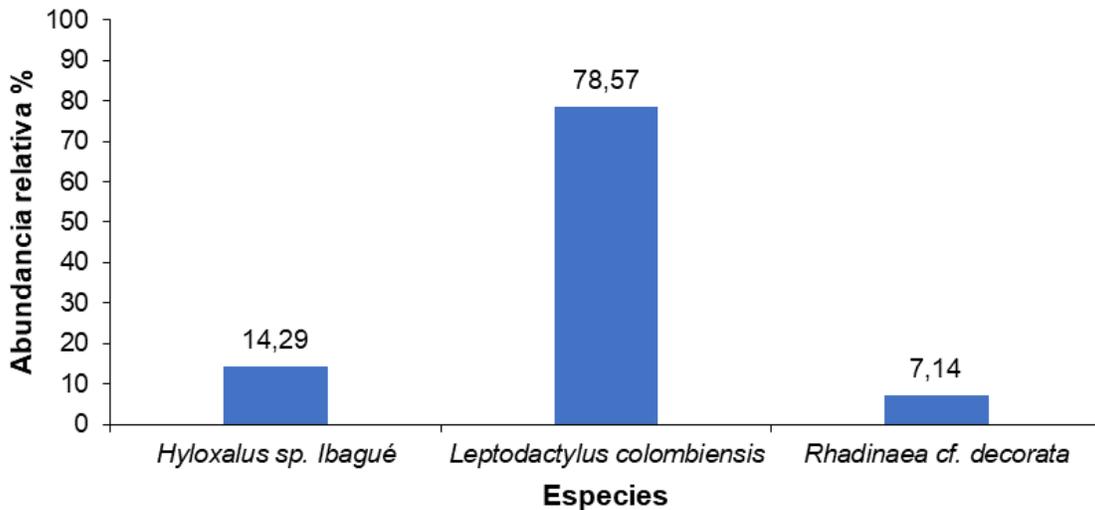
Tabla 3.7. Herpetofauna registrada en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia
Anfibia	Anura	Dendrobatidae	<i>Hyloxalus</i> sp. (Ibagué)	2
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus colombiensis</i>	11
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Rhadinaea</i> cf. <i>decorata</i>	1
2	2	3	3	14

Fuente: GIZ, 2019.

Leptodactylidae fue la familia más abundante coincidiendo con lo reportado en el humedal más cercano Galilea I (CORTOLIMA y GIZ, 2018), representada por *Leptodactylus colombiensis*, con un 78.6% de abundancia con respecto a la herpetofauna registrada en la localidad. Se observó a los individuos de esta especie relacionados directamente a zonas de pastizales inundados, bordes del humedal y zonas semisecas (Figura 3.19).

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



Fuente: GIZ, 2019.

De acuerdo a lo anterior, esto puede deberse a que muchas especies del género *Leptodactylus* elaboran camas de espuma en áreas húmedas con soporte vegetal para disponer sus huevos, protegiéndolos de los depredadores y la exposición directa del sol (Guayara-Barragán y Bernal, 2012).

Adicionalmente, son especies con alto grado de resiliencia a cambios en el ambiente, lo cual explicaría su predominancia en la zona de estudio. Muestran un amplio despliegue vocal sin competencia acústica evidente, lo cual habría de potenciar el crecimiento poblacional evidente (Heyer y Bellin, 1973).

Asimismo, la especie *Hyloxalus sp. (Ibagué)*, actualmente en redefinición taxonómica debido a análisis moleculares desarrollados para este grupo en años anteriores (Grant et al. 2006), se caracteriza por emplear nichos fitotelmaticos (plantas, troncos y espacios que almacenen agua lluvia por

periodos considerables), al igual que muchos dendrobatidos, para el crecimiento de los renacuajos, custodiado a partir del cuidado parental efectuado por ambos padres (transporte y alimentación) (Summers y Tumulty, 2014).

Son organismos territoriales que tienden a delimitar un área por medio de conductas agonísticas, visuales y auditivas. Ligados principalmente a áreas boscosas o bordes, donde estén presentes las condiciones adecuadas, como nivel de biomasa, briofitos y sombra dosel, ya que es necesario que existan las condiciones adecuadas de humedad para la especie (Alonso y Rodríguez, 2003).

Los organismos del género *Rhadinaea* se caracterizan por poseer colores crípticos, presentan hábitos diurnos y se alimentan de anfibios y moluscos de tamaño pequeño (Myers, 1974), son pocas las especies que se conocen de este grupo para el departamento del Tolima. Teniendo en cuenta que a medida que el gradiente altitudinal se va elevando las especies de colúbridos disminuyen, permitiendo entender que la localidad estudiada posee condiciones apropiadas que contribuyen al establecimiento de este grupo de herpetos, al brindar los nichos necesarios y la oferta alimenticia requerida.

Categorías ecológicas.

Todas las especies registradas en el muestreo se encuentran categorizadas según la IUCN en Preocupación menor (LC), lo cual indica que el tamaño de las poblaciones es estable y no se encuentran bajo ningún grado de amenaza significativo, teniendo en cuenta que existen múltiples climáticos, ambientales y culturales que han venido afectando a los anfibios y reptiles en el mundo (Rueda y Amezcuita, 2004) (Tabla 3.7).

Tabla 3.7. Categorías UICN para las especies de herpetofauna registrada en el humedal Galilea II, municipio de Villarrica (Tolima).

Familia	Especie	IUCN
Dendrobatidae	<i>Hyloxalus</i> sp. (Ibagué)	LC
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus colombiensis</i>	LC
Colubridae	<i>Rhadinaea</i> cf. <i>decorata</i>	LC
Total	3	1

Fuente: GIZ, 2019.

Especies en apéndices CITES. Ninguna de las especies registradas se encuentra relacionada en los apéndices del CITES (Roda et al. 2003).

Especies endémicas: *L. colombiensis* se muestra casi endémica para el territorio nacional, compartiendo algunas poblaciones con el país venezolano, mientras que la especie *Hyloxalus* sp. (Ibagué), muestra una tendencia de sus poblaciones en la cordillera central y parte norte de Ecuador, aunque aún se encuentra en definición el grupo (Coloma, 1995).

Aspectos ecológicos. Los anfibios encontrados en el área de estudio se caracterizan por colonizar hábitats de pastizal inundados, cercanos a cuerpos de agua, así como relictos de bosque cercano donde llevar a cabo sus actividades de alimentación y reproducción. *Leptodactylus* es un género que presenta hábitos nocturnos y que muestran mayor actividad a nivel de arbustos donde puedan desarrollar sus nidos de espuma en charcas temporales (Bernal et al. 2005; Angarita-Sierra, 2014; Acosta-Galvis y de Sá, 2018).

Conclusiones

El humedal Galilea II, representa un ambiente importante para el establecimiento de una amplia diversidad de especies de herpetofauna, pues cuenta con organismos que requieren nichos ecológicos distintos, dando por entendido que existe la posibilidad de encontrar más especies en este ambiente dada la oferta ecosistémica existente en el humedal.

HERPETOS REGISTRADOS EN EL HUMEDAL GALILEA II, VILLARRICA (TOLIMA).

Orden: Anura

Familia: Dendrobatidae

Género: *Hyloxalus*

Especie: *Hyloxalus* sp.

Nombre común: rana

Descripción: rana pequeña con línea oblicua lateral presente extendiéndose hasta el ojo. No presenta membrana o es rudimentaria entre los dedos pediales, vientre blanco (Coloma et al. 2018).



Hábitat: preferencia por hojarasca en bosques primarios (Coloma et al. 2018).

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

Distribución nacional: 900-1800 m.s.n.m. Cordilleras de los Andes (Coloma et al. 2018).

Orden: Anura

Familia: Leptodactylidae

Género: *Leptodactylus*

Especie: *Leptodactylus colombiensis*

Descripción: mide 4.2-5 cm LRC, cabeza mediana, rostro ligeramente achatado en vista dorsal, los machos adultos presentan las extremidades anteriores robustas y con tubérculos en las manos, presentan dos pliegues dorsolaterales bien definidos. Dorsalmente son de color gris claro a café claro con manchas irregulares negras o café oscuras. Los flancos y extremidades poseen manchas negras, ventralmente son de color blanco amarillento (Alfaro y Ospina, 2010).

Hábitat: tierras bajas y bosques montañosos, también en hábitats degradados donde hay charcos (UICN, 2019).

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

Distribución nacional: se encuentra desde 140 m.s.n.m. hasta 1800 m.s.n.m. En Colombia ocurre en las laderas occidentales de la Cordillera Occidental, en los valles de Cauca y Magdalena y en las estribaciones occidental y oriental de la Cordillera Oriental (incluyendo el área oriental de los llanos) (UICN, 2019).



Orden: Squamata

Familia: Dipsadinae

Género: *Rhadinaea*

Especie: *Rhadinaea cf. decorata*

Nombre común: Culebra

Descripción: presenta franja postocular u ocelo que usualmente es blanco; en el cuello, la parte anterior de la franja dorsolateral es blanca en la



mayoría de los especímenes; cuerpo café anaranjado, labiales y región ventral de la cabeza y garganta blancos y se tornan anaranjados pálidos debajo del cuello y rojos o anaranjado rojizos a la altura de las ventrales. Parte superior del iris habano pálido; parte inferior varía de café oscura a café anaranjado o café rojiza (Rodríguez-Guerra, 2019).

Hábitat: zonas tropicales y subtropicales; bosques húmedos de tierras bajas, bosques premontanos y lluviosos; ocasionalmente, se encuentra en vegetación secundaria (Rodríguez-Guerra, 2019).

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

Distribución nacional: valles interandinos (GBIF, 2017).

- **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 25 especies de aves distribuidas en catorce familias y ocho órdenes (total individuos: 94) (Tabla 3.8). Se registraron diez especies que no fueron reportadas previamente en el humedal Galilea I (CORTOLIMA y GIZ, 2018).

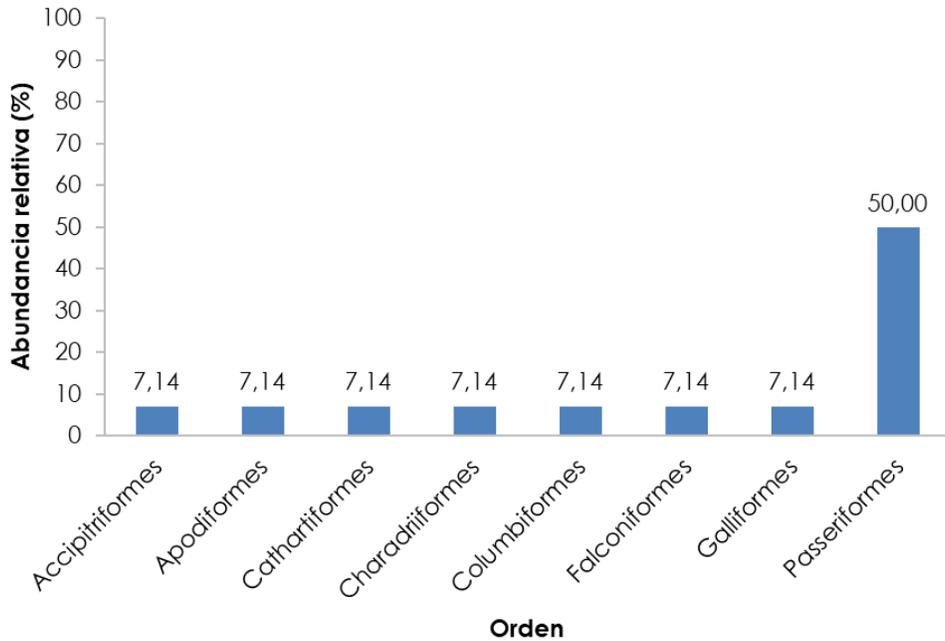
Tabla 3.8. Especies registradas en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima). CE: Categoría ecológica.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	AB	CE
Galliformes	Cracidae	<i>Aburria aburri</i>	2	Ib
		<i>Ortalis columbiana</i>	4	II
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagonas cayennensis</i>	5	III
Apodiformes	Trochilidae	<i>Doryfera ludovicae</i>	1	Ib
		<i>Haplophaedia aureliae</i>	1	III
		<i>Chaetocercus heliodor</i>	3	II
		<i>Amazilia tzacatl</i>	1	III
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	32	III
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	1	Vb
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	3	Va
		<i>Rupornis magnirostris</i>	1	II
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	1	III
		<i>Falco sparverius</i>	1	III
Passeriformes	Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	1	II
	Furnariidae	<i>Synallaxis albescens</i>	2	III
	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	1	III
		<i>Todirostrum cinereum</i>	3	III
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	III
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	6	III
		<i>Tyrannus savana</i>	2	III
	Vireonidae	<i>Hylophilus flavipes</i>	1	III
	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	12	II
	Parulidae	<i>Geothlypis philadelphia</i>	1	II
	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	7	II
		<i>Icterus chrysater</i>	1	III
8	14	25	94	5

Fuente: GIZ, 2019.

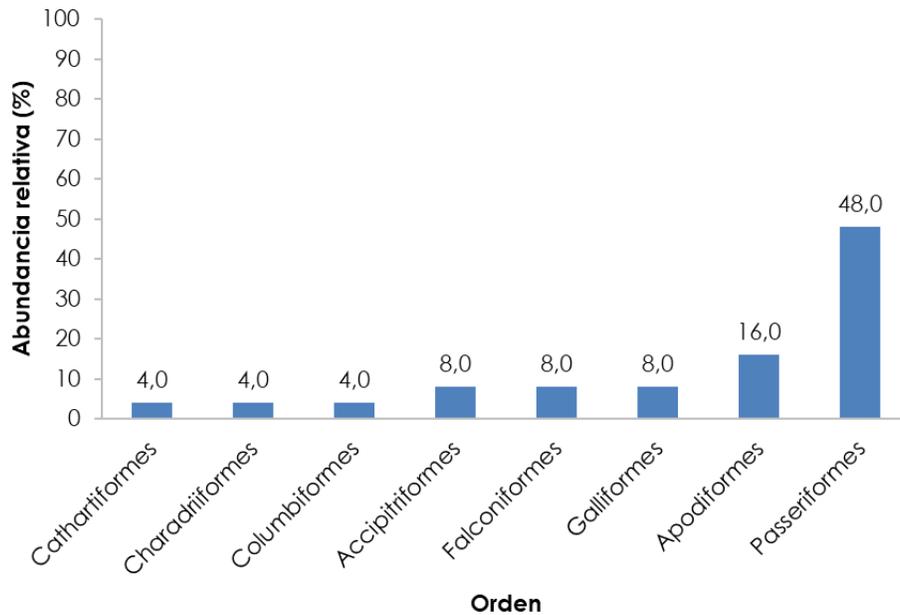
El orden más abundante y diverso fue Passeriformes con siete familias (Figura 3.20), doce especies (Figura 3.21) y 38 individuos (Figura 3.22) coincidiendo con lo obtenido en un humedal cercano muestreado durante la fase anterior (GIZ, 2018).

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



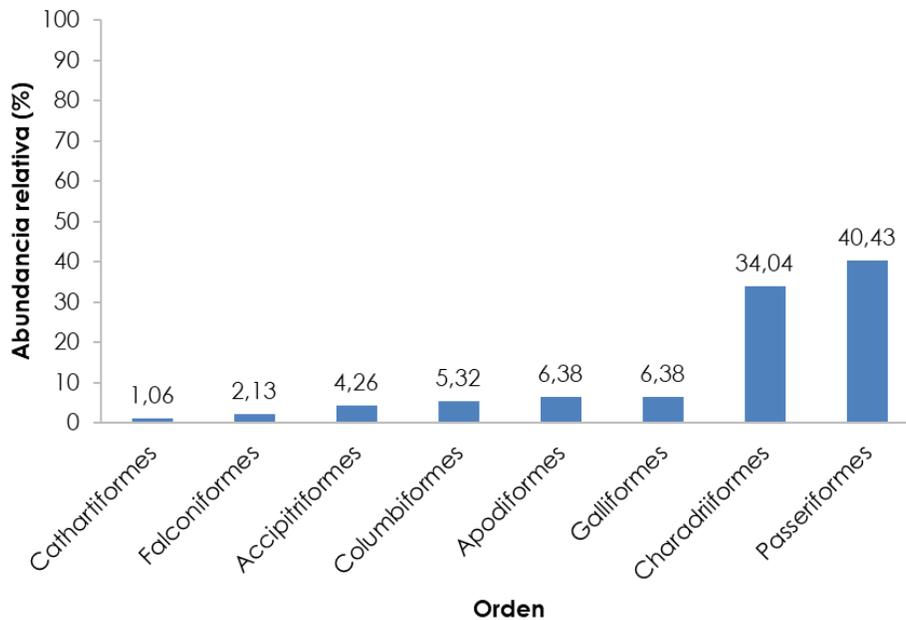
Fuente: GIZ, 2019.

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



Fuente: GIZ, 2019.

Figura 3.22. Abundancia relativa de individuos en los órdenes de aves presentes en el humedal Galilea II, municipio de Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

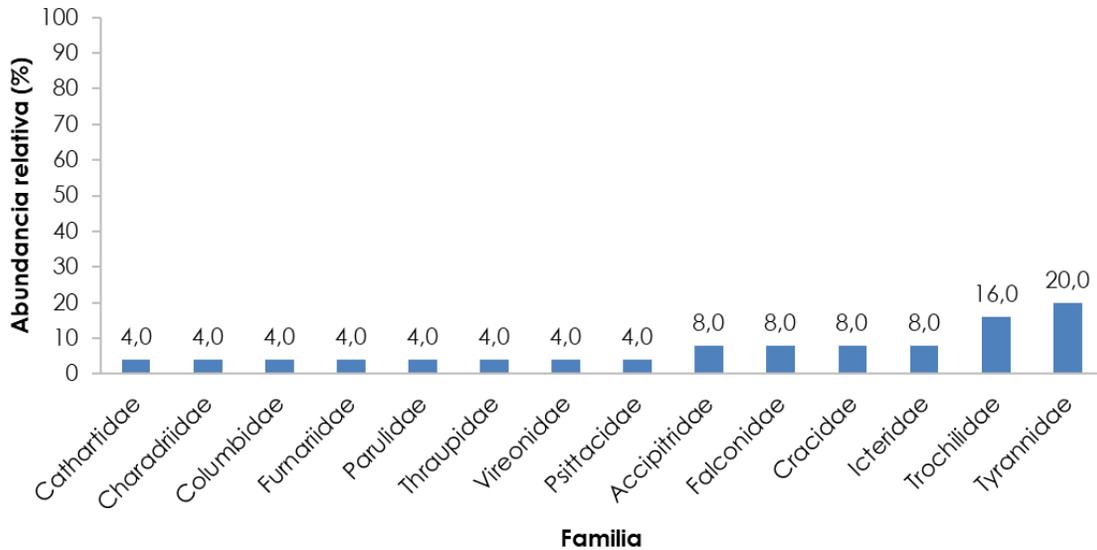
Respecto al número de familias, los demás órdenes registraron una sola, no obstante, teniendo en cuenta el número de especie, el orden Apodiformes fue el segundo más diverso con cuatro especies, seguido por Galliformes, Falconiformes y Accipitriformes con dos especies respetivamente, mientras que el orden Charadriiformes fue el segundo con mayor abundancia de individuos (32) seguido por Galliformes y Apodiformes (seis especies respetivamente).

Con base en esto y según autores como Manchado y Peña (2000), Hilty y Brown (2001) y Ricklefs (2012), es de esperar que el orden Passeriformes sea el más abundante ya que constituye el más diverso dentro de la clase aves, y su alta abundancia dentro del humedal Galilea II, coincide con la información conocida para la región neotropical, en donde este orden se encuentra compuesto por especies adaptadas a todos los hábitats (Ridgely y Tudor, 1989; Tabilo-Valvidieso, 2006).

Las familias más diversas fueron Tyrannidae y Trochilidae con cinco y cuatro especies respetivamente, constituyendo el 36% de las especies registradas

(Figura 3.23). Respecto a su abundancia, Charadriidae constituyó la familia con mayor número de registros (32 individuos), seguida por Tyrannidae (trece individuos) y Thraupidae (doce individuos) (Figura 3.24).

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

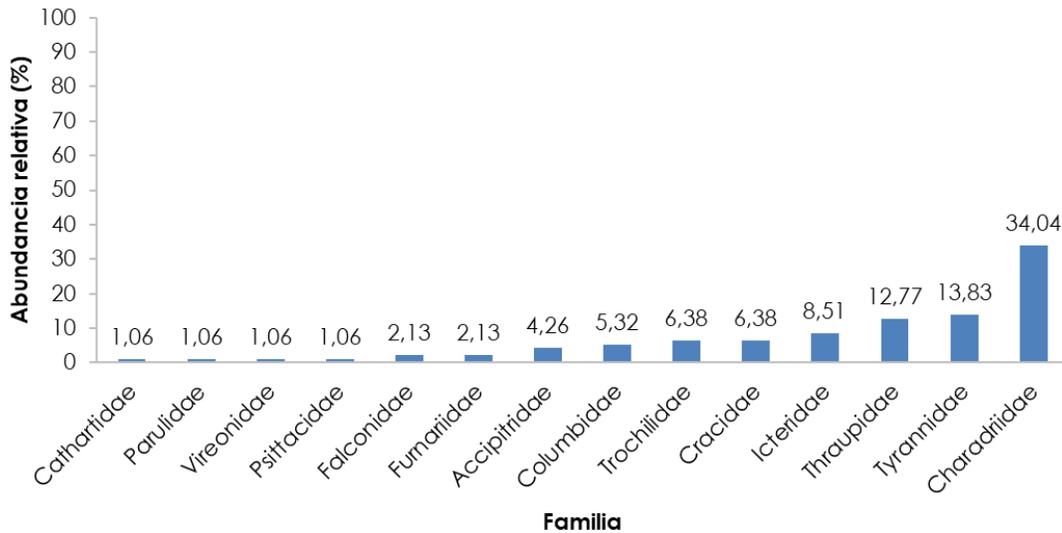


Fuente: GIZ, 2019.

La notoria abundancia de la familia Charadriidae, se debe principalmente a la gran cantidad de individuos registrados de una especie en particular de la cual se discutirá más adelante. No obstante, la gran abundancia y diversidad de familias como Tyrannidae y Thraupidae está dada por el hecho de que según autores como Traylor (1977) y la Unión Americana de Ornitología (AOU, 1998), estas dos familias se encuentran entre las más abundantes y diversas en el Neotrópico, 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).

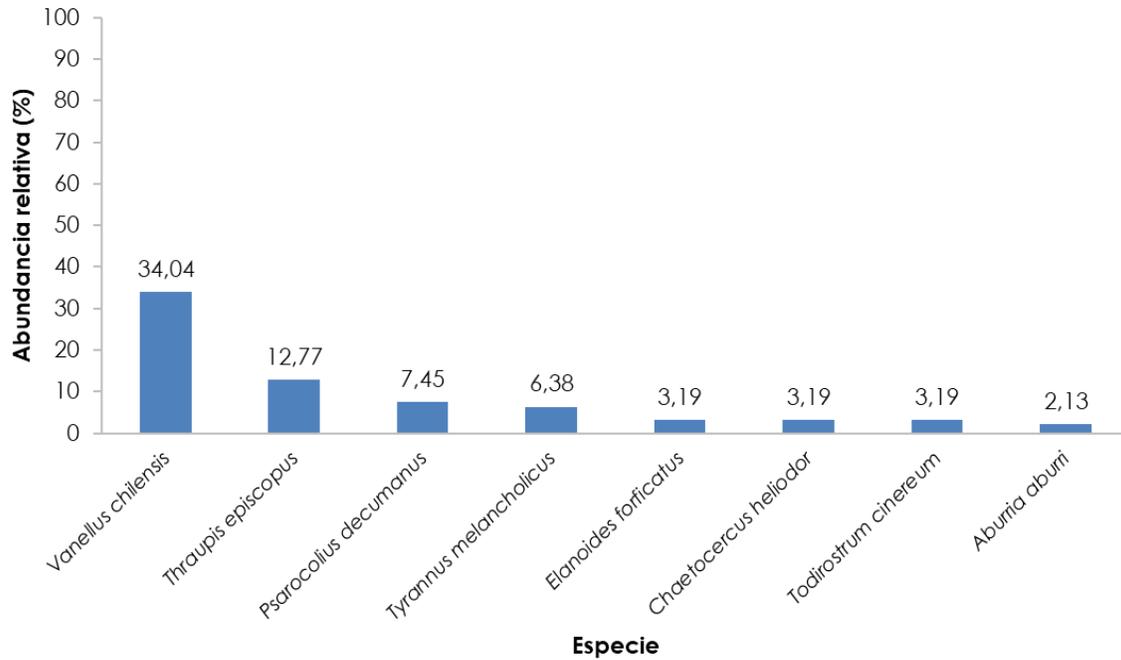
Figura 3.24. Abundancia relativa de individuos por familia de aves presentes en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).



Fuente: GIZ, 2019.

La especie más abundante fue *Vanellus chilensis* (Pallar común) con 32 individuos (34% del total) (Figura 3.25). Respecto a *V. chilensis*, la especie cuenta con una amplia distribución geográfica distribuyéndose al norte, sur y occidente de Sur América (del Hoyo et al. 1997). Esta especie se caracteriza por ser bastante ruidosa y puede ser observada solitaria, en parejas o en grupos laxos, principalmente en pastizales de áreas abiertas, praderas húmedas, áreas pantanosas con vegetación enmarañada de baja altura, potreros de producción ganadera y zonas verdes dentro del perímetro urbano (Hilty y Brown, 2001), siendo comúnmente registrada mediante métodos de observación como puntos de conteo u observaciones libres.

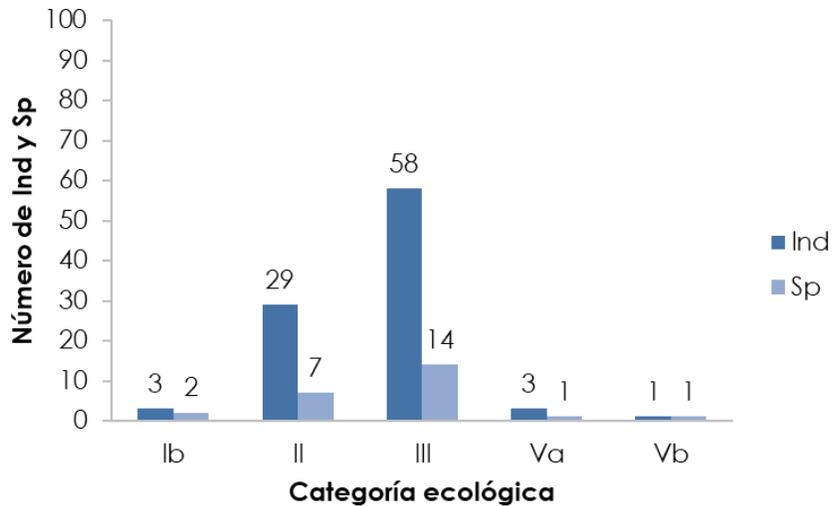
Figura 3.25. Abundancia relativa de especies de aves en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima) con valor superior al 2%.



Fuente: GIZ, 2019.

Categorías ecológicas. Teniendo en cuenta el número de especies e individuos registrados en el humedal Galilea II, la categoría ecológica que más especies e individuos registró fue la III, la cual comprende especies de áreas abiertas con poca cobertura vegetal, seguidamente se encuentra la categoría 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) (Tabla 3.8, Figura 3.26).

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



Fuente: GIZ, 2019.

Especies de interés

Especies en categoría de amenaza. 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 3.9).

3.3.2. Especies en apéndices CITES. Del total de especies reportadas, nueve 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 3.9).

Tabla 3.9. Especies de aves amenazadas y detectadas en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	CITES	UICN
Galliformes	Cracidae	<i>Aburria aburri</i>	NA	NT
Apodiformes	Trochilidae	<i>Doryfera ludovicae</i>	II	LC
		<i>Chaetocercus heliodor</i>	II	LC
		<i>Amazilia tzacatl</i>	II	LC
		<i>Haplophaedia aureliae</i>	II	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	II	LC
		<i>Rupornis magnirostris</i>	II	LC
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	II	LC
		<i>Falco sparverius</i>	II	LC
Passeriformes	Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	II	LC
5	5	10	1	2

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*, *Tyrannus savana* y *Geothlypis philadelphia*.

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

Conclusiones

La avifauna registrada en el Humedal Galilea II, estuvo constituida principalmente por especies de las Tyrannidae y Trochilidae, registrándose principalmente especies de áreas abiertas con poca cobertura vegetal, lo cual se ajunta a los reportes existentes para el Neotrópico. Se destaca el registro de nueve especies CITES, una especie casi amenazada y dos especies casi endémicas.

AVIFAUNA REGISTRADA EN EL HUMEDAL GALILEA II, 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: Galliformes

Familia: Cracidae

Género: *Ortalis*

Especie: *Ortalis columbiana*

Nombre común: Guacharaca colombiana.

Descripción: Guacharaca pequeña de 53 cm de longitud. No exhibe dimorfismo sexual. Se caracteriza por presentar la parte anterior del cuello y pecho escamado de blanco. Presenta una cola pequeña de color rojo, la cabeza es de color grisáceo y la frente de color blanco, el cuerpo en general exhibe una coloración café grisácea. Las patas son de color rosado y su cola larga es de color castaño (Hilty y Brown, 2001).



Hábitat: Bosques premontanos, bosques húmedos y bordes de bosque (Hilty y Brown, 2001).

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

Distribución nacional: Es una especie endémica de Colombia y se distribuye entre los 100-2500 m.s.n.m. Se encuentra al W de los Andes en los piedemontes del Valle del Cauca y el valle del Magdalena (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Columbiformes

Familia: Columbidae

Género: *Patagioenas*

Especie: *Patagioenas cayannensis*

Nombre común: Torcaza morada

Descripción: Longitud de 30 cm. Tiene pico negro, ojos rojos, cabeza y nuca gris contrastante, rabadilla gris azulosa. Su garganta, abdomen e infracaudales son blanquecinas (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Relativamente común en selvas poco densas, bordes, manglares, monte secundario, selva de galería y terreno abierto con árboles dispersos; áreas secas a húmedas (Hilty y Brown, 2001).

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

Distribución nacional: Se encuentra hasta los 2100 m.s.n.m., en todo el país excepto E Guajira (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: *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: Apodiformes

Familia: Trochilidae

Género: *Amazilia*

Especie: *Amazilia tzacatl*

Nombre común: Amazilia colirrufo

Descripción: Tiene aproximadamente 9.1 cm de longitud. Pico recto (2 cm), mandíbula inferior rosa con ápice negro. Los machos por encima de color verde con cola castaño rufo, ligeramente horquillada, garganta y pecho iridiscente, grisáceo sucio en el pecho y vientre. Hembras similares pero las plumas de la garganta y pecho marginadas ante a gris (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Se encuentra en un amplio espectro de zonas secas a muy húmedas, bordes de selva, claros enmalezados y áreas cultivadas (Hilty y Brown, 2001).

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

Distribución nacional: Hasta 1800 m.s.n.m. Costa Pacífica, resto de Colombia W de los Andes S hasta latitud de Bogotá y E de los Andes en tierras bajas del Catatumbo. Isla Gorgona (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Apodiformes

Familia: Trochilidae

Género: *Haplophaedia*

Especie: *Haplophaedia aureliae*

Nombre común: Helechero común

Descripción: Mide aproximadamente 9.1 cm. Pico recto negro y presenta pequeño punto blanco postocular. Machos principalmente verdes encima y debajo, cabeza verde cobrizo, pequeños plumones tibiales blanco, cola ligeramente ahorquillada negro azulada. Hembras similares a los machos, pero más opacas, partes inferiores fuertemente escamadas blanco grisáceo, plumones tibiales más notables (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Relativamente común en selva húmeda y muy húmeda y bordes de bosque, menos a menudo en claros con matorral (Hilty y Brown, 2001).

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

Distribución nacional: Entre los 1500-3100 m.s.n.m. Se encuentra en las tres cordilleras (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Charadriiformes

Familia: Charadriidae

Género: *Vanellus*

Especie: *Vanellus chilensis*

Nombre común: Caravana o pellar común

Descripción: Longitud total de 33-36 cm. Ambos sexos son similares. Presenta pico rosa con punta negra, patas rosa y una cresta occipital larga y aguda de color negro. Por encima es principalmente de color gris pardusco con hombros color verde bronceo. Tiene la frente, parche gular y pecho negro. Su vientre y rabadilla son blancos y su cola negra. Al vuelo muestra sus alas negras con parche blanco en la cobertoras. Los jóvenes tienen las puntas de las plumas de la cabeza de color



ante, máscara facial blanca reducida y teñida de ante y banda pectoral difusa (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Habita en descampados e incluso en ámbitos urbanos, su presencia es más usual en las cercanías de cañadas y lagunas (Hilty y Brown, 2001).

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

Distribución nacional: Hasta 3100 m.s.n.m. (PNN Puracé). En todo el país hasta S del Cauca. Local en vertiente pacífica, raramente en la Amazonía (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Cathartiformes

Familia: Cathartidae

Género: *Coragyps*

Especie: *Coragyps atratus*

Nombre común: Gallinazo común

Descripción: Alcanza los 66 cm siendo la hembra más robusta y pesada. Presenta la cabeza y el cuello desprovisto de plumas, la piel es arrugada y oscura, el pico es delgado y débil con coloración marrón oscura y la punta ligeramente blancuzca. El plumaje es enteramente negro a excepción de un parche blanco en las plumas de vuelo de las alas el cual es visible cuando el ave vuela. También se caracteriza por tener la cola corta y cuadrada (Hilty Y Brown, 2001).

Hábitat: Común en áreas abiertas, bosques en crecimiento y zonas urbanas.

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

Distribución nacional: Habita en todo el territorio nacional hasta los 2700 m.s.n.m. (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: Falconiformes

Familia: Falconidae

Género: *Falco*

Especie: *Falco sparverius*

Nombre común: Cernícalo

Descripción: Longitud 23-28 cm. Pequeño, alas aguzadas. Macho principalmente rufo por encima con barras negras y coronilla y alas azulosas; garganta y lados de cabeza blanco con lista vertical negra a partir del ojo, otra detrás del ojo y mancha negra en los lados de la nuca; lados del cuello y partes inferiores ante blanquecino a canela rosáceo, cola rufa con amplia banda negra subterminal y ápice blanco. Hembra con la cabeza similar al macho resto del cuerpo enteramente café rufo barrado negro encima, partes inferiores ante estriado café (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Relativamente común en pastizales, orillas y carreteras y otros terrenos abiertos o semiabiertos con árboles dispersos (Hilty y Brown, 2001).

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

Distribución nacional: Hasta 3200 m.s.n.m. Región del Golfo de Urabá E hasta Guajira y bajo valle del Cauca; E de los Andes, E Vichada; vertiente del pacífico, alto Valle del Cauca y montañas de Nariño, valle medio y alto del Magdalena, Cordillera Oriental y E de los Andes desde Norte de Santander S hasta Meta y W Caquetá (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 albescens*

Nombre común: Rastrojero pálido

Descripción: Tiene 16.5 cm de longitud. Frente, mayoría de partes superiores y cola moderadamente larga (76 mm), café grisáceo, con coronilla y hombros rufos; garganta blanquecina, abajo algo manchada de negro; pecho gris anteaado claro; vientre grisáceo (Hilty y Brown 2001).

Hábitat: Común en campos con arbustos dispersos y matorrales, orillas enmalezadas de



caminos y áreas pantanosas (Hilty y Brown 2001).

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

Distribución nacional: Hasta 2100 m.s.n.m. W de la Cordillera Oriental, excepto W de Cordillera Occidental donde solo se conoce en el golfo de Urabá. E de los Andes hasta el río Guaviare y Leticia, Amazonas (Hilty y Brown 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Elaenia*

Especie: *Elaenia flavogaster*

Nombre común: Elaenia copetona

Descripción: Longitud total de 16.5 cm. Pico corto con mandíbula inferior blanquecina. Anillo ocular blanquecino. Cresta que permite observar parche blanco. Café tenue por encima y márgenes de las plumas de las alas de color claro. Pecho café pálido y abdomen amarillo pálido (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Habita en zonas húmedas y áridas, áreas boscosas, en vegetación en crecimiento secundario, bordes de bosque, matorrales, sabanas, áreas con árboles dispersos como parques y jardines en ciudades (Hilty y Brown, 2001).

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

Distribución nacional: Hasta 2100 m.s.n.m. Generalmente no hay registros en tierras bajas del NW (Pacífico) ni en el Amazonas (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Todirostrum*

Especie: *Todirostrum cinereum*

Nombre común: Espatulilla común

Descripción: Longitud de 9.7 cm. De tamaño pequeño, vistoso por la posición levantada de su cola y sus ojos blancuzcos como amarillentos muy claros. Pico negro, largo y achatado. Parte media de los lados de la cabeza y frente negro gradado a gris ahumada, espalda y rabadilla oliva, garganta y abdomen amarillo (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común en áreas abiertas y bordes de bosque, manglares y ríos. También en matorrales, pastizales, cultivos, jardines y claros enrastrados en áreas selváticas (Hilty y Brown, 2001).

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

Distribución nacional: Entre 1400-3000 m.s.n.m. Distribuido principalmente en toda la Cordillera Central, hacia el S en la Cordillera Occidental y hacia el N en la Cordillera Oriental (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Pitangus*

Especie: *Pitangus sulphuratus*

Nombre común: Bichofue gritón

Descripción: Longitud de 22 cm. Hombros anchos y cola corta; pico negro robusto. Coronilla negra circundada por amplia banda blanca; parche amarillo oculto en la coronilla; lados de la cabeza negros; pequeña mancha amarilla en la mejilla; resto café por encima, alas y cola con márgenes rufos; garganta blanca; resto de partes inferiores amarillo brillante (Hilty y Brown, 2001).



Hábitat: Común alrededor de viviendas. También en claros y áreas cultivadas con árboles, especialmente cerca del agua. A veces poco común en zonas selváticas (Hilty y Brown, 2001).

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

Distribución nacional: Llega hasta 1500 m.s.n.m. En todo el país excepto W de la Cordillera Occidental (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: Tyrannidae

Género: *Tyrannus*

Especie: *Tyrannus savana*

Nombre común: Sirití tijereta

Descripción: Los machos miden aproximadamente 38 cm mientras que las hembras llegan a los 28 cm, esto es debido a que la cola del macho es muy larga y profundamente ahorquillada. La coronilla, nuca y lados de la cabeza son de color negro, este se extiende hasta debajo de los ojos. La espalda es de color gris claro, las alas más oscuras, cola negra y partes inferiores completamente blancas (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: zonas abiertas y cercanas a ríos y riachuelos (Hilty y Brown, 2001).

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

Distribución nacional: esta ave se distribuye hasta los 2600 m.s.n.m. de altura en Colombia (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Vireonidae

Género: *Hylophilus*

Especie: *Hylophilus flavipes*

Nombre común: Verderón rastrojero

Descripción: Longitud de 11.4 cm. Pico y patas de color carne; ojos blanquecinos. Verde oliva a oliva pardusco por encima, ligeramente más oscuro en la coronilla; garganta blanquecino opaco; resto amarillento opaco debajo, más pálido en abdomen y con tinte ante en el pecho (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Matorrales áridos y bosques más ligero y seco para bosque húmedo (Hilty y Brown, 2001).

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



Distribución nacional: Se ha registrado hasta 1000 m.s.n.m., en el lado E del Golfo de Urabá y valle medio del Sinú, por tierras bajas del Caribe hasta Guajira, parte E de los Andes desde Norte de Santander hasta Meta (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Thraupis*

Especie: *Thraupis episcopus*

Nombre común: Azulejo común

Descripción: Longitud total de 16.8 cm. Cabeza, cuello y partes inferiores gris azulado en contraste con alta espalda más oscura y más azul; alas y cola marginadas de azul, hombros azul claro a oscuro (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Bosques húmedos de tierras bajas en donde comúnmente se le observa en el dosel y en bordes. También habita en plantaciones, matorrales, áreas abiertas con árboles dispersos y sabanas (Hilty y Brown, 2001).

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

Distribución nacional: Se encuentra hasta los 2600 m.s.n.m. Usualmente menos de 200 m.s.n.m., SW de Cauca y Nariño resto de Colombia al W de los Andes incluido Santa Marta y base E de los Andes en N de Santander y NE de Cauca, E de los Andes en el W de Casanare y Meta, W de Vichada a lo largo del Orinoco, Vaupés y sin duda Guainía; S del Caquetá hasta el Amazonas (Hilty y Brown 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Parulidae

Género: *Geothlypis*

Especie: *Geothlypis philadelphia*

Nombre común: Reinita enlutada

Descripción: Mide alrededor de 13 cm. El macho es encima verde oliva con cabeza gris y pecho y garganta negruzcos, resto de partes inferiores amarillo; sin anillo ocular. La hembra es más opaca con capucha gris pálido o teñidos de pardusco (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Transeúnte y residente común, en mediados de octubre y finales de abril, en pastos y arbustos bajos en claros o bordes enmalezados (Hilty y Brown, 2001).

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

Distribución nacional: Se encuentra hasta los 3000 m.s.n.m. W de los Andes; al E del Meta y W de Caquetá (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Icteridae

Género: *Psarocolius*

Especie: *Psarocolius decumanus*

Nombre común: Oropéndola crestada

Descripción: El macho mide 43 cm y la hembra 33 cm. Tiene pico grande y blanco. Ojos azulosos. Negro lustroso; rabadilla e infracaudales castaño; cresta de plumas negras filiformes y largas, a menudo inconspicuas; rectrices centrales negras, resto amarillo brillante (Hilty y Brown 2001).

Hábitat: Relativamente común en selva húmeda, bordes y áreas parcialmente desmontadas en tierras bajas y piedemontes (Hilty y Brown 2001).

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

Distribución nacional: Se encuentra hasta los 2600 m.s.n.m., en todo el país excepto en la



costa Pacífica. E de la Cordillera Oriental (Hilty y Brown 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Icteridae

Género: *Icterus*

Especie: *Icterus chrysater*

Nombre común: Turpial montañero

Descripción: Mide 22 cm. Es principalmente amarillo dorado con frente, área ocular, babero, alas y cola negra. Su babero es negro a veces débilmente delineado con naranja pardusco (Hilty y Brown 2001).

Hábitat: Ampliamente distribuida en regiones húmedas, especialmente en tierras altas, bordes de selva, montes claros, plantaciones, claros, parques con vegetación alta y tierras cultivadas con parches de bosque (Hilty y Brown 2001).

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

Distribución nacional: Se encuentra entre los 50-2700 m.s.n.m. Se encuentra al W de los Andes hasta Nariño, valles del alto Cauca y Magdalena, laderas E de los Andes y Serranía de la Macarena (Hilty y Brown 2001).



- **MASTOFAUNA**

Se registraron siete especies de mamíferos, pertenecientes a tres familias y tres órdenes (Tabla 3.10). El orden con mayor riqueza específica fue Chiroptera, con cinco especies; Cingulata y Rodentia estuvieron representados por una especie. La captura de un mayor número de especies de Chiroptera, correspondió a lo esperado, pues este grupo constituye uno de los órdenes con mayor abundancia y riqueza en el país, y a que las metodologías usadas favorecen ampliamente su captura (Medellín, 2000; Bernard y Fenton, 2007).

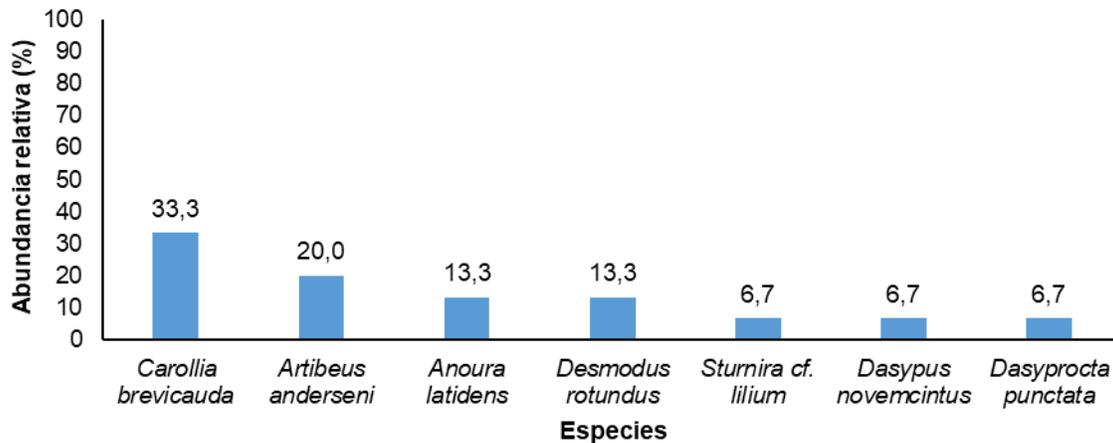
Tabla 3.10. Mamíferos registrados en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).

Orden	Familia	Especie
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus anderseni</i>
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura latidens</i>
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira cf. liliium</i>
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcintus</i>
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>
3	3	7

Fuente: GIZ, 2019.

Asimismo, las especies con mayor abundancia relativa fueron murciélagos, *Carollia brevicauda* fue la más abundante, seguida por *Artibeus anderseni*, *Anoura latidens* y *Desmodus rotundus* (Figura 3.27). Todas las especies de murciélagos registradas hacen parte de la familia Phyllostomidae y las subfamilias Carolliinae, Stenodermatinae, Glossophagina y Desmodontinae.

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



Fuente: GIZ, 2019.

Los mamíferos registrados pertenecen a diversos gremios tróficos, encontrándose especies frugívoras generalistas, nectarívoras, omnívoras y hematófagas. La presencia de murciélagos como *Carollia brevicauda* y *Desmodus rotundus*, pueden ser indicadores de alteraciones en el hábitat, dada la flexibilidad en sus hábitos de vida (Medellin et al. 2000). Las alteraciones en la zona están dadas por la cercanía a potreros para la ganadería.

El estudio realizado previamente en el humedal cercano, reveló la presencia ocho especies, dos de ellas registradas en el presente muestreo (*Dasyprocta punctata* y *Artibeus anderseni*). A pesar de no haber sido registradas, es probable que las restantes seis especies habiten el humedal muestreado en el presente estudio (*Notosciurus granatensis*, *Anoura cultrata*, *Sturnira ludovici*, *Dermanura phaeotis*, *Carollia perspicillata* y *Platyrrhinus lineatus*).

A partir de las entrevistas semiestructuradas, se reporta la presencia mamíferos medianos y grandes de siete órdenes, 16 familias y 21 especies, siendo *Cabassous centralis*, *Dasypus novemcinctus* y *Mustela frenata* las más abundantes según los pobladores locales (Tabla 3.11).

Tabla 3.11. Mamíferos medianos y grandes reportados en entrevistas en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).

Ordengggg	Familia	Especie	Abundancia	Uso local
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Caluromys lanatus</i>	Raro	
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Común	
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Abundante	Consumo
Cingulata	Dasypodidae	<i>Cabassous centralis</i>	Abundante	Consumo
Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Común	
Pilosa	Megalonychidae	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Común	
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Común	
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus tigrinus</i>	Común	
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Común	
Carnivora	Canidae	<i>Speothos venaticus</i>	Raro	
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Común	
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Abundante	
Carnivora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Común	Piel
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Común	Consumo
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus sp.</i>	Raro	
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Común	
Rodentia	Sciuridae	<i>Microsciurus sp.</i>	Común	
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Raro	Consumo
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Común	Consumo
Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou sp</i>	Común	
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Común	Consumo

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 (IUCN, 2019), con excepción del perro venadero (*Speothos venaticus*), catalogado como Casi amenazado (NT), las especies reportadas se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC). Los mamíferos registrados tampoco se encuentran reportados como amenazados en el territorio nacional (MADS, 2017).

Especies en apéndices CITES. Ninguna de las especies registradas de forma directa se encuentra en los apéndices CITES (2017). El oso perezoso (*Bradypus variegatus*) y el zorro (*Cerdocyon thous*), reportadas mediante encuestas, están incluidas en el apéndice II, que agrupan especies que no se encuentran actualmente amenazadas, pero que podrían llegar a estarlo en caso de que no se regule su comercio.

Mientras que, el zorro venadero (*Speothos venaticus*) se encuentra bajo el apéndice I en el que se incluyen especies amenazadas cuyo comercio está estrictamente prohibido.

Uso local de especies. Según las entrevistas realizadas, los mamíferos presentes en la zona no son objeto de cacería comercial, ni son usadas como mascotas. Especies como el borugo (*Cuniculus paca*), el ñeque (*Dasyprocta punctata*), los armadillos (*Dasyopus novemcinctus* y *Cabassous centralis*) y el guache (*Nasua nasua*) son ocasionalmente consumidos (cacería de subsistencia). Así mismo, se reporta el uso ocasional de la piel del perro de monte (*Potos flavus*) por parte de algunos miembros de la comunidad.

Se destaca la presencia del murciélago hematófago *Desmodus rotundus*, especie abundante según los habitantes de la zona. Se indica que este organismo no es objeto de cacería de control, aunque es motivo de preocupación para la población, pues causa problemas al ganado vacuno en zonas cercanas.

Conclusión

Se logró evidenciar que el Humedal Galilea II alberga diversas especies de mamíferos, ninguna de las cuales se encuentra en catalogada como amenazada a nivel global o nacional. La presencia de especies de diversos gremios tróficos es fundamental dados los diversos roles ecológicos asociados a estos hábitos, como la dispersión de semillas y la polinización.

MASTOFAUNA REGISTRADA EN EL HUMEDAL GALILEA II, VILLARRICA (TOLIMA).

Orden: Chiroptera

Familia: Phyllostomidae

Género: *Carollia*

Especie: *Carollia brevicauda*

Nombre común: murciélago frugívoro de cola corta

Descripción: longitud cabeza-cuerpo 23-70mm. De color café parduzco ligeramente más pálido en el vientre. Pelaje jaspeado largo y suave, con tres bandas de color entre las que la banda basal es más oscura. Tiene hocico corto y ancho, hoja nasal lanceolada libre sobre los lados y fusionada por debajo de las ventas de la nariz. El mentón presenta una verruga central bordeada por otras más pequeñas (Sánchez-Londoño et al. 2014).

Hábitat: bosques continuos y fragmentados, pastizales, cultivos de café y cacao con sombrío (SiB, sf).

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

Distribución nacional: se encuentra entre 250-2800 m.s.n.m. en todo el territorio nacional (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 Marin-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: Chiroptera

Familia: Phyllostomidae

Género: *Anoura*

Especie: *Anoura latidens*

Descripción: rostrum relativamente corto, base del cerebro inflada, dientes maxilares casi paralelos y premolares más pequeños y robustos que tienen una apariencia cuadrangular cuando se ven desde arriba (Calderón-Acevedo et al. 2018).

Hábitat: variedad de ecosistemas comprendidos entre los 50-2600 m.s.n.m. (Calderón-Acevedo et al. 2018).

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

Distribución nacional: Cundinamarca, Norte de Santander, Huila y Cauca. Región andina, valles interandinos (Calderón-Acevedo y Rodríguez-Posada, 2016).



Orden: Chiroptera

Familia: Phyllostomidae

Género: *Desmodus*

Especie: *Desmodus rotundus*

Nombre común: murciélago vampiro común

Descripción: dorso café parduzco en ocasiones anaranjado, parte ventral café parduzco escarchado con blanco. Pelaje corto, áspero y brillante. Incisivos superiores largos y punteados, uropatagio reducido a una banda estrecha ligeramente peluda.

Hábitat: cavernas o cuevas, huecos de árboles, generalmente a lo largo de márgenes de ríos (SiB, sf).

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

Distribución nacional: se encuentra hasta los 3100 m.s.n.m. En Colombia se ha registrado en todo el territorio nacional (Sánchez-Londoño et al. 2014).



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 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: Rodentia

Familia: Dasyproctidae

Género: *Dasyprocta*

Especie: *Dasyprocta punctata*

Nombre común: Guatín

Descripción: el dorso puede ser de color café rojizo, café amarillo o amarillo grisáceo. Puede presentar finas estrías negras en el pelaje. Las partes anteriores del dorso pueden ser cafés o negras. La parte posterior del dorso tiene pelos largos de color negro con las puntas amarillas.

Hábitat: bosque maduro caducifolio y perennifolio, bosque secundario y en jardines y plantaciones (UICN, 2018).

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

Distribución nacional: por debajo de los 1600 m.s.n.m. Habita en la Costa Pacífica y Atlántica, y en los valles interandinos (SiB, sf).

Orden: Cingulata

Familia: Dasypodidae

Género: *Dasypus*

Especie: *Dasypus novemcinctus*

Nombre común: Gurre

Descripción: está cubierto por una coraza exterior formada por placas óseas revestidas con queratina. La cabeza está parcialmente cubierta por escamas de queratina. Las orejas son grandes y de piel áspera. Tiene hocico largo y cónico de color rosado. La cara, el cuello y parte ventral están cubiertas por grupos de pelos dispersos. Cola con 12-15 anillos de escudos queratinizados (Sánchez-Londoño et al. 2014).

Hábitat: desde bosques secos, bosques húmedos, sabanas arboladas, bosques riparios, bosques secundarios y cultivos (Sánchez-Londoño et al. 2014).

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

Distribución nacional: alcanza los 1500 m.s.n.m. Llanos orientales, costas atlántica y pacífica, región Andina y selvas del Amazonas (SiB, sf).



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. **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).

11. **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).

12. **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).

13. **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).

14. **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).

15. 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 Galilea II 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 Galilea II, 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 25.8 °C y la del ambiente fue de 17.7°C, esto permite observar un comportamiento homogéneo entre las temperaturas medidas en el humedal Galilea II (Tabla 4.3).

pH. el valor de este parámetro en el humedal fue de 4.64 unidades, lo cual de acuerdo con Roldán y Ramírez (2008), son valores propios de humedales tipo turberas como Galilea II (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 23.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 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 CaCO₃/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 328.6 UNF (Tabla 4.3).

Oxígeno disuelto y porcentaje de saturación de oxígeno. En cuanto al oxígeno disuelto, se halló un valor de 1.04 mg/L y un porcentaje de saturación de oxígeno de 14.2% (Tabla 4.3).

Sólidos Totales. Permiten analizar el material disuelto y el no disuelto, el valor fue de 630 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 Galilea II no 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 650 mg/L (Tabla 4.3).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). En el humedal el valor hallado fue de 4.62 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 872.7 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 0.53 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 5.6 mg PO₄⁻³/L (Tabla 4.3).

Fósforo Total. el valor de fósforo en el humedal evaluado fue de 2.6 P/L (Tabla 4.3)

Alcalinidad. El valor de este parámetro no pudo ser detectado en el análisis.

Tabla 4.3. Caracterización fisicoquímica del humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).

PARÁMETROS	VALOR
pH	4.64
Temperatura del agua	25.8 °C
Conductividad Eléctrica	23.3 μS/cm
Oxígeno disuelto	1.04 mg/L
% de Saturación de Oxígeno	14.2 %
Dureza	3 mg CaCO ₃ /L
Alcalinidad	No detectado
Turbidez	328.6 UNF
Sólidos Totales	630 mg/L
Sólidos suspendidos	650 mg/L
DQO	872.7 mg/L
DBO	4.62 mg/L
Nitratos	0.53 Mg NO ₃ /L
Fosfatos	5.6 mg PO ₄ ⁻³ /L
Fosforo total	2.6 mg P/L

Fuente: GIZ, 2019.

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 9000000 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.

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 6000 UFC/100 ml.

Índice de Calidad del agua (ICA). El ICA señala que el humedal Galilea II, registró una calidad del agua mala, indicando que el humedal a sufrido 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 Galilea II, Villarrica (Tolima).

Humedal	ICA	Calidad
Galilea II	26	Mala

Fuente: GIZ, 2019.



CAPÍTULO 5: COMPONENTES SOCIAL Y ECONÓMICO

5. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

5.1. METODOLOGÍA

El componente socioeconómico del Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el humedal Galilea II, en el municipio de Villarrica, buscó la participación de los habitantes de la vereda del mismo nombre y quienes tienen títulos de propiedad sobre él. Estas personas ya conocían el equipo de trabajo de ocasiones pasadas, lo que facilitó la interacción con ellos y la obtención de información referente al humedal y en general a la comunidad que habita en su inmediatez.

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 Galilea II requirió la aplicación de dos métodos:

Encuesta personal estructurada: Es un cuestionario cuantitativo que contiene tres módulos, los cuales son, Identificación, actividad económica y entorno económico-ambiental. Este instrumento se aplicó a los habitantes de los predios que colindan con el humedal Galilea II, 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 Cunday 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, Puerto Lleras y 32 veredas. Por otra parte, el área urbana del municipio cuenta con seis 6 barrios, como lo son, El Centro, Obrero, Alto Miraflores, Jorge Eliécer Gaitán, Higinio Patiño y Andalucía (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 5.748 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 (2015).

Área	Número de habitantes	Porcentaje (%)
Urbana	2.278	39,63
Rural	3.470	60,37
Total	5.748	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.

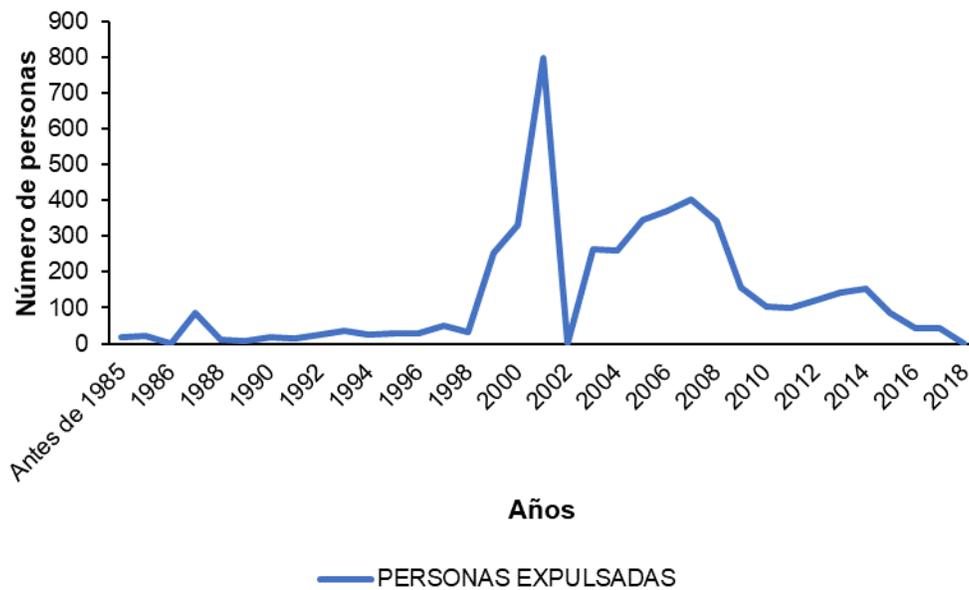
Así, Villarrica fue escenario de un cruento enfrentamiento entre latifundistas, colonos y arrendatarios, donde fueron comunes las amenazas de muerte, las quemas de ranchos, y la destrucción de cultivos. De una parte, los nacientes grupos de autodefensa campesina se ubicaron en veredas como El Roble y 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. Esto generó una andanada contra los movimientos de protesta a nivel nacional, y el occidente del Tolima fue uno de sus casos emblemáticos.

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 desplazamiento forzado de los habitantes del municipio. En 1953, el presidente Gustavo Rojas Pinilla hizo un acuerdo con los alzados en armas para la desmovilización a cambio de la devolución de 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.

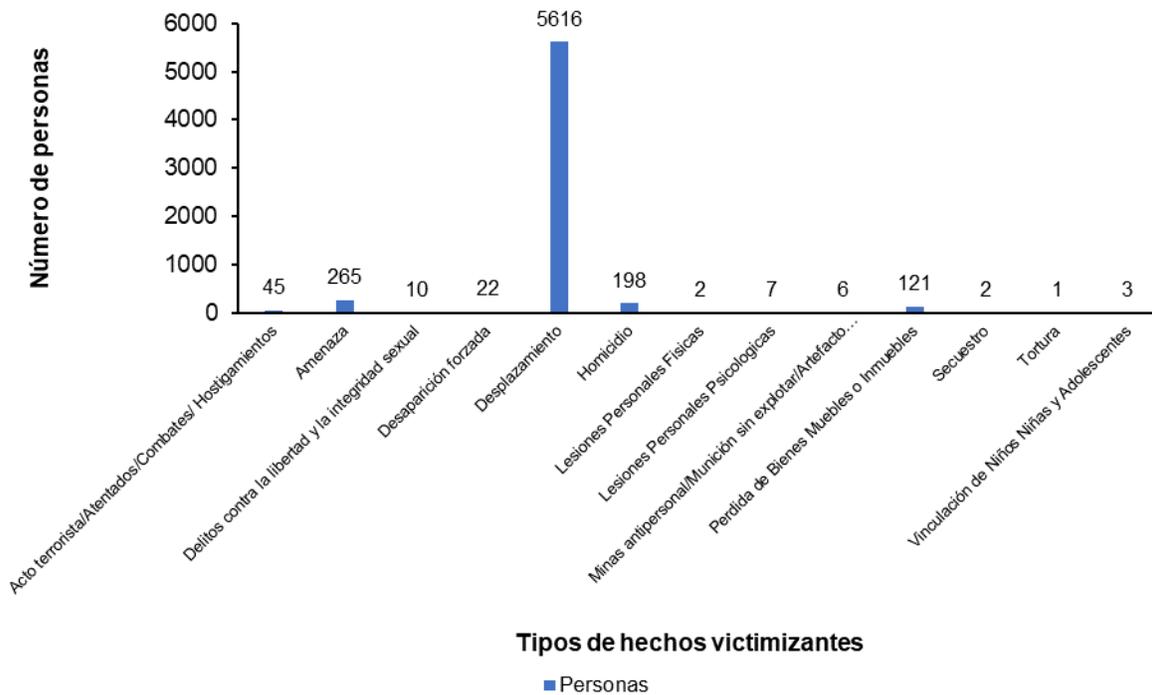
Lo que entonces se conoció como “La guerra de Villarrica”, contó con un hecho sin precedentes en el conflicto armado, como lo fue el bombardeo con bombas Napalm por parte de la Fuerza Aérea Colombiana, lo que dejó varias víctimas civiles en la región. Ante esta arremetida, las guerrillas móviles contratacaron 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 esa población 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.

Por otra parte, 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, alcanzando picos históricos que hicieron de Galilea casi un territorio fantasma.

Esta oleada de violencia vino acompañada por los primeros intentos de explotación petrolera en la zona, reiterada por una licencia ambiental expedida en 2005 para la provisión de agua para proyectos petroleros en esa región. Según los habitantes de Galilea, la llegada de profesionales a hacer estudios en ese sector está directamente ligada a la actividad petrolera, por lo que hay desconfianza frente a cualquier tipo de actividad exploratoria.

En vista del posible destino como explotación petrolífera de la zona, los habitantes se han percatado de la necesidad de defender el territorio. En primera medida, ha disminuido la marcha de la deforestación en la zona, pues es sabido su perjuicio sobre las fuentes de agua. Los habitantes proyectan la realización de una consulta popular sobre el uso del suelo, al igual que sopesan la declaración de Galilea como área protegida. En esta causa, los habitantes han tenido el respaldo de algunas alcaldías con jurisdicción en la zona, la Universidad del Tolima, CORTOLIMA, entre otros.

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.).

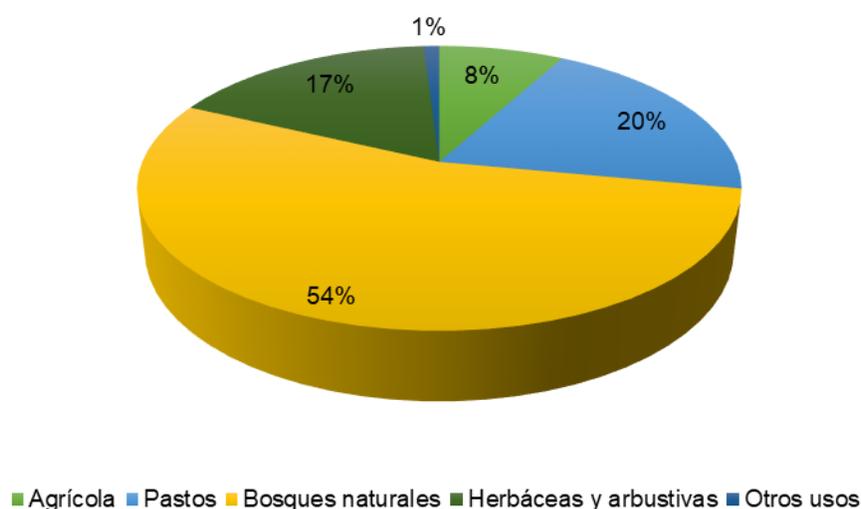
Tabla 5.3. Indicadores económicos Villarrica (Tolima).

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	5.668	5.242.590

Fuente: Gobernación del Tolima, 2014.

En línea con lo dicho anteriormente, 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 1.71% 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).

Figura 5.3. Uso del suelo en Villarrica, Tolima (2016).



Fuente: Plan de Desarrollo Territorial Villarrica, Tolima, 2016.

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).

Tabla 5.4. Existencias bovinas Villarrica.

Hato bovino Villarrica			
	2011	2018	Variación (%)
Bovinos (cabezas)	5.921	7.135	20,5

Fuente: Plan de desarrollo Villarrica 2016-2019. Censo bovino ICA.

5.3.1. Uso del suelo y actividad económica del humedal Galilea II, 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 con el humedal. Para esto, se visitó el predio la Playa del señor Fidel Tovar, ubicado en la vereda Galilea de Villarrica.

- **Uso del suelo y tenencia de la tierra:** de acuerdo con las respuestas del señor Tovar, la principal actividad económica desarrollada en el predio es la ganadería; en este lugar pastan alrededor de veinte bovinos, de raza mestiza y usados para todos los propósitos (cría, leche, levante, engorde). El propietario asegura que el ganado se mueve en un área de entre 21 y 30 hectáreas, el cual aprovecha el humedal en la medida en que provee agua para el sostenimiento de los animales. Aparte de esto, se cuentan cultivos de pancoger (plátano, cebolla, fríjol, etc) además de explotaciones de banano, si bien de poca extensión (1 a 2 hectáreas).
- **Caracterización predial AID:** en línea con lo anterior, el humedal Galilea II está en un predio privado con vocación ganadera. El valor estimado de la hectárea es de COP 3 millones. Para arriendo con uso ganadero, el precio estimado es de COP 80.000 por hectárea. Aparte del pago del impuesto predial, los propietarios no pagan ningún tipo de impuesto por el uso del humedal.
- **Intensidad laboral semanal:** debido a su historia de violencia, la distancia de los centros urbanos y su difícil acceso, la zona tiene pocos habitantes, y los dueños típicamente viven en poblaciones cercanas y visitan sus fincas con intermitencias. Así, una vez se encuentran en estas, el trabajo semanal es diario, y en momentos donde la ocasión lo exige requiere la contratación de hasta seis jornaleros. Se estima que el salario semanal de un trabajador de esos predios es de COP 150.000.
- **Estructura económica familiar:** las dinámicas de la guerra generaron el desplazamiento de muchas personas, por lo que las familias de los propietarios normalmente viven en sitios poblados cercanos. En el caso de este predio en particular, el padre se dedica a los trabajos de la finca, la mujer se encarga de las labores del hogar, y los hijos permanecen en pueblos cercanos, pero viajan ocasionalmente a ayudar a la familia en la finca.

5.3.2. RELACIÓN ECONÓMICA-AMBIENTAL

- **Beneficios del humedal:** los habitantes de la vereda declaran que las Turberas tiene un valor ambiental y paisajístico inmenso. En primera medida, estos aprovechan el humedal para abastecer de agua al

ganado de su propiedad; más allá de esto, consideran que el humedal tiene un gran valor puesto que el agua allí producida deriva en riachuelos que surten del líquido a la región.

- **Perjuicios del humedal:** la percepción general en el predio es que humedal solamente genera efectos positivos en el entorno, no obstante, el propietario afirma que el área del humedal tiende a crecer, con lo que pierde terreno para vocación ganadera.
- **Responsabilidad tributaria:** el señor Godoy afirma que su estratificación es nivel 1. Además del pago del impuesto predial, no hace ninguna contribución por la posesión del humedal.
- **Responsabilidad y compromiso ambiental:** el humedal se encuentra en buenas condiciones, lo que se debe al conocimiento de su valor por parte de los propietarios, la baja presencia de población en el área, y la ubicación remota del humedal mismo. No se observan desechos en el área del humedal, aunque no se ha realizado ningún proyecto de conservación por parte de las autoridades, los propietarios se declaran dispuestos a participar en cualquier proyecto de conservación en la zona.

5.4. CARACTERIZACIÓN SOCIAL

En lo que respecta a las condiciones de vida de los habitantes de Villarrica, se anota que la pobreza extrema tuvo un aumento en el periodo 2011-2014, con lo que llegó a 5.148 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. En síntesis, es alarmante la proporción de personas registradas en pobreza extrema, puesto que de un total de 5.449 habitantes (2014), 5.148 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 particular sobre el humedal Galilea II, se anota que su ubicación es remota, y es completamente inaccesible por carretera. Para llegar allá hace falta dirigirse hacia el municipio de Prado, continuar en dirección suroccidente por una vía terciaria en mal estado, para luego iniciar una caminata de más de una hora por una trocha. El propietario asegura que este humedal tiene una extensión aproximada de una hectárea, y puede tener hasta más de un metro de profundidad. El humedal es natural, y la única transformación observada en él es su aparente crecimiento, puesto que el propietario asegura que su área tiende a extenderse, en perjuicio de las pasturas para ganado.

El humedal se encuentra en el predio de Fidel Tovar, pero éste asegura que áreas parecidas se pueden encontrar en las propiedades colindantes, las cuales están a nombre de los señores Alirio Pinzón, Saúl Sosa y Evisterio Godoy, la familia Sánchez y otros, quienes al igual que ellos residen en una de las cabeceras municipales cercanas y viajan de visita al predio periódicamente.

En lo que respecta a la autoridad ambiental, los habitantes aseguran que no se ha presentado ningún tipo de campaña de conservación del humedal, como no se los ha incluido en ningún tipo de proyecto encaminado a preservar esta área. En este punto, ellos sugieren el pago de servicios ambientales, con lo que ellos tendrían un aliciente y medios para cuidar una fuente de agua que tiene un interés general.

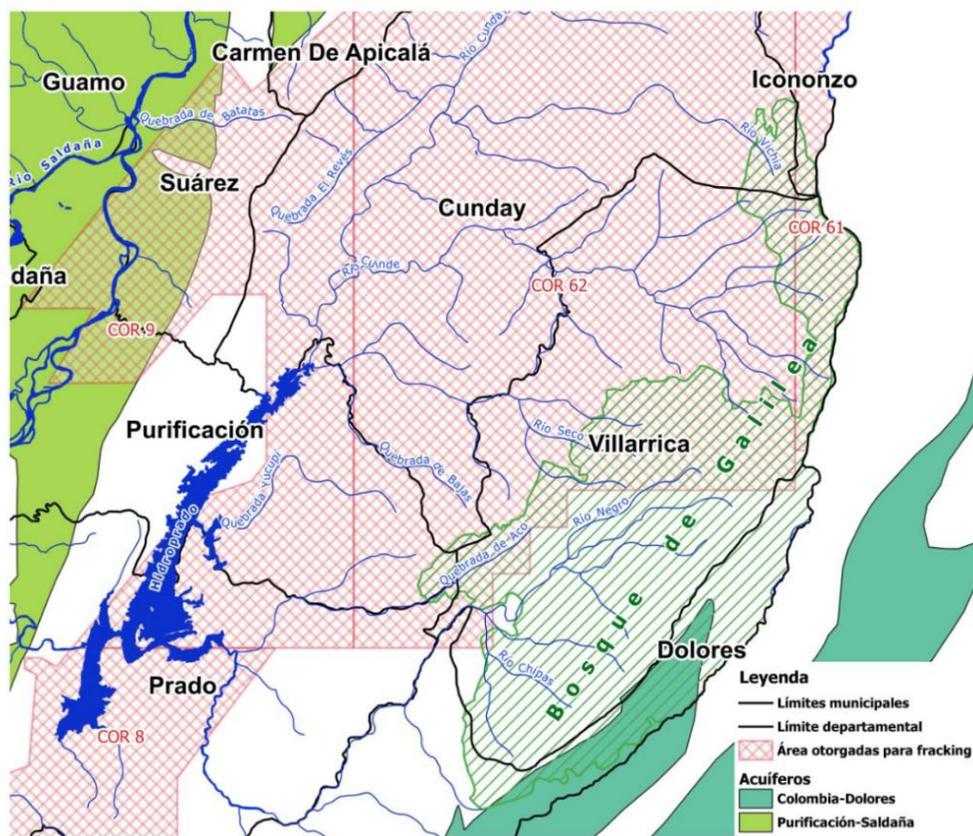
Asimismo, se resalta la necesidad de proyectos de reforestación. Una preocupación grande de los habitantes tiene que ver con el posible inicio de proyectos de explotación petrolífera en la zona, puesto que no tiene que ver con el modelo de entorno que ellos privilegian.

El área donde se encuentra el humedal, fue durante largos años un escenario del conflicto armado, lo que conllevó grandes daños a la comunidad que entonces habitaba allí, daños de los cuales no parece

haber completa recuperación aún. Ese fue sitio de presencia constante de insurgencia guerrillera, como también de avanzadas contraguerrilleras que dejaron una estela de violencia y el posterior desplazamiento de la población. Por cuenta de esto, el destierro de la población fue casi total, y aquellos que aún frecuentan este lugar lo hacen de manera intermitente, con lo que acabó la vida de la sociedad en ese lugar.

No solamente existen temores de los pobladores frente a una posible incursión de las industrias extractivas en la zona, sino que el método empleado para la explotación sería probablemente el fracking, entendido como la fractura hidráulica del suelo. Las consecuencias de este proyecto son imprevisibles, pero se sobreentiende que habrá una afectación del suelo como del agua en la zona (Figura 5.4).

Figura 5.4. Áreas concedidas para fracking en el oriente del Tolima.



Fuente: Observatorio de conflictos ambientales, 2018.

Los bosques de Galilea permanecieron prácticamente inalterados desde la década del setenta, en buena parte por la presencia de la guerrilla de las FARC en el territorio, y su control armado sobre el mismo. Este bosque de más de 30.000 hectáreas cuenta con una vegetación única, y tiene un inmenso valor como productor de agua, pues alimenta quebradas, humedales y ríos, incluyendo el Cunday, Negro y Prado, así como la misma represa de Prado. En últimas, este bosque también es determinante para la recuperación del río más importante del país, el Magdalena.

Galilea forma también un corredor natural con el páramo más grande del mundo, el páramo de Sumapaz, por estas razones la comunidad manifiesta su preocupación por el interés de la industria petrolera en adelantar proyectos extractivos en esta zona, como es el caso de Petrobras y Canacol Energy, quienes ya han tramitado permisos de explotación y han hecho estudios en la zona.

La apertura de vías, instalación de servicio eléctrico, así como el acompañamiento de la fuerza pública al personal de esas compañías deja intranquila a la población, quienes creen que esto traería la destrucción de fauna y flora. Por todo esto, las familias que viven allí buscan un medio de participación que les permita incidir en la toma de decisiones que se hacen sobre su propio territorio.

- **Servicios públicos:** los habitantes cercanos al humedal, solamente cuentan con servicio de electricidad, la cual fue instalada hace tres años. El agua para consumo humano es colectada de aguas lluvias, lo que es posible con la alta pluviosidad de la zona. No existe un puesto de policía, ni escuela, ni centro de salud. Más aún, no existen caminos para llegar hasta ese lugar, por lo que su acceso debe hacerse a pie o con bestias, por una trocha que se hace casi impracticable en época de invierno.
- **Relación con las autoridades:** la comunidad afirma que no ha habido intervención de las autoridades en la zona con el fin de proteger el humedal. El cese de la tala de bosques fue más una decisión autónoma de los pobladores que una imposición hecha por alguna entidad estatal. Aparte de esto, existe preocupación respecto a los títulos de posesión de los predios, ya que la comunidad carece de delimitaciones claras y estudios topográficos, los cuales no están en condiciones de contratar por propia cuenta.

- **Sugerencias de la comunidad:** habida cuenta de la apreciación que tienen del humedal, la comunidad se manifiesta dispuesta a participar en su conservación y pide para esto la colaboración de la autoridad competente. En primera medida, los propietarios de los predios esbozan la posibilidad de obtener pagos por servicios ambientales, para así generar un estímulo a los dueños y garantizar la conservación de un recurso hídrico del que puede beneficiarse los vecinos inmediatos del humedal, pero también los habitantes de la región en general.

Además de esto, la comunidad pide colaboración para delimitar con precisión los límites del humedal, que queden claras las dimensiones de éste y pueda hacerse una diferenciación frente a los terrenos restantes en cuanto al uso del suelo.

5.5. PROSPECTIVA

Limitantes y potencialidades del humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).

Limitantes	Potencialidades
<ul style="list-style-type: none">• Deforestación y quemas.• Explotación petrolífera.• Distancia y falta de vías de acceso.• Cacería y depredación indiscriminada.• Falta de servicios públicos.• Escasa intervención de las autoridades para el cuidado ambiental de la zona.• Ausencia de centro médico, escuela, estación policía.• Uso del predio para ganadería.• Éxodo poblacional por cuenta de violencia y pobreza.	<ul style="list-style-type: none">• Alto potencial hídrico.• Belleza paisajística.• Diversas especies de fauna y flora.• Compromiso de la comunidad con la conservación del humedal.

5.5.1. Escenarios humedal Galilea II

A partir de las visitas de campo hechas al humedal Galilea II, 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:** los propietarios del predio mantienen el humedal en buenas condiciones de conservación, pero sus esfuerzos no son suficientes, primero, la deforestación del bosque se retoma a paso firme, mientras que la cacería amenaza con extinguir varias especies de animales del lugar. El uso de los predios para la ganadería daña la calidad del suelo, y así como la calidad de las aguas contenidas en el humedal.

La comunidad no termina de recuperarse de las huellas de la violencia, por lo que el sector no sale de una dinámica de abandono que facilita el pillaje y crea una sensación de inseguridad latente. El inicio de explotaciones de hidrocarburos en la región genera cambios drásticos en el entorno, con consecuencias de gravedad para el humedal.

- **Escenario reactivo:** las autoridades realizan la demarcación y generan un plan para la conservación de éste. La comunidad se compromete con este proyecto, pues entiende la importancia ambiental y paisajística del humedal. La actividad ganadera en el humedal cesa y se genera un servicio de pagos por cuidado ambiental que beneficia a los propietarios

de los predios y propicia una dinámica positiva de conservación, en beneficio del entorno inmediato y de las quebradas y ríos de la zona.

Con mejores condiciones de seguridad y estabilidad, la comunidad tiende a retornar a sus predios, vuelve la escuela, se establece un centro de salud, se construyen vías terciarias adecuadas para un tránsito más fluido entre la vereda y los centros poblacionales de la región. Cesan los proyectos mineros en el territorio, mientras que Galilea se aprecia como destino turístico.

- **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 Galilea II 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 de individuos. Índice de agregación espacial de individuos. Distribución de clases de edad. Tasa interna de crecimiento poblacional.	Mantenimiento o aumento del número de poblaciones o subpoblaciones. Estabilidad o aumento de número de individuos. Mantenimiento o mejoramiento de la distribución de clases de edad. Aumento o estabilidad en la tasa interna de crecimiento poblacional.

Tabla 6.2. Matriz cualitativa de impactos observados en el humedal Galilea II, 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	0	0	0	0	0	0	1	0
Vegetación herbácea	0	0	0	0	0	0	1	0
Diversidad	0	0	1	0	0	0	1	0
Fitoplancton	0	0	1	0	0	0	1	0
3. Fauna								
Riqueza zooplancton	0	0	1	0	0	0	1	0
Riqueza macroinvertebrados acuáticos	0	0	1	0	0	0	1	0
Riqueza peces	0	0	1	0	0	0	1	0
Riqueza herpetos	0	0	1	0	0	0	1	0
Riqueza aves	0	0	1	0	0	0	1	0
Riqueza mamíferos	0	0	1	0	0	0	1	0
4. Unidades ambientales / paisaje								
Suelos expuestos	0	0	0	0	0	0	1	0
Bosques de vega-bosque de galería	0	0	1	0	0	0	1	0
Pastizal	0	0	1	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

Los resultados de la caracterización biológica realizada al humedal Galilea II, municipio de Villarrica, fueron relevantes ya que se observó una representatividad sobresaliente en la riqueza de especies para esta zona de vida.

Fueron registradas especies migratorias y especies que se encuentran bajo alguna categoría de amenaza. De acuerdo a lo anterior, solo se registraron aves migratorias, las cuales fueron *E. forticatus*, *T. savana* y *G. philadelphia*, y, respecto a las especies bajo categoría de amenaza, se registró el ave *A. aburri* la cual se encuentra bajo la categoría “casi amenazada” y la planta *S. paniculatum* bajo la categoría de “peligro crítico”. Estos resultados sugieren que el área que abarca el humedal funcionaría como corredor biológico para el paso de diferentes especies migratorias y, por ende, se hace necesario el desarrollo de nuevos muestreos que ayuden a comprender la dinámica natural de este humedal y sus poblaciones.

A parte de las especies amenazadas y migratorias, también fueron registrados mamíferos y aves dispersores de semillas, los cuales ayudarían a los procesos de distribución de especies de plantas dentro del bosque de Galilea. De acuerdo a lo anterior, se hace necesario realizar monitoreos de medianos y grandes mamíferos, así como también, insectos terrestres los cuales son bioindicadores del estado de calidad del humedal.

Respecto a las plantas, algunas especies son aprovechadas por las personas que habitan cerca del humedal, este aprovechamiento corresponde a usos industriales, de consumo, medicinales, tradicionales y culturales. Por otra parte, se encontró que la calidad del agua del humedal es baja, presentando bajos niveles de oxígeno, a pesar de ello, permite el establecimiento de grupos faunísticos como el fitoplancton y macroinvertebrados acuáticos, los cuales son la base principal de la cadena trófica y coadyudan a la captación de nutrientes dentro del mismo. Finalmente, gracias a la riqueza biológica del humedal Galilea II, se hace necesario conservar este ecosistema y todo lo que en él se encuentra.

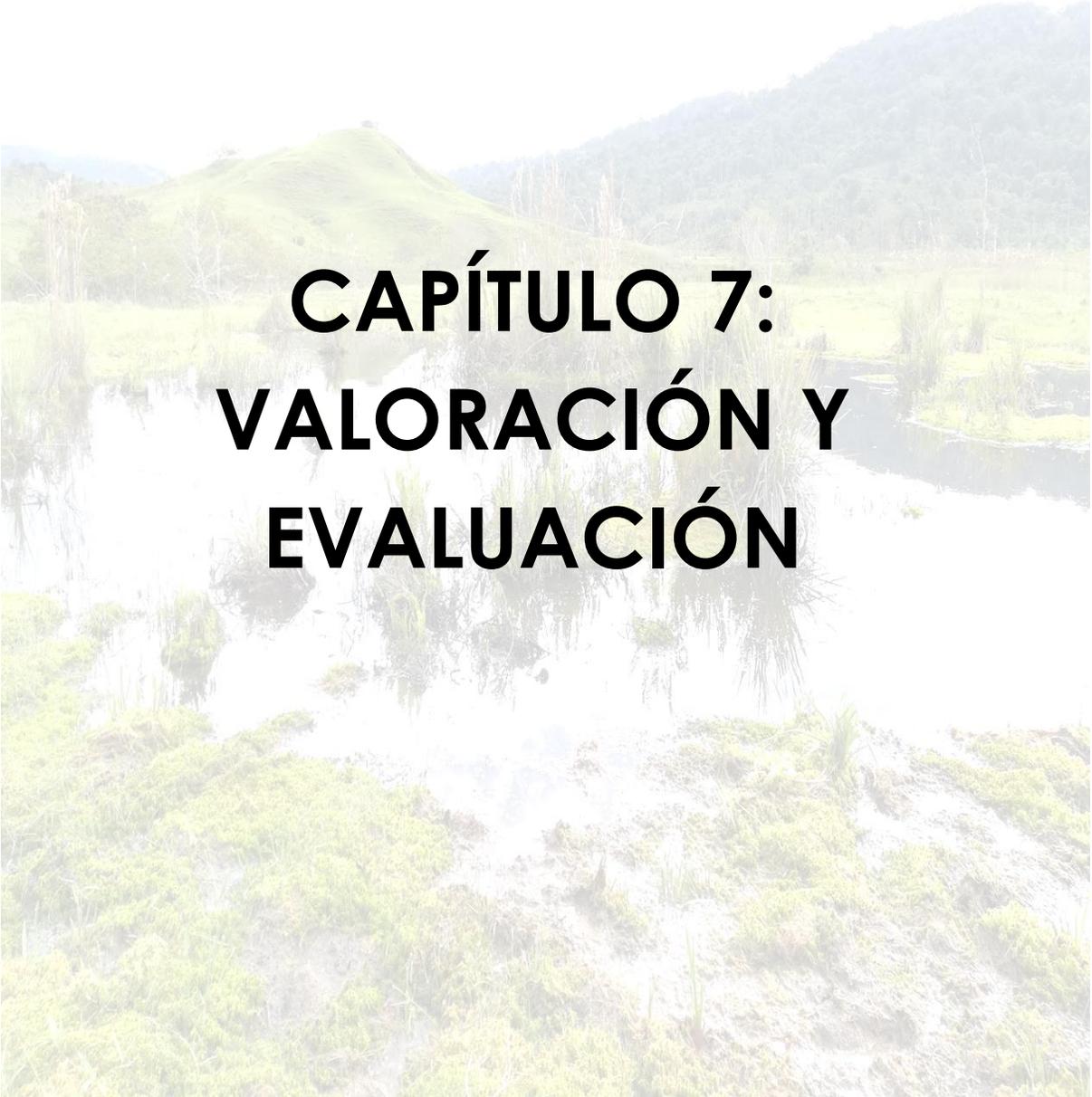
Transformación total del humedal

- *Reclamación de tierras.* Las zonas aledañas son usadas para una extracción mínima de madera y/o ganadería.

- *Modificación completa de regímenes hidráulicos y reclamación del espacio físico del humedal.* El agua presente en el humedal es direccionada en un grado menor a las pocas viviendas que se encuentran en el sector.
- *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 dado que el humedal se encuentra en un área de difícil acceso.
- *Remoción de sedimentos o vegetación.* Se requieren más estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.
- *Sobreexplotación de recursos biológicos.* Los pobladores de la región dan a conocer que no existe el uso de especies de fauna mediante la caza o la pesca, ni la recolección de nidos. En algunos sectores se evidencia la extracción de material vegetal para usos domésticos e industriales (leña o materiales de construcción).
- *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 Galilea II presenta una zona de alta influencia a nivel ecológico para la fauna local y para las comunidades vinculadas directamente a esta área. El humedal se ha convertido en un reservorio de agua, que contribuye por escorrentía a nutrir distintos afluentes y quebradas de la vereda, las cuales están bordeadas por un importante bosque pristino que permite la conectividad y refugio para distintas especies de fauna.

7.1.1. Generalidades del humedal.

- **Tamaño y posición:** El humedal Galilea II, se encuentra ubicado en la vereda del mismo nombre que hace parte del municipio de Villarrica, Tolima. Pertenece a la unidad hidrográfica río Negro, el cual tributa sus aguas a la subzona hidrográfica río Prado (ADEAM, 2013), comprende un área inundable aproximada de 17 hectáreas y una altura promedio de 1452 m.s.n.m.
- **Conectividad ecológica:** El humedal Galilea II dispone de un bosque pristino con baja intervención o nula, 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, constituye un corredor biológico y de protección natural, dada la diversidad de flora presente y los reportes de fauna acuática (zooplancton, macroinvertebrados acuáticos y peces) 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.

La caracterización biológica realizada en el humedal Galilea II, evidenció una representatividad variada a través de los diversos grupos analizados. En cuanto al fitoplancton, fueron registrados 28 géneros, pertenecientes a 14 órdenes y 21 familias; a nivel de flora, se reportó un total de 28 especies agrupadas en 13 órdenes y 17 familias.

Con respecto a la fauna acuática, para zooplanton, fueron registrados seis phyllums, nueve clases, 10 órdenes, 17 familias y 20 géneros; para los macroinvertebrados acuáticos, se registraron 12 géneros agrupados en seis órdenes y nueve familias, y, finalmente, respecto a la ictiofauna solo se registró una especie.

Por otra parte, los herpetos estuvieron representados por dos órdenes, tres familias y tres especies; se reportaron 25 especies de aves distribuidas 14 familias y ocho órdenes. Finalmente, los mamíferos se distribuyeron en siete especies, tres órdenes y tres familias, representadas principalmente en Chiropteros.

7.1.3. Naturalidad.

El humedal Galilea II se muestra como un reservorio de agua de origen natural, compuesto de un bosque primario el cual se encuentra asociado al Bosque Alto de Tierra Firme y Pastos Limpios, presenta un pequeño espejo de agua, inmerso en un paisaje de montaña con relieve de lomas donde los materiales son predominantemente arcillolitas, con algunas inclusiones de areniscas; los suelos son bien drenados y de profundidad variable dependiendo de la presencia de bloques rocosos en el perfil (CORTOLIMA, 2006).

7.1.4. Rareza.

La rareza en el humedal esta dada por la presencia de especies de interés, ya sea por sus categorías de amenaza, su endemismo o comportamientos migratorios, hecho representativo que contribuye a desarrollar alternativas de conservación asociadas a determinados ambientes (Ceballos, 2001). En el humedal Galilea II se evidenciaron especies de gran importancia que pueden reflejar el grado de conservación y servicios ecosistémicos que vienen brindando. Es necesario realizar más monitoreos que permitan estimar el tamaño poblacional de las especies y el estado actual de la flora y fauna del humedal (Tabla 7.1).

Tabla 7.1. Especies de importancia registradas en el humedal Galilea II, Villarrica (Tolima).

Grupo	Especie	Rareza
Flora	<i>Schizachyrium paniculatum</i>	Peligro crítico
Aves	<i>Tyrannus savana</i>	Migratoria
	<i>Elanoides forticatus</i>	
	<i>Geothypis philadelphia</i>	
	<i>Ortalis columbiana</i>	Endémica
	<i>Pionus chalcopterus</i>	Casi endémica
	<i>Chaetocercus heliodor</i>	

Fuente: GIZ, 2019.

7.1.5. Fragilidad.

El humedal Galilea II se muestra como un reservorio de información genética de gran importancia, cobijando especies de fauna y flora con algún grado de amenaza significativo, al tiempo que contribuye de refugio para distintas especies de aves y mamíferos que pueden expresar desplazamientos más amplios en torno a sus actividades migratorias o rangos de distribución (*home range*).

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 Galilea II, 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 las personas que habitan en predios cercanos al humedal, y para la comunidad en general, como colegios, universidades, ONG's, entre otras, 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 humedal Galilea II.

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 Galilea II por los habitantes aledaños.

- **Conocimiento del humedal Galilea II.** Existe un amplio conocimiento acerca de la existencia del humedal Galilea II por parte de los habitantes de los municipios de Villarrica, Cunday y Prado. El humedal es reconocido junto con otros cuerpos de agua (ríos Chipa y Negro, quebrada La Nutria) los cuales vierten sus aguas en la represa de prado.
- **Conocimiento de la fauna y la flora del humedal Galilea II.** Respecto a la fauna reconocida por las personas que habitan en zonas aledañas al humedal, destacan la presencia de grandes mamíferos como el oso de anteojos, la danta, el puma, el jaguar, así como diferentes especies de aves migratorias. Por su parte, destacan distintas especies de plantas que son aprovechadas por su uso medicinal y ornamental.
- **Funciones del humedal Galilea II.** Aunque se presentan algunos problemas por lo pantanoso del humedal, al dificultar el desplazamiento entre fincas; la comunidad reconoce que su presencia es fundamental para controlar crecidas o inundaciones, para garantizar el flujo hídrico y para asegurar la existencia de gran variedad de especies animales y vegetales.

- **Actitud frente al humedal Galilea II.** Actualmente es de resaltar la actitud de rechazo frente a la explotación petrolera en el área, esto se ve reflejado en una vocación de cuidado del humedal y el llamado a la institucionalidad para implementar planes de reforestación, capacitación y cuidado del bosque y de las fuentes hídricas presentes en Galilea.
- **Acciones para la recuperación del humedal Galilea II.** Avanza actualmente el proceso de declaratoria del área protegida en el bosque de Galilea, esta iniciativa puede chocar con los títulos mineros y el fracking que se extiende sobre este ecosistema y representa un importante conflicto de uso del suelo que puede intensificarse a futuro.

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 Galilea II (Tabla 7.2).

Tabla 7.2. Valoración económica del humedal Galilea II, 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. Agricultura (cultivos de pancoger).	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 Galilea II, utilizan el humedal como fuente de agua para la ganadería, reservorio de agua y para cultivos de pancoger (plátano, cebolla y frijol).
- *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 Galilea II, 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 VIII14, 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, hábitats 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, y 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).

Figura 8.1. Estructura para la gestión del humedal.



Fuente: GIZ, 2019.

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 hidromorfológicos y edafológicos característicos de los humedales. En especial se propone el uso de comunidades vegetales hidrófilas.

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.

Las unidades homogéneas de acuerdo a 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.

Figura 8.2. Criterios para la toma de decisiones y el análisis de las implicaciones



Fuente: GIZ, 2019.

Por otra parte, la definición de etapas para la zonificación según la resolución 196 de 2006, comprende cuatro etapas:

- **Etapa preparatoria:** consiste en la definición del área de estudio, ubicación físico-política y obtención de mapas base. Así mismo, 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: las cuales, a su vez, definen dos zonas: 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), y 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 cuando se destruyen o degradan los componentes bióticos del humedal por la explotación inadecuada y cuando hay sobreutilización de los componentes del humedal.

- **Etapas 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: 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: 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: 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.

Por último, como resultado de la zonificación se proponen 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 Galilea II 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).

Tabla 8.1. Áreas de coberturas vegetales asociadas al humedal Galilea II.

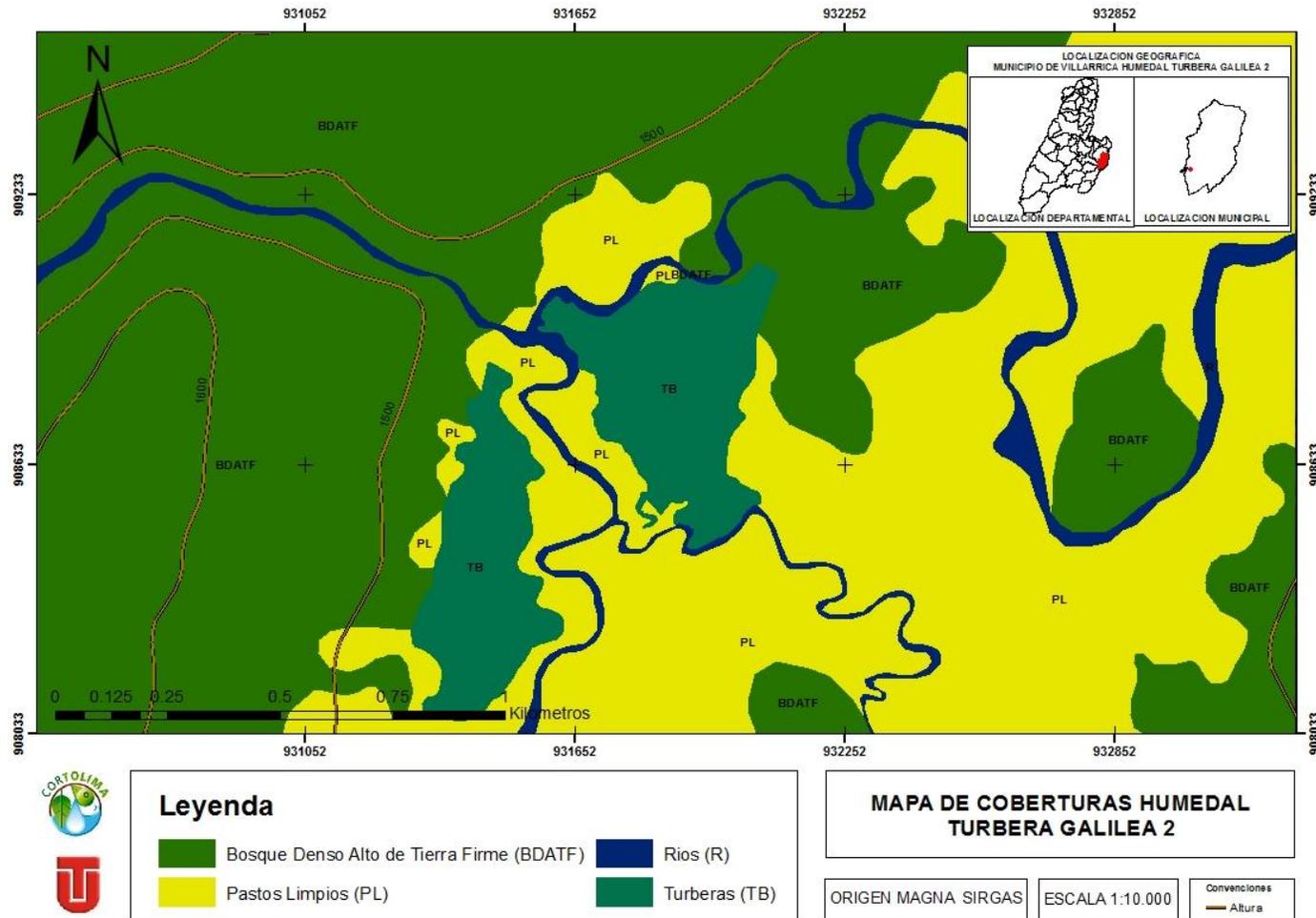
Tipo de Cobertura	Código Corine Land Cover (IDEAM, 2010)	Símbolo	Área (Ha)
Pastos Limpios	231	PL	162.80
Bosque Denso Alto de Tierra Firme	31111	BDAF	228.98
Turberas	412	TB	31.79
Ríos	5.1.1	R	17.31
Total			440.90

Fuente: GIZ, 2019.

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 cobertura vegetal y usos del suelo (Figura 8.3).

Figura 8.3. Mapa de coberturas humedal Galilea II.



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 Galilea II 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 Galilea II.

- **Criterios de la zonificación ambiental:**

Oferta ambiental: el humedal Galilea II 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 Galilea II, se clasifican de acuerdo a la categorización establecida por la resolución 196 del 2006 y la cartilla de humedales publicada por el IAvH (2014).

Tabla 8.2. Bienes y servicios actuales y potenciales ofrecidos por humedal Galilea II.

Servicios Ambientales	Actual	Potencial
Provisión	Abastecimiento de agua para animales.	Provisión de agua para consumo humano. Provisión de agua para producción agrícola.
Regulación	Recarga de acuíferos Regulación de microclima Reducción de la erosión Reservorio de diversidad genética. Captura de carbono.	
Culturales	Valor Paisajístico Recreación	

Fuente: GIZ, 2019.

8.3. Zonificación Ecológica y Ambiental.

De acuerdo a la metodología propuesta por el documento "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 mismo, 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.

Se definieron tres áreas de manejo, correspondientes a áreas de preservación, de restauración y 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 y las coberturas de pastos limpios asociadas a los cuerpos de agua corresponden 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. Las descripciones de estas unidades de manejo se pueden observar en la Tabla 8.3 y la Figura 8.4.

Tabla 8.3. Tabla de categorías y unidades de manejo del humedal Galilea II.

Categoría	Unidad de Manejo	Símbolo	Perímetro en M	Área en Ha
Áreas de Preservación	Bosque Denso	BD	1178.84	4.73
	Turbera	CA	5352.30	17.66
	Ríos y Drenajes Asociados	CA	5604.88	4.81
Áreas de Restauración	Ronda Hídrica del Humedal	RH	1476.85	4.12
	Ronda Hídrica de Drenajes Asociados	RH	2822.03	8.02
	Otras Áreas de Restauración	OAR	2576.54	4.86
Total			19011.44	44.22

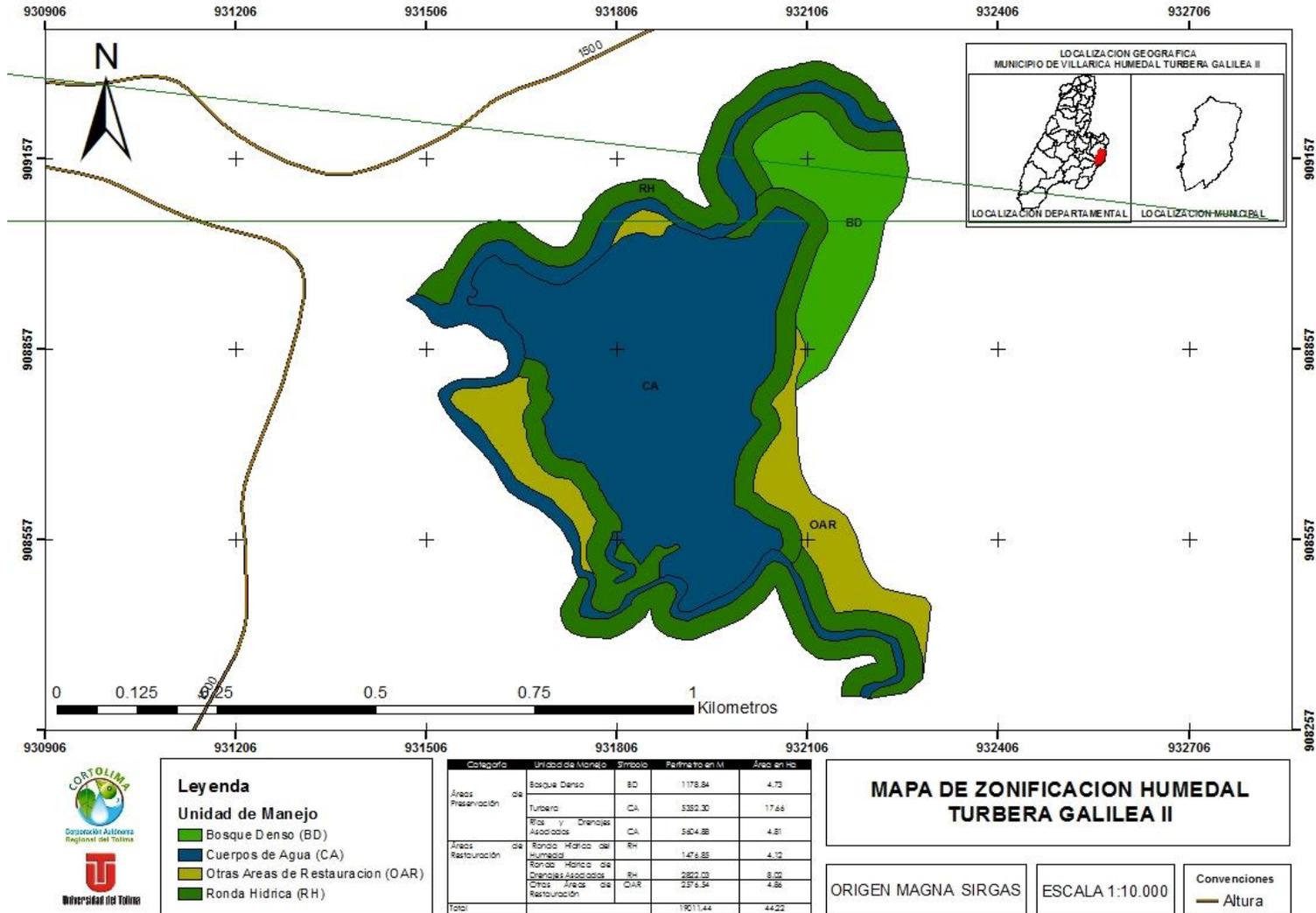
Fuente: GIZ, 2019.

Áreas de Preservación: 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. El humedal ocupa un área de 17.66 has y sus drenajes asociados ocupan un área de 4.81 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.

Figura 8.4 Mapa de zonificación ambiental del humedal Galilea II



Fuente: GIZ, 2019

Usos principales:

- Conservación de la estructura ecológica.
- Conservación de la diversidad biológica.
- Conservación de las fuentes hídricas.

Usos compatibles:

- Investigación biológica.
- Educación ambiental.
- Turismo ecológico.

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.
- Quemadas.
- 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 m a partir del límite inundable del humedal y de los drenajes asociados a este.
- **Otras áreas de restauración:** corresponde a las áreas degradadas que tienen relación directa con el humedal o con los drenajes asociados a este y que se encuentran fuera de la franja de 30 metros a partir del límite inundable del humedal

Usos

A continuación, se realiza la propuesta de los usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos para las unidades de manejo descritas anteriormente.

Usos principales:

- 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
- Quemadas.
- Disposición de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.
- Ocupación de la ronda hídrica por semovientes o cultivos.



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 Galilea II, 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 Galilea II, 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 Galilea II, 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 Galilea II, 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 Galilea II.

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 Galilea II. 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 Galilea II.

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 Galilea II. 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 Galilea II

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. Asimismo, 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 Galilea II 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 Galilea II 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 vertimientos de aguas domésticas o 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 aguas domésticas o 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.
- 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 Galilea II

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 Galilea II 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, las quemadas y la erosión.

Objetivo general:

Mejorar el estado del humedal Galilea II por medio de 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.

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 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 Galilea II

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 de acuerdo a la zonificación ambiental.

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:

Ampliar el conocimiento sobre la fauna silvestre del humedal Galilea II 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:

- 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 fauna amenazada o vulnerable detectada dentro del humedal.

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 Galilea II

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, 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 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 Galilea II 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.

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 amigable 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.
- Implementación de cátedras de educación ambiental en centros educativos de la región.

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. 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 conserven 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.
- Diseño y desarrollo del modelo de pago por servicios ambientales.

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										
	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5	Año6	Año7	Año8	Año9	Año10
PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.										
Proyecto 1.1. Recuperación del Humedal Galilea II.	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 Galilea II.	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						
Proyecto 2.2. Diseño de escenarios de conectividad estructural en los alrededores del humedal Galilea II	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Proyecto 2.3. Ampliación del conocimiento sobre especies flora silvestre.	X	X	X	X	X					
PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE										
Proyecto 3.1. Pago por Servicios Ambientales.										
Proyecto 3.2. Capacitación en la formulación y desarrollo de proyectos productivos.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: GIZ, 2019.

Proyecto	Objetivo general	Objetivos específicos
Proyecto 1.1. Recuperación del Humedal Galilea II	Mejorar el estado actual del humedal Galilea II 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 Galilea II	Mejorar el estado del humedal Galilea II por medio de 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 (12.14 m) • Reducir la pérdida de especies forestales como consecuencia de la tala.
Proyecto 1.3. Conservación de la fauna asociada al humedal Galilea II	Disminuir la cacería, el tráfico y la extracción de fauna silvestre dentro del humedal y las áreas adyacentes de acuerdo a la zonificación ambiental.	<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	Ampliar el conocimiento sobre la fauna silvestre del humedal Galilea II 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 Galilea II	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.

<p>Proyecto 2.3. Ampliación del conocimiento sobre especies flora silvestre.</p>	<p>Generar conocimiento sobre la flora silvestre encontrada a los alrededores del humedal Galilea II con el fin de conocer su estado, estructura, composición y establecer programas de manejo para cada una de ellas.</p>	<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 amigable 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 conserven 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</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a las comunidades sobre el aprovechamiento ecoturístico del humedal.

	bienestar de las comunidades locales y la promoción de la conservación del humedal.	
--	---	--

Fuente: GIZ, 2019.



Acosta-Galvis A. R. y de Sá RO. (2018). *Leptodactylus validus* Garman, 1888 in Colombia: its distribution and identification. *ZooKeys*, 737, 113-123. Recuperado de <https://zookeys.pensoft.net/articles.php?id=20442>.

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.

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.

Alfaro, J. P. y Ospina, L. (2010). Anfibios y Reptiles. En G. Reinoso, F. A. Villa, S. Losada, J. E. García y M. A. Vejarano (Eds), *Biodiversidad Faunística de los Humedales del Departamento del Tolima* (pp. 251-305). Tolima, Colombia: Universidad del Tolima.

Alonso, R. y Rodríguez, A. (2003). Entre la hojarasca bajo nuestros pies. *Anfibios y reptiles de Cuba*, 30-37.

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., Vera, A., Cárdenas, C. y Morales, E. (2009). Biomass production of microalga *Scenedesmus* sp. with wastewater from fishery. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia*, 32(2).

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.

Angarita-Sierra, T. (2014). Diagnósis del estado de conservaci3n del ensamble de anfibios y reptiles presentes en los ecosistemas de sabanas inundables de la cuenca del r3o Pauto, Casanare, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, F3sicas y Naturales*, 38(146), 53-78. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v38n146/v38n146a06.pdf>.

Angulo A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodr3guez-Mahecha, J. V. y La Marca, E. (Eds) (2006). T3cnicas de inventari3o y monitoreo para los anfibios de la regi3n tropical andina. Conservaci3n Internacional. Serie Manuales de campo #2. Bogot3 D.C., Colombia: Panamericana Formas e Impresos S.A.

Aranda-S3nchez, J. M. (2012). Manual para el Rastreo de Mam3feros Silvestres de M3xico. M3xico, D.F.: Comisi3n Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

Aranguren-Riaño, N. J. y Monroy-Gonz3lez, J. D. (2014). Respuestas del zooplancton en un sistema tropical (Embalse la Chapa, Colombia) con alta tensi3n ambiental. *Acta Biol3gica Colombiana*, 19(2).

Arnett J. R. H. (2000). *American insects: a handbook of the insects of America north of Mexico*. Crc Press.

Avendaño, J.E., Boh3rquez, 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 s3ntesis del estado del conocimiento desde Hilty y Brown (1986). *Ornitolog3a Colombiana*, 16.

Ax, P. (2003). Monogononta—Bdelloida. In *Multicellular Animals* (pp. 49-50). Springer, Berlin, Heidelberg.

Baruch, Z. (2005). *Trachypogon plumosus* (POACEAE), un caso de alta diversidad interpoblacional en sabanas neotropicales. *Interciencia*, 30(8), 488-494.

Bernal, M. H., P3ez, C. A. y Vejarano, M. A. (2005). Composici3n y distribuci3n de los anfibios de la cuenca del r3o Coello (Tolima), Colombia. *Actualidades Biol3gicas*, 82(27), 87-92. Recuperado de

<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/actbio/article/view/329432/20785884>.

Bernard, E. y Fenton, M. B. (2002). Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in forest fragments, primary forests, and savannas in central Amazonia, Brazil. *Canadian Journal of Zoology*, 80(6), 1124-1140.

Bellinger, E. G. y Sigeo, D. C. (2015). *Freshwater algae: identification and use as bioindicators*. John Wiley y Sons.

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.

Bonada, N., Prat, N., Resh, V. y Statzner, B. (2006). Developments in Aquatic Insect Biomonitoring: A Comparative Analysis of Recent Approaches. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 495–523.

Bonilla-Barbosa, J. R. y Novelo, A. (1995). *Manual de identificación de plantas acuáticas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México* (Vol. 26). Unam.

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.

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 Astroblepidae (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.

Calderón-Acevedo, C. y Rodríguez-Posada, M. (2016). Distribution of *Anoura latidens* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Colombia and implications for its conservation. Conference: 17th International bat research conference. Durban, South Africa.

Calderón-Acevedo, C., Rodríguez-Posada, M. y Muchhala, (2018). N. Large *Anoura* (Chiroptera: Glossophaginae) taxonomy, taxonomic status of *Anoura carishina*, and implications for the distribution of *Anoura latidens* in Colombia. Biorxiv. Consultado el 23 de abril de 2019; <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/462051v1.full>

Carranza Montaña, M. A., Sánchez Velásquez, L. R., Pineda López, M. D. R. y Cuevas Guzmán, R. (2003). Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la Sierra de Manantlán, México. *Agrociencia*, 37(2).

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.

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.

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.

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.

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>

Cirujano, S. y Medina, L. (2014). *Plantas acuáticas de las lagunas y humedales de Castilla-La Mancha*. Editorial Liber Factory.

Clavijo, H. y Amarillo, Á. (2013). Variación taxonómica y funcional en la artropofauna asociada a comunidades vegetales en humedales altoandinos (Colombia)/Taxonomic and functional variation in arthropod fauna associated with plant to vegetal communities on high-Andean wetlands (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 39(1), 155.

Cobo, F. y GONZÁLEZ, M. (1990). Quironómidos del río Ulla, II. Subfamilia Chironominae (Diptera, Chironomidae). *Bol. Asoc. Esp. Entom*, 14, 9-15.

Coloma, L., Ortiz, D. y Frenkel, C. 2018. *Hyloxalus breviquartus* En: Ron, S. R., Merino-Viteri, A. Ortiz, D. A. (Eds). *Anfibios del Ecuador. Versión 2019.0*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Consultado el 24 de abril de 2019; <https://bioweb.bio/>

Conde-Porcuna, J. M., Ramos-Rodríguez, E. y Morales-Baquero, R. (2004). El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lenticos. *Revista Ecosistemas*, 13(2).

Convención sobre los Humedales (Ramsar). (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.

Coloma, L. A. (1995). Ecuadorian frogs of the genus *Colostethus* (Anura: Dendrobatidae). *Miscellaneous Publications of the Museum of Natural History, University of Kansas* 87:1-72

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.

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 CORTOLIMA. (2014). Atlas Ambiental del Tolima. Ibagué.

Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA. (2006). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Rio Prado. Ibagué.

Corporación Autónoma Regional del Tolima y Universidad del Tolima [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 TECNICA 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 TECNICA 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 [CORTOLIMA] y Universidad del Tolima. (2018). Propuesta técnica para la formulación del plan de manejo ambiental de los humedales en el departamento del Tolima, fase IV: Informe técnico.

Corporación Autónoma Regional del Tolima [CORTOLIMA] y Universidad del Tolima (2018). Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Turberas de Galilea.

Cortés Galeano, C. C. Caracterización de la composición florística registrada en el humedal Chorrillos (Bogotá DC).

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.

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).

De La Hoz-Barrientos, L. A. y Osorio-Ávila, F. J. (2016). Ensamble ficoperifítico asociado a macrófitas en una ciénaga tropical colombiana. *Intropica*, 127-135.

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.

Del Palacio, A., Sarmiento, P. L. y Muzón, J. (2016) OBSERVACIÓN DE CARACTERES DE LA VESÍCULA ESPERMÁTICA DEL GÉNERO *ERYTHRODIPLAX* BRAUER (ODONATA: EPIPLECTA) MEDIANTE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO.

Dennis, P. A. (1988). Herbal medicine among the Miskito of Eastern Nicaragua. *Economic Botany*, 42(1), 16-28.

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. F., Larraín, J., Zegers, G., y Tapia, C. (2008). Caracterización florística e hidrológica de turberas de la Isla Grande de Chiloé, Chile. *Revista chilena de historia natural*, 81 (4), 455-468.

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.

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., Cáceres, 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.

Domínguez, E. y Fernández, H. R. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. *Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina, 656.*

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.

Donato, J. (1998). Los sistemas acuáticos de Colombia: síntesis y revisión. *Una aproximación a los humedales en Colombia. Bogotá: UICN-Fondo FEN, 31-47.*

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.*

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.

Fernández, R. L. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. Páginas de información Ambiental, (39), 24-29.

Fernández, M., Bedoya, A. M. y Madriñán, S. (2015). Plantas acuáticas de las planicies inundables de la Orinoquia Colombiana. *Biota Colombiana*, 16(1), 96-105.

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.

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.

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.

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.

Genovesi, P. (2007). Towards a European strategy to halt biological invasions in inland waters. in F. Gherardi (ed.) *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*. Springer. p. 627-637.

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.

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>

Global Biodiversity Information Facility, GBIF. (2017). *Rhadinaea decorata* (Günther, 1858). GBIF Backbone taxonomy. <https://www.gbif.org/species/5959354>

Gobernación del Tolima (2014). Estadísticas 2011 - 2014 Villarrica.

González, r. y Carrejo, S. (1992). *Introducción al estudio de los Díptera*. Centro Editorial Universidad del Valle, Cali.

Granja, M. F. G. y Ramírez-Cando, L. (2015). *Eichhornia crassipes*, su invasividad y potencial fitorremediador. *La Granja*, 22(2), 5-11.

Grant, T., Frost, D. R., Caldwell, J. P., Gagliardo, R. O. N., Haddad, C. F., Kok, P. J. y Wheeler, W. C. (2006). Phylogenetic systematics of dart-poison frogs and their relatives (Amphibia: Athesphatanura: Dendrobatidae). *Bulletin of the American Museum of natural History*, 1-262.

Grant, T., Rada, M., Anganoy-Criollo, M., Batista, A., Dias, P. H., Jeckel, A. M. y Rueda-Almonacid, J. V. (2017). Phylogenetic systematics of dart-poison frogs and their relatives revisited (Anura: Dendrobatoidea). *South American Journal of Herpetology*, 12(s1).

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.

Guayara-Barragán, M. G. y Bernal, M. H. (2012). Fecundidad y fertilidad en once especies de anuros colombianos con diferentes modos reproductivos. *Caldasia*, 34(2), 483-496.

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.

Guiry, M. D. y Guiry, G. M. (2018). AlgaeBase. World. Electron. Publ. Natl. Univ. Ireland. URL(<http://www.algaebase.org>).

Hanson, P., Springer, M. y Ramírez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 3-37. Recuperado de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v58s4/a01v58s4.pdf>.

Hernández, J. y Rangel, J. O. (2009). La vegetación del humedal de Jaboque (Bogotá, DC). *Caldasia*, 31(2).

Heyer, W. R. y Bellin, M. S. (1973). Ecological notes on five sympatric *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae) from Ecuador. *Herpetologica*.

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. (2013).

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.

Isler, M.L. y Isler P.R. (1987). *The Tanagers: natural history, distribution and identification*. Smithsonian Institution Press: Washington, D.C., USA.

IUCN. (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 21 March 2019.

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}.

Jiménez Sandoval, J. A. (2015). Morfología funcional y hábitat de macroinvertebrados acuáticos en lagunas del Parque Nacional Natural Chingaza (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias).

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.

Ladrera, R., Rieradevall, M. y Prat, N. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. *Ikastorratza. E-Revista de Didáctica I*, 1-18.

Lambert, A. (2003). Valoración económica de los humedales: un componente importante de las estrategias de gestión de los humedales a nivel de las cuencas fluviales. *Convención de Humedales Ramsar*, 1-11.

Lobón-Cervía, J. (1991). Dinámica de poblaciones de peces en ríos, pesca eléctrica y métodos de capturas sucesivas en la estimación de abundancias (pp. 14-15). Madrid: Centro de Investigaciones de agua (C.S.I.C).

López Ruf, M. L. (1992). El género *Pelocoris* Stål en la Argentina (Heteroptera-Limnocoeridae). III. Descripción de las ninfas. *Rev. Soc. Entomol. Argent*, 50(1991), 353-365.

Lugo-Ortiz, C. R. y McCafferty, W. P. (1996). Taxonomy of the neotropical genus *Americabaetis*, new status (Insecta: Ephemeroptera: Baetidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 31(3-4), 156-169.

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.

Macedo, C. C. L., Rodríguez, 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.

Marcondes-Machado, L. O. (2002). Comportamento alimentar de aves em *Miconia rubiginosa* (Melastomataceae) em fragmento de cerrado, São Paulo. *Iheringia. Série Zoologia*.

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-Silva, P. (2015). Variación espacio-temporal de microalgas acuáticas del embalse de Betania-Huila y su relación con la calidad del agua. *Intropica*, 11-19.

Martínez-Covaleda, H. y González-Rodríguez, F. (2005). La Cadena de la Piscicultura en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005.

Maruyama, P. K., Alves-Silva, E. y Melo, C. (2007). Oferta qualitativa e quantitativa de frutos em espécies ornitocóricas do gênero *Miconia* (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Biociências*, 5(1), 672-674.

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.

McMillian, V. 2000. Comportamiento de agregación durante la oviposición en Dragonfly *Sympetrum vicinum* * (Hagen) (Odonata: Libellulidae). El naturalista estadounidense de Midland, 144 no. 1: 11-18.

McMullan, M., Quevedo, A. y Donegan, T.M. (2010). *Guía de campo de las aves de Colombia*. Fundación ProAves: Bogotá, Colombia.

Medellín, R., y Equihua, M. (2000). Bat Diversity and Abundance as Indicators of Disturbance in Neotropical Rainforests. *Conservation Biology*, 14(6), 1666-1675.

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 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 Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y WWF. (2009) Plan Nacional de las especies migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Primera Edición, Bogotá D. C.

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 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.

Ministerio de Agricultura (s.f.). Agronet. Recuperado el 23 de Abril de 2019, de <https://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>

Mojica, J., Usma, J.S., Alvarez-Leon, R. y Lasso, C. (2012). Libro Rojo de Peces Dulceacuicolas de Colombia (2012) (p. 153). Bogotá D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Molina, J. A. (1996). Sobre la vegetación de los humedales de la Península Ibérica (1. Phragmiti-Magnocaricetea). *Lazaroa*, 16, 27-88.

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.

Moreno, J. R., y Retana, A. N. (1995). Flora y vegetación acuáticas del lago de Cuitzeo, Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana*, (31), 1-17.

Moreno, J. L. R., Torres, R. O., Riss, W. y Sierra, H. G. (2000). Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. III subfamilias Tanypodinae, Podonominae y Diamesinae. *Caldasia*, 22(1), 34-60.

Muñoz, M. A. y Vélez, I. (2007). Redescrición y algunos aspectos ecológicos de *Girardia tigrina*, *G. cameliae* y *G. paramensis* (Dugesidae, Tricladida) en Antioquia, Colombia. *Revista mexicana de biodiversidad*, 78(2), 291-301.

Myers, C. W. (1974). The systematics of *Rhadinaea* (Colubridae), a genus of new world snakes. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 153

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/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/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.

Observatorio de Conflictos Ambientales de Colombia (2019). Recuperado el 22 de Abril de 2019 de https://conflictos-ambientales.net/oca_bd/?env_problem_dep=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.

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., 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.

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.

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.

Padilla-Gil, D. N. (2002). Revisión del género *Buenoa* (Hemiptera, Notonectidae) en Colombia. *Caldasia*, 481-491.

Paggi, A. C. (2001). Díptera: Chironomidae, p. 167- 193. En: Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Fernández H. R. y E. Domínguez (Eds.). Editorial Universitaria de Tucumán, Serie: Investigaciones de la UNT, Tucumán, Argentina.

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.

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.

Pereira, I., Reyes, G. y Kramm, V. (2000). Cyanophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae y Charophyceae en arrozales de Chile. *Gayana. Botánica*, 57(1), 29-53.

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. <https://sites.google.com/site/fpelectronicaweb/>

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*.

Rangel Ch, J. O., Lowy Cerón, P. D. y Aguilar Puentes, M. (1997). *Distribución de los tipos de vegetación en las regiones naturales de Colombia: aproximación inicial* (No. Doc. 18214). CO-BAC, Santafé de Bogotá).

Rangel, J. O. (2005). La biodiversidad de Colombia. *Palimpsestvs*, (5).

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.

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.

RESOLUCIÓN N° 1912 DE 15 DE SEPTIEMBRE DE 2017 República de Colombia
– Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Revista Semana (2018). Recuperado el 24 de Abril de 2019 de <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/industria-petrolera-pone-en-peligro-el-ultimo-relicto-de-bosque-de-niebla-del-tolima/41535>

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.

Ridgely, R.S. y Tudor, G. (1989). The Birds of South America. Vol I. The Oscine Passerines. University of Texas Press: Austin, Texas.

Rivera Usme, J. J., Pinilla Agudelo, G. y Camacho Pinzón, D. L. (2013). Grupos tróficos de macroinvertebrados acuáticos en un humedal urbano andino de Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 18(2).

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.

Rodríguez-Mahecha, J., Alberico, M., Trujillo, F. y Jorgenson, J. (. (2006). Libro rojo de los mamíferos de Colombia, Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá DC: Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Rodríguez-Guerra, A 2019. *Rhadinaea decorata* En: Torres-Carvajal, O., Pazmiño-Otamendi, G. y Salazar-Valenzuela, D. 2019. Reptiles del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Consultado el 23 de abril de 2019; <https://bioweb.bio>

Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Colombia: Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis”-FEN COLOMBIA- Fondo colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales “Francisco José de Caldas”- COLCIENCIAS- Universidad de Antioquia.

Roldán, G. y Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical 2ª Edición*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

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>

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.

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.

Ruiz Moreno, J. L., Ospina Torres, R. y Riss, W. (2000). Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (diptera: chironomidae) de la Sabana de Bogotá. II. subfamilia chirominae. *Caldasia*, 22(1), 15-33.

Ruiz, C., Rivera, A. y Ovalle, H. (2018). Hábitos alimentarios de quironómidos (Diptera: Chironomidae) en lagos del páramo de Chingaza, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 66(1), 136-148.

Rumiz, D. (2010). Capítulo 2: Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. En: Mamíferos medianos y grandes de Bolivia.

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.

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, F., Martínez-Habibe, M. C., Díaz, S., Medina, N., Riaño, J., y PaQui, M. F. (2015). Biodiversidad en un campus universitario en la Sabana de Bogotá: inventario de plantas y tetrápodos. *Boletín Científico del Centro de Museos-Universidad de Caldas*, 19, 186-203.

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.

Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB). (2012). Consultado el 18 de abril de 2019; <http://catalogo.biodiversidad.co/>

Siemensma, F. J., (2019). *Microworld, world of amoeboid organisms*. World-wide electronic publication, Kortenhoef, the Netherlands.

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>.

Sociedad Colombiana de Mastozoología (2017). Lista de referencia de especies de mamíferos de Colombia. Versión 1.2. Conjunto de datos/Lista de especies. <http://doi.org/10.15472/kl1whs>

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.

Suárez-Castro, A. F. y Ramírez-Chaves (editores). (2015). Los carnívoros terrestres y semiacuáticos continentales de Colombia. Guía de Campo. Editorial Universidad Nacional de Colombia, 224 pp.

Summers, K. y Tumulty, J. (2014). Parental care, sexual selection, and mating systems in neotropical poison frogs. In *Sexual Selection* (pp. 289-320). Academic Press.

Taborda Martínez, M. E. (2009). Estudio fitoquímico preliminar y actividad antimalarica del extracto etanólico total de *Coccocypselum hirsutum* (Rubiaceae). *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*, 6(2), 118-123.

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.

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.

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.

Trujillo, F., Rodríguez, J., Tirira, D. y Hernández, A. (2005). Mamíferos Acuáticos y Relacionados con el Agua Neotropical. Bogotá: Conservación Internacional.

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>

Vargas Figueroa, J. A., González Colorado, Á. M., Barona Cortés, E. y Bolívar García, W. (2016). Vegetation Composition and Structure of Tropical Dry Forest Fragments and of Two Sites with Anthropic Activity in La Dorada and Victoria, Caldas. *Revista de Ciencias*, 20(2), 13-60.

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. y 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 pag.

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.

Viteri, M., y Velasteguí, R. (2014). Combinación biológica de dos especies en humedales vegetales sucesivos como biofiltros para la descontaminación de aguas residuales en la planta de tratamiento "El Peral" EP-EMAPA AMBATO. *Ambato-Tesis de Maestría: Universidad Técnica de Ambato*.

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 dulceacuícolas de Chile. *Gayana (Concepción)*, 70(1), 27-30. pág.

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.