

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL
HUMEDAL LA GARCERA**

República de Colombia

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Corporación Autónoma Regional del Tolima, CORTOLIMA

OLGA LUCIA ALFONSO LANNINI

Director General

CARLOS ENRIQUE QUIROGA CALDERON

Subdirector planeación y gestión tecnológica

LUIS FERNANDO POVEDA

Supervisión

Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima

FRANCISCO ANTONIO VILLA NAVARRO

Coordinador del proyecto

SERGIO LOSADA PRADO

Coordinador General

GLADYS REINOSO FLÓREZ

Coordinadora

GIOVANY GUEVARA CARDONA

Coordinador

Fotografías texto

Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima (GIZ, 2021)

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

Sergio Losada Prado	Coordinador Grupo de Investigación en Zología de la Universidad del Tolima
Francisco Antonio Villa Navarro	Coordinador del Proyecto
Gladys Reinoso Flórez	Coordinadora
Giovanny Guevara Cardona	Coordinador
Laura Daniela Rojas Sandino	Coordinadora Técnica del Proyecto
Edison Jahir Duarte Ramos	Área: Servicios ecosistémicos
Stephania Parada Giraldo	Área: Flora
Francisco Antonio Villa Navarro Diana Carolina Montoya Ospina	Área: Ictiología
Sergio Losada Prado Jessica Nathalia Sánchez Guzmán	Área: Herpetología
Sergio Losada Prado Jessica Nathalia Sánchez Guzmán	Área: Ornitología
Gladys Reinoso Flórez Andrea Paola Tafur Acosta	Área: Lepidópteros diurnos
Giovanny Guevara Cardona Andrea Paola Tafur Acosta	Área: Mastozoología
Fernando Poveda	Subdirección de Planeación. Áreas Protegidas. CORTOLIMA

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
MARCO TEÓRICO	9
NORMATIVIDAD	15
OBJETIVOS.....	23
CAPITULO 1. LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN.....	24
1. LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN	25
1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	25
1.2. CLASIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DEL HUMEDAL.....	27
CAPITULO 2. COMPONENTE FÍSICO	28
2. COMPONENTE FÍSICO.....	29
2.1. GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS	30
2.2. CLIMA	35
2.3. HIDROLOGÍA.....	35
2.3.1. Balance hídrico de largo plazo	36
2.3.2. Curvas Cota-Volumen y Cota-Área.....	38
2.3.3. Lámina de agua por condición hidrológica	39
2.3.4. Ronda Hídraulica	45
2.4. TOPOGRAFÍA.....	47
CAPITULO 3. COMPONENTE BIÓTICO.....	48
3. COMPONENTE BIÓTICO	49
3.1. FLORA	49
3.1.1. MARCO TEÓRICO.....	49
3.1.2. METODOLOGÍA	53
3.1.3. RESULTADOS.....	56
3.2. FAUNA.....	64
3.2.1. MARCO TEÓRICO.....	64
3.2.2. METODOLOGÍA	75
3.2.3. FAUNA PRESENTE EN EL HUMEDAL	86
CAPITULO 4. COMPONENTE CALIDAD DEL AGUA.....	111
4. CALIDAD DEL AGUA.....	112
4.1. MARCO CONCEPTUAL	112
4.2. METODOLOGÍA	116
4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	116
CAPITULO 5. VALORES DE USO Y LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DEL HUMEDAL	119
5. VALORES DE USO Y LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DEL HUMEDAL.....	120
5.1. INTRODUCCIÓN	120
5.2. METODOLOGÍA	120
5.3. RESULTADOS.....	120

CAPITULO 6. COMPONENTE AMBIENTAL	126
6. COMPONENTE AMBIENTAL	127
6.1. INTRODUCCIÓN	127
6.2. METODOLOGÍA	128
6.3. CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS	130
6.3.1. ANÁLISIS CUALITATIVO DEL HUMEDAL LA GARCERA	132
6.4. ANÁLISIS COMPONENTE AMBIENTAL	133
CAPITULO 7. VALORACIÓN Y EVALUACIÓN	136
7. VALORACIÓN Y EVALUACIÓN	137
7.1. EVALUACIÓN ECOLÓGICA.....	137
7.1.1. Tamaño y posición	137
7.1.2. Conectividad ecológica	137
7.1.3. Diversidad biológica	137
7.1.4. Naturalidad.....	138
7.1.5. Rareza.....	138
7.1.6. Fragilidad	139
7.1.7. Posibilidades de mejoramiento	139
7.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	139
7.2.1. Conocimiento del humedal La Garcera por los habitantes aledaños a 2021.	139
CAPITULO 8. ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL	141
8. ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL	142
8.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	142
8.1.1. Delimitación de Área de Estudio	142
8.1.2. Escala de edición.....	142
8.1.3. Sistemas de Información Geográfica	143
8.1.4. Delimitación de Humedales.....	144
8.1.5. Conservación de los Humedales.....	144
8.1.6. Delimitación de Rondas Hídricas	144
8.2. Resultados	144
8.2.1. Zonificación Principal	144
8.2.2. Zonificación Ambiental Intermedia	146
8.2.3. Ronda hídrica.....	147
8.2.4. Coberturas y Usos de la Tierra	149
CAPITULO 9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	153
9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	154
9.1. INTRODUCCIÓN	154
9.2. METODOLOGÍA	154
9.3. VISIÓN	156
9.4. MISIÓN	156
9.5. OBJETIVOS	156
9.5.1. Objetivo General del Plan de Manejo.....	156
9.5.2. Objetivos específicos	156
9.6. TIEMPOS DE EJECUCIÓN	157

9.7.	ESTRATEGIAS	157
9.8.	PROGRAMAS Y PROYECTOS	159
9.9.	PLAN DE TRABAJO ANUAL	¡Error! Marcador no definido.
BIBLIOGRAFIA		171

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, 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 (Ministerio del Medio Ambiente, 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 (Ministerio del Medio Ambiente, 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 hábitat, 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.

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 tiene identificados más de 655 cuerpos de agua, dentro de los cuales se destaca 300 lagunas de cordillera, de origen glaciar, localizadas en la cordillera Central en áreas de los Parques Nacionales Naturales (Los nevados, Las hermosas y Nevado del Huila), así mismo se han identificado 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 ecosistemas acuáticos, en el departamento del Tolima solo se han realizado algunos estudios relacionados con la caracterización de flora y fauna en humedales ubicados principalmente en el Valle del Magdalena.

Teniendo en cuenta lo anterior y consciente de la importancia de los humedales, y la fauna y flora que los caracteriza, la Corporación Autónoma del Tolima CORTOLIMA, en Convenios Interadministrativos con la Universidad del Tolima - Grupo de Investigación en Zoología (GIZ), han formulado 35 Planes de Manejo Ambiental (PMA), más 3 PMA desarrollados con CORPOICA. Con los resultados obtenidos de estos trabajos se ha llegado a considerar relevante actualizar 21 PMA, ubicados en las zonas bajas y altas del departamento del Tolima. Por esta razón, el objetivo del presente Plan de Manejo Ambiental es la "Revisión, ajuste y caracterización de Humedal La Garcera, ubicado en la vereda Santa Inés del municipio de Saldaña, principalmente en aspectos bióticos (flora y fauna) y topobatimétricos, como también la actualización de la línea base de acciones concretas y directas para su recuperación y protección.

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 & 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, turberas 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 & Carbonell, 1986).

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

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

Por su naturaleza, los humedales son ecosistemas altamente dinámicos, sujetos a una amplia gama de factores naturales que determinan su modificación en el tiempo aún en ausencia de factores de perturbación. Sus atributos físicos, principalmente hidrográficos, topográficos y edáficos son constantemente moldeados por procesos endógenos tales como la sedimentación y la desecación y por fenómenos de naturaleza principalmente exógena, tales como avalanchas, el deslizamiento de tierras, las tormentas y vendavales, la actividad volcánica y las inundaciones tanto estacionales como ocasionales.

Se puede decir que un humedal degradado es un humedal que ha perdido algunos de sus valores o funciones o todos ellos a causa de la desecación, por tanto hay varias buenas razones para iniciar actividades de restauración y rehabilitación de humedales degradados. En esencia, se trata de las mismas razones para conservar los humedales naturales: las valiosas funciones y servicios que prestan. Vale la pena establecer una definición para los términos valores y funciones de los humedales. Las funciones son procesos químicos, físicos y biológicos o atributos

del humedal que son vitales a la integridad del sistema y que operan sean o no considerados importantes para la sociedad. Los valores son atributos del humedal que no son necesariamente importantes a la integridad del sistema pero que son percibidos como de importancia a la sociedad. La importancia social de las funciones y valores de un humedal se define como el valor que la sociedad le asigna a una función o valor evidenciado por su valor económico o reconocimiento oficial (Adamus et al., 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.

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y 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” (SER, 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 (SER, 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.

Revegetalización

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 revegetalización 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).

ESTRATEGIAS 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 et al. 1982, Titus 1990). La reconformación 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 & 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 et al. 2001):

- Hidrología: régimen de inundación, nivel freático, tiempo de retención de agua, caudales de entradas y salidas, tasas de flujo, elevación, sedimentación y erosión.
- Calidad del agua: temperatura del agua y oxígeno disuelto, pH, turbidez y estratificación de la columna de agua, nutrientes.
- Suelos: contenido de agua, textura, salinidad, densidad aparente, pH, potencial de reducción, contenido de materia orgánica, nitrógeno total, nitrógeno inorgánico, procesos del nitrógeno, descomposición, sustancias tóxicas.
- Vegetación acuática: porcentaje de cobertura, composición de especies, etapas de sucesión.
- Vegetación terrestre: mapeo, cobertura y altura de plantas vasculares, arquitectura del dosel, tamaño de parches y distribución de especies particulares, biomasa epigea, biomasa hipogea, estimación visual de algas y tipo dominante, concentración de nitrógeno en tejidos.
- Fauna: tasa de colonización, composición de especies, densidad, estructura poblacional, crecimiento, periodos de migración, anidación y cuidado de crías, relación reptiles/mamíferos. Entre los grupos considerados como indicadores biológicos para realizar el seguimiento de estos parámetros se encuentran los Macroinvertebrados acuáticos, peces y aves acuáticas.

NORMATIVIDAD

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

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

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

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

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

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

cuales Colombia es parte, como por ejemplo el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

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

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

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

Colombia cuenta con herramientas adecuadas para la protección y conservación de los humedales y es así como a partir de su Constitución Política de 1991 se “eleva el medio ambiente a la calidad de derecho constitucional colectivo, estableciendo derechos y deberes de la sociedad en relación con el manejo y protección de los recursos naturales, instando como elemento constitucional el desarrollo sostenible y asignando funciones de protección ambiental a diferentes autoridades del poder público”.

NORMA	AÑO	NOMBRE	INSTITUCIÓN	DESCRIPCIÓN
Convención	1971	RAMSAR	Convencion de RAMSAR	Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.
Decreto-ley	1974	Código de los Recursos Naturales	Ministerio de Ambiente y	Art.137 señala que serán objeto de protección y control

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal La Garcera

NORMA	AÑO	NOMBRE	INSTITUCIÓN	DESCRIPCIÓN
		Renovables y Protección del Medio Ambiente.	Desarrollo Sostenible	especial las fuentes, cascadas, lagos y otras corrientes de agua naturales o artificiales, que se encuentren en áreas declaradas dignas de protección.
Decreto	1978	1541	Ministerio de Agricultura	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.
Decreto	1984	1594	Ministerio de Agricultura	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título 1 de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la parte III - Libro I - del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a Usos del Agua y Residuos Líquidos. Los usos de agua en los humedales, dados sus parámetros físicos-químicos son: Preservación de Flora y Fauna, agrícola, pecuario y recreativo.
Constitución	1991	Constitución política	Gobierno de Colombia	Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal La Garcera

NORMA	AÑO	NOMBRE	INSTITUCIÓN	DESCRIPCIÓN
				recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
Ley	1993	99	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Art. 5 numeral 24 establece la responsabilidad del Ministerio del Medio Ambiente en la regulación de los recursos hídricos y de los ecosistemas con ellos relacionados. Ordenándole “regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales”.
Ley	1994	165	Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992. Esta ley responsabiliza al estado de la conservación de su diversidad biológica y de la utilización sostenible de sus recursos biológicos. Teniendo en cuenta que los humedales son reguladores de los regímenes hidrológicos y hábitat de una fauna y flora característica, especialmente de aves acuáticas, algunas migratorias, hace de estos un hábitat relevante con

NORMA	AÑO	NOMBRE	INSTITUCIÓN	DESCRIPCIÓN
				importancia por su alta riqueza, diversidad biológica y servicios ecosistémicos para las comunidades locales.
Lineamiento	1995	Política para el Manejo Integral del Agua	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	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	1997	357	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). 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.
Ley	1997	614		Por medio de la cual se adiciona la Ley 388 de 1997 y se crean los comités de integración territorial para la adopción de los planes

NORMA	AÑO	NOMBRE	INSTITUCIÓN	DESCRIPCIÓN
				de ordenamiento territorial. Los municipios y los distritos son los responsables de la elaboración de los planes y esquemas de ordenamiento territorial. Dichos planes deben, entre otras cosas, localizar las áreas con fines de conservación y recuperación paisajística e identificar los ecosistemas de importancia ambiental. También les corresponde clasificar los suelos en urbanos, rurales o de expansión. Dentro de cualquiera de estas tres clases puede existir lo que se define como suelo de protección.
Resolución	2002	VIII.14	Convencion de RAMSAR	Por medio de la cual se establecen los nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios RAMSAR y otros humedales.
Resolución	2008	X. 31	Convencion de RAMSAR	Por medio de la cual se establecen lineamientos para mejorar la Biodiversidad en los arrozales como sistemas de Humedales
Resolución	2004	157	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	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.

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal La Garcera

NORMA	AÑO	NOMBRE	INSTITUCIÓN	DESCRIPCIÓN
Resolución	2006	196	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia.
Resolución	2006	1128	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se modifica el artículo 12 de la resolución 157 de 2004 y se dictan otras disposiciones. Artículo 12. Aprobación del Plan de Manejo. El Plan de Manejo del Humedal elaborado con base en la guía técnica a que se refiere la presente Resolución, será aprobado por el Consejo o Junta Directiva de la respectiva autoridad ambiental competente.
Resolucion	2015	560	CORTOLIMA	Por la cual se adoptan Determinates Ambientales, los Asuntos Ambientales y otras disposiciones sobre POT.(Incluye a los humedales)
Resolución	2015	970	CORTOLIMA	Por la cual se adopta Planes de Manejo Ambiental Humedal La Garcera
Resolucion	2016	3077	CORTOLIMA	Por la cual se adoptan Planes de Manejo Ambiental para los Humedales ubicados en las zonas altas y partes bajas del Valle Cálido del Magdalena, en el departamento del Tolima - Fase I.
Resolucion	2016	205	CORTOLIMA	Por la cual se adoptan Planes de Manejo Ambiental para los Humedales ubicados en

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal La Garcera

NORMA	AÑO	NOMBRE	INSTITUCIÓN	DESCRIPCIÓN
				las zonas altas y partes bajas del Valle Cálido del Magdalena, en el departamento del Tolima - Fase II.
Resolucion	2016	206	CORTOLIMA	Por la cual se adoptan Planes de Manejo Ambiental para los Humedales ubicados en las zonas altas y partes bajas del Valle Cálido del Magdalena, en el departamento del Tolima - Fase III.

Ademas se debe mencionar que el Minsiterio de Medio Ambiente promulgo en el 2012 , la Politica Nacional para los Humedales Interiores de Colombia relacionada con la formulación, concertación, y adopción de medidas orientadas a la regular las condiciones de conservacion y manejo de los humedales en el país.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Realizar el ajuste al Plan de Manejo Ambiental del humedal La Garcera del municipio de Saldaña en el departamento del Tolima.

Objetivos específicos:

- Caracterizar la flora y fauna (lepidópteros diurnos, aves, herpetos, peces y mamíferos) del humedal La Garcera.
- Identificar las especies de flora y fauna que se encuentren en alguna categoría de amenaza en el humedal La Garcera.
- Realizar el estudio batimétrico y análisis del comportamiento de la lámina de agua del humedal La Garcera.
- Establecer los valores de uso en términos de servicios de los ecosistemas percibidos por los pobladores colindantes a las áreas del humedal La Garcera.
- Precisar y ajustar las propuestas planteadas en el plan de manejo para la rehabilitación, conservación, protección y uso sostenible del humedal La Garcera.

CAPITULO 1. LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN

1. LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN

1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El humedal La Garcera se encuentra ubicado en Santa Inés, km 3 vía Saldaña – Normandía, en el área rural del municipio de Saldaña al sur del departamento del Tolima. Este hace parte de la Subzona hidrografica del Bajo Saldaña y para 2014 su área comprendía aproximadamente 38,91 hectáreas, el ajuste a 2021 identificó un área de 40,76 hectáreas (Tabla 1 y Figura 2). Su ubicación esta en las coordenadas 3°54'41.468" N - 74°58'57.655" W a una altura de 321 msnm. El humedal se sitúa en las inmediaciones de los predios La Garcera, Las Lagunas, Venecia 1, Venecia 2 y Bayo 4, los cuales presentan actividad agrícola principalmente cultivo de arroz en propiedad de la Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ) y del distrito de riego USOSALDAÑA (Figura 1).

Tabla 1. Coordenadas geográficas humedal La Garcera.

Extremo	NORTE	OESTE
Norte	3°55'12.99"	74°59'28.27"
Sur	3°55'11.83"	74°58'46.66"
Oriente	3°54'41.24"	74°58'48.39"
Occidente	3°54'52.86"	74°59'26.85"

Fuente: GIZ, (2014).

A la zona se llega desde el Casco urbano de Saldaña vía Purificación, allí se encuentra la intersección de la calle 11 del área urbana y el canal de riego de Uso Saldaña. En el sentido Occidente-Oriente, partiendo de la intersección y siguiendo por el canal a 3.5 kilómetros aproximadamente se encuentra el humedal (3°55'12,99"N; 74°59'28,27"W), el cual hace parte de las veredas Santa Inés y Jabalcón.

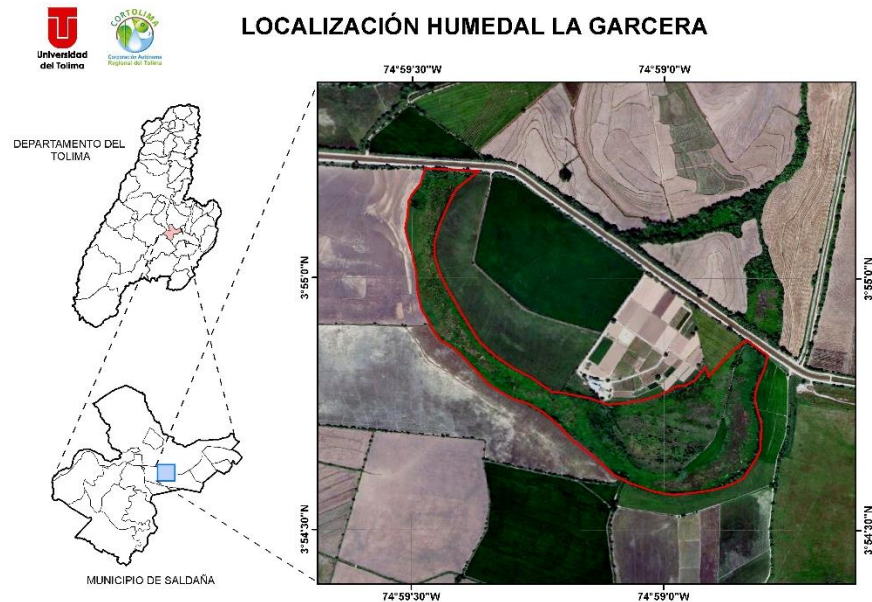
Figura 1. Influencia de actividad agrícola con áreas limítrofes del Humedal La Garcera (izquierda) y vegetación y estado actual del mismo (derecha).



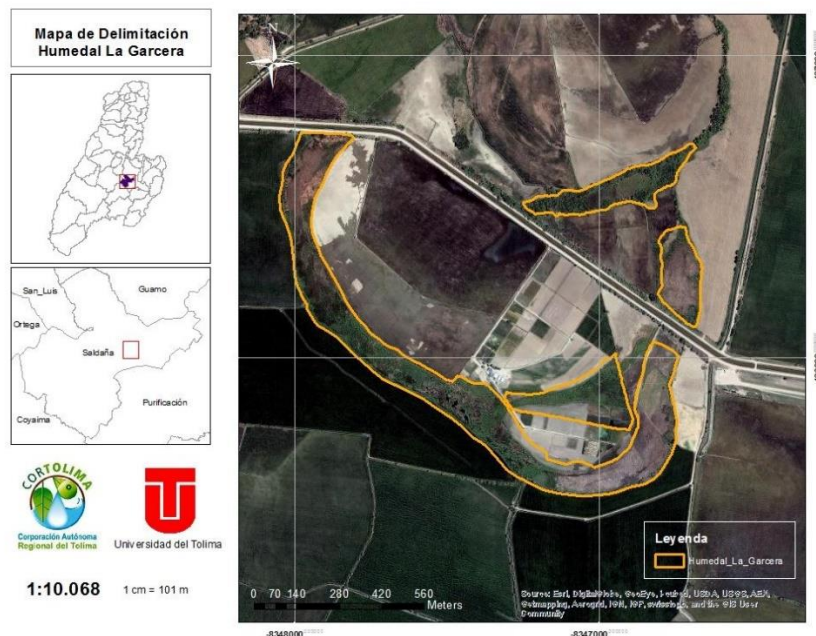
Fuente: GIZ, (2021).

El área aledaña y de influencia del humedal se encuentra afectada por la presencia y desarrollo de sistemas productivos con énfasis en cultivos de arroz (Figura 1); los lotes aledaños al Humedal corresponden a propiedades de la Federación de productores de arroz FEDEARROZ y propietarios de USO SALDAÑA. De acuerdo con el análisis topobatimétrico, el humedal en el momento de su análisis en campo presento ausencia de cuerpo de agua en el margen izquierda del Canal de Riego (Figura 2).

Figura 2. Localización del humedal La Garcera.



Fuente: GIZ, (2021).



Fuente: GIZ, (2014).

1.2. CLASIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DEL HUMEDAL

Teniendo en cuenta la Convención RAMSAR el humedal La Garcera se clasifica según sus cinco niveles jerárquicos, basados en la Política Nacional para Humedales interiores de Colombia (2002)

SISTEMA JERÁRQUICO	CLASIFICACIÓN HUMEDAL
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.	Pantanos y ciénagas dulces permanentes

Fuente: GIZ, (2014).

CAPITULO 2. COMPONENTE FÍSICO

2. COMPONENTE FÍSICO

El proceso de delimitación del área limítrofe del Humedal La Garcera, contó con una fase de reconocimiento y recolección de información tomada en campo: Allí se definieron criterios para establecer áreas de frontera de los humedales tales como: zonas de amortiguamiento ante posibles elevaciones del nivel del agua en época húmeda; y la presencia de flora y fauna característica de estos ecosistemas. Para ello, se contó con instrumentos de toma de información geográfica como los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) con nivel de precisión de +/- 3 metros, y la implementación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para su procesamiento y representación espacial.

El levantamiento topográfico del terreno fue realizado con base al Modelo de Elevación Digital (MED) disponible en los repositorios de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) en su programa de datos científicos de la tierra (EARTHDATA – Powered by EOSDIS), misión Alos Palsar (ASF – Alaska Satellite Facility) con corrección radiométrica a una resolución de 12.5 m. Esta información fue validada en campo a partir de puntos de control estratégicos en presencia de cambio abruptos en la topografía del terreno; y corregida por medio de técnicas de interpolación espacial.

Para la elaboración de la topografía se implementó la herramienta Spline (Regularizada), la cual es un método de interpolación espacial que ajusta una función matemática a una cantidad especificada de puntos de entrada más cercanos mientras pasa a través de los puntos de muestra, minimizando la curvatura general de la superficie. Esta herramienta es recomendada en superficies con cambios leves como la elevación o columnas de agua.

El algoritmo Spline viene dado por la siguiente expresión:

$$S(x, y) = T(x, y) + \sum_{j=1}^N \lambda_j R(r_j) \quad J = 1, 2, \dots, N.$$

Donde:

N es el número de puntos

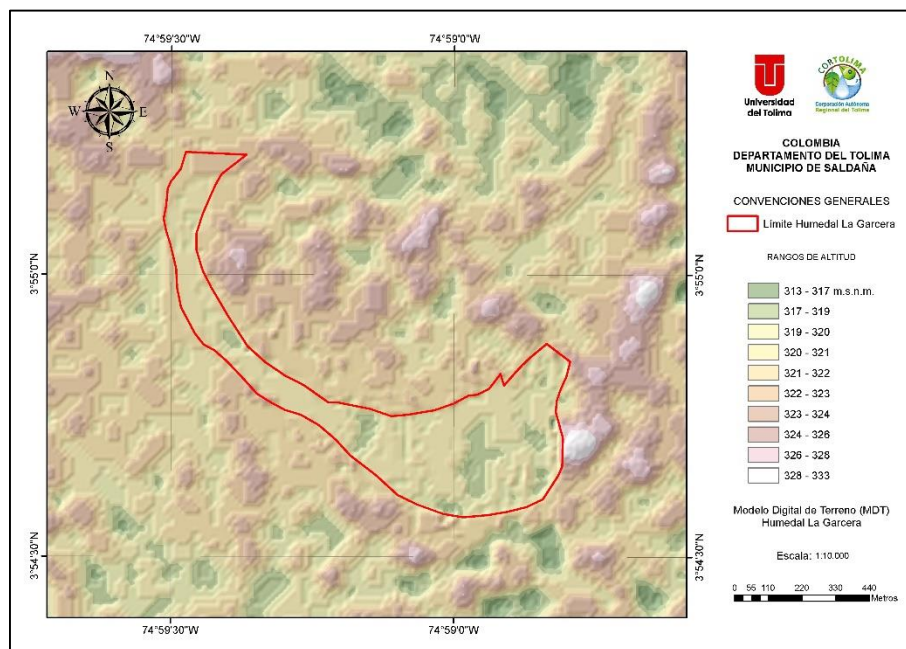
λ_j coeficiente estimados mediante la resolución de un sistema de ecuaciones lineales

r_j es la distancia desde el punto (x, y) al punto j

$T(x, y)$ y $R(r)$ parámetros definidos dependiente del criterio de minimización de las derivadas

Como resultado se construyó un Modelo Digital de Terreno (MDT) a resolución de 3 m representando la variabilidad altitudinal sobre la superficie del humedal la cual será insumo para el levantamiento de los perfiles topobatimétricos necesarios para el cálculo y análisis del balance hídrico tanto en época húmeda como seca (Figura 3).

Figura 3. Modelo Digital de Terreno (MDT) para el Humedal La Garcera



Fuente: GIZ, (2021).

2.1. GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS

Caracterizar la forma, composición litológica, propiedades físicas y geoquímicas de las rocas, permite reconocer y reconstruir secuencialmente eventos geológicos pasados para así entender la geología del terreno y su época de formación. La estratigrafía entendida como rama de la geología trata del estudio e interpretación tanto vertical como horizontal de las rocas estratificadas, su cartografía y correlación, determinando el orden cronológico de estos eventos.

En Colombia, el Servicio Geológico Colombiano (SGC) ha adelantado estudios geológicos a diferentes escalas caracterizando estratigráficamente el origen y formación de estos procesos geológicos que explican la evolución de la vida, la configuración de las placas tectónicas a través del tiempo y los cambios climáticos globales. Para el presente proyecto se abordaron los diferentes levantamientos cartográficos realizados por el Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero – Ambiental y Nuclear (INGEOMINAS) a escala 1:100.000 los cuales abordan los principales rasgos estructurales, la localización de potenciales recursos mineros e identificación de posibles amenazas geológicas para las regiones.

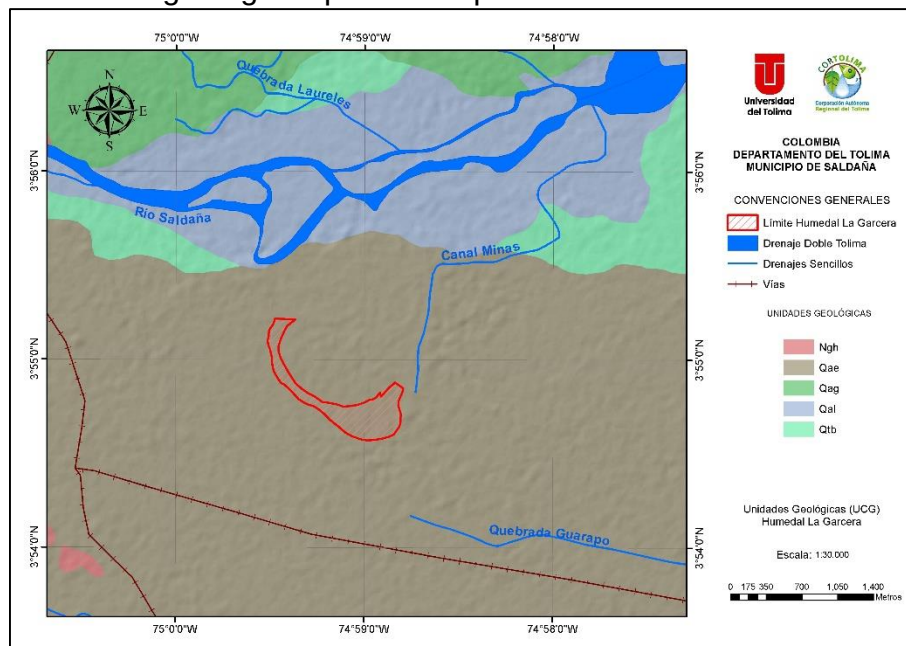
El análisis a 2021 permite determinar que la formación geológica que constituye al Humedal La Garcera está dada por los siguientes tipos de rocas (Figura 4):

- El Grupo Honda (Ngh) se presenta en forma de colinas bajas y onduladas descubiertos por procesos erosivos sobre abanicos y sedimentos. La morfología

es levemente ondulada sin exposiciones de gran espesor dado los bajos buzamientos. Granulométricamente se pueden distinguir dos facies, una areno - lodosa y otra areno - conglomerática. Sedimentos fluviales provenientes de la Cordillera Central con basamento ígneo – metamórfico. El tipo de sedimento depende de la actividad o inactividad de la fase tectónica o volcanismo presente; el ambiente de depósito es dominado por ríos meandriformes caracterizado por secuencias granodecrecientes con superficies erosivas (Wellman, 1970). Contacto superior discordante con depósitos cuaternarios, aluviones y terrazas aluviales; fauna reportada perteneciente al Oligoceno tardío y Mioceno (Stirton, 1953) y al Mioceno tardío (Wellman, 1970).

- Abanico de Guamo (Qag) se encuentra fuertemente disecado, formando valles profundos con escarpes de más de 50 metros sobre el río Luisa constituyendo un paisaje de red dendrítica con alto grado de desarrollo. Morfología levemente ondulada a plana, con algunas suaves inclinaciones. La acumulación de sus depósitos es posiblemente la causa de la desviación del curso de los ríos y principales tributarios. Litológicamente compuesta por materiales volcánicos acumulados por dinámica fluvial, predominando niveles pumíticos en un 70% y fragmentos de dacitas que varían desde arena a bloques de 0.4 metros de cantos de cuarzo, rocas metamórficas e intrusivas ácidas muy meteorizadas y granos de plagioclasa; estratificación plana paralela inclinada, levemente ondulada no paralela y en artesa. También conformada por depósitos no pumíticos de arenas y gravas con bloques de hasta 2 metros de diámetro de rocas intrusivas ácidas a intermedias, pórfidos andesíticos, filitas, esquistos verdes esquistos bióticos, neises, tobas y aglomerados. De formación posterior al Abanico de Ibagué (Núñez, 1996) de 3,400 años indicando una edad del Holoceno (Soeters, 1976) acorde a eventos explosivos del Cerro Machín (Cepeda et al, 1996).

Figura 4. Unidades geológicas presentes para el Humedal La Garcera.



Fuente: GIZ, (2021).

- Abanico de Espinal (Qae) su morfología totalmente plana formando una meseta con inclinaciones imperceptibles hacia el río Magdalena con patrones de drenaje subdendrítico. La acumulación de sus depósitos es posiblemente la causa de la desviación del curso de los ríos y principales tributarios. Litológicamente compuesta por materiales volcánicos acumulados por dinámica fluvial, predominando niveles pumíticos en un 70% y fragmentos de dacitas que varían desde arena a bloques de 0.4 metros de cantos de cuarzo, rocas metamórficas e intrusivas ácidas muy meteorizadas y granos de plagioclasa; estratificación plana paralela inclinada, levemente ondulada no paralela y en artesa. También conformada por depósitos no pumíticos de arenas y gravas con bloques de hasta 2 metros de diámetro de rocas intrusivas ácidas a intermedias, pórfidos andesíticos, filitas, esquistos verdes esquistos bióticos, neises, tobas y aglomerados. De formación posterior al Abanico de Ibagué (Núñez, 1996) de 3,400 años indicando una edad del Holoceno (Soeters, 1976) acorde a eventos explosivos del Cerro Machín (Cepeda et al, 1996).
- Aluviones Recientes (Qal) asociados a ríos y quebradas drenantes compuestos por bloques, cantos, gravas, arenas, limos y arcillas proveniente de la socavación principalmente de rocas intrusivas, sedimentarias y del retrabajamiento de los abanicos del Guamo y Espinal. Alcanzan espesores de 1.5, 12 y 20 metros cerca del río Sumapaz.
- Terrazas Aluviales Bajas (Qtb) se presentan en las margenes de los ríos principales, morfológicamente planas sobresaliendo hasta 5 metros del nivel medio de los ríos. Su composición depende de la geología local del área drenada, provenientes de la Cordillera Central con cantos heterométricos, subangulares a subredondeados de rocas sedimentarias, intrusivas y metamórficas provenientes de zonas altas y del retrabajamiento de los abanicos del Guamo y Espinal. Morfológicamente de pequeñas mesetas horizontales cubierta por cultivos, de espesores muy variados con más de un nivel.

Teniendo en cuenta que los suelos presentan diferentes características y propiedades morfológicas, físicas, químicas y biológicas dadas a partir de factores como el clima, material parental, organismos, relieve y tiempo de evolución. Estas características limitan el establecimiento de actividades económicas que al presentar variabilidad en la disposición de nutrientes y/o condiciones fisicoquímicas apropiadas, es necesario la implementación de prácticas de manejo.

Para conocer los diferentes tipos de suelo dominantes sobre cada uno de los humedales, se tomó información del Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Tolima a escala 1:100.000 realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) con el fin de delimitar cartográficamente las diferentes capacidades y usos de la tierra señalando el uso más apropiado del suelo, permitiendo un desarrollo sostenible en beneficio del medio ambiente.

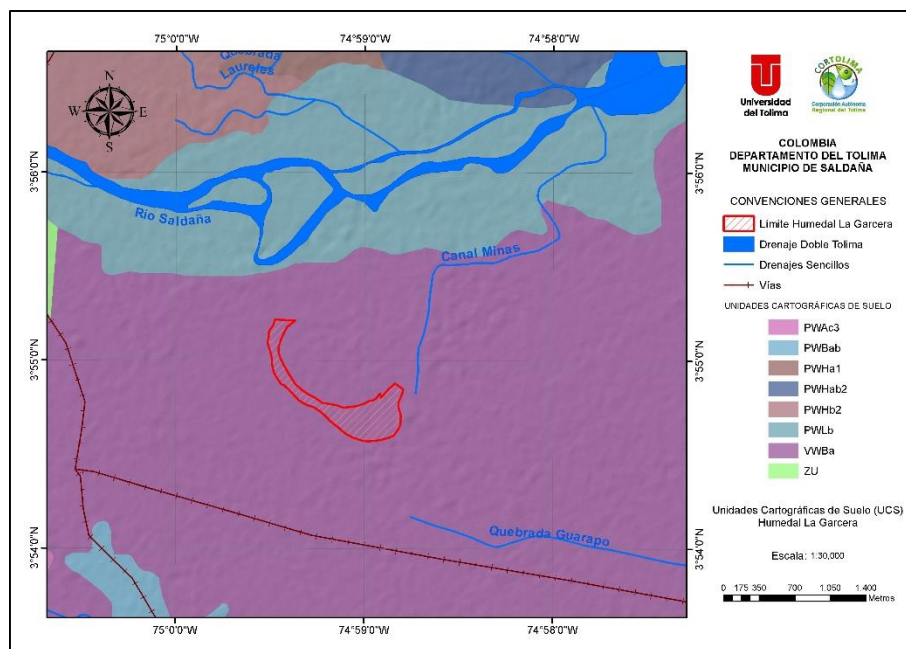
La caracterización a 2021 permite determinar los siguientes tipos de suelos para el humedal (Figura 5):

- PWAc3: Unidad presente en altitudes inferiores a los 600 m.s.n.m, clima cálido seco, en zona de vida de bosque seco tropical. Geomorfológicamente de paisaje de piedemonte, relieve tipo colinas de moderado a fuertemente ondulado con pendientes del 7 a 12% presentando erosión moderada a severa. Material geológico dominante son las aresicas tobaceas y arcillolitas en menor proporción. Uso actual en ganadería extensiva, con limitantes como la falta de humedad y la poca profundidad de los suelos. Según su capacidad de uso pertenece a la subclase VIIe siendo suelos excesivamente drenados y de baja fertilidad, cubiertos en gran medida por rastrojos y pastos naturales con prohibiciones para el desarrollo de actividades ganaderas. Se recomienda la protección de zonas próximas a los nacimientos de los ríos y quebradas, permitiendo la recuperación de la vegetación; la reforestación con especies heliófilas; y la construcción de obras de prevención de la erosión. La unidad es una consociación integrada por Typic Ustorthents (TS-49) en un 90% y Typic Ustropepts (BT-81) en un 10%.
- PWBab: Relieve tipo colinas y vallecitos, ligeramente inclinado y ondulado con pendiente inferiores al 7% y erosión ligera a moderada. De material dominado por arcillolitas rojas y grises que alternan con areniscas tobáceas y conglomerados de matriz arcillosa. Vegetación natural en pastos para explotación de ganadería extensiva. Su capacidad de uso pertenece a la subclase IVs con limitantes de uso por profundidad efectiva superficial, presencia de piedra en el perfil del suelo y de baja fertilidad. Tierras mecanizables aptas para cultivos tanto en clima cálido como en clima medio húmedo, ganadería tipo semintensiva conservando la vegetación natural en corrientes hídricas. La unidad es una asociación de Typic Ustropepts (BT-81) en un 50%, Lithic Ustorthents (BT-83) en un 35% y Typic Ustorthents (S/N) en un 15%.
- PWHa1, PWHab2, PWHb2: Perteneciente al abanico Guamo compuesto por materiales tobáceos, cantos y bloques de roca volcánica localizado en altitudes entre los 300 a 700 m.s.n.m. en zonas de vida del bosque seco tropical. De relieve plano a fuertemente ondulado con pendiente inferiores a 3% y grado de erosión ligera (PWHa1), pendientes inferiores a 7% y grado de erosión moderada (PWHab2, PWHb2). Pérdida de la vegetación natural debido a la ampliación de la frontera ganadera extensiva y cultivos con riego. Los suelos PWHa1 presentan capacidad de uso IVs con limitaciones principalmente en profundidad efectiva superficial, presencia de piedra dentro del perfil y baja fertilidad de los suelos; tierras mecanizables aptas para cultivos tanto en clima cálido como en clima medio húmedo, ganadería tipo semintensiva conservando la vegetación natural en corrientes hídricas. Los suelos PWHab2 y PWHb2 presentan capacidad de uso IVes con limitaciones en el grado de erosión moderado y la poca profundidad efectiva de los suelos; tierras aptas para la ganadería semintensiva, con necesidades de conservación de la vegetación natural y la siembra de árboles en zonas con fuertes pendientes y corrientes

hídricas. Se presenta como unidad cartográfica en asociación de Typic Ustorthents (PH-2) en un 40%, Lithic Ustorthents (L-6) en 30%, Typic Natrustalfs (TS-56) en 20% y Suelo No Reportado en 10%.

- **PWLb:** Tipo de relieve de vallecitos en clima cálido seco localizada en paisajes de piedemonte con relieves planos a ligeramente planos y pendientes entre el 3 a 7%. Se encuentra en zonas de vida del bosque seco tropical con altitudes inferiores a los 400 m.s.n.m., precipitaciones entre los 1000 a 1400 mm/año y temperaturas superiores a los 24 °C/año. Suelos derivados de sedimentos coluvio aluviales heterométricos. Suelos dedicados a ganadería semintensiva y cultivos de sorgo, maíz y algodón. Capacidad de uso IIIs con suelos moderadamente profundos, limitados por capas de piedras o por sodio en bajas cantidades; drenaje natural de bien drenados a imperfectamente drenados, susceptibles a inundaciones; y de baja fertilidad. Tierras fácilmente mecanizables aptas para cultivos de algodón, sorgo, ajonjolí, arroz, maíz, maní, frutales; y para ganadería con pastos mejorados. Requieren fertilizantes y residuos vegetales, rotación de cultivos y aplicación de riego. La unidad cartográfica es un grupo indiferenciado conformado por Typic Ustifluvents (G-10) en un 50%, Vertic Haplustalfs (G-8) en 30% y Typic Ustipsamments (A-38) en 20%.
- **VWBa:** Suelo de clima cálido seco en altitudes inferiores a los 300 m.s.n.m. de zona de vida de bosque seco tropical. Geomorfológicamente de paisaje de valle y tipo de relieve de terrazas planas a ligeramente planas con pendientes inferiores al 3%, material parental constituido por aluviones finos y medianos. Sin presencia de vegetación natural y suelos de uso ganadero y agrícola con cultivos comerciales tenificados de arroz, sorgo y algodón. Su principal limitante es el clima el cual provoca deficiencia de agua para los cultivos y la salinidad en zonas dispersas. Presenta capacidad de uso IIIs con suelos moderadamente profundos, limitados por capas de piedras o por sodio en bajas cantidades; drenaje natural de bien drenados a imperfectamente drenados, susceptibles a inundaciones; y de baja fertilidad. Tierras fácilmente mecanizables aptas para cultivos de algodón, sorgo, ajonjolí, arroz, maíz, maní, frutales; y para ganadería con pastos mejorados. Requieren fertilizantes y residuos vegetales, rotación de cultivos y aplicación de riego. La unidad cartográfica se presenta como asociación de Vertic Ustropepts (5-G) en un 40%, Sodic Haplusterts (BT-66) en 40% y Fluventic Ustropepts (14-R) en 20%.

Figura 5. Unidades Cartográficas de Suelo presentes para el Humedal La Garcera



Fuente: GIZ, (2021).

2.2. CLIMA

En el municipio de Saldaña se presentan dos provincias climáticas: el Cálido Semihúmedo (CSH) se presenta en el Sur - Este del municipio, en los límites con el municipio de Purificación, allí se encuentran las veredas Pueblo Nuevo, Santa Inés, Normandía, San Agustín y Cerritos en un área de 3.323,0 Ha, correspondiente al 17,18 % de la extensión total del municipio; con alturas entre 350 a 300 m.s.n.m., una precipitación promedio anual entre 1.700 a 1.800 mm y una temperatura que oscila entre 27,5 a 28,00 °C y el Cálido Semiárido (CSa), de mayor extensión en el municipio con 16.019,0 Ha, correspondientes al 82,82 % del área total del municipio. Se localiza en las veredas Palmar Arenosa, Palmar Trincadero, El Progreso, La Esperanza, Papagalá, Cucharó, Concordia, El Redil, Parcelación San Carlos, Jabalcón, Pueblo Nuevo y parte de las Veredas Santa Inés, Normandía y San Agustín. Se presenta entre los 350 a 300 m.s.n.m., con precipitaciones medias anuales entre 1.400 a 1.700 mm y temperaturas de 28,00 a 27,75°C.

Para el área específica del distrito de Riego de Saldaña se conoce:

Clima: La precipitación promedio anual es de 1.818 mm, y mensual de 120 mm. La temperatura promedio es de 35°C y la humedad relativa es del orden del 68%.

Precipitación: La precipitación total anual sobre las partes erosionables es de 2.316 mm/año. Esto condesciende con un caudal promedio de 320 m³/s, cuyo promedio máximo en el mes de caudales máximos de 2.574 m³/s.

2.3. HIDROLOGÍA

La evaluación del estado y dinámica hidrológica de ecosistemas húmedos proporciona elementos relevantes para su conservación y preservación, dada la importancia del recurso hídrico en el control de entornos biológicamente diversos, procesos hidrológicos superficiales y subterráneos, y la mitigación de efectos adversos del cambio climático. Con el desarrollo de estudios encaminados a evaluar la fluctuación hidrológica se pretende dar una perspectiva situacional del ecosistema, determinando las estrategias necesarias para garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

El presente estudio proporciona una caracterización hidrológica para el humedal La Garcera, ubicado en el municipio de Saldaña del departamento del Tolima, evaluando el estado y la fluctuación dinámica de la lámina de agua a partir de un análisis topobatimétrico, determinando los balances hídricos a nivel mensual en condiciones de año hidrológico medio y en condición de año hidrológico húmedo. Con esto, se espera brindar una herramienta de planificación y de toma de decisiones por parte de la autoridad ambiental, buscando la preservación de la flora y fauna silvestre, importante para el equilibrio de estos ecosistemas.

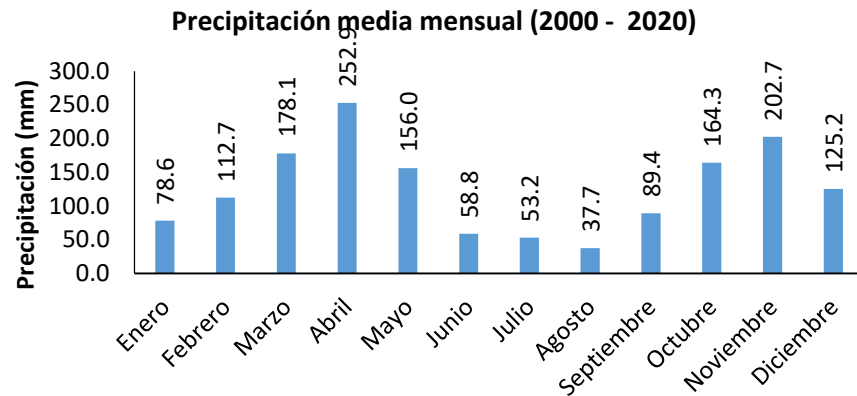
En este documento, se presentan descripciones generales de localización y delimitación de cada humedal, así como una caracterización física describiendo la geología, tipo de suelo y cobertura de la tierra. Así mismo, muestran los balances hídricos a largo plazo estimados, curvas cota – volumen y cota – áreas establecidas, láminas de agua por condición hidrológica y la delimitación de la ronda hídrica.

2.3.1. Balance hídrico de largo plazo

En el 2021 se realizó un balance hídrico involucrando las variables precipitación, evapotranspiración de referencia, evapotranspiración real, almacenamiento de agua en el suelo, y almacenamiento de agua en superficie, lo anterior con el propósito de establecer el dominio hidráulico definido por la fluctuación de la lámina de agua. El balance hídrico se calculó a nivel mensual en condición de año hidrológico medio y en condición del año hidrológico más húmedo observado en el periodo de análisis (2000 a 2020).

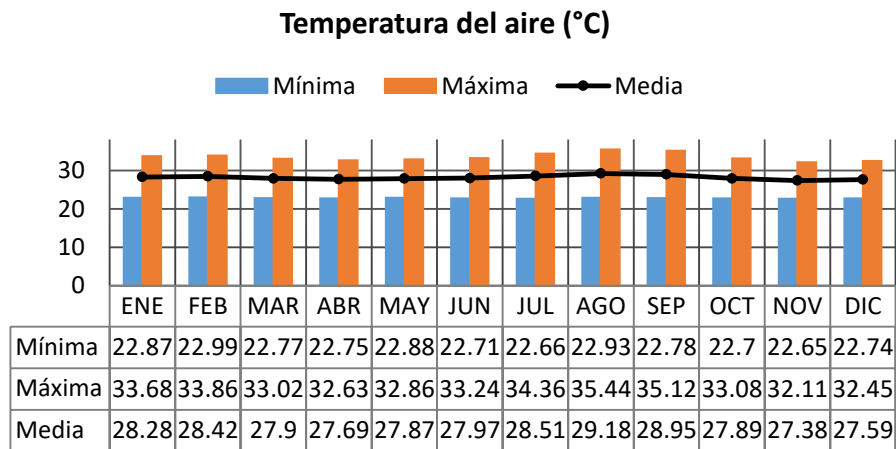
La información meteorológica se obtuvo de la red hidrometeorológica de IDEAM al seleccionar los registros de la estación más cercana al humedal que satisface los criterios de completitud (menos de un 10% de datos faltantes), extensión de los registros (más de 20 años de registros en el periodo 2000 a 2020) y tipo de variables medidas (precipitación y temperatura), en este caso, la estación Jabalcon (código 21135020) cumple con los tres criterios. La precipitación presenta una distribución bimodal con menor pluviosidad durante agosto (37.7 mm) y mayor lluvia en abril (252.9 mm, Figura 6), la temperatura media tiene su valor más alto en el mes de agosto (29.2°C) en contraste con la más baja observada en el mes de noviembre (27.4°C, Figura 7).

Figura 6. Precipitación media mensual multianual estación Jabalcon (21135020) en el periodo 2000-2020



Fuente: GIZ, (2021).

Figura 7. Temperatura mínima, máxima y media mensual multianual estación Jabalcon (21135020) en el periodo 2000-2020



Fuente: GIZ, (2021).

La Evapotranspiración de referencia (ET_o) se calculó mediante el método de Turc y la Evapotranspiración real (ET_r) se determinó aplicando un coeficiente de vegetación (K_c). El balance hídrico permite evidenciar que el mes de mayo presenta el mayor volumen de almacenamiento de agua en el humedal, representado en 574.1 litros por m², y el mes con mayor reducción en agua superficial es septiembre con un almacenamiento de 409.6 l/m² (Tabla 2). El año más húmedo corresponde al 2008, en el cual se observa que el mayor almacenamiento superficial de agua ocurre en el mes de mayo con 732.9 mm (Tabla 3).

Tabla 2. Balance Hídrico para el humedal La Garcera (Saldaña) en el periodo 2000 a 2020.

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal La Garcera

Precipitación (mm)	53.2	37.7	89.4	164.3	202.7	125.2	78.5	112.6	178.1	252.9	156.0	58.7
ET _o (mm)	105.2	109.0	110.3	107.4	102.5	99.8	102.3	99.0	109.7	109.1	105.9	103.7
ET _r (mm)	94.7	98.1	99.3	96.6	92.2	89.9	92.1	89.1	98.8	98.2	95.3	93.3
Almacenamiento en Suelo (mm)	123.0	123.0	123.0	123.0	123.0	123.0	123.0	123.0	123.0	123.0	123.0	123.0
Almacenamiento Superficial (mm)	568.3	463.7	409.6	433.0	499.3	490.4	432.6	412.0	447.2	557.7	574.1	495.4
Déficit de agua (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: GIZ, (2021).

Tabla 3. Balance Hídrico para el humedal La Garcera (Saldaña) en el año más húmedo del periodo de análisis (2008).

	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Precipitación (mm)	90.2	214.2	163.6	274.9	234.2	54.2	217.3	148.1	170	258.6	270.5	99.7
ETR (mm)	105.17	108.99	110.34	107.38	102.49	99.85	102.31	98.99	109.73	109.14	105.93	103.69
ET (mm)	94.66	98.09	99.31	96.64	92.24	89.86	92.08	89.09	98.76	98.23	95.34	93.32
Almacenamiento en Suelo (mm)	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
Almacenamiento Superficial (mm)	561.13	588.82	564.69	654.53	708.08	584.00	620.80	591.39	574.22	646.17	732.92	650.88
Déficit de agua (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

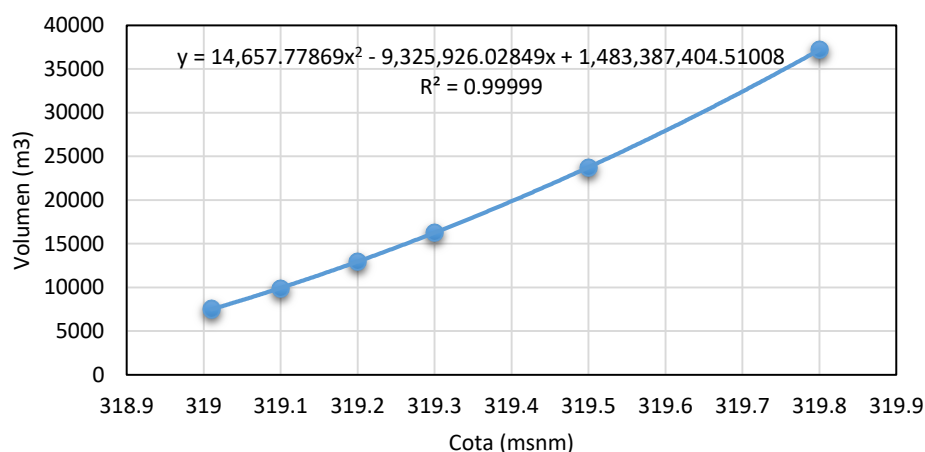
Fuente: GIZ, (2021).

2.3.2. Curvas Cota-Volumen y Cota-Área

Con el fin de establecer la relación batimétrica entre el nivel de la lámina de agua expresada como cota topográfica y el volumen de almacenamiento y el área de la superficie de la lámina de agua se trazaron 10 secciones transversales a partir del modelo de elevación digital generado, calculando iterativamente para diferentes niveles hipotéticos de agua el volumen y área de la lámina de agua correspondiente, en cada caso se aplicó un modelo polinómico de ajuste como se presenta a continuación (Figura 8 y Figura 9):

Figura 8. Curva topobatimétrica cota-volumen del humedal La Garcera (Saldaña).

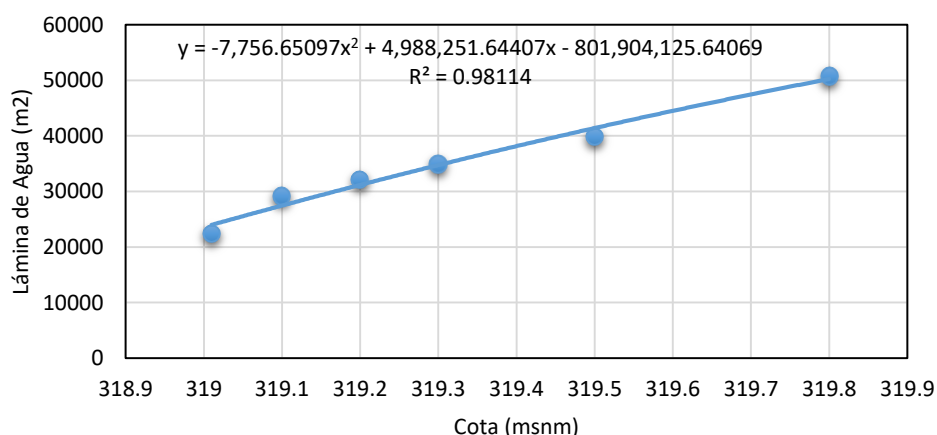
Relación Cota-Volumen



Fuente: GIZ, (2021)

Figura 9. Curva topobatimetrica cota-área del humedal La Garcera (Saldaña)

Relación Cota-Área



Fuente: GIZ, (2021)

2.3.3. Lámina de agua por condición hidrológica

Aplicando las anteriores relaciones se identificaron los niveles de la lámina de agua (cota) correspondiente al almacenamiento superficial de interés (mes seco, mes húmedo y mes húmedo del año más húmedo), en este caso se obtuvieron las siguientes láminas de agua:

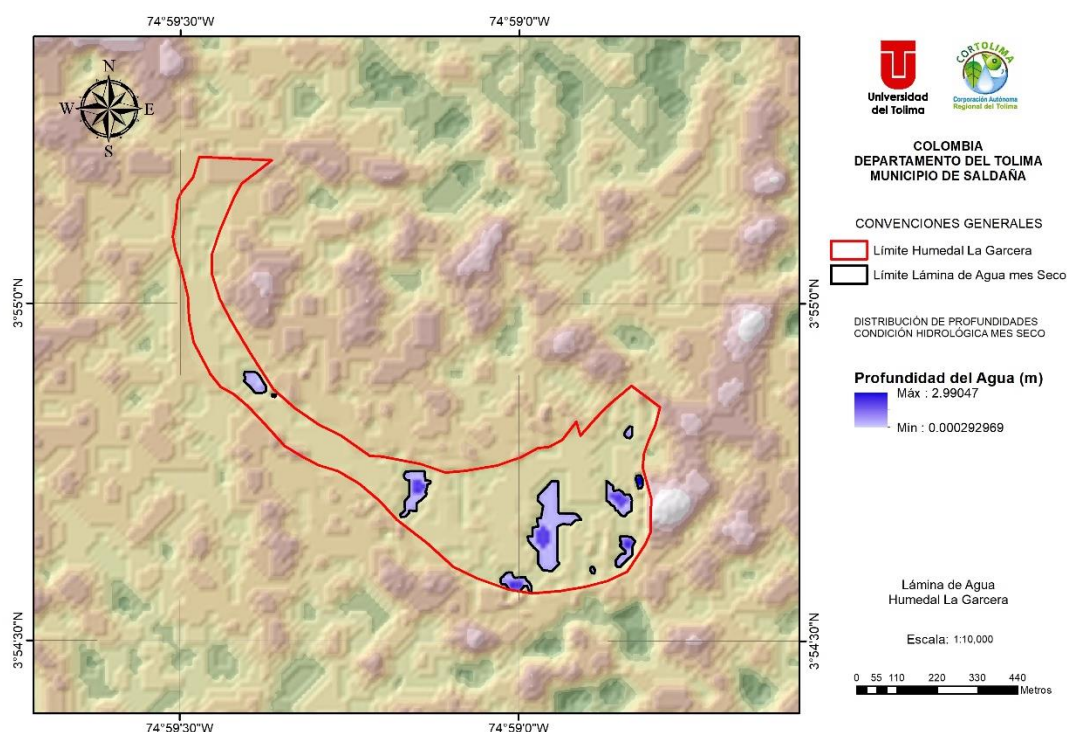
Tabla 4. Láminas de agua para las tres condiciones hidrológicas en el humedal La Garcera (Saldaña).

Condición Hidrológica	Cotas de Lámina de Agua (msnm)	Área de Lámina de agua (Ha)	Perímetro de Lámina de Agua (km)
Mes seco (promedios mensuales multianuales)	319.2	3.19	1.06
Mes húmedo (promedios mensuales multianuales)	319.5	3.98	3.21
Mes húmedo (año histórico más húmedo)	319.8	5.02	3.81

Fuente: GIZ, (2021)

Para 2021 el humedal presenta una escasa presencia de lámina de agua para tres condiciones hidrológicas (mes seco de año promedio, mes húmedo de año promedio y mes húmedo de año húmedo) en relación con la extensión del humedal, concentrando su ocurrencia en la zona suroriental.

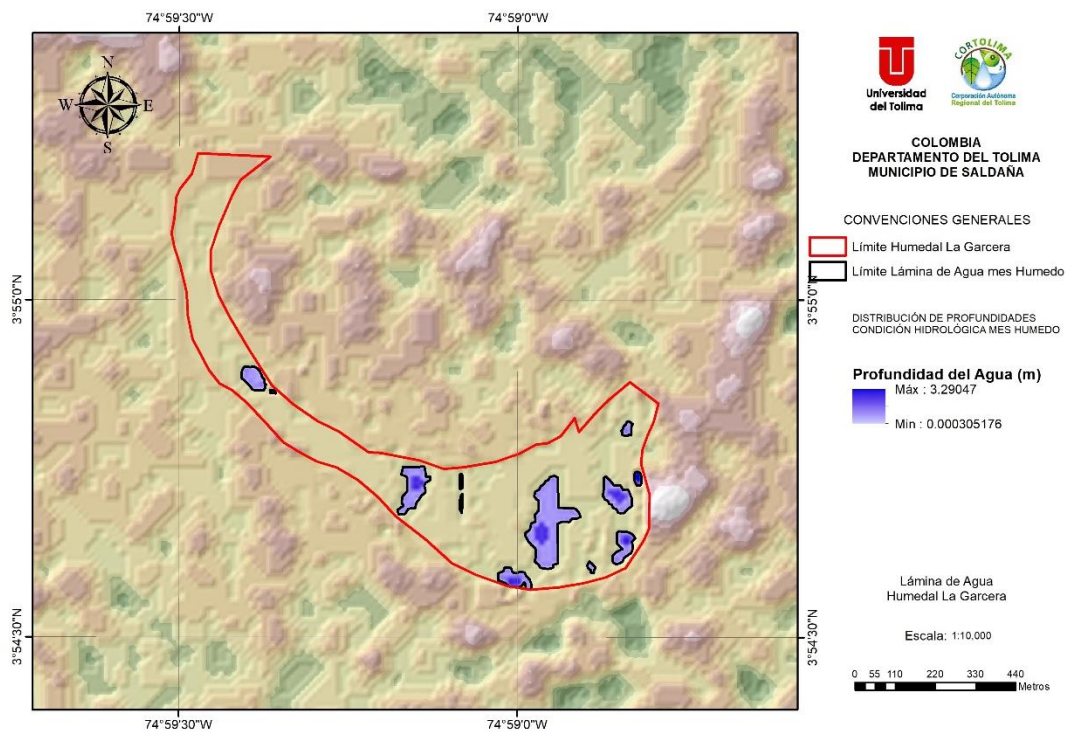
Figura 10. Distribución espacial de la lámina de agua en mes seco de año promedio en Humedal La Garcera (Saldaña).



Fuente: GIZ, (2021)

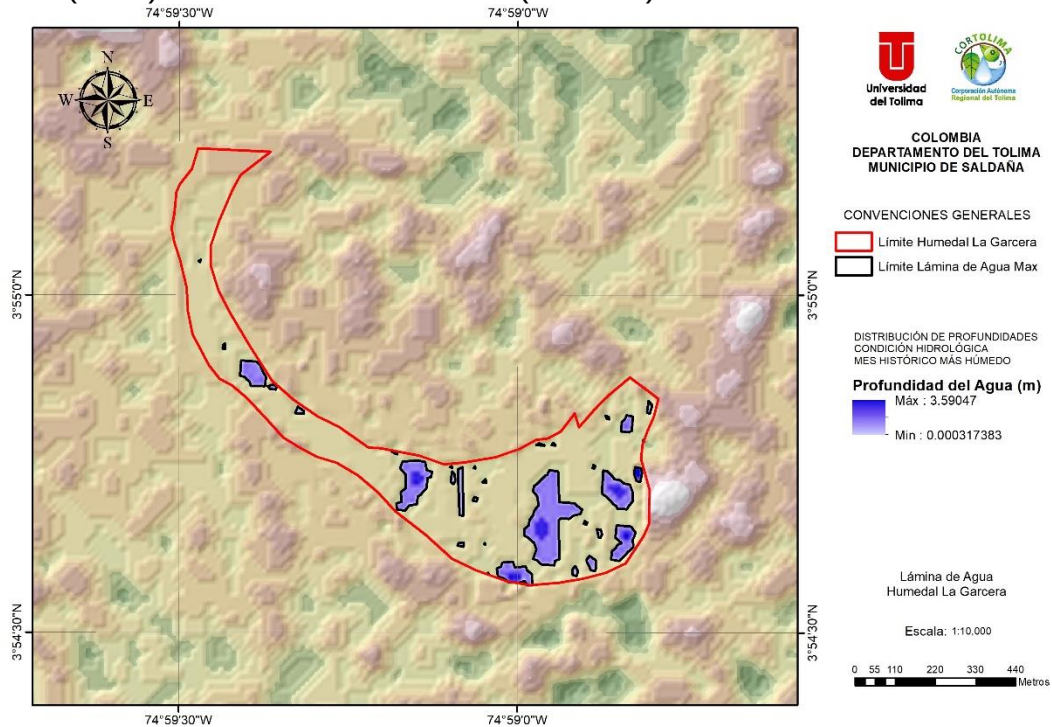
Figura 11. Distribución espacial de la lámina de agua en mes húmedo de año promedio en Humedal La Garcera (Saldaña).

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal La Garcera



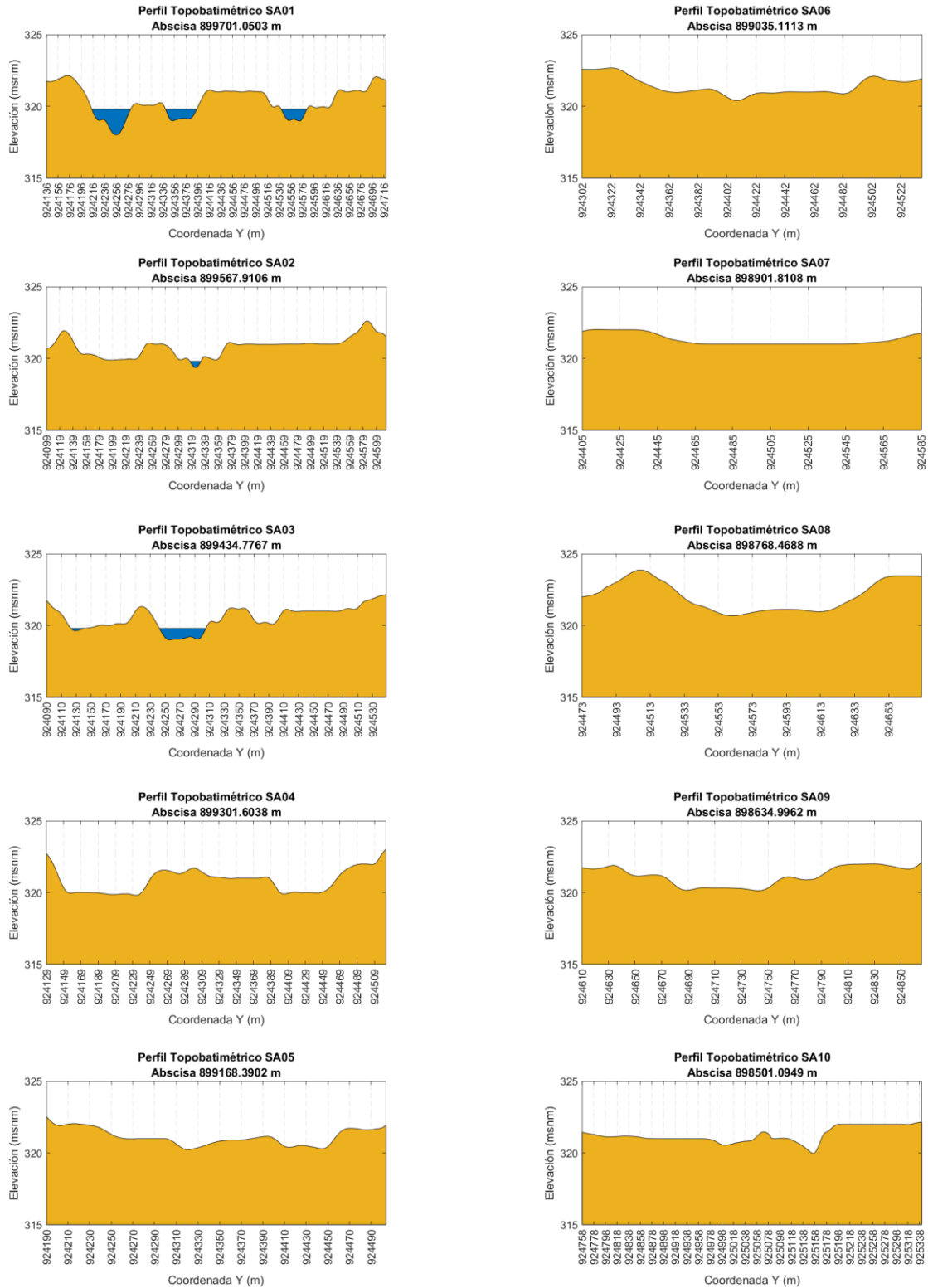
Fuente: GIZ, (2021)

Figura 12. Distribución espacial de la lámina de agua en mes húmedo de año más húmedo (2008) en Humedal La Garcera (Saldaña).



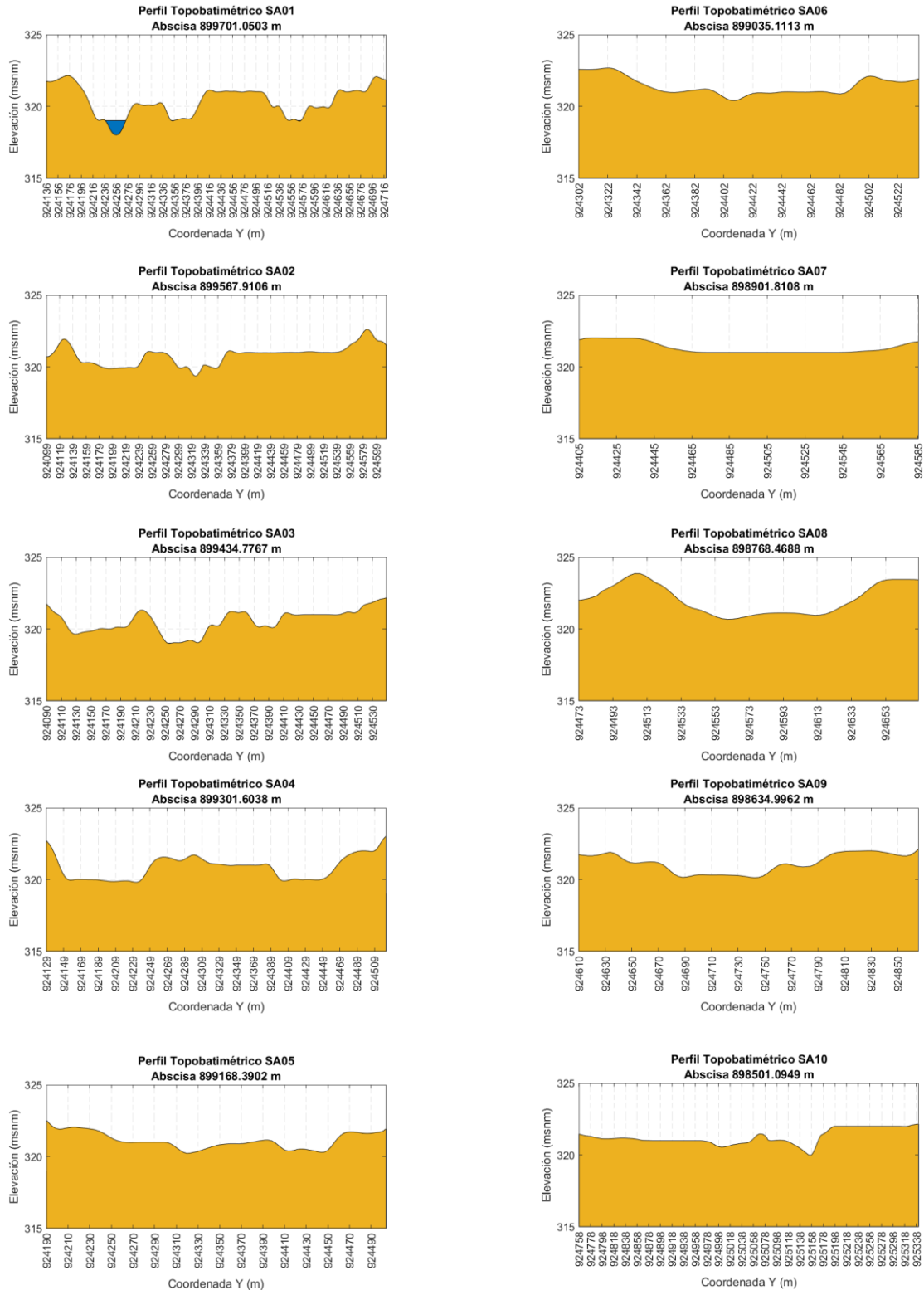
Fuente: GIZ, (2021)

Figura 13. Perfiles transversales en el mes más húmedo del año más húmedo (2008) en el humedal La Garcera.



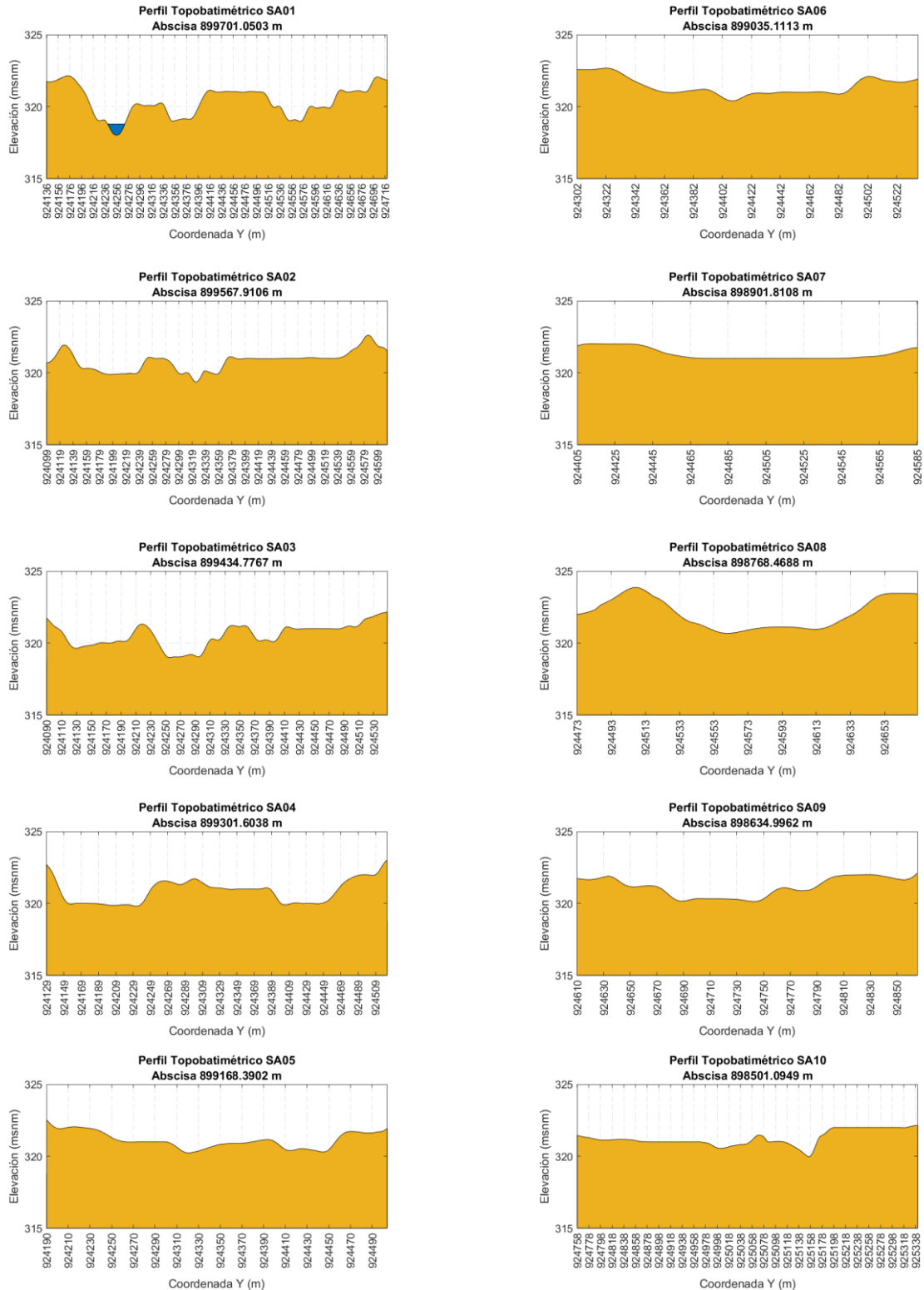
Fuente: GIZ, (2021).

Figura 14. Perfiles transversales en el mes más húmedo del año promedio en el humedal La Garcera.



Fuente: GIZ, (2021).

Figura 15. Perfiles transversales en el mes más seco del año promedio en el humedal La Garcera.



Fuente: GIZ, (2021).

2.3.4. Ronda Hídrica

Un humedal está constituido por el cuerpo de agua superficial, cuyo límite fluctúa según las condiciones hidrometeorológicas, y por áreas de transición, correspondientes a la ronda hidráulica y la zona de manejo y preservación ambiental. En este caso, la ronda hidráulica se definió como franja de 30 metros de ancho a partir del borde máximo de la lámina de agua sin exceder el límite geomorfológico del humedal, esta zona tiene como función la mitigación de riesgos, protección ambiental, y restauración ecológica, por lo que es fundamental para la estabilidad del ecosistema.

Por otro lado, la zona de manejo y preservación ambiental está definida como la franja de terreno de dominio público o privado adyacente a la ronda hidráulica, cuya función es el mantenimiento, protección, preservación y/o restauración ecológica del cuerpo de agua y ecosistemas aledaños, dicha zona se delimita entre la ronda hidráulica y el límite geomorfológico del humedal. De acuerdo con el componente hidráulico y geomorfológico, la ronda hídrica para el Humedal La Garcera, la franja de nivel máximo de las aguas es 5.03 Ha, la franja de ronda hidráulica es 14.33 Ha, y la franja de manejo y preservación ambiental es 17.46 Ha, que representan un área total de 36.82 Ha desde el aspecto batimétrico (Tabla 5 y Figura 16)

Tabla 5. Parámetros geométricos de los componentes de la ronda hídrica del humedal La Garcera (Saldaña) de acuerdo al análisis batimétrico.

Componentes de la ronda hídrica del humedal	Área (Ha)	Perímetro (km)
Lamina Agua	5.03	3.81
Ronda hidráulica	14.33	9.48
ZMPA	17.46	7.46
Humedal	36.82	4.65

Fuente: GIZ (2021).

Por otro lado, teniendo en cuenta la zonificación del humedal la franja de humedal sin lamina de agua es de 14,39 Ha, la franja con lamina de agua de 5,03 Ha y la franja de manejo y preservación ambiental es de 21,34 Ha, lo que representa un área total para el humedal de 40,76 Ha

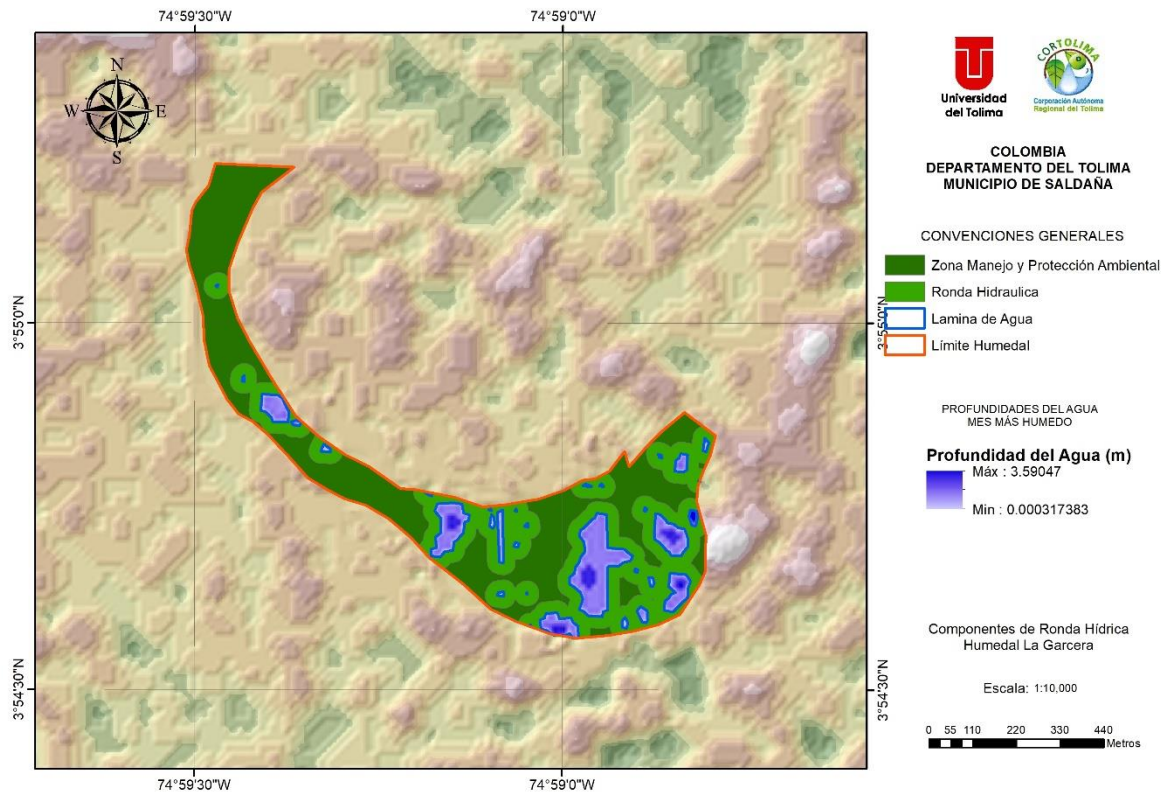
Tabla 6. Parámetros geométricos del humedal la Garcera (Saldaña) de acuerdo a zonificación.

Componentes de la ronda hídrica del humedal	Área (Ha)	Perímetro (km)
Lamina de Agua del humedal	5.03	-
Area seca humedal	14.39	-
Ronda hídrica	21.34	9.03
Humedal	40.76	4.65

Fuente: GIZ (2021).

Cabe mencionar que el humedal presentó una lamina de agua de 5,03 Ha, que representa el 25,09 % del área estimada de 19,42 Ha en el año 2015, indicando la perdida y disminución del espejo de agua, en un 74,91 %.

Figura 16. Ronda Hidráulica del Humedal La Garcera (Saldaña).



Fuente: GIZ (2021).

2.4. TOPOGRAFÍA

El Distrito de Saldaña, se encuentra a una altura que oscila entre los 280 y los 440 metros sobre el nivel del mar. El área comprende dos paisajes fisiográficos diferentes, uno de origen aluvial, caracterizado por un relieve plano o ligeramente ondulado con pendiente del 1 al 3%, y el otro relieve ondulado con diversos grados de erosión.

La escorrentía específica es de 1441 mm/año, el transporte de sedimentos en suspensión de 8.9 Mt/año y una producción de sedimentos de 1.27 Mt/km²/año. Esto significa que la cuenca del río Saldaña produce 1.8 veces más sedimentos que los generados en la cuenca del río Magdalena. La producción global de sedimentos de la cuenca es muy alta (> 1000 t/km²/año) cuando se compara con la producción de sedimentos en la cuenca del río Magdalena (>500 t/km²/año).

Los principales factores que intervienen en la generación de sedimentos en la cuenca del río Saldaña son:

- Tectónicos. Asociados con la convergencia en el territorio colombiano de tres placas tectónicas activas. La cuenca está atravesada en varios sectores por fallas geológicas y en otros controlan la cuenca.
- Litológicos. Principalmente litologías de naturaleza sedimentaria, susceptibles a la generación de movimientos en masa de gran magnitud.
- Antrópicos. La actividad minera incrementa la actividad de sedimentos hasta en tres veces. La explotación aurífera en el río Saldaña es la segunda en extensión en la cuenca del Magdalena.

CAPITULO 3. COMPONENTE BIÓTICO

3. COMPONENTE BIÓTICO

3.1. FLORA

3.1.1. MARCO TEÓRICO

3.1.1.1. Fitoplancton

Ensamble de organismos planctónicos en su mayoría fotoautotróficos, adaptados a la suspensión en aguas abiertas de los ecosistemas lénticos, lóticos y marinos, sometido a movimiento pasivo por el viento y las corrientes, que comúnmente se presentan la superficie del agua o completan una porción de sus ciclos vitales en dicha zona. La mayoría de estos organismos es utilizado como indicadores de la calidad del agua (Roldan & Ramírez, 2008).

División Cyanophyta: Las algas verdeazules denominadas Cyanobacteria, dada su afinidad con las bacterias respecto a la organización procariótica, sin embargo el tamaño es su diferencia fundamental, pues las algas verdeazules son de mayor tamaño que aquellas y adicionalmente las algas son productores primarios del plancton, mientras que muy pocas bacterias lo son (Ramírez, 2000).

Dentro de las características ecológicas de las cianofitas se encuentra la temperatura óptima de desarrollo que oscila entre 35 y 40 °C (Palmer, 1962). Crecen normalmente en medios alcalinos, y sus poblaciones fluctúan dependiendo de la relación de concentración del nitrógeno y el fósforo. Estas algas se multiplican especialmente en situaciones marginales o cambiantes, por ello, se ha generalizado el concepto de que la presencia del florecimiento de concentraciones de cianofitas en ecosistemas de agua dulce indica eutrofización avanzada (Ramírez, 2000).

La capacidad de fijar nitrógeno N_2 confieren a las cianofitas que la poseen un significado especial en el medio acuático, pues regula la relación entre el fósforo y el nitrógeno de las aguas (Ramírez, 2000).

División Euglenophyta: Puede decirse que los organismos pertenecientes a esta división son casi enteramente dulceacuícolas, aunque unos pocos representantes son de ambientes estuarinos y marinos. Los euglenoides se encuentran normalmente en pequeños cuerpos de agua ricos en materia orgánica y, en general, son organismos unicelulares solitarios, a excepción del género colonial llamado Colacium (Ramírez, 2000).

Poseen diferentes formas de nutrición: holofítica, holozoica o saprofítica. En todos los casos, el material de reserva se denomina paramylon y se almacena en corpúsculos, llamados pirenoides, de forma característica para cada especie dada. Muchas especies tienen uno o dos pirenoides, otras poseen en la parte delantera de la célula una mancha ocular llamada estigma, la cual les sirve en la orientación (Ramírez, 2000). En general, se considera que las euglenofitas cumplen un papel

menor en los lagos tropicales, donde se hallan normalmente varias especies de *Trachelomonas* (Lewis, 1978).

División Chrysophyta: Las crisofitas se conocen también como algas pardoamarillas. Son organismos unicelulares, coloniales o filamentosos, y sus células pueden estar incluidas dentro de una pared celular a veces rodeada de silicio o pueden permanecer desnudas. Almacenan una serie de sustancias de reserva: crisosa, crisolaminarina, leucosina y lípidos, pero nunca almidón. De las seis clases que posee la división, Chrysophyceae y Bacillariophyceae son las más importantes, desde el punto de vista cuantitativo, en los ecosistemas lacustres dulceacuícolas (Ramírez, 2000).

Las Chrysophyceae o algas doradas son, en su mayoría, flageladas, y pueden existir solas o en colonias. El grupo como tal predomina en aguas dulces y se presenta poco en aguas salobres o saladas. La mayoría son fototróficas, pero algunas pueden ser mixotróficas y holozoicas (Ramírez, 2000).

División Pyrrhophyta: Estas algas son llamadas dinoflageladas y se presentan en formas marinas, salobres y dulces. La forma prevaleciente de la división es la biflagelada, pero también se presentan formas no móviles. Poseen nutrición diversificada: fotosintética, heterotrófica, saprofítica, parasítica, simbiótica y holozoica; además, muchas son auxotróficas para varias vitaminas. El núcleo presenta características inusuales de procariotes y eucariotes, llamándose por ello mesocariótico (Ramírez, 2000). Los organismos con pared celular se llaman tecados o armados y tienen dos mitades que se encuentran a lado y lado del cíngulo: una epiteca o teca superior y una hipoteca o teca inferior. La pared puede ser homogénea o puede tener placas en un número definido, y su ordenamiento y número de las placas es fundamental en sistemática (Ramírez, 2000).

En los dinoflagelados desnudos o sin teca, *Gimnodinium* por ejemplo, las valvas anterior y posterior se llaman epivalva e hipovalva, respectivamente (Ramírez, 2000). Este grupo tiene una importancia similar a las Cryptophyta en el plancton de la mayoría de los lagos tropicales, ya que están casi siempre presentes, aunque generalmente en poca abundancia (Lewis & Riehl, 1982).

División Chlorophyta: Estos organismos constituyen uno de los mayores grupos de algas, si se tiene en cuenta su abundancia en géneros y especies, al igual que su frecuencia y ocurrencia. Crecen en aguas de amplio rango de salinidad; pueden ser planctónicos o bentónicos, o pueden presentarse en hábitat subaéreos. Es común que posean talos unicelulares, coloniales cenóbicos o no cenóbicos, filamentosos ramificados o no, membranosos, de forma laminar o tubular (Ramírez, 2000).

Las células son, en su mayoría, uninucleadas, pero existen formas multinucleadas o cenocíticas. Su organela más conspicua es el cloroplasto el cual, aunque posee una gran variedad, casi siempre adopta dos formas básicas (Ramírez, 2000). Para las algas verdes el punto óptimo de temperatura se encuentra entre 30 y 35 °C y el

pH óptimo para cada especie es variable, dada la complejidad del grupo como tal. Pueden hallarse organismos que crecen en gran número bajo un pH ácido, como en el caso de las desmidiáceas, cuyo pH está entre 5,4 y 6,8; o con un pH básico, como en las pertenecientes al orden Chlorococcales.

3.1.1.2. Flora

La flora que se encuentra asociada al ecosistema de humedal es de gran importancia para el equilibrio y dinámica de ellos, teniendo en cuenta distintos factores. El primero de ellos es que influyen en la estructura trófica del sistema por ser productores primarios; haciendo que se aporte nutrientes, energía e influyen en el proceso de descomposición. En segundo lugar, juegan un rol de importancia en la sucesión ecológica (Arana & Salinas, 2003). Por otro lado, el humedal contribuye al crecimiento de las plantas acuáticas de todo tipo. Sin embargo, tiene efectos directos sobre las especies sumergidas con tendencia a la desaparición por el proceso de eutrofización originado por la actividad humana.

Por la importancia que tienen los humedales, el departamento del Tolima se une a la iniciativa de caracterizar la flora asociada a dichos ecosistemas, con el fin de conocer que especies se encuentran de manera predominante, cuantas especies endémicas existen y sobre todo conocer la diversidad, riqueza y abundancia.

Importancia de la flora de los humedales

Los ecosistemas de humedal, sostienen una importante relación entre las plantas y los cuerpos de agua en donde se encuentran asociados entre sí y adaptadas a estas condiciones particulares. Dichos ecosistemas controlan los cursos de las corrientes de agua, brindan hábitat a centenares de especies de flora y fauna, y participan en la regulación del ciclo del carbono (Ramírez et al., 2010).

Los humedales cumplen un importante rol en el ambiente como sumideros de carbono, teniendo en cuenta que la degradación de estos, libera grandes cantidades de dióxido de carbono contribuyendo así al aumento de la temperatura mundial (Palomino et al., 2007). Por lo anterior, la importancia de la vegetación asociada a dichos ecosistemas se da gracias al proceso de fotosíntesis, que se encarga de transformar la energía solar en química absorbiendo CO₂ del aire para fijarlo en forma de biomasa, y libera a la atmósfera oxígeno molecular (O₂) (Palomino et al., 2007). Estos ecosistemas requieren un manejo sostenible, impulsado por el desarrollo de la ciencia y la tecnología que permita descifrar su funcionamiento, con el fin de que se pueda llegar a estrategias de conservación eficientes (Rodríguez et al., 2017).

Flora asociada a humedales

La flora de los humedales tiene características específicas en cuanto a la fisionomía y paisajísticamente por contener especies y comunidades vegetales particulares, que les otorga un aspecto especial en toda la época del año y se diferencia de la cubierta vegetal del entorno (Guitian y Rubinos., 2004).

La composición florística de los humedales es variada, se pueden encontrar géneros relacionados con el nivel altitudinal en el que se encuentran ubicados, como es el caso del bosque seco tropical en donde se van a encontrar ceibas, mangos yarumos, integrantes de la familia fabaceae. Géneros como *Cespedesia*, *Pteris*, *Piper*, *Passiflora*. Alrededor se pueden encontrar diferentes géneros de la familia Poaceae como *Paspalum* y de la familia ciperácea, además de las plantas flotantes. Vale la pena resaltar que a la diversidad biológica de los humedales se deben sumar otros grupos como insectos, fitoplancton y zooplancton; invertebrados acuáticos y terrestres, hongos y bacterias (Castellanos et al., 2015; Cardona et al., 2012; Mora et al., 2019).

Plantas macrófitas

Las plantas macrófitas son un tipo de vegetación acuática que puede localizarse en flotación o adherida a los fondos. Dichas plantas pueden tener una influencia positiva en cuanto a la purificación del agua y una negativa al invadir el cuerpo de agua evitando que la vida de otros organismos allí presentes se desarrolle óptimamente (Montoya et al., 2010).

Las macrófitas agrupan diferentes grupos de plantas vasculares- angiospermas y pteridofitas-, algas filamentosas, briofitos, algunas monocotiledóneas y dicotiledóneas. La distribución de estas va a depender de factores como el clima, condiciones geológicas, hídricas y topografía son fundamentales para determinar la distribución de las macrófitas. Su colonización va a depender de la abundancia de rizomas, desarrollo clonal y mecanismos de dispersión (Kiersch et al., 2004). Dentro de las especies que predominan se encuentran echuga de agua (*Pistia stratiotes*), el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y la salvinia (*Salvinia* Spp.). Así mismo, la redondita de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*), y ciertas especies de lentejas de agua (*Spirodella* Spp. y *Lemna* Spp.) (Caviedes et al., 2016).

Flora del bosque seco tropical (bs-T)

El bs-T se ubica en la región del neotrópico, la cual presenta la mayor biodiversidad de plantas en el mundo. Sin embargo, la diversidad del bosque seco tropical se ve amenazada debido a las diferentes actividades agrícolas y ganaderas (Fajardo et al., 2020). Diferentes investigadores, afirman que un 97% de este ecosistema se encuentra en peligro de destrucción; y a pesar de sus altos niveles de endemismo y diversidad florística se encuentran mal protegidos (Pennington et al., 2006; Linares et al., 2009).

El bs-T corresponde a la formación vegetal que se encuentra entre los 0 y los 1000 m de altitud, se caracteriza por presentar una vegetación que incluye árboles de hoja caduca (por lo menos el 50% de los árboles presentes son de hoja caduca en sequía), presenta una temperatura de 25°C aproximadamente con una precipitación anual que varía entre 700 y 2000 mm. Estos ecosistemas representan el 42% de los biomas secos del mundo (Carrillo et al., 2007; Olascuaga-Vargas et al., 2016).

Para el conocimiento de la composición, estructura y dinámica del bs-T, es necesario la caracterización de las comunidades vegetales, para entender cómo deben ser llevados a cabo los planes de restauración y reforestación para su regeneración, teniendo en cuenta que su importancia radica en su diversidad, que refleja una gran variedad de adaptaciones e interacciones de las plantas para afrontar el déficit hídrico y las altas temperaturas (Lemos et al., 2015).

3.1.2. METODOLOGÍA

3.1.2.1. Fitoplancton

Métodos de campo: se utilizó una red de malla fina con tamaño de poro definido para fitoplancton de 25 μ , que permiten observar de manera cualitativa las comunidades de plancton existentes en la zona, con la red los organismos se obtienen por filtración y la selección se realiza según sea el tamaño del poro.

La red arrojadiza consta de un tronco con un diámetro de aproximadamente 25 cm y una longitud de 1 m, el poro de la red es de 25 micras y un vaso receptor de 1 litro de capacidad (Figura 17). La red se mantiene de manera subsuperficial por un tiempo de 5 minutos y a una velocidad constante y arrastres lineales (Figura 17), en total en el humedal se hicieron tres arrastres en áreas distintas (Borde 1, Borde 2 y Centro). Las muestras fueron depositadas en frascos de 500 ml y preservadas con formol buferizado al 10%. Adicionalmente se elaboró una ficha de campo en donde se registraron los datos de la localidad y del hábitat de la zona muestreada, además cada una de las estaciones fue descrita y georeferenciada con GPS marca GARMIN- 60CSx.

Figura 17. Método de muestreo utilizado en la colecta de fitoplancton y zooplancton.



Fuente: GIZ, (2014).

Métodos de Laboratorio: se realizó la determinación y conteo de plancton con la ayuda de un microscopio óptico Motic BA-210, usando la cámara de conteo Sedgwick-Rafter (SR), que limita el área y volumen, permitiendo calcular las densidades poblacionales después de un periodo de asentamiento considerable, mediante un conteo en bandas. Finalmente, la densidad de células por unidad de área será calculada siguiendo la fórmula (APHA, 2012; Ramírez, 2000):

$$\text{organismos/mm}^2 = \frac{N \times A_t \times V_t}{A_c \times V_s \times A_s}$$

Dónde:

N = número de organismos contados,

At = Área total de la cámara (mm²)

Vt= Volumen total de la muestra en suspensión

Ac= Área contada (bandas o campos) (mm²)

Vs=Volumen usado en la cámara (ml)

As= Área del sustrato o superficie raspada (mm²)

Para el conteo se analizaron 30 campos en 1 ml de cada una de las muestras colectadas. Los organismos fueron observados bajo un microscopio óptico Motic BA-210, con el objetivo de 40X, y se obtuvo la medida de la densidad de organismos presentada como individuos por metro cuadrado (m²), para ello se utilizó el método de conteo de bandas por campos aleatorios descrito por APHA, (2012); Ramírez, (2000).

La identificación taxonómica de las algas se hizo siguiendo las claves de Yacubson (1969), Prescott (1970), Needham & Needham (1978), Streble & Krauter (1987), Lopretto & Tell (1995), Ramírez (2000), y Bellinger & Sigee (2010). Además, se soportó la determinación de las algas con la base de datos electrónica.

3.1.2.2. Flora

Métodos de campo. La coleta del material biológico se realizó mediante el uso de la técnica propuesta por Villareal et al. (2004), RAP (Rapid Assessment Program). En dicha técnica, se trazó un perímetro de 50 x 2 metros, teniendo presente a los individuos con DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) ≥ 1 cm a lo largo, Altura total, altura del fuste, diámetro de la copa y observaciones generales. Se colectaron muestras botánicas provenientes de especies herbáceas, arbustivas y leñosas presentes. A cada muestra tomada se les realizó su respectiva descripción morfológica y registro fotográfico (Figura 18). Para la preservación de las muestras de material vegetal se realizó la técnica de prensa con base preservante de alcohol al 75% propuesto por Esquivel (1997), lo que permitió su transporte hasta el Herbario Toli de la Universidad del Tolima (Figura 19).

Figura 18. Metodología de colecta de muestras en el Humedal La Garcera (Saldaña, Tolima).



Fuente: Grupo de Investigación en Zoología (GIZ, 2021).

Métodos de laboratorio. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Dendrología de la Universidad de Tolima (Figura 19), donde fueron extraídas de la prensa de conservación y secadas en horno a 70°C durante 24 horas. Una vez secas se caracterizaron y determinaron taxonómicamente por medio de claves botánicas (Gentry, 1993; Vargas, 2002), consultas con expertos y bases de datos de herbarios digitales, catálogo de planta de Colombia y libros.

Se escogieron muestras fértiles (aquellas con presencias de flores, frutos e inflorescencias) para ingreso al herbario Toli de la Universidad del Tolima).

Figura 19. Conservación de muestras en campo y secado de muestras en el laboratorio de dendrología de la Universidad del Tolima.



Fuente: Grupo de Investigación en Zoología (GIZ, 2021).

Análisis de datos

Información secundaria. La búsqueda de información secundaria se realizó en diferentes fuentes de información como Science Direct, EBSCO, Proquest, Agris, Springer y Google académico, plant List, Herbario virtual de la universidad Nacional

y Catalogo de plantas de Colombia, empleando las palabras clave: flora, bosque tropical, bosque seco, bosque húmedo. Para la búsqueda de material bibliográfico en inglés se emplearon marcadores booleanos (e.g., or, not, and).

Representatividad del muestreo. Con el fin de determinar la representatividad del muestreo, fue calculada la composición general y las de las dos estaciones de manera independiente. Por su parte, la abundancia relativa se determinó a partir del número de individuos colectados de cada familia y su relación con el número total de individuos de la muestra. Este fue calculado con el fin de determinar la importancia y proporción en la cual se encuentra cada una de las familias con respecto a la comunidad vegetal en las dos localidades.

AR= No de individuos de cada especie en la muestra x 100
Nº total de individuos en la muestra

Categorías ecológicas, endemismos y usos de las especies vegetales encontradas. Se incluyeron las categorías ecológicas de las especies determinadas, si están bajo algún grado de amenaza, si son endémicas, si representan algún tipo de uso en las regiones.

3.1.3. RESULTADOS

3.1.3.1. Fitoplancton presente en el humedal.

En el PMA de 2014 la comunidad fitoplanctónica del humedal La Garcera estuvo compuesta por cinco phylum, siete clases, 12 órdenes taxonómicos, 17 familias y 19 géneros (Tabla 7, Anexo A). La clase con mayor abundancia fue Bacillariophyceae, seguida de Cyanophyceae y Euglenophyceae. En contraste la menor abundancia la registraron Conjugatophyceae y Coscinodiscophyceae (Figura 20). Estudios desarrollados en ecosistemas lénticos indican que este las diatomeas (Clase Bacillariophyceae) puede dominar en las comunidades fitoplanctónicas, (Rivera et al, 2009). Adicionalmente estos resultados son similares a lo reportado para otros humedales en el departamento que se caracterizan por registrar un alto porcentaje de macrófitas, poca profundidad y altos contenidos de materia orgánica (Reinoso et al, 2010a).

Tabla 7. Fitoplancton colectado en el humedal La Garcera.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Celulas /mm ²	AR%
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	Closterium	39	0.61%
		Chlamydomonadales	Volvocaceae	Pandorina	19	0.30%
			Scenedesmaceae	Scenedesmus	39	0.61%
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Monoraphidium	19	0.30%
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria	1455	22.73%
			Euglenaceae	Euglena	136	2.12%
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	Phacus	524	8.18%
		Achnanthales	Cocconeidaceae	Cocconeis	19	0.30%
				Hantzschia	39	0.61%

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal La Garcera

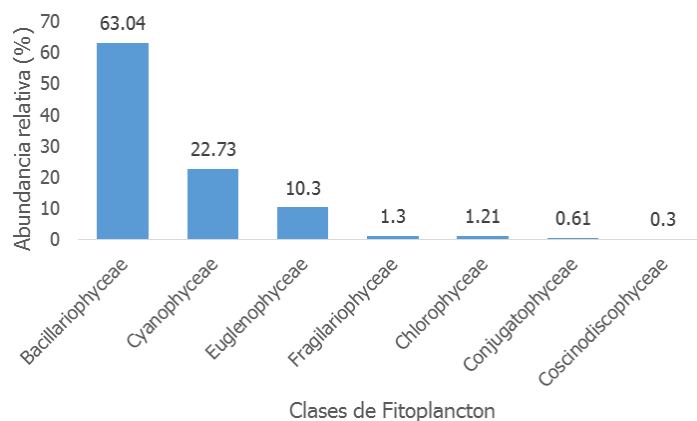
Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Celulas /mm ²	AR%
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	989	15.45%
		Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	39	0.61%
				Didymosphenia	39	0.61%
			Gomphonemataceae	Gomphonema	97	1.52%
		Naviculales	Naviculaceae	Navicula	1435	22.42%
			Pinnulariaceae	Pinnularia	1241	19.39%
			Pleurosigmataceae	Gyrosigma	97	1.52%
		Surirellales	Surirellaceae	Surirella	39	0.61%
	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	Melosira	19	0.30%
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	116	1.82%
5	7	12	17	19	****	*****
Total general					6400	100

Fuente: GIZ, (2014).

De otra parte, la clase Cyanophyceae registró el segundo valor de abundancia relativa, comportamiento similar a lo observado en el embalse de Prado y en la mayor parte de humedales de zonas bajas del departamento (Reinoso et al, 2010), en estos estudios la presencia de las cianofíceas se relaciona con aspectos fisicoquímicos tales como la temperatura alta del agua (aproximadamente 29°C) y presencia de materia orgánica. Lo anterior, probablemente se relaciona con la capacidad que tiene estos organismos para explotar intensidades de luz muy bajas o altas, optimizar la fotosíntesis mediante la flotación en la columna de agua, soportar amplios rangos de temperatura y resistir la depredación debido a su capacidad de sintetizar toxinas y a su plasticidad morfológica.

A nivel de familias, el mayor valor de abundancia relativa correspondió a Oscillatoriaceae (22.73%), seguido de Naviculaceae (22.42%), Pinnulariaceae (19.39%), mientras que la menor abundancia se registró para las familias Closteriaceae, Cymbellaceae, Scenedesmaceae, Surirellaceae, con valores de 0.61% respectivamente y Coconeidaceae, Melosiraceae, Selenastraceae y Volvocaceae con 0.30% cada una.

Figura 20. Abundancia relativa (%) de las clases de fitoplancton encontradas en el humedal La Garcera.

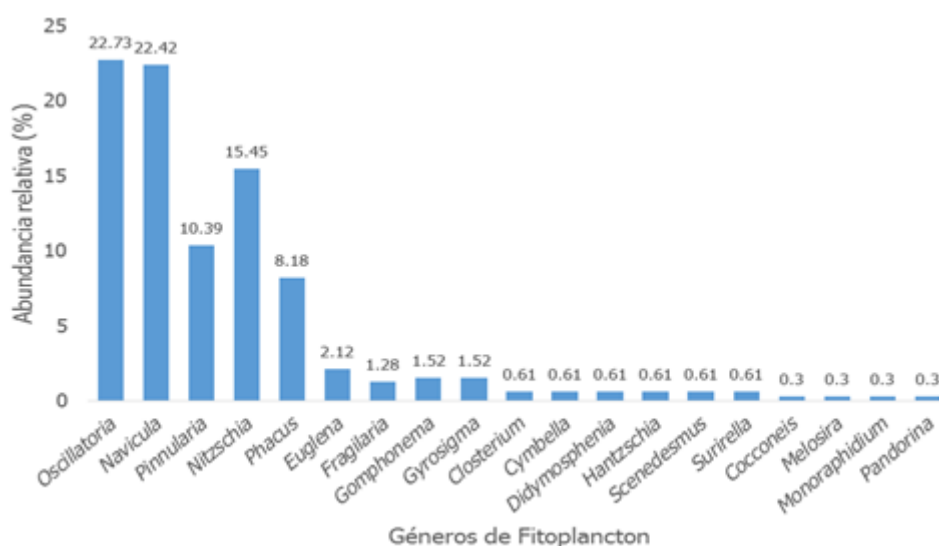


Fuente: GIZ, (2014).

El alto porcentaje de la familia Oscillatoriaceae, probablemente se relaciona con la capacidad que tienen estos organismos para desarrollarse en condiciones extremas, tales como altos niveles de biomasa y atenuación de la luz (Lanzarot, 2007). Adicionalmente, la dominancia de este grupo de algas puede asociarse con los altos valores de nitratos del humedal La Garcera (0.9 mg NO₃/L) debido a que esta familia domina las comunidades de fitoplancton cuando hay aumento de nutrientes representados en nitratos o fosfatos.

Por su parte la familia Naviculaceae, con los géneros Navícula y Pinnularia, registró valores altos de abundancia relativa (Figura 21), estos géneros tienen como característica particular ser cosmopolita con una amplia tolerancia a la intervención antrópica (Martínez, et al., 2008), esto se asocia con lo observado en el humedal La Garcera, debido a que en la zona aledaña se realizan actividades agrícolas, particularmente el cultivo de arroz, por lo que esta actividad, junto con el periodo de bajas lluvias en el que se desarrolló la colecta de organismos, hace que se concentren los efectos de las prácticas agrícolas sobre todo lo relacionado con procesos de fertilización que aumentan los niveles de nutrientes, favoreciendo el aumento de estas poblaciones.

Figura 21. Abundancia relativa (%) de los géneros de fitoplancton encontrados en el humedal La Garcera.



Fuente: GIZ, (2014).

Con respecto a los géneros registrados, *Oscillatoria*, *Navicula*, *Pinnularia* y *Nitzschia* presentaron porcentajes altos de abundancia, mientras que los valores bajos se observaron para los géneros *Closterium*, *Cymbella* y *Didymosphenia*, *Hantzschia*, *Scenedesmus*, *Surirella*, *Cocconeis*, *Melosira*, *Monoraphidium* y *Pandorina*, con abundancias por debajo del 1% (Tabla 7).

La abundancia relativa del género *Oscillatoria* puede relacionarse con las características bióticas del humedal, dentro de las que se encuentra un alta disponibilidad de macrófitas lo que facilita la disponibilidad de sustrato para estas algas cuyo crecimiento es epifítico (Martínez et al., 2008), estos organismos además son comunes en zonas de agua dulce poco profunda, condiciones que corresponden con la descripción del humedal La Garcera. Es de resaltar que *Oscillatoria*, es considerada como indicadora de ecosistemas de meso a eutrofia (Martínez et al., 2008).

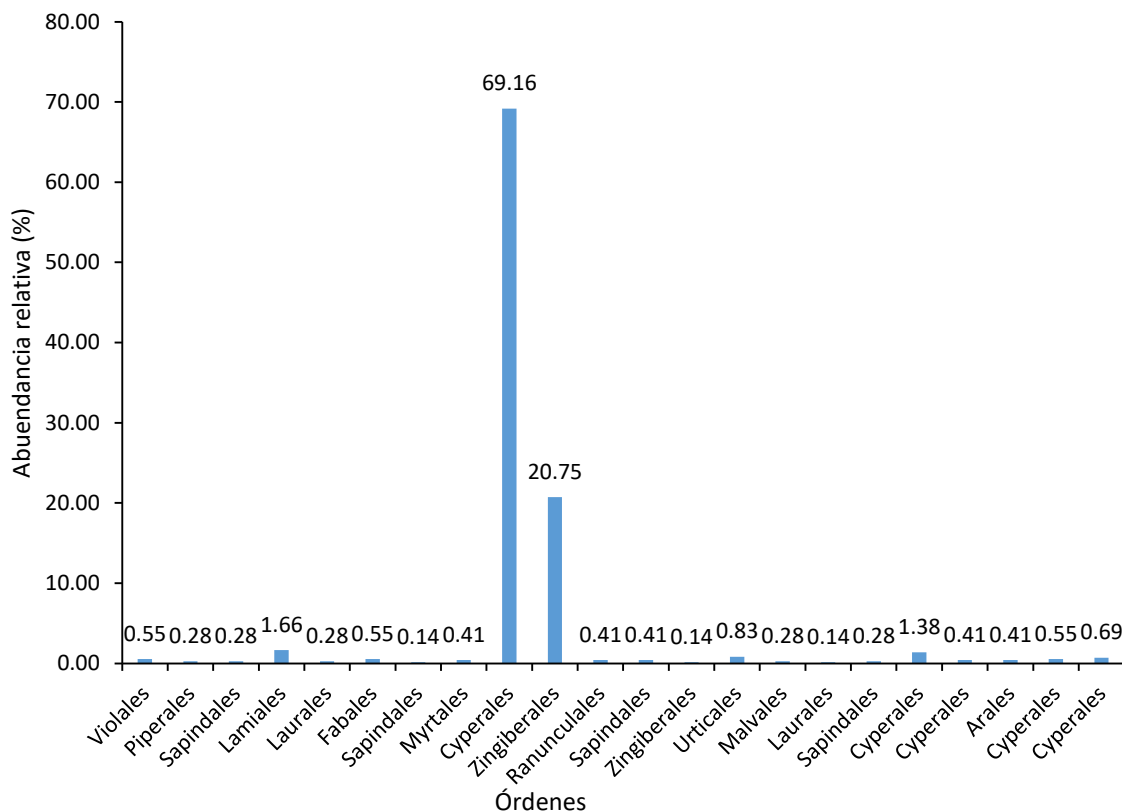
En cuanto a las abundancias de *Navicula*, *Pinnularia* y *Nitzschia*, estos organismos se consideran comunes en las colectas de plancton en los ecosistemas acuáticos, debido a que son heterotróficas facultativas, por lo que tienen la capacidad de soportar diferentes tipos de ambientes (Morales & Salazar, 2012).

El mayor porcentaje de abundancia relativa lo reportaron las áreas de borde, mientras que el menor valor correspondió al centro. Con respecto a la distribución de los géneros a nivel espacial, el género *Oscillatoria* registró el mayor porcentaje en el Borde 1, mientras que *Closterium*, *Cymbella*, *Monoraphidium*, *Phacus* y *Surirella* se reportan únicamente para el Borde 2. Adicionalmente los géneros *Navicula*, *Pinnularia* y *Nitzschia* reportan altos valores de abundancia en todas las secciones del humedal.

3.1.3.2. Flora asociada al humedal

A 2021 en el humedal La Garcera, se observó que no había presencia de cuerpo de agua. Sin embargo, gracias a la ubicación por medio de coordenadas, se logró realizar la recolección de plantas alrededor del humedal. En este punto no se observaron plantas acuáticas. En dicho humedal el orden con mayor abundancia relativa fue Cyperales (69.16 %), seguido del orden Zingiberales (20.75%). Por el contrario, los órdenes con menor abundancia relativa son Sapindales y Laurales con (0.14 %) (Figura 22).

Figura 22. Muestreo de flora en el Humedal La Garcera, municipio de Saldaña Tolima.



Fuente: GIZ, (2021).

Se colectaron 22 organismos vegetales distribuidos en un filo, 2 clases, 13 órdenes, 17 familias, 22 géneros y 17 especies (Tabla 8, Anexo D). La familia Poaceae fue la familia más abundante con la especie *Panicum sp. (maximum)*. En segundo lugar, la familia Heliconiaceae la cual está representada por la especie *Heliconia marginata*. Este resultado muestra que el humedal está dominado por pasto de gran tamaño y heliconias.

La menor abundancia relativa la mostró la familia Meliaceae representada por *Trichilia pallida* con una abundancia relativa de (0.14%), al igual que la familia Musaceae con la especie *Musa × paradisiaca* (0.14 %) y la familia Lauraceae con la especie *Persea americana* (Tabla 8).

Tabla 8. Composición taxonómica de la vegetación presente en el Humedal La Garcera, Municipio de Saldaña (Tolima).

Familia	Nombre científico	%A.R.	Usos
Passifloraceae	<i>Passiflora sexocellata</i>	0,55	Medicinal y ornamental
Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	0,28	Medicinal
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	0,28	Comestible. Cultivo comercial
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	1,66	Medicinal, tiene propiedades antimicrobianas, fungicidas, insecticidas, y nematicidas.
Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	0,28	Maderable

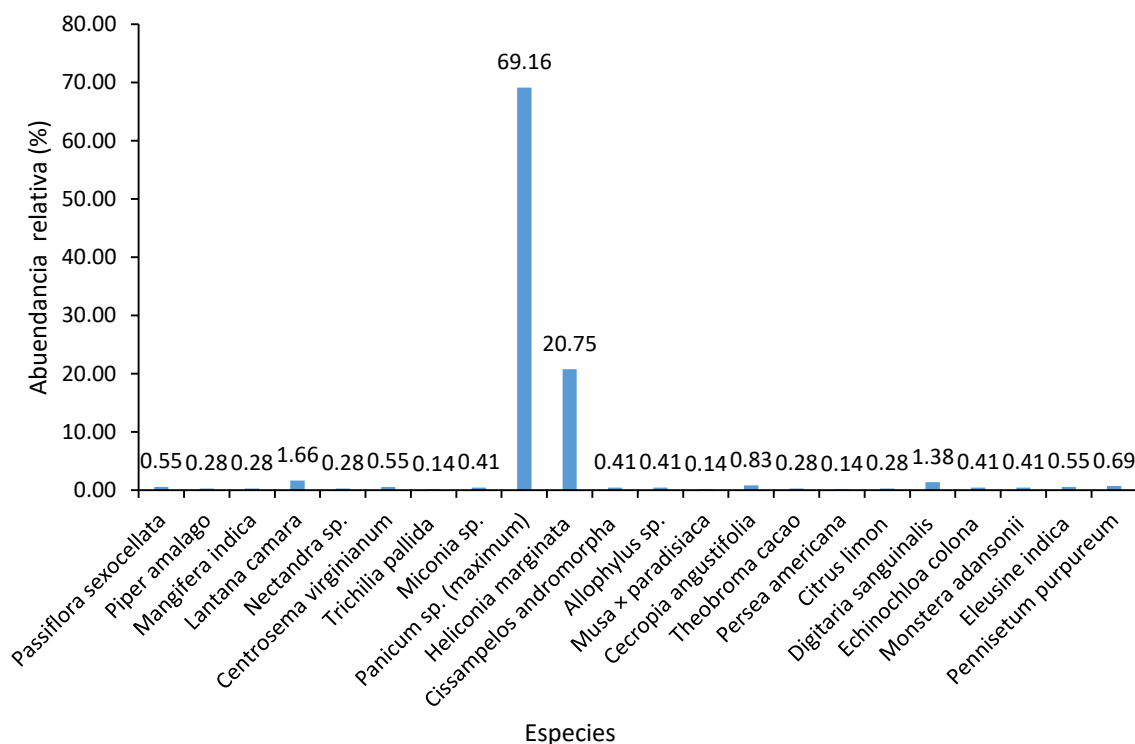
Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal La Garcera

Fabaceae	<i>Centrosema virginianum</i>	0,55	Medicinal. Usada para curar problemas estomacales
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	0,14	Maderable
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	0,41	Alimento para avifauna
Poaceae	<i>Panicum</i> sp. (<i>maximum</i>)	69,16	Forraje
Heliconiaceae	<i>Heliconia marginata</i>	20,75	Ornamental
Menispermaceae	<i>Cissampelos andromorpha</i>	0,41	Ornamental
Sapindaceae	<i>Allophylus</i> sp.	0,41	Ornamental
Musaceae	<i>Musa</i> × <i>paradisiaca</i>	0,14	Comestible
Urticaceae	<i>Cecropia angustifolia</i>	0,83	Comestible, medicinal, forraje para ganado
Sterculiaceae	<i>Theobroma cacao</i>	0,28	Comestible
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	0,14	Comestible
Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	0,28	Comestible. Cultivo comercial
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i>	1,38	Forraje
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i>	0,41	Forraje
Araceae	<i>Monstera adansonii</i>	0,41	Ornamental
Poaceae	<i>Eleusine indica</i>	0,55	Forraje
Poaceae	<i>Pennisetum purpureum</i>	0,69	Alimento para ganado

Fuente: GIZ, (2021).

La especie más abundante fue *Panicum* sp. (*maximum*) (69.16%), seguida de *Heliconia marginata* (20,75%) y *Lantana cámara* (1.66%). Según las observaciones del área de muestreo la especie *Panicum* sp. (*maximum*) se encuentra ocupando el espacio que originalmente le correspondía al cuerpo de agua. Por su parte, la presencia de *Heliconia marginata* corresponde a una plantación desarrollada por los propietarios. Finalmente, la especie *Lantana cámara* es una especie medicinal que se encuentra ampliamente distribuida alrededor del humedal. Las especies menos abundantes fueron *Persea americana*, *Musa* × *paradisiaca* y *Trichilia pallida* (0.14%) (Figura 23).

Figura 23. Abundancia relativa de las especies de las plantas colectadas en el humedal La Garcera Saldaña (Tolima).



Fuente: GIZ, (2021).

En el Humedal la Garcera se colectaron 22 plantas, de las cuales 4 son medicinales, con propiedades antimicrobianas, fungicidas, insecticidas, y nematocidas. 8 especies que sirven como alimento para mamíferos, avifauna y para cultivo comercial. 4 especies son forrajeras y 2 especies maderables que sirven para la elaboración de postes y viviendas.

Especies en categoría UICN. Para la vegetación del humedal la Garcera, 4 especies se encuentran en categoría de la UICN como Preocupación menor (LC) y las demás poseen datos insuficientes (DD).

Comparación de especies colectadas en el humedal La Garcera entre el Plan de Manejo Ambiental (PMA) de 2021 y el PMA 2014.

RIQUEZA DE FLORA DEL HUMEDAL LA GARCERA SALDAÑA-TOLIMA	
PMA 2021	PMA 2014
<i>Allophylus sp.</i>	<i>Aegiphila mollis</i>
<i>Cecropia angustifolia</i>	<i>Calathea lutea</i>
<i>Centrosema virginianum</i>	<i>Caperonia palustris</i>
<i>Cissampelos andromorpha</i>	<i>Cecropia angustifolia</i>
<i>Citrus limon</i>	<i>Corchorus orinocensis</i>
<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Cyperus odoratus</i>
<i>Echinochloa colona</i>	<i>Echinochloa colona</i>

RIQUEZA DE FLORA DEL HUMEDAL LA GARCERA SALDAÑA-TOLIMA	
PMA 2021	PMA 2014
<i>Eleusine indica</i>	<i>Eclipta alba</i>
<i>Heliconia marginata</i>	<i>Eleusine indica</i>
<i>Lantana camara</i>	<i>Ficus</i> sp.
<i>Mangifera indica</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>
<i>Miconia</i> sp.	<i>Heliconia marginata</i>
<i>Monstera adansonii</i>	<i>Heliotropium indicum</i>
<i>Musa</i> × <i>paradisica</i>	<i>Ludwigia</i> aff. <i>erecta</i>
<i>Nectandra</i> sp.	<i>Maclura tinctoria</i>
<i>Panicum</i> aff. <i>maximum</i>	<i>Macroptilium</i> sp.
<i>Pennisetum purpureum</i>	<i>Momordica charantia</i>
<i>Persea americana</i>	<i>Monstera adansonii</i>
<i>Piper amalago</i>	<i>Muntingia calabura</i>
<i>Theobroma cacao</i>	<i>Murdannia nudiflora</i>
<i>Trichilia pallida</i>	<i>Paullinia macrophylla</i>
Géneros y Especies comunes en los dos muestreos	<i>Pennisetum purpureum</i>
	<i>Physalis angulata</i>
	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>
	<i>Portulaca oleracea</i>
	<i>Rhynchosia minima</i>
	<i>Scoparia dulcis</i>
	<i>Senna reticulata</i>
	<i>Serjania</i> sp.
	<i>Solanum</i> aff. <i>lanceifolium</i>

Fuente: GIZ, (2021).

Conclusión

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, el Humedal La Garcera presenta un estado de conservación bajo, con ausencia de cuerpo de agua. La vegetación es típica de bosque seco tropical con presencia de cultivos de arroz y de otros cultivos característicos de la zona.

3.2. FAUNA

3.2.1. MARCO TEÓRICO

3.2.1.1. Zooplancton

Está representado por especies de varios philla: protozoarios, rotíferos, celenterados, briozoarios y sobre todo por algunos grupos de crustáceos tales como los cladóceros, los copépodos y los ostrácodos. Cabe citar también las larvas de muchos insectos y los huevos y larvas de peces. La mayoría de organismos que pertenece al zooplancton se alimentan de otros animales más pequeños. El zooplancton está compuesto, desde el punto de vista trófico, por consumidores primarios herbívoros y consumidores secundarios (Marcano, 2003).

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. Así se ha comprobado que existen muchas especies que se encuentran en los lagos de Europa que se encuentran también en los lagos de Norteamérica. Muchas especies de aguas dulce templadas que se encuentran también en aguas tropicales. Los grupos de seres vivos que presentan especies con mayor grado de cosmopolismo son: las diatomeas, los dinofalgelados, las clorofíceas, los protozoarios y los copépodos (Marcano, 2003).

Producción secundaria del zooplancton: La producción secundaria de los cuerpos de agua está sustentada por el zooplancton, el zoobentos y los peces. Participan en ella tanto vertebrado como invertebrados que interactúan de manera compleja en el aspecto trófico porque sus relaciones pueden cambiar durante el ciclo de vida o de un lugar a otro. 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 (González, 1988).

Rotíferos: Los rotíferos son un filo de animales metazoarios invertebrados, microscópicos, con simetría bilateral, segmentación aparente, porción caudal ahorquillados y cubiertos las hembras de una cutícula endurecida, la lorica. 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. Son unisexuales; los machos carecen de lorica, son diminutos o degenerados o faltan, en cuyo caso la reproducción es partenogénica estacional. Abundan en las aguas estancadas y atraviesan, cuando las condiciones son desfavorables, estados de enquistamiento y vida latente.

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, coclomorfosis muy evidentes y gran capacidad migratoria (Gonzalez, 1988). Son filtradores y se consideran que en aguas eutróficas hay más cladóceros y rotíferos que copépodos. En los cladóceros adultos el número de mudas es más variable que en los estadios juveniles, variando desde una pocas mudas hasta más de veinte (Wetzel, 1981).

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 (Gonzalez, 1988). Los organismos de este orden se puede dividir en tres subordenes: Calanoides, Ciclopoides y Harpaticoides, estos tres órdenes se distinguen por la estructura del primer par de antenas, por el urosoma y el quinto par de patas.

3.2.1.2. Macroinvertebrados

Dentro del grupo de los macroinvertebrados acuáticos pueden considerarse a todos aquellos organismos con tamaños superiores a 0.5 mm y que por lo tanto se pueden observar a simple vista, de esta manera, se pueden encontrar poríferos, hidozoos, turbelarios, oligoquetos, hirudíneos, insectos, arácnidos, crustáceos, gasterópodos y bivalvos. El Phylum Arthropoda representa el grupo más abundante, dentro del cual se encuentra las clases Crustácea, Insecta y Arachnoidea (Roldán & Ramírez, 2008).

En ecosistemas lénticos, como lagos, charcas, represas y humedales, los macroinvertebrados pueden estar asociados tanto a las zonas de litoral como a la limnética y la profunda, en las que la mayor diversidad se encuentra hacia las zonas de litoral debido a la presencia de vegetación acuática (que favorece su desarrollo), mientras en la zona limnética, es decir de aguas abiertas unas pocas especies de macroinvertebrados flotantes pueden vivir y finalmente en la zona profunda una diversidad menor con especies abundantes (Roldán & Ramírez, 2008).

Los grupos de macroinvertebrados de aguas dulce presentan una gran variedad de adaptaciones, las cuales incluyen diferencias en sus ciclos de vida. Algunos macroinvertebrados desarrollan su ciclo de vida completo en el agua y otros sólo una parte de él, además el tiempo de desarrollo es altamente variable (depende de la especie y los factores ambientales), algunos con varias generaciones al año (multivoltinos) principalmente en la región tropical, otros con una generación (univoltinos) y una o dos generaciones (semivoltinos) (Hanson et al. 2010).

Papel de la comunidad bentónica en la dinámica de los nutrientes: En cuanto a su papel ecológico, los macroinvertebrados se constituyen en el enlace para mover la energía hacia diferentes niveles de las cadenas tróficas acuáticas, por lo tanto controlan la productividad primaria ya que con el consumo de algas y otros organismos asociados al perifiton y el plancton (Hanson et al. 2010).

La materia orgánica que se va depositando en el fondo de lagos y ríos entra en proceso de descomposición durante el cual se liberan los nutrientes, los que deben regresar al cuerpo de agua para continuar así el ciclo de producción. En este paso los organismos bentónicos desempeñan un papel importante en la remoción de estos nutrientes. Muchos de ellos, que viven sobre el fondo o enterrados en él en su proceso de movimiento para buscar alimento, oxígeno y protección, remueven los sedimentos, ayudando de esta manera a liberar los nutrientes allí atrapados (Roldán & Ramírez, 2008).

Los macroinvertebrados acuáticos y su uso como bioindicadores de la calidad del agua: El uso de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de las aguas de los ecosistemas lóticos y lénticos (ríos, lagos o humedales) está generalizándose en todo el mundo (Prat et al. 2009). Su uso se basa en el hecho de que dichos organismos ocupan un hábitat a cuyas exigencias ambientales están adaptados. Cualquier cambio en las condiciones ambientales se reflejará, por tanto, en las estructuras de las comunidades que allí habitan. Un río que ha sufrido los efectos de la contaminación es el mejor ejemplo para ilustrar los cambios que suceden en las estructuras de los ensambles, las cuales cambian de complejas y diversas con organismos propios de aguas limpias, a simples y de baja diversidad con organismos propios de aguas contaminadas. La cantidad de oxígeno disuelto, el grado de acidez o basicidad (pH), la temperatura y la cantidad de iones disueltos (conductividad) son a menudo las variables a las cuales son más sensibles los organismos. Dichas variables cambian fácilmente por contaminación industrial y doméstica (Roldán & Ramírez, 2008).

3.2.1.3. Lepidopteros

En la clasificación taxonómica las mariposas se encuentran dentro del orden Lepidoptera, que quiere decir alas con escamas (lepidos=escama, pteron= ala). Sin embargo, este no es el único carácter que las define, aunque sí el más conspicuo (Kristensen et al., 2007; Llorente et al., 2014).

Lepidoptera se clasifica dentro del filo Artropoda, subfilo Hexapoda, clase Insecta, subclase Pterigota y superorden Endopterigota, cuyas características principales son presentar exoesqueleto quitinoso, apéndices articulados, tener una organización corporal característica con cabeza, tórax y abdomen, tres pares de apéndices torácicos, un par de antenas, tres grupos de mandíbulas (mandíbulas, maxilas y labio), frecuentemente dos pares de alas que se desarrollan internamente y una metamorfosis completa (holometábolos) (Brusca y Brusca, 2005; Díaz y Santos, 1998; Flórez et al., 2015; Padilla y Cuesta, 2003).

Las mariposas además de cumplir un importante rol en la polinización y en la cadena trófica (Ghazanfar et al., 2016; Ospina, 2014), tienen altas tasas de reproducción y se encuentran en un nivel trófico bajo, debido a esto, responden rápidamente al impacto ambiental, incluida la fragmentación, la modificación del hábitat, la alteración ecológica, el cambio climático y la contaminación química, por lo tanto, el inventario de sus comunidades a través de medidas de diversidad y riqueza representan una herramienta válida para evaluar el estado de conservación o alteración del medio natural (Kremen et al., 1993; Oostermeijer y van Swaay, 1998). El legado natural sobre el cual se construye hoy Colombia, lo caracterizan como uno de los países neotropicales más diversos, exhibiendo el 10% de la biodiversidad mundial, con un registro de 3642 especies de mariposas diurnas, lo que equivale al 19.4% de todas las especies de mariposas del planeta, de las cuales 350 son endémicas, catalogándose como el país con más especies de mariposas en el mundo (Andrade, 2002; SIB, 2021; Garwood et al., 2021).

Sin embargo, esta diversidad se ha visto opacada por la deforestación, actividades ganaderas y agrícolas, el aumento de la urbanización, la contaminación atmosférica, turismo, entre otros factores (Andrade, 2011), afectando de esta manera la conectividad y el flujo genético entre las diferentes poblaciones de mariposas, como también generando algunas extinciones locales (Mahecha et al., 2011).

Es el caso de los humedales, los cuales se están viendo afectados por la fragmentación de estos hábitats, generando una reducción de espacios para el flujo genético entre las poblaciones de las diferentes especies de flora y fauna, ocasionando posibles cuellos de botella y extinciones locales (Murillo et al., 2018). Por lo anterior, se hace necesario conocer la diversidad de lepidópteros diurnos presente en estos sitios, con el fin de contribuir en acciones que protejan la biodiversidad local y minimicen la pérdida de estos ecosistemas naturales.

3.2.1.4. Ictiofauna

Colombia posee una enorme diversidad de especies ícticas, en total 1610, 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 775 especies, seguida del Orinoco con 728 especies, en su orden le siguen Magdalena-Cauca con 233, Caribe con 231 y Pacífico con 128 (DoNascimento et al., 2018).

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 et al., 2005; Zuñiga-Upegui et al., 2005; Castro-Roa, 2006).

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; López-Delgado, 2013; Albornoz-Garzón y Conde-Saldaña, 2014; Montoya-Ospina et al., 2018).

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.

3.2.1.5. Herpetofauna

Dentro de la herpetofauna se ubican aquellos organismos reptantes, incluyendo anfibios y reptiles, los cuales de acuerdo a sus características metabólicas e historia evolutiva se encuentran altamente relacionados entre sí, compartiendo no sólo hábitats sino aspectos comportamentales y alimenticios muy parecidos (Rodríguez *et al.*, 2009).

En Colombia, estos grupos constituyen el 2,73% de la diversidad del país, encontrándose reportadas 851 especies de anfibios (Acosta-Galvis, 2021; SiB, 2021) y 743 de reptiles (SiB, 2021), constituyendo además uno de los grupos más amenazados por la pérdida de hábitat y el comercio de especies (Morales-Betancourt *et al.*, 2015). Por ejemplo, en el caso de los anfibios, para el año 2021 se ha reportado que 53 especies se encuentran consignadas dentro de alguna de las categorías de riesgo existentes en la IUCN (13 especies en peligro crítico, 25 especies en peligro y 15 especies vulnerables), estimándose además que 39 especies son objeto de comercio y se encuentran acogidas dentro de los apéndices de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies (CITES) (SiB, 2021).

Respecto a los reptiles, pese a que el país, se posiciona como el tercero más diverso en relación con este grupo, desde principios de siglo se ha observado un declive drástico en sus poblaciones –especialmente de tortugas y crocodílicos-, de manera que más de un 9% se encuentran amenazadas de extinción y 20% de especies que no cuentan con datos suficientes para ser categorizadas adecuadamente (Morales-Betancourt *et al.*, 2015). En este sentido, para este año se ha estimado que 44 de

las especies registradas en el país se encuentran amenazadas (diez en peligro críticos, 16 en peligro y 15 vulnerables) y 40 son objeto de comercio por lo cual se contemplan dentro de los apéndices del CITES (8 en el apéndice I, 29 en el apéndice II, y dos en el apéndice III) (SiB, 2021).

Generalidades Clase Amphibia. Los anfibios se caracterizan por presentar dos o más etapas en su vida, una ligada al agua y otra a la tierra. En su mayoría exhiben una metamorfosis completa en la cual los huevos son dispuestos en el agua o en ambientes húmedos para luego al pasar por una serie de cambios embrionales hasta llegar a la etapa adulta o reproductiva (Vargas y Castro, 1999).

En general, los individuos presentan una etapa de huevo seguida por una larval durante la cual cuenta con capacidad natatoria y branquial para filtrar el oxígeno disuelto en el agua. Tras modificar su respiración por una pulmonar (relativamente ineficaz en comparación con la de otros vertebrados terrestres) y sus hábitos alimenticios de filtradores a predadores, los organismos sufren cambios anatómicos que implican no solo la aparición de estructuras motrices predisuestas a la tierra sino la pérdida de su capacidad natatoria en algunos casos (Vargas y Castro, 1999). Sin embargo, algunos organismos no presentan un estado de metamorfosis, como el caso de la familia Craugastoridae, o conservan sus branquias y estructuras natatorias durante toda la vida como el axolote (*Ambystoma mexicanum*) (Angulo *et al.*, 2006).

Así mismo, los anfibios se agrupan en tres órdenes taxonómicos: Anura (ranas o sapos), Urodela (salamandras) y Apoda (cecilias), los cuales presentan piel siempre húmeda, así como respiración cutánea mediada por glándulas en la piel, lo cual en algunos casos les brinda la capacidad de exudar sustancias tóxicas como método de defensa. Además, poseen un corazón tricameral en su estado adulto (las larvas poseen dos), una cola muy poco desarrollada o carecen por completo de ella, fertilización externa o interna (dependiente de la especie), los machos son generalmente más pequeños que las hembras y pueden o no tener cuidado parental (Heyer *et al.*, 1994).

Diversidad de anfibios. A la fecha se registran cerca de 7800 especies de anfibios en el mundo, representadas principalmente por el orden Anura (~6870 especies), seguido por Caudata (~720 especies) y Gymnophiona (~210 especies). En Colombia, se han descrito 791 especies de ranas, 27 de salamandras y 33 de apodos, por lo cual ocupa el segundo puesto a nivel mundial en diversidad de anfibios a nivel mundial después de Brasil (Urbina-Cardona y Cáceres-Andrade, 2009).

Generalidades Clase Reptiles. Este grupo se caracteriza principalmente por presentar escamas protectoras alrededor de su cuerpo, no presentan metamorfosis, ser ovíparos y en determinados casos ser partenogénicos, (Angulo *et al.*, 2006). Además, son organismos pulmonados, tricamerales (tetracamerales en el caso de los cocodrilos), los cuales presentan reproducción interna y pueden tener o no

cuidado parental. Cuentan con dientes, garras, colmillos y en algunos casos desarrollan sustancias tóxicas empleadas por los individuos con fines de protección y caza (Angulo *et al.*, 2006).

La clase se divide en cinco grupos: Testudines (tortugas), Squamatas (lagartos y serpientes), Crocodylia (cocodrilos) y Rhynchocephalia (tuátaras), este último presente únicamente en Nueva Zelanda (Rueda-Almoacid *et al.*, 2004).

Diversidad de reptiles. A la fecha The Reptile Database reporta 11440 especies de reptiles a nivel mundial (Uetz *et al.*, 2021), de los cuales Colombia cuenta con aproximadamente 750 especies descritas posicionándose como el tercero a nivel mundial (Castro-Herrera y Vargas-Salinas, 2008; SiB, 2021). En este sentido, Squamata cuenta con ~570 especies, seguido de Testudines con ~35 especies y Crocodylia con cerca de seis especies (Galvis-Rizo *et al.*, 2015).

Los herpetos como indicadores de la calidad del hábitat. Los anfibios y reptiles cumplen funciones cruciales en el ecosistema, sin embargo su importancia ha sido subvalorada y pobremente entendida (Morales-Betancourt *et al.*, 2015). Entre los principales servicios que prestan, estos grupos son parte fundamental de las redes tróficas, cumpliendo roles como presas, depredadores, comensales, dispersores de semillas, polinizadores, entre otros, contribuyendo sistemáticamente a la salud y el flujo energético entre los hábitats terrestres y acuáticos (Valencia-Aguilar *et al.*, 2013; Urbina-Cardona *et al.*, 2015).

Ambos grupos poseen una gran importancia ecológica no solo por su diversidad de especies, sino porque sus altos endemismos les hace excelentes bioindicadores del estado de conservación de una región determinada (Ruiz y Lynch, 1997). Además, debido a que muchas de sus especies muestran una asociación directa con el agua (desarrollando parte de su ciclo de vida en este hábitat) o con tipos de hábitats específicos, se han convertido en uno de los principales taxones bioindicadores del estado de conservación o degradación de ecosistemas estratégicos como los humedales (Quiroga, 2007; Gorka, 2010; Böhm *et al.*, 2013).

Pese a que la respuesta que presentan los herpetos es variada y depende del contexto espacial de la riqueza, la comunidad y/o las poblaciones sometidas a estrés ambiental (Duellman y Trueb, 1994; Di Tada *et al.*, 1996; Driscoll, 2004; Sanabria *et al.*, 2007; Bionda *et al.*, 2012; Hernández-Córdoba *et al.*, 2013; Theisinger y Ratianarivo, 2015 en Román-Palacios *et al.*, 2017), de forma general, los procesos de transformación causados principalmente por actividades antropogénicas como la pérdida de hábitat, el cambio climático, las enfermedades emergentes, entre otros, han ocasionado que muchas de sus poblaciones se encuentren en declive (Crump, 2003; Young *et al.*, 2004; Mendelson *et al.*, 2006; Pounds *et al.*, 2006; Urbina-Cardona y Cáceres 2009; Böhm *et al.*, 2013; Valencia-Zuleta *et al.*, 2014; Román-Palacios *et al.*, 2017), posicionándolos como grupos prioritarios objeto de conservación.

En este sentido, el deterioro ecosistémico es altamente perjudicial para los anfibios, debido a aspectos fisiológicos propios del grupo como la permeabilidad de su piel, lo cual les hace más susceptibles a los cambios en la humedad y la temperatura ambiental (Angulo, 2002; Méndez-Narváez, 2014). Del mismo modo, su alta dependencia a un territorio y limitado desplazamiento, restringen la colonización de nuevas áreas y promueven una respuesta más visible a los cambios ambientales abruptos (Blaustein *et al.*, 1994; Marsh y Pearman 1997; Méndez-Narváez, 2014). Por su parte, los reptiles también pueden ser sensibles a la reducción en la calidad del hábitat (Gibbons *et al.*, 2000), siendo las especies menos móviles y con distribución más restringida las más propensas a ser afectadas (Reading *et al.*, 2010). Sin embargo, ya que gran parte de sus especies no son abundantes a nivel local, la estimación del estado de sus poblaciones son aún un desafío (Gibbons *et al.*, 2000, Rueda-Almonacid *et al.*, 2004).

Con base en todas sus características, fisiológicas, morfológicas y etológicas, algunos autores como Valencia y Garzón (2011), señalan que las consecuencias del estrés ambiental al cual son sometidos los herpetos una vez su hábitat se ve perjudicado son muy variables. Entre los principales efectos se encuentran las fluctuaciones y cambios en las tendencias poblacionales, así como anomalías genéticas, comportamentales, morfológicas y fisiológicas, siendo la más evidente, un aumento en la tasa de mortandad (Valencia y Garzón, 2011).

Por todo lo mencionado, autores como Soto (2009), Suárez-González, (2017) y Troya-Caicedo (2017), hacen hincapié en la importancia tanto de los anfibios como los reptiles, como indicadores de la salud ambiental de los hábitats principalmente aquellos que presentan algún componente acuático.

3.2.1.6. Avifauna

Generalidades y diversidad de aves en Colombia. Las aves constituyen uno de los grupos vertebrados más diversos, comprendiendo cerca de 11000 especies a nivel mundial y entre 1954 (ACO, 2020) y 1999 (SiB, 2021) especies a nivel nacional (pertenecientes a 31 órdenes, 94 familias, 741 géneros y 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 (SiB, 2021) 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-C., 2011; SiB, 2021) y poco más del 4,5% del total de especies presentes en el país son endémicas (Avendaño *et al.*, 2017). Así, según los reportes del Sistemas de información sobre biodiversidad en Colombia (SiB, 202) y con base en los datos de Renjifo *et al.* (2014), obtenidos a partir de la evaluación de 118 especies registradas

en los bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica, se reporta que 68 (actualmente 133) de ellas se encuentran en diferentes categorías de amenaza de las cuales seis se encuentran en peligro crítico (16 según el SiB), 26 en peligro (54 según el SiB) y 36 vulnerables (63 según el SiB).

Las aves como indicadoras 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 se consideran 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 no solo radica en su carácter carismático, sino también se basa en el hecho de que proporciona un medio rápido, confiable y replicable de evaluación del estado de la mayoría de hábitats terrestres y acuáticos, facilitando la realización de comparaciones a lo largo de gradientes climáticos y ecológicos en cuanto a su 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 hecho, 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).

Además, este grupo posee una serie de características que le hace ideal para inventariar gran parte de la comunidad con un buen grado de certeza (Osorio-Huamaní, 2014). Por ejemplo, presentan comportamientos llamativos (diurnas, muy activas y altamente vocales), su identificación es rápida y confiable, son fáciles de detectar durante casi todo el año -excepto aquellas especies que presentan movimientos locales o migraciones-, cuentan con gran cantidad de información consignada en libros y publicaciones científicas, presentan una gran diversidad y especialización ecológica y exhiben diferentes grados de sensibilidad a perturbaciones ambientales (Villareal et al., 2004).

Pese a estas bondades, solo algunas especies pueden funcionar como indicadoras de condiciones biológicas particulares del hábitat, ya que “no necesariamente las aves pueden 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 “pueden 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). Así mismo, 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 sí misma pero no se encuentra justificada por la diversidad de otros grupos.

En contraste, autores como Niemelä (2000), Becker (2003), Estrada-Guerrero y Soler-Tovar (2014), Echevarria (2018), entre otros, han mencionado que este grupo funciona como un buen indicador de la calidad ambiental, gracias a que responde a través de aspectos cualitativos (problemas reproductivos, adelgazamiento de la cáscara de los huevos, muerte, entre otros) y cuantitativos (cambios en la riqueza, diversidad y abundancia de especies) a los distintos cambios que puede sufrir su hábitat como producto de la degradación, marcando además de manera eficiente una pauta para establecer las acciones y decisiones a tomar en caso de que ocurran cambios drásticos en ellos.

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.

1.3. 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 de este ecosistema por parte de la avifauna se hace evidente con el carácter residencial permanente o temporal que muestran las aves acuáticas (Castellanos, 2006) en el país, de modo que algunas especies han desarrollado adaptaciones morfológicas, fisiológicas y etológicas para hacer un uso más eficiente de los recursos (refugio y alimento).

Sin embargo, gracias a su mayor flexibilidad, otras tantas especies emplean estos hábitats 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).

Así mismo, las aves registradas dentro o en inmediaciones a humedales hacen parte de sistemas conectados con procesos y funciones ecosistémicos, por lo que es usual que su diversidad y abundancia 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 GIZ, 2010; 2015; 2016; 2018; 2019), conviene definir grupos particulares de especies como indicadores 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 una baja en el estado del hábitat en vez de una mejora (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).

3.2.1.7. Mastofauna

La clase Mammalia es el grupo de mayor diferenciación biológica de todo el reino animal, siendo diversos en tamaños, formas y funciones, distinguiéndose de otros animales por la forma del cráneo, el desarrollo y especialización de las piezas dentales, la presencia de pelo en algún momento de su vida y la presencia de glándulas sudoríparas, sebáceas y mamarias (Duque et al. 2019; Hickman et al. 1998; Vera, 2017). Este grupo, a pesar de no ser los vertebrados más diversos en términos de riqueza de especies, exhiben una gran diversidad morfológica y funcional, que les permite tener una influencia muy importante en el resto de la diversidad biológica, pues cumplen con importantes procesos ecológicos, entre los que se encuentran la polinización, la dispersión de semillas y el control poblacional de otras especies (González et al. 2013).

Para Colombia en la actualidad se registran 543 especies de mamíferos, pertenecientes a 14 órdenes, 50 familias y 214 géneros, ocupando el sexto lugar en términos de biodiversidad mundial de mamíferos y el cuarto en el continente americano (SIB, 2021). Sin embargo, esta diversidad no se encuentra homogéneamente distribuida en el país, debido a la gran variedad de climas y de microclimas presentes, los cuales conducen a la formación de comunidades adaptadas a condiciones especiales (Cuartas y Muñoz, 2003). Tal es el caso de los ecosistemas andinos, que albergan una gran diversidad biológica, pues se caracterizan por el alto grado de endemismo y un marcado recambio a nivel regional (Liévano y López, 2015). Es de destacar que, dentro de estas formaciones andinas, se encuentra el departamento del Tolima, el cual está representado por 126 especies de mamíferos, agrupadas en 88 géneros, 30 familias y 12 órdenes entre los que se resaltan Chiroptera y Rodentia como los más diversos con 71 y 18 especies respectivamente (García et al. 2019).

Cabe recalcar que el orden Chiroptera, comúnmente conocidos como murciélagos, constituyen el orden de mamíferos ecológicamente más diverso del planeta (Bracamonte, 2018), siendo fundamentales en procesos como la polinización,

debido a que son capaces de transportar grandes cargas de polen a distancias considerables, igualmente cumplen un rol indispensable en procesos de regulación como la dispersión de semillas y en la cadena trófica al ser consumidores primarios, secundarios y terciarios (Fleming et al. 2009; Kunz et al. 2011). Además, los murciélagos han sido sugeridos como importantes indicadores ecológicos, por su sensibilidad a una amplia gama de tensiones ambientales a las que responden de manera predecible (Jones et al. 2009).

Por otro lado, los humedales se encuentran entre los ecosistemas de mayor importancia ecológica y económica del mundo, debido a los innumerables servicios ecosistémicos que brindan, como el suministro de agua dulce, de alimentos, materiales de construcción y la mitigación del cambio climático (Hernández et al. 2018). Para los mamíferos, en especial para los quirópteros estos ecosistemas ofrecen diversos microhábitats que proveen refugio, áreas de reproducción, crianza y alimento pues favorecen la colonización, reproducción y alimentación de insectos acuáticos (García et al. 2020; Gordillo et al. 2015). Sin embargo, la forma en la que los murciélagos utilizan estos recursos en los humedales y áreas circundantes dependen de sus rasgos funcionales (García et al. 2020). Por lo anterior, se hace necesario generar estrategias de conservación en estos ecosistemas que permitan ampliar el conocimiento y orientar el manejo y cuidado de los mamíferos asociados a estos biomas.

3.2.2. METODOLOGÍA

3.2.2.1. Zooplancton

Métodos de campo: se utilizó una red de malla fina con tamaño de poro definido para zooplancton de 55 μ , que permiten observar de manera cualitativa las comunidades de plancton existentes en la zona, con la red los organismos se obtienen por filtración y la selección se realiza según sea el tamaño del poro. La red arrojadiza consta de un tronco con un diámetro de aproximadamente 25 cm y una longitud de 1 m, el poro de la red es de 25 micras y un vaso receptor de 1 litro de capacidad (Figura 24).

La red se mantiene de manera subsuperficial por un tiempo de 5 minutos y a una velocidad constante y arrastres lineales (Figura 24), en total en el humedal se hicieron tres arrastres en áreas distintas (Borde 1, Borde 2 y Centro). Las muestras fueron depositadas en frascos de 500 ml y preservadas con formol buferizado al 10%.

Adicionalmente se elaboró una ficha de campo en donde se registraron los datos de la localidad y del hábitat de la zona muestreada, además cada una de las estaciones fue descrita y georeferenciada con GPS marca GARMIN- 60CSx.

Figura 24. Método de muestreo utilizado en la colecta de fitoplancton y zooplancton.



Fuente: GIZ, (2014).

Métodos de Laboratorio: se realizó la determinación y conteo de plancton con la ayuda de un microscopio óptico Motic BA-210, usando la cámara de conteo Sedgwick-Rafter (SR), que limita el área y volumen, permitiendo calcular las densidades poblacionales después de un periodo de asentamiento considerable, mediante un conteo en bandas. Finalmente, la densidad de células por unidad de área será calculada siguiendo la fórmula (APHA, 2012; Ramírez, 2000):

$$\text{organismos/mm}^2 = \frac{N \times A_t \times V_t}{A_c \times V_s \times A_s}$$

Dónde:

N = número de organismos contados,

At = Área total de la cámara (mm²)

Vt= Volumen total de la muestra en suspensión

Ac= Área contada (bandas o campos) (mm²)

Vs=Volumen usado en la cámara (ml)

As= Área del sustrato o superficie raspada (mm²)

Para el conteo se analizaron 30 campos en 1 ml de cada una de las muestras colectadas. Los organismos fueron observados bajo un microscopio óptico Motic BA-210, con el objetivo de 40X, y se obtuvo la medida de la densidad de organismos presentada como individuos por metro cuadrado (m²), para ello se utilizó el método de conteo de bandas por campos aleatorios descrito por APHA, (2012); Ramírez (2000).

La identificación taxonómica de las algas se hizo siguiendo las claves de Yacubson (1969), Prescott (1970), Needham y Needham (1978), Streble y Krauter (1987), Lopretto & Tell (1995), Ramírez (2000), y Bellinger y Sigee (2010), e ilustraciones

de algas en el libro de APHA y AWWA (1999). Además, se soportó la determinación de las algas con la base de datos electrónica.

3.2.2.2. Macroinvertebrados

Métodos de campo: Una vez ubicada la estación de muestreo, se realizó la recolección de los macroinvertebrados acuáticos asociados al cuerpo de agua, para lo cual se utilizó una metodología dirigida hacia la fauna asociada a macrófitas y otra dirigida hacia la fauna béntica.

Recolección de fauna asociada a macrófitas acuáticas: Se extrajo la vegetación macrófita flotante y emergente ubicada al interior de un cuadrante de 0.25 m² (Figura 25), posteriormente se realizó el lavado de dicho material (raíces, troncos y hojas sumergidas) haciendo pasar el agua que arrastró a los organismos a través de un tamiz de 0.3 mm de apertura, de manera que los organismos y el material particulado quedaron atrapados allí para obtener la muestra final.

Figura 25. Cuadrante de macrófitas para la recolección de macroinvertebrados acuáticos.



Fuente: GIZ, (2014).

Recolección de fauna béntica: Los macroinvertebrados bentónicos se recolectaron a partir del material sedimentado en el fondo del cuerpo de agua, de cual se extrajeron 2.5 litros que fueron lavados en un juego de tamices con un orden de aperturas de 2mm, 1 mm, 0.5mm y 0.3 mm (Figura 26).

Figura 26. Lavado de sedimentos en tamiz para la recolección de macroinvertebrados acuáticos.



Fuente: GIZ, (2014).

El material obtenido a partir de los dos procesos se almacenó en frascos plásticos, se fijó con alcohol al 70% y se etiquetó con los respectivos datos de recolección. Adicional a esto, se diligenció una ficha de campo por estación de muestreo, en la que se incluyen datos adicionales relacionados con variables ambientales y descripción de la estación de muestreo.

Métodos de laboratorio: Se realizó el procesamiento de muestras que incluyó la limpieza y separación de los organismos en alcohol al 70%, los cuales se determinaron hasta el nivel taxonómico de familia usando un estereomicroscopio Olympus SZ40. Para la determinación taxonómica se emplearon las claves y descripciones de McCafferty (1981), Machado (1989), Needham y Needham (1991), Rosemberg y Resh (1993), Lopretto y Tell (1995), Roldán (1996, 2003), Muñoz-Quesada (2004), Pointier et al. (2005), Merrit y Cummins (2008), Domínguez y Fernández (2009).

Finalmente, los organismos se organizaron siguiendo estándares nacionales y se ingresaron a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima sección Macroinvertebrados Acuáticos (CZUT-Ma).

3.2.2.3. Lepidopteros

Métodos de campo. Para la captura de ejemplares se utilizó el método de colecta con jama o red entomológica según las especificaciones de Villarreal et al. (2006) y Andrade et al. (2013). Estas colectas, se realizaron desde las 07:00 hasta 19:00 horas, con capturas al azar en transectos de longitud no definida (tipo sendero), tratando de abarcar gran parte del área de estudio para un total de 12 horas/jama/hombre.

Los ejemplares colectados se sacrificaron por presión digital en el tórax y se almacenaron en sobres triangulares de papel milano, registrando los datos de

captura como localidad, fecha, coordenadas, altura, hora, número de campo, número del lugar y método de colecta (Andrade et al. 2013). Para el transporte de los ejemplares se utilizó un recipiente de plástico hermético, cuyo interior contenía una base de silica gel, con el fin de evitar la proliferación de hongos por exceso de humedad y otras plagas (Ospina, 2014).

Métodos de laboratorio. Los ejemplares fueron sometidos al procedimiento de cámara húmeda durante un periodo de 48 horas, para lo cual se dispuso de un recipiente hermético cuya base contenía un paño absorbente humedecido con alcohol al 70%, esto con el fin de lograr el ablandamiento corporal, para su manipulación y montaje (Andrade et al. 2013). Una vez los ejemplares salieron de cámara húmeda, se les realizó un pinchazo en el tórax con alfileres entomológicos dependiendo de su tamaño y se realizó la extensión alar en láminas de poliestireno (icopor), permaneciendo allí aproximadamente ocho días, permitiendo un secado completo de los ejemplares (Ospina, 2014).

Para la determinación taxonómica de los ejemplares se utilizaron las claves, ilustraciones y descripciones de Andrade (1990), D'Abrera, (1982, 1984, 1987a, 1987b, 1989, 1994, 1995), De Vries, (1987), Ehrlich y Ehrlich (1961), Fox y Real (1971), García et al. (2002), Le Crom et al. (2002, 2004), Neild (1996). Adicionalmente, se utilizó la base de datos con galería fotográfica Butterflies of America (Warren et al., 2016). Una vez determinados, los ejemplares se ingresaron a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima, sección Lepidópteros (CZUT-LEP).

Análisis de datos. Se calculó la abundancia relativa y la riqueza específica, para familias, subfamilias y especies. Además, se consignó la información sobre categorías de amenaza nacional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo, 2017) y global (IUCN, 2021), apéndices CITES (2017) y migración (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y WWF, 2009).

3.2.2.4. Ictiofauna

Métodos de colecta. 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 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, adicionalmente, se utilizó una red de arrastre, realizando diferentes arrastres en los márgenes del humedal.

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 de la Universidad del Tolima, en la ciudad de Ibagué. Una vez en el laboratorio, el material biológico se pasó a alcohol al 70% para su preservación final.

Métodos de Laboratorio: El material íctico se determinó taxonómicamente empleando literatura especializada de Maldonado-Ocampo et al, (2005) y García-Alzate et al., (2015); posteriormente, se realizó el ingreso del material a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima, sección – Ictiología (CZUT-IC).

3.2.2.5. Herpetofauna

Métodos de campo. Los muestreos se realizaron mediante la técnica de búsqueda libre, sin restricciones, por encuentro visual. Se evaluaron áreas cercanas a los 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 entre las 06:00 y las 08:00 h con el fin de detectar aquellas especies de hábitos diurnos (p.e. familia Dendrobatidae); entre las 11:00 y las 14:00 para aquellos reptiles que se exhiben y posan con el fin de termoregularse (principalmente lagartos) y entre las 18:00 y las 22:00, para organismos que demuestran una mayor actividad nocturna (Angulo et al., 2006).

Figura 27. Procedimiento de búsqueda y captura de herpetos.



Fuente: GIZ (2021)

Los animales colectados fueron fotografiados y determinados, además se realizaron anotaciones respecto a su coloración en vida y la actividad que realizaba al momento de la captura. Los individuos seleccionados se sacrificaron mediante técnica de punción cardíaca con Xilocaina, para serpientes y animales de tamaño grande, mientras aquellos con respiración cutánea y de tamaño pequeños fueron sacrificados empleando un anestésico de Lidocaina aplicable. Posteriormente, los individuos fueron puestos en bandejas plásticas con papel absorbente e impregnados con formol al 10%, hasta su posterior tratamiento para ser ingresados en colección (Heyer et al., 1994; Angulo et al., 2006).

Figura 28. Procedimiento registro de herpetos.



Fuente: GIZ (2021)

Métodos de laboratorio. Los individuos colectados fueron transportados al laboratorio del Grupo de investigación en Zoología de la Universidad del Tolima, donde fueron preservados, de acuerdo al protocolo propuesto por McDiarmid (1994): Se lavaron con agua destilada por dos horas, luego se colocaron en etanol

al 70% por tres días y finalmente, se conservaron en etanol al 70% limpio. Después de pasado quince días, los organismos fueron sometidos a la eliminación del fijador y posteriormente preservados en alcohol al 70% para ser ingresados a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima (CZUT) (Heyer et al., 1994; Angulo et al., 2006).

Se realizó y confirmo 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 CZUT, sección Anfibios y Reptiles. Finalmente, los organismos fueron ingresados a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima (CZUT-A; CZUT-R).

3.2.2.6. Avifauna

Métodos de campo. Para la determinación de la composición taxonómica de la avifauna dentro del humedal La Garcera, 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), se abrieron en los 15 minutos siguientes al amanecer y su 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 operaron durante un día en horarios de 06:00-11:00 h y 15:00-18:00 h, para conseguir un esfuerzo de 40 horas red/muestreo (Figura 29).

La extracción de las aves capturadas se realizó mediante el método de sujeción del cuerpo y la técnica de patas primero, descritas por Ralph et al. 1993) y Ralph et al. (1996), proporcionando agilidad en la extracción de los ejemplares y garantizando su integridad. A cada una de las aves se le tomaron los datos relacionados con 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).

Conteo por puntos. Mediante el uso de binoculares (Bushnell 10x42), se contaron, identificaron y registraron las aves detectadas desde un sitio definido o “punto de conteo”. 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 30).

Figura 29. Procedimiento de captura de aves en el Humedal La Garcera, ubicado en el municipio de Saldaña (Tolima).



Fuente: GIZ (2021)

Figura 30. Metodología de puntos de conteo y observaciones libres implementada en el Humedal La Garcera, ubicado en el municipio de Saldaña (Tolima).



Fuente: GIZ (2021)

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 o grabarlo 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 et al. (2010) y Ayerbe (2018). El listado general de las aves siguió la nomenclatura y el orden taxonómico sugerido por Remsen et al. (2021).

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

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

3.2.2.7. Mastofauna

Métodos de campo:

Mamíferos voladores: El registro se llevó a cabo por medio de cuatro redes de niebla de 12 metros de largo por 2.6 metros de alto, las cuales fueron ubicadas a nivel de sotobosque, de acuerdo a las características florísticas del humedal (Tirira, 1998). Estas redes permanecieron abiertas entre las 17:00 y 21:00 horas, siendo revisadas cada 20 minutos. El manejo de los individuos capturados se realizó siguiendo los lineamientos de la Sociedad Americana de Mastozoología (Sikes et al., 2016).

Posterior a la captura y como herramienta básica para la determinación taxonómica de las especies, se llevó a cabo el registro fotográfico y la toma de medidas morfométricas y morfológicas, consignadas en fichas de campo, además, se registró el sexo y la condición reproductiva de acuerdo con la metodología propuesta por Kunz et al. (1996). Asimismo, se consignaron los datos de localización, como departamento, municipio, vereda, coordenadas geográficas y altura sobre el nivel del mar (Figura 31). Finalmente, la determinación taxonómica se llevó a cabo por medio de las claves y guías ilustradas de Díaz et al. (2016), Gardner (2007), Sánchez et al. (2014), Velazco y Patterson (2019).

Mamíferos medianos y grandes: Se realizaron búsquedas visuales por medio de un censo por rastreo sobre senderos con el objetivo de inspeccionar fecas, huellas, comederos, madrigueras, restos óseos entre otras evidencias de actividad (Villa et al. 2019). Para la determinación de estos registros se utilizó el manual de Aranda (2012).

Finalmente, 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 (Sánchez et al. 2004).

Figura 31. Toma de datos morfométricos y morfológicos de las especies colectadas en el humedal La Garcera, Saldaña (Tolima).



Fuente: GIZ, 2021.

Métodos de laboratorio. Todos los individuos fueron liberados, sólo en los casos fortuitos de muerte o cuya determinación taxonómica requirió la colecta, estos fueron sacrificados inyectando Roxicaina 2% lidocaína directamente en el corazón y con alcohol al 70% en el estómago, con el fin de conservarlos para el transporte. Los individuos fueron transportados al laboratorio del Grupo de Investigación en Zoología, para su procesamiento e ingreso a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima (CZUT), donde se les realizó el proceso de taxidermia siguiendo el método de piel rellena, sometiendo los cráneos a un tratamiento de limpieza con derméstidos para la toma de medidas morfométricas necesarias para su determinación (Díaz et al., 1998).

Análisis de datos. Para cada uno de los grupos se calculó la riqueza específica definida como el número de especies y la abundancia relativa a través de:

$$\% AR = (n1 / N) \times 100.$$

Donde:

AR= Abundancia relativa del taxón

n1= El número de individuos registrados de cada taxón

N= El número total de individuos registrados

Además, se consignó la información sobre gremios tróficos, categorías de amenaza nacional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo, 2017) y global (IUCN, 2021), apéndices CITES (2017), uso local, endemismo (Ramírez et al. 2016) y migración (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y WWF, 2009).

3.2.3. FAUNA PRESENTE EN EL HUMEDAL

3.2.3.1. Zooplancton

En el PMA de 2014 el zooplancton del humedal La Garcera estuvo compuesto por dos phylum, dos clases, tres órdenes, siete familias y ocho géneros (Tabla 8, Anexo B). La clase que reportó mayor abundancia relativa fue Monogononta y el menor valor correspondió a la clase Lobosea (Figura 31). La dominancia de los rotíferos (clase Monogononta), se relaciona con las características oportunistas de estos organismos, adaptadas al rápido crecimiento poblacional, plasticidad para adaptarse a diferentes fuentes alimenticias, este comportamiento, sumado a la baja presión de predación, por su pequeño tamaño, les proporciona ventajas competitivas sobre los otros grupos zooplanctónicos (Jaramillo & Aguirre, 2012).

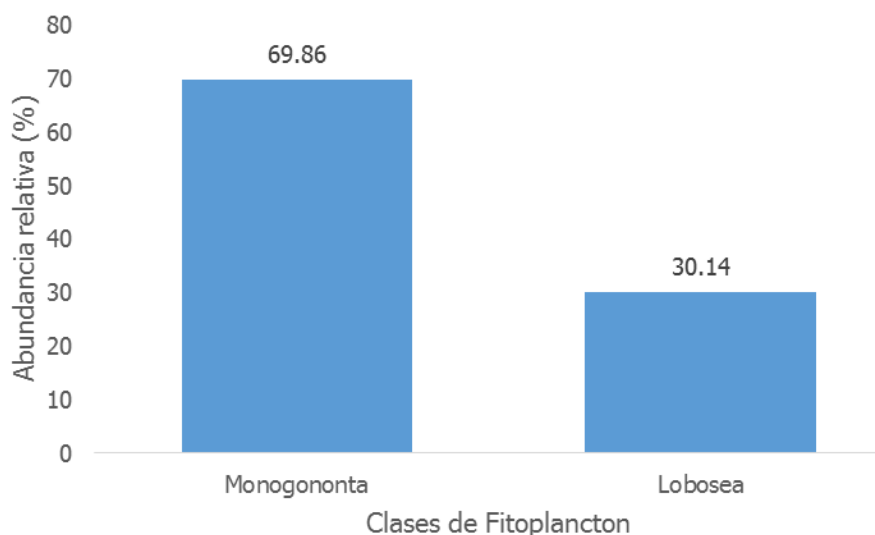
En el caso de los géneros, el mayor valor de abundancia relativa correspondió a Centropyxis, seguido de Lecane y Trichocerca (Tabla 9). Para el caso de las tecamebas pertenecientes al género Centropyxis, la alta densidad de estos organismos puede asociarse con la presencia de macrófitas y material vegetal en el humedal La Garcera, ya que este tipo de ambientes favorecen la presencia de tecamebas, adicionalmente estos resultados son concomitantes con lo reportado en otros estudios en donde este tipo de biota hace un aporte significativo a la productividad del ambiente (Bastidas & Modenutti, 2007).

Tabla 9. Zooplancton colectado en el humedal La Garcera.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Celulas/mm ²	AR%
Amoebozoa	Lobosea	Arcellinida	Centropyxidae	Centropyxis	427	30.14
Rotífera	Monogononta	Flosculariaceae	Conochilidae	Indeterminado	136	9.59
			Testudinellidae	Filinia	97	6.85
		Ploimida	Brachionidae	Brachionus	19	1.37
			Gastropodidae	Indeterminado	19	1.37
			Lecanidae	Indeterminado	19	1.37
				Lecane	388	27.40
			Trichotriidae	Trichocerca	310	21.92
2	2	3	7	8		
Total general					1416	100

Fuente: GIZ, (2014).

Figura 32. Abundancia relativa (%) de las clases de fitoplancton encontradas en el humedal La Garcera.



Fuente: GIZ, (2014).

3.2.3.2. Macroinvertebrados

En el PMA de 2014 se registraron los Phylum Annelida, Arthropoda y Mollusca, dentro de los cuales se agrupan cinco clases, 12 órdenes y 20 familias. Arthropoda fue el phylum mejor representado (12 familias), con la clase Insecta como la que contribuye con un mayor número de familias (Tabla 10, Anexo C).

La Figura 33, muestra el número de familias con las cuales contribuyó cada orden, con valores entre una y cuatro familias. De esta manera, los órdenes Diptera y Coleoptera contribuyen con el 20 y el 15% de la riqueza en familias del humedal respectivamente, mientras los órdenes Araneae, Hirudinida, Lumbriculida, Odonata, Veneroida y Haplotaxida y la subclase Acari contribuyen con sólo el 5%.

La elevada presencia de insectos, de los órdenes Coleoptera y Diptera en el humedal, puede estar relacionado a que estos organismos conforman dos de los grupos con mayor abundancia y distribución a nivel mundial, los dípteros pueden ocupar hábitats muy variados que se relacionan con su régimen alimentario y mecanismo de respiración tales como ríos, arroyos, lagos, embalses, bromeliáceas y orificios de troncos viejos (Roldán & Ramírez 2008, Lizarralde de Grosso, 2009), mientras los coleópteros son en su mayoría terrestres pero cerca de 10.000 especies presentan en alguno de sus estadios de desarrollo en ecosistemas acuáticos (Archangelsky et al. 2009).

Tabla 10. Abundancia relativa (AR) de las familias de macroinvertebrados acuáticos registrados en el Humedal La Garcera (Octubre, 2013).

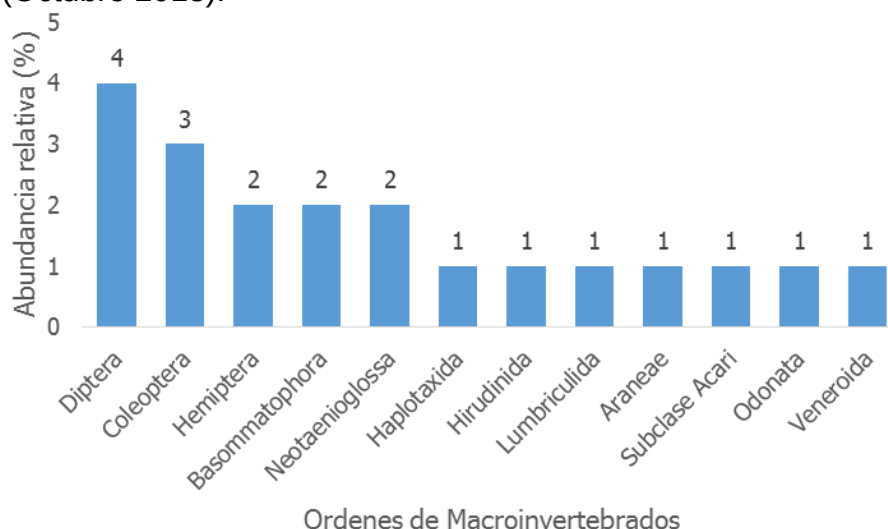
PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	AR(%)	BMWP/Col
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Haplotaxidae	1.2	1
		Hirudinida	Hirudinida	8.3	0
		Lumbriculida	Lumbriculidae	6.3	0
Arthropoda	Arachnida	Araneae	Araneae	0.1	0

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal La Garcera

	Insecta	Subclase Acari	Subclase Acari	0.1	0
		Coleoptera	Dytiscidae	0.1	9
			Hydrophilidae	0.7	3
			Noteridae	0.1	4
		Diptera	Ceratopogonidae	1.6	3
			Chironomidae	43.9	2
			Stratiomyidae	0.1	4
			Tipulidae	0.4	3
		Hemiptera	Belostomatidae	1.1	5
			Gerridae	0.1	8
		Odonata	Coenagrionidae	0.2	7
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Sphaeriidae	1.8	4
	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	1.4	3
			Planorbidae	0.1	5
		Neotaenioglossa	Hydrobiidae	22.7	8
			Thiaridae	9.6	5
Total	5	12	20		74
Resultado BMWP/Col					Acceptable

Fuente: GIZ, (2014).

Figura 33. Riqueza de familias de los órdenes encontrados en el Humedal La Garcera. (Octubre 2013).



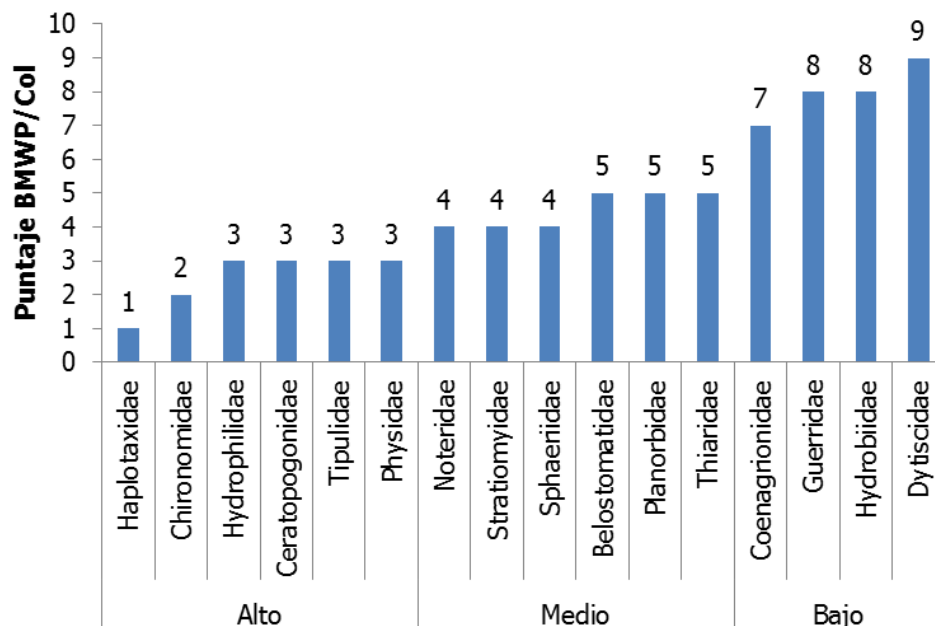
Fuente: GIZ, (2014).

De acuerdo con el índice BMWP/Col (Roldán1999, 2003) (Figura 34) el humedal presenta una calidad de agua aceptable, lo que significa que se trata de aguas ligeramente contaminadas. Los valores individuales para las familias de macroinvertebrados acuáticos muestran que en su mayoría corresponden a organismos con tolerancia alta y media a la contaminación, y pueden encontrarse en aguas desde altamente contaminadas hasta poco o moderadamente contaminadas (puntajes 1-6). Sin embargo, los organismos de las familias Coenagrionidae (Insecta: Odonata) Gerridae (Insecta: Hemiptera), Dytiscidae (Insecta: Coleoptera) e Hydrobiidae (Mollusca: Gastropoda), son propios de aguas limpias o poco contaminadas (Puntajes 7-9) (Figura 34). En cuanto a la abundancia relativa, las familias Chironomidae (43.9%) e Hydrobiidae (22.7%) fueron las más representativas en la comunidad (Tabla 10).

Los resultados, indican que las condiciones del humedal son adecuadas para el establecimiento de gran variedad de organismos que requieren niveles mínimos de contaminación así como aquellos que se relacionan con materia orgánica en descomposición, sin embargo, estos últimos se presentan en su mayoría en bajas abundancias, excepto la familia Chironomidae, relacionada con la presencia de detritos y materia orgánica en descomposición y por lo tanto, aguas con cierto grado de contaminación (Roldán, 1996; 2003; Giacometti & Bersosa, 2006).

Es necesario relevar que el orden Odonata (libélulas o caballitos del diablo), es propio de ecosistemas lénticos como pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas o poco profundas, rodeadas de abundante vegetación (Roldán & Ramírez, 2008), características que pueden encontrarse este humedal, su poca resistencia a fuentes de contaminación (Roldán & Ramírez, 2008), puede estar limitando su establecimiento en el presente humedal y por lo tanto su presencia es restringida en número de familias y en abundancia.

Figura 34. Puntaje BMWP/Col y nivel de tolerancia a la contaminación de las familias de macro invertebrados registradas en el Humedal La Garcera (Octubre-2013).



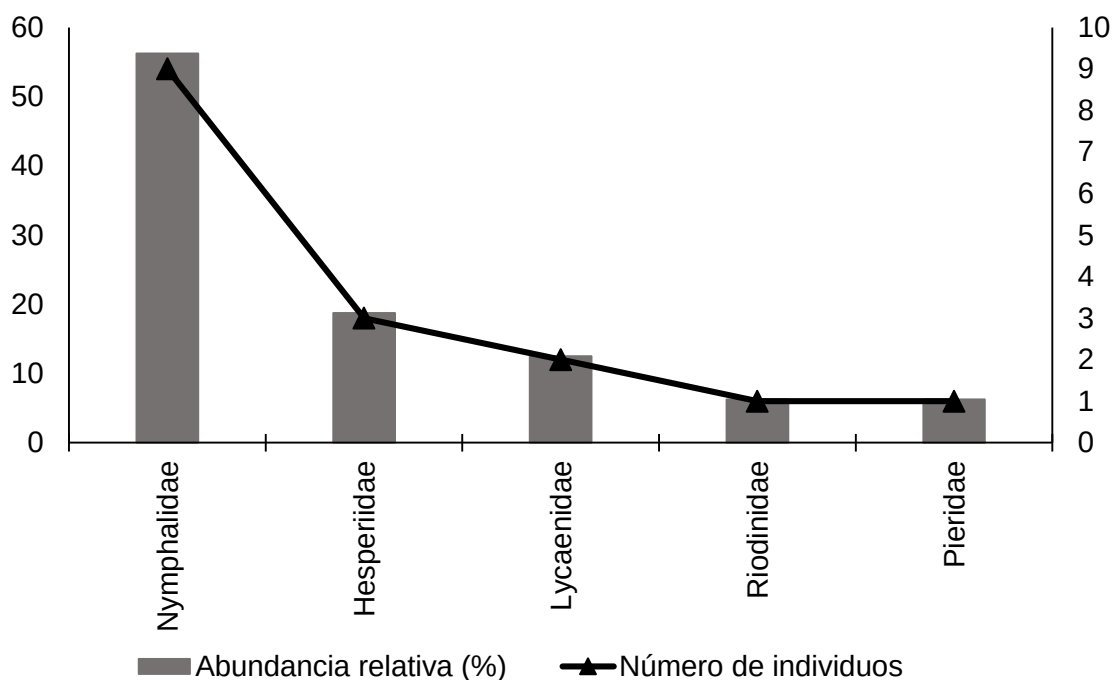
Fuente: GIZ, (2014).

El Humedal La Garcera presenta condiciones adecuadas para el establecimiento de gran variedad de macroinvertebrados acuáticos, con una calidad de agua aceptable (ligeros niveles de contaminación), por lo cual se presenta una riqueza de familias relevantes y por lo tanto puede considerarse como un sitio de interés para restauración y conservación.

3.2.3.3. Lepidopteros

En el ajuste del PMA, a 2021 se registraron 16 individuos, pertenecientes a cinco familias, siete subfamilias, 12 géneros y 12 especies (Tabla 11, Anexo F). Encontrando que la familia Nymphalidae mostro la mayor representatividad con una abundancia relativa del 56% (9 individuos), seguida de Hesperidae con 19% (3 individuos), Lycaenidae 13% (2 individuos) y finalmente, Riodinidae y Pieridae con una abundancia del 6% (1 individuo cada una) (Figura 35).

Figura 35. Abundancia relativa y riqueza de las familias de lepidópteros diurnos registradas en el humedal La Garcera, Saldaña (Tolima).



Fuente: GIZ, 2021.

La complejidad estructural del hábitat y la diversidad de formas de vegetación están en parte correlacionadas con la diversidad de especies, por lo tanto, un hábitat de mariposas exitoso debe incluir suficientes recursos alimenticios tanto para larvas como para adultos (Ramesh et al. 2010). Es decir, que la distribución y abundancia de las mariposas está determinada en parte, tanto por variables físicas, como por variables bióticas requeridas para su sobrevivencia y reproducción (Ramírez et al. 2007). Por lo anterior, se puede inferir que la falta de determinados recursos en especial la disponibilidad de plantas hospederas de la familia Aristolochiaceae, podrían explicar la ausencia de especies pertenecientes a la familia Papilionidae (Palacios et al. 2018).

Así mismo, el alto número de especies e individuos reportados para la familia Nymphalidae puede estar relacionada con su abundancia en número de subfamilias, géneros y especies, además de su diversidad de hábitos alimenticios y amplio rango de distribución, siendo capaces de ocupar una gran variedad de

hábitats (Boom et al. 2013; Campos et al. 2011, Freitas y Brown, 2004; González et al. 2016; Mercado et al. 2018; Palacios et al. 2018; Santos et al. 2011). Al igual que Nymphalidae, las mariposas de la familia Hesperidae son capaces de explorar ampliamente los microhábitats disponibles, desarrollando variedades morfológicas y diversificación de hábitos alimenticios, aprovechando diferentes recursos como el néctar floral, frutos, materia orgánica y sales minerales disueltas, lo que explica su abundancia en los monitoreos (Ríos et al. 2020).

Tabla 11. Lepidópteros diurnos registrados en el humedal La Garcera, Saldaña (Tolima).

Familia	Subfamilia	Especie	Número de individuos	AB %
Hesperidae	Eudaminae	<i>Autochton itylus</i> Hübner, 1823	1	6
Hesperidae	Eudaminae	<i>Spicauda</i> sp. (Evans, 1952)	1	6
Hesperidae	Hesperinae	<i>Corticea</i> sp. Evans, 1955	1	6
Lycaenidae	Theclinae	<i>Calycopis isobea</i> (A. Butler & H. Druce, 1872)	1	6
Lycaenidae	Theclinae	<i>Strymon</i> sp. Hübner, 1818	1	6
Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Eueides isabella</i> (Stoll, 1781)	1	6
Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Heliconius erato</i> (Linnaeus, 1758)	2	13
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Caligo illioneus</i> (Cramer, 1775)	1	6
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	4	25
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Taygetis laches</i> (Fabricius, 1793)	1	6
Pieridae	Pierinae	<i>Melete lycimnia euryimnia</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	1	6
Riodinidae	Riodininae	<i>Calephelis schausi</i> McAlpine, 1971	1	6

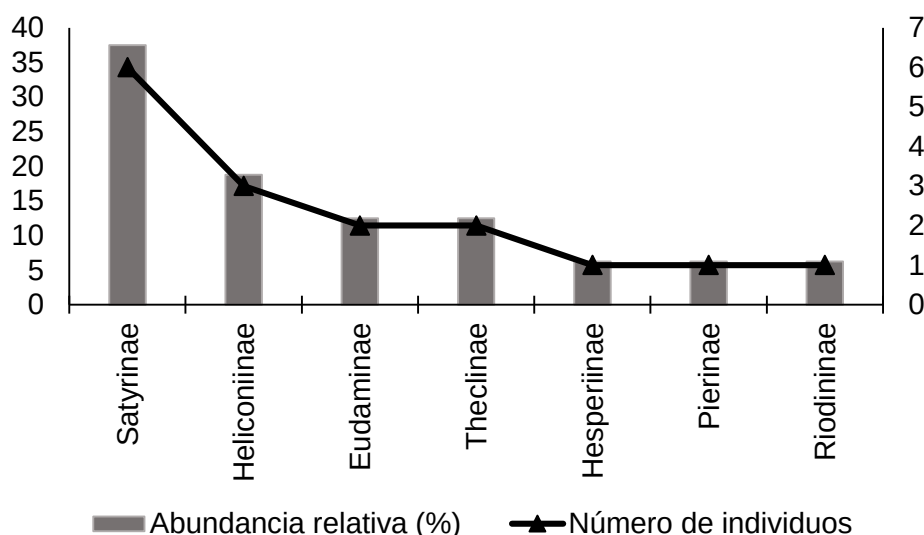
Fuente: GIZ, 2021.

Por otro lado, la baja abundancia presentada por Riodinidae puede estar relacionada, con la actividad restringida de estas especies, pues pasan la mayor parte de su etapa adulta contiguas al dosel de los bosques tropicales y muchas de ellas están limitadas temporal y espacialmente (Arellano et al. 2018). De igual manera, la poca representatividad de Pieridae se puede atribuir a un sesgo en la captura, pues esta familia incluye especies multivoltinas, que son de amplia distribución en el territorio y vuelan la mayor parte del año (Boom et al. 2013).

A nivel de subfamilias, se registró mayor abundancia para Satyrinae con 38% (6 individuos), seguida por Heliconiinae con 19% (3 individuos), Eudaminae y Theclinae con un 13% (1 individuo cada una, el resto de subfamilias presentaron abundancias de 6% (1 individuo) (Figura 36). Los resultados de la subfamilia Satyrinae están relacionados con que es uno de los grupos más diversos de

mariposas, comprendiendo más de la tercera parte de la diversidad de Nymphalidae, encontrándose en todos los continentes con excepción de la Antártida (Marín, 2011). Esta familia cosmopolita tiene gran importancia ecológica por su estrecha relación con las plantas monocotiledóneas, considerándose un importante componente de ecosistemas naturales y agrícolas, pues tienen bajas tasas de dispersión y se las puede encontrar volando cerca al suelo, en el sotobosque, alimentándose de frutas en variados grados de descomposición así como de hongos asociados a dicho proceso (Levi et al. 2017; Marín, 2011; Peña et al. 2006). Por su parte, la subfamilia Heliconiinae, representada en su mayoría por *Heliconius erato*, especie abundante y común en áreas abiertas, debe su presencia posiblemente a plantas de la familia Passifloraceae, utilizadas por especies de esta subfamilia como plantas hospederas (Vega, 2012).

Figura 36. Abundancia relativa y riqueza de las subfamilias de lepidópteros diurnos registradas en el humedal La Garcera, Saldaña (Tolima).



Fuente: GIZ, 2021.

Respecto a las 12 especies reportadas, se encontró como más abundante a *Hermeuptychia hermes* con cuatro individuos (Tabla 11), lo cual se puede explicar por la presencia de plantas de la familia Poaceae, utilizada por sus larvas para la alimentación (Cardoso y Benson, 2009). Además, esta especie presenta hábitos generalistas, que le dan la capacidad de aprovechar las diferentes ofertas de la vegetación (flores o frutos), teniendo recursos suficientes para ser abundantes a lo largo del año entre los bosques y los rastrojos (González et al., 2016; Orozco et al., 2009).

Especies de interés. Todas las mariposas diurnas juegan un papel muy importante en el ecosistema debido a los roles ecológicos que desempeñan, tales como la polinización, ya que al presentar adaptaciones especiales en ojos y poseer probóscide, pueden visitar flores con corolas largas y bases estrechas, considerándose primordiales en el transporte de cargas polínicas (Tobar et al.

2001); además, las mariposas constituyen un elemento fundamental en la cadena trófica como herbívoros y como presa de otros animales (Beteta, 2018).

Adicionalmente, es importante mencionar que las mariposas diurnas han sido utilizadas como indicadores del estado de conservación de ecosistemas y de diversidad de otros grupos biológicos debido a que tienen ciclos de vida cortos, son sensibles a variables como la humedad, radiación solar y temperatura (Brown y Freitas, 2000; Kremen et al. 1993; Orozco et al. 2009). Es de resaltar, que los lepidópteros son componentes conspicuos de la mayoría de ecosistemas, donde presentan una alta especificidad hacia las plantas de las cuales se alimentan, tal es el caso de las mariposas de la subfamilia Heliconinae que ponen sus huevos únicamente sobre la enredadera Passiflora y que siendo adultas se alimenta principalmente del néctar, por lo tanto se desplazan desde el interior del bosque a zonas de crecimiento secundario en busca de flores y otros recursos (Fallas, 2020; Fagua, 1996; Marín et al. 2011)

Por otro lado, especies frugívoras como *Hermeuptychia hermes*, se consideran componentes importantes de la fauna tropical, ya que tienen la capacidad de sobrellevar condiciones ambientales mediante estrategias como la aparición de varias generaciones a lo largo del año (multivoltinismo), lo cual les permite explotar de forma más efectiva los recursos alimenticios disponibles (Agudelo et al. 2018).

Especies en categoría de amenaza. Ninguna de las especies registradas se encuentra catalogada como amenazada a nivel nacional o global.

Especies en apéndices CITES. Ninguna de las especies registradas en el humedal se encuentra incluida en los apéndices que regulan el comercio internacional de especies amenazadas.

Conclusión

Las mariposas diurnas reportadas para el Humedal La Garcera, permiten inferir lo importante que son estos espacios para el desarrollo de los insectos, por lo tanto, se hace necesario replantear y comprender la dinámica de las mariposas en este tipo de paisajes, permitiendo ampliar su estudio a escala espacial y temporal, con el fin de generar acciones en donde se involucre la mayor disponibilidad de recursos tanto para larvas como para adultos, resaltando la heterogeneidad como un nivel intermedio de perturbación que puede ser eficaz en la conservación de este ensamblaje.

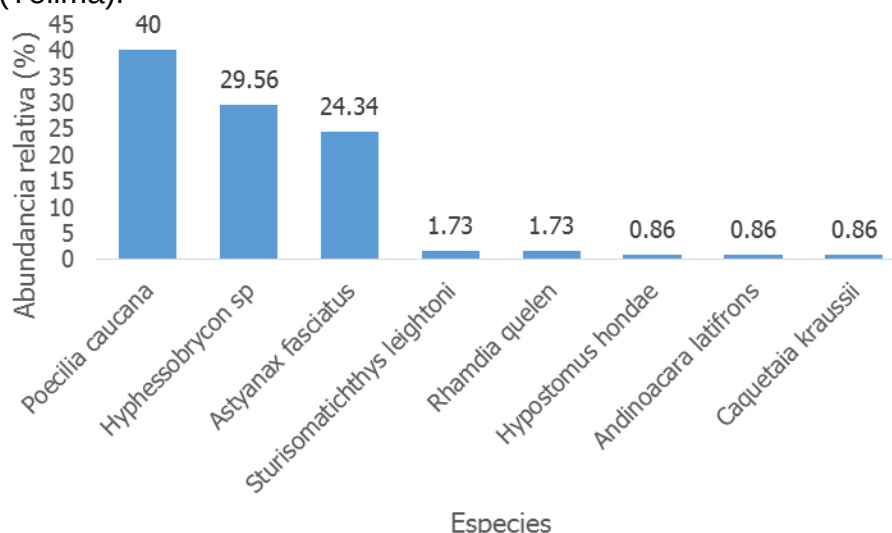
3.2.3.4. Ictiofauna

Durante el muestreo 2021, no se colectaron peces, no fue posible muestrear debido que el humedal se encontraba colmatado de plantas, adicionalmente, el cuerpo de agua estaba bastante reducido.

Sin embargo, en el PMA de 2014, realizado en el complejo de La Garcera, el cual incluyó las quebradas Cucharó, Mantecosa y Guarapo, fueron colectados 115

individuos distribuidos en cuatro órdenes, cinco familias y ocho especies (Tabla 12, Anexo E). *Poecilia caucana* fue la especie más abundante (40%), seguida de *Hyphessobrycon* sp. (29%) y *Astyanax fasciatus* (24%), el 6% restante se distribuyó en las demás especies (Figura 37).

Figura 37. Abundancia relativa de la ictiofauna colectada en el complejo La Garcera, Saldaña (Tolima).



Fuente: GIZ, (2014).

La alta abundancia de *Hyphessobrycon* sp. y *A. fasciatus* se debe, a que la familia Characidae presenta una gran diversidad morfológica de sus especies, permitiéndoles colonizar una gran variedad de ambientes acuáticos. (Castro-Roa, 2006).

Tabla 12. Composición de especies ícticas registradas en el complejo La Garcera, Saldaña (Tolima).

Orden	Familia	Especie	Complejo La Garcera
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i>	28
		<i>Hyphessobrycon</i> sp.	34
Siluriformes	Loricariidae	<i>Sturisomatichthys leightoni</i>	2
		<i>Hypostomus hondae</i>	1
	Heptapteridae	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	2
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	46
Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>	1
		<i>Caquetaia kraussii</i>	1
Total			115

Fuente: GIZ, (2014).

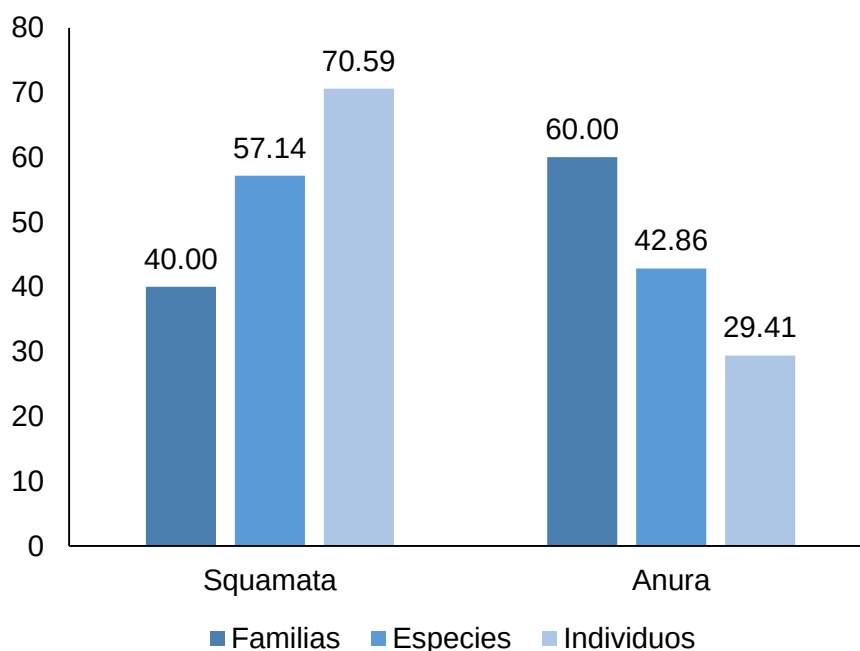
3.2.3.5. Herpetofauna

Abundancias relativas. En el muestreo de herpetofauna asociada al humedal La Garcera a 2021 se registraron siete especies pertenecientes a dos órdenes y cinco

familias (Tabla 13, Anexo G). Estos resultados corresponden al 0.4% de la herpetofauna del país (Acosta-Galvis, 2021; SIB, 2021), siendo a su vez el 1.8% de los anuros (396 especies según Bernal y Lynch, 2008) y el 2.5% de los reptiles (277 especies según Romero et al., 2008) reportados para a región Andina del país.

El orden Anura mostró un mayor número de especies (cuatro) e individuos (12), sin embargo Squamata presentó más familias (Figura 38). Este resultado se ajusta a lo encontrado en información secundaria, la cual muestra una mayor presencia de anfibios que reptiles concordando con lo reportado para el país (Rueda-Almonacid, 1999); sin embargo, el encuentro más o menos equitativo de los dos grupos en la zona de estudio es un indicativo claro de la presencia de condiciones óptimas y recursos importantes para ambos dentro del humedal (Reinoso-Flórez et al., 2010).

Figura 38. Abundancia relativa de familias, especies y registros en los órdenes de herpetos presentes en el humedal La Garcera, municipio de Saldaña (Tolima).



Fuente: GIZ, (2021).

En general, las familias más diversas fueron Bufonidae y Leptodactylidae con 28.6% de las especies cada una (dos) seguida por las demás familias tanto de anfibios como de reptiles las cuales contaron con una sola especie (Figura 39). En el caso de Leptodactylidae, este resultado coincide con lo reportado por Acosta-Galvis (2021), quien señala que el grupo en cuestión es uno de los más diversificados (restringiéndose al nuevo mundo) y la actual distribución de sus integrantes lo enmarcan en un grupo asociado a las tierras bajas con algunas excepciones particulares. Por su parte, los bufónidos pese a no ser altamente diversos, están ampliamente distribuidos, con representantes en todos los continentes excepto en Australia, Madagascar y regiones oceánicas (Caseco-Márquez, 2010), y en Colombia sus especies presentan distribuciones que abarcan los ecosistemas de

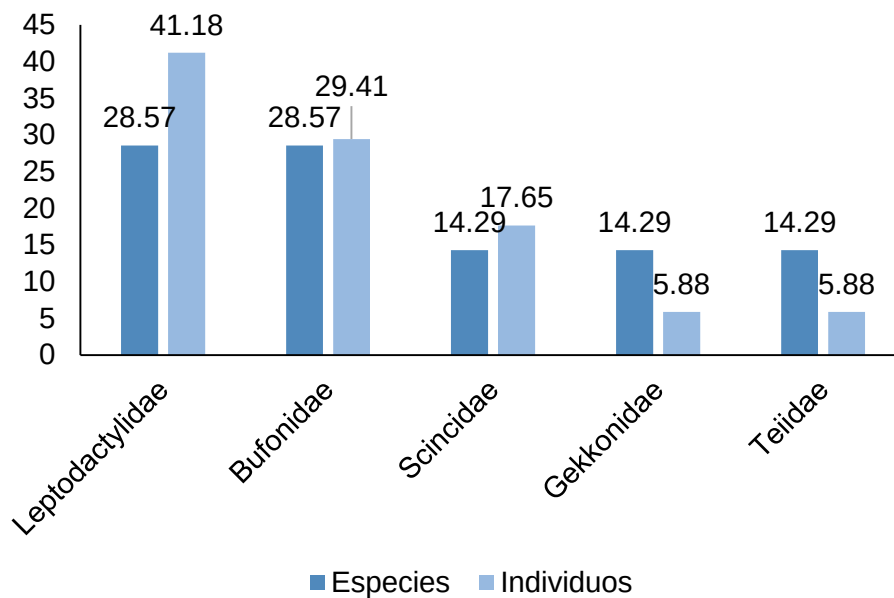
páramo hasta ambientes desérticos y selva tropicales en tierras bajas (Acosta-Galvis, 2021).

Además, Reinoso-Flórez *et al.* (2010) afirman que la mayor parte de bufos de tierras bajas se encuentra principalmente asociados a áreas abiertas destinadas a la ganadería o en lugares con algún tipo de intervención antrópica, utilizando microhábitats acuáticos y terrestres, por lo cual se catalogan como resistentes a la acción antrópica. Sin embargo, debido a que esta familia junto con otras como Hylidae y Centrolenidae, depositan sus huevos directamente en el cuerpo de agua o en la vegetación adyacente (Lynch y Suárez-Mayorga, 2002), se ha mostrado que sus especies se ven afectadas por contaminantes en el agua y corren el riesgo de sufrir daños térmicos cuando no hay buena cobertura vegetal en los bordes (Blaustein *et al.*, 1994; Lips, 1998).

Respecto a los reptiles, el patrón de abundancia de las familias y especies registrado en esta investigación en donde los lagartos son relativamente abundantes y las serpientes están ausentes, parece ser general para este grupo, ya que en estudios previos realizados bajo un sistema de búsqueda similar se ha observado una situación análoga (p.e. Humedal Ambalemita, El Burro, El Oval, El Zancudal, entre otros) (GIZ, 2010). Esto se puede relacionar con el hecho de que las serpientes son más crípticas que los lagartos, presentan menos movilidad y generalmente no presentan poblaciones de tamaño grande ya que se encuentran sometidas a una mayor presión antropogénica (Urbina-Cardona *et al.*, 2006).

Este resultado coincide con trabajos previos realizados en este tipo de hábitat y a niveles altitudinales similares, en donde familias como Bufonidae y Leptodactylidae tienden a ser las más representativas (Humedal Ambalemita, El Burro, El Zancudal, La Garcera, La Herreruna, La Moya De Enrique, La Pedregosa, La Zapuna, Azuceno, Rio Viejo, Saldañita, Samán, Caracolí, El Silencio, Gavilán, Toqui-Toqui, Corinto y El Suizo) (Grupo de Investigación en Zoología [GIZ], 2010, 2015, 2016, 2018, 2019).

Figura 39. Abundancia relativa de especies y registros en las familias de herpetos presentes en el humedal La Garcera, municipio de Saldaña (Tolima).



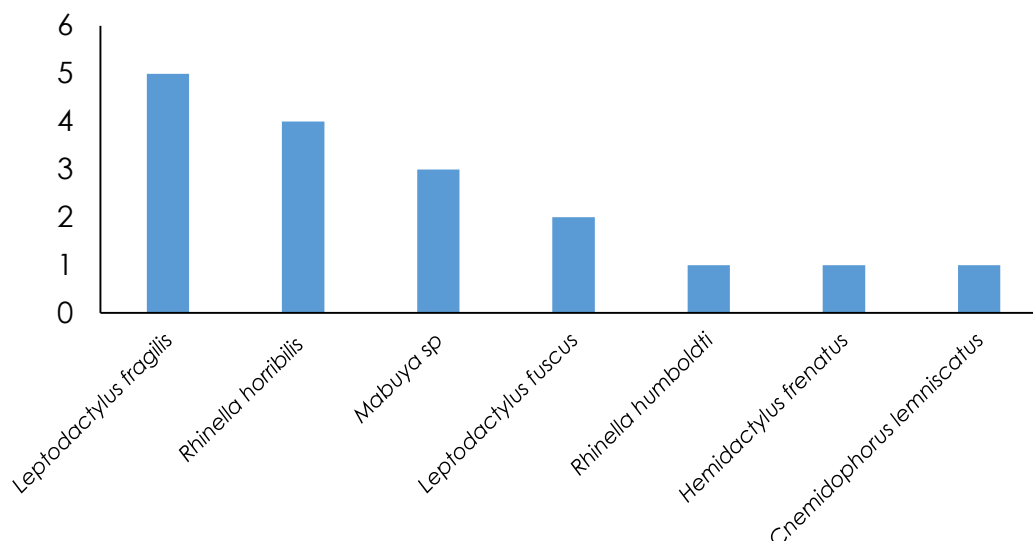
Fuente: GIZ, (2021).

Las especies más abundantes fueron *Leptodactylus fragilis* y *Rhinella horribilis* con cinco y cuatro registros respectivamente. Estas dos especies de ranas son altamente tolerantes a la intervención antrópica y constituyen especies típicas de tierras bajas de Colombia, debido principalmente a que su biología reproductiva implica una etapa larval, en la cual requieren de cuerpos de agua para su desarrollo (Rueda-Almonacid, 1999; Reinoso-Flórez *et al.*, 2010).

Concretamente la especie *L. fragilis* se distribuye en gran parte del Tolima (Heyer, 1978; Acosta-Galvis, 2000; Bernal *et al.*, 2005; Llano-Mejía *et al.* 2010; Acosta-Galvis, 2021) y se puede encontrar en cuerpos de agua permanentes o semipermanentes (Edwards *et al.*, 1989; Heyer, 2005), campos agrícolas irrigados, zanjas de riego, pastizales bajos y áreas de escorrentía (Garrett y Barker, 1987; Heyer, 2005). Además, los individuos de la especie son muy activas durante la noche (Garrett y Barker, 1987) por lo cual son fácilmente detectables por medio de la metodología de búsqueda intensiva.

Por su parte, *R. horribilis* es una especie asociada a áreas abiertas siendo muy común en zonas agrícolas o urbanas y registrándose con menor frecuencia en bosques no intervenidos (Savage, 2002). Se reproduce en charcos permanentes, temporales o en charcos a lo largo de orillas de ríos durante ambas temporadas climáticas (Savage, 2002), por lo cual sus individuos son abundantes durante todo el año y gracias a sus hábitos terrestres, nocturnos, vocales y a que sus juveniles están activos durante el día (Savage, 2002), la especie es muy común de registrar mediante las metodologías de observación a lo largo del día.

Figura 40. Abundancia total de registros por especie de aves en el humedal La Garcera, municipio de Saldaña (Tolima).



Fuente: GIZ, (2021).

ESPECIES DE INTERÉS

Especies en categoría IUCN. Al revisar los libros rojos de anfibios y reptiles de Colombia (Rueda-Almonacid et al., 2004; Galvis-Rizo et al., 2015) y la lista roja de la IUCN (2021) en el humedal La Garcera no se registraron especies en categorías de amenaza, de modo que todas las especies reportadas se localizan en la categoría “preocupación menor” (LC) (Tabla 13).

Especies en apéndices CITES. Del total de especies reportadas, ninguna se encuentra registrada en los apéndice del CITES (Roda et al., 2003).

Tabla 13. Especies registradas en el humedal La Garcera, municipio de Saldaña (Tolima).

Clase	Orden	Familia	Especie	AB	IUCN
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	4	LC
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella humboldti</i>	1	LC
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	5	LC
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fuscus</i>	2	LC
Reptilia	Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	1	LC
Reptilia	Squamata	Scincidae	<i>Mabuya sp</i>	3	LC
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	1	LC

Fuente: GIZ (2021)

Al comparar la información de especies reportadas en el PMA 2016 con el ajuste 2021 se registra tan solo 7 especies, actualmente. Esto significa una reducción del 30% de la riqueza de herpetofauna en el humedal.

Especies de herpetos identificadas en el PMA 2016 y en el PMA 2021

No.	HERPETOS REGISTRADOS PMA 2016	HERPETOS REGISTRADOS PMA 2021
1	<i>Rhinella gr. humboldti</i>	<i>Rhinella horribilis</i>
2	<i>Boana crepitans</i>	<i>Rhinella humboldti</i>
3	<i>Engystomops pustulosus</i>	<i>Leptodactylus fragilis</i>
4	<i>Leptodactylus fragilis</i>	<i>Leptodactylus fuscus</i>
5	<i>Leptodactylus insularum</i>	<i>Hemidactylus frenatus</i>
6	<i>Typhlonectes natans</i>	<i>Mabuya sp</i>
7	<i>Gymnophthalmus speciosus</i>	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>
8	<i>Mabuya mabouya</i>	
9	<i>Gonatodes albogularis</i>	
10	<i>Ameiva sp.</i>	

Fuente: GIZ, (2021).

Conclusión. Las especies registradas en el Humedal La Garcera son propias del bosque seco tropical de acuerdo con la revisión de los distintos planes de manejo de los humedales de zonas bajas del departamento (GIZ, 2010, 2015, 2016, 2018, 2019) y se caracterizan por ser tolerantes a la intervención antrópica y por mostrar distribuciones amplias en el país. De acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora (CITES), en este estudio no se registraron especies amenazadas.

3.2.3.6. Avifauna

Abundancias relativas. Con un esfuerzo de muestreo de 360 minutos de observación en puntos de conteo y observaciones libres, en el ajuste al PMA para 2021 se registraron 44 especies de aves distribuidas en 21 familias y 15 órdenes (total registros: 175) (Tabla 14, Anexo H).

Tabla 14. Especies registradas en el humedal La Garcera, municipio de Saldaña (Tolima). CE: Categoría ecológica.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	AB	CE
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	2	IVb
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	2	III
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	1	III
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	8	III
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>	1	II
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	12	III
Apodiformes	Trochilidae	<i>Glaucis hirsutus</i>	2	II
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis anthophilus</i>	1	II
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon gibsoni</i>	1	III
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	1	IVa

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal La Garcera

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	AB	CE
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	8	III
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	1	III
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	29	IVb
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	2	Vb
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	2	III
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	3	II
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	1	IVb
Galbuliformes	Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	2	II
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	4	II
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	2	II
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	3	III
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	1	III
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	7	III
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	3	III
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	5	III
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	6	III
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	1	III
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	4	III
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	2	III
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne tapera</i>	5	III
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	4	III
Passeriformes	Passerellidae	<i>Arremonops conirostris</i>	1	II
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	1	III
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus oryzivorus</i>	3	III
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	4	III
Passeriformes	Icteridae	<i>Chrysomus icterocephalus</i>	3	III
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i>	17	III
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	5	III
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	1	II
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	2	II
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator striatipectus</i>	1	III
Passeriformes	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	2	II
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	3	II
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	6	II

Fuente: GIZ (2021)

El orden más diverso y abundante fue Passeriformes con seis familias, 21 especies y 79 registros (Figura 41). En segundo lugar se encuentra el orden Pelecaniformes, el cual registró dos familias y 30 individuos, mientras los demás presentaron una sola familia y de tres a una especies (Tabla 14).

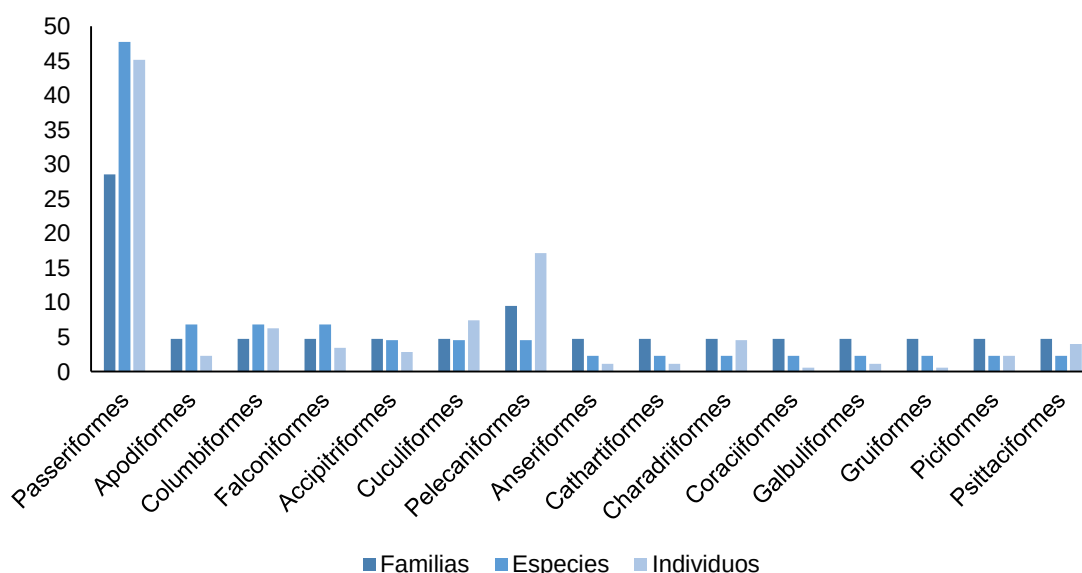
En comparación con los resultados obtenidos por Losada-Prado y Molina-Martínez (2011) (297 especies), en este estudio se halló el 14.8% de las especies reportadas

para el bosque seco tropical del Tolima y 29.9% de las especies reportadas para algunos humedales de zonas bajas del departamento (147 especies) (Pacheco-Vargas *et al.*, 2018). Así mismo, teniendo en cuenta estudios previos realizados en el humedal, se detectaron 15 especies que ya habían sido registradas y se incluyeron 29 dentro de su avifauna para un total de 44 especies detectables dentro del humedal.

De acuerdo con autores como Manchado y Peña (2000), Hilty y Brown (2001) y Ricklefs (2012), estos resultados se ajustan a lo reportado para la región (Losada-Prado y Molina-Martínez, 2011), coincidiendo con los patrones de diversidad mundial y Neotropical, ya que el orden Passeriformes constituye el más diverso dentro de la clase aves debido a que se compone de especies adaptadas a todos los hábitats.

Además, estos resultados coinciden con la información conocida para otros humedales de zonas bajas en el departamento del Tolima (por ejemplo Caracolizal, El Burro, La Garcera, La Herreruna, La Moya De Enrique, La Pedregosa, La Zapuna, Albania, Azuceno, La Huaca, Laguna De Coya, Las Garzas, Rio Viejo, Saldañita, Samán, Caracolí, Chicualí, El Toro, Gavilán, Toqui-Toqui, Corinto y El Suizo (Grupo de Investigación en Zoología [GIZ], 2010, 2015, 2016, 2018, 2019), entre otros (Pacheco-Vargas *et al.*, 2018).

Figura 41. Abundancia relativa de familias, especies y registros en los órdenes de aves presentes en el humedal La Garcera, municipio de Saldaña (Tolima).



Fuente: GIZ (2021)

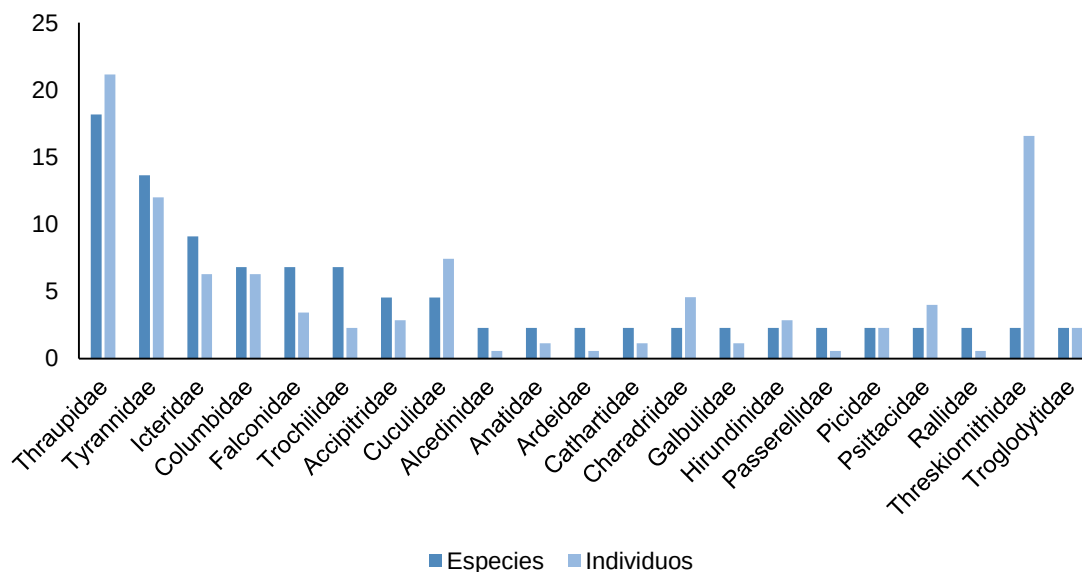
En cuanto al número de especies y registros, las familias Thraupidae (ocho especies, 37 registros) y Tyrannidae (seis especies, 21 registros) (31.8% del total de especies registradas y 33.1% de los registros) presentaron los valores más altos

(Figura 42, Tabla 14), concordando con lo reportado para América (AOU, 1998) y la región neotropical en donde ambas se posicionan entre las más abundantes y diversas (Traylor, 1977).

Así mismo, en Sudamérica se ha reportado que estas familias son las más diversas ya que cerca del 70% de sus especies ocurren completamente en la región (Isler y Isler, 1987), registrando además gran abundancia a nivel departamental en diferentes localidades del Tolima (por ejemplo humedales como Caracolizal, La Herreruna, La Zapuna, Azuceno, La Huaca, Laguna De Coya, Saldañita, Samán, Chicualí, El Toro, Gavilán, Toqui-Toqui, Corinto y El Suizo) (Grupo de Investigación en Zoología [GIZ], 2010, 2015, 2016, 2018, 2019), en los humedales de zonas bajas del departamento (Pacheco-Vargas *et al.*, 2018) y a nivel nacional (Hilty y Brown, 2001).

Por otro lado, familias como Thraupidae y Tyrannidae son muy comunes en tierras intervenidas o destinadas a la agricultura (Hilty y Brown, 2001) –tal como se observa en el área circundante al humedal-, ya que la mayor parte de sus especies muestran bajos requerimientos de hábitat y dietas a base de insectos, semillas y frutas, los cuales son recursos cuantiosos en zonas intervenidas (Corporación Autónoma Regional de Risaralda y Wildlife Conservation Society, 2012).

Figura 42. Abundancia relativa de especies y registros por familia de aves presentes en el humedal La Garcera, municipio de Saldaña (Tolima).

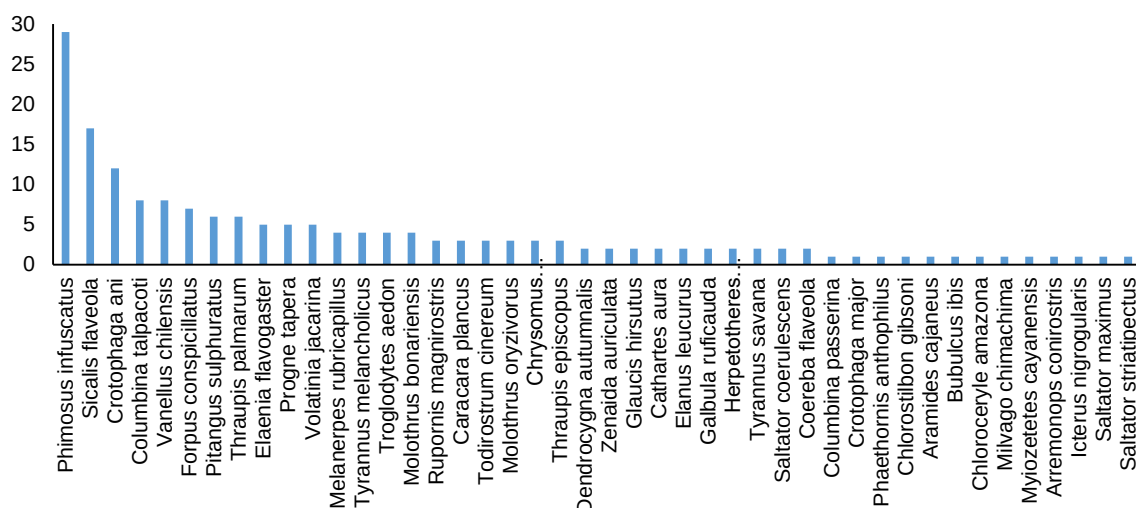


Fuente: GIZ (2021)

La especie más abundante fue *Phimosus infuscatus* con 29 registros, seguida por *Sicalis flaveola* con 17 registros (Figura 43). La abundancia de estas especies se asocia al hecho de que son muy activas y comunes tanto en lagunas de agua dulce con cobertura herbácea en sus márgenes como en áreas abiertas y semiabiertas con intervención humana (Marcondes-Machado, 1988; Hilty y Brown, 2001). Así

mismo, estas especies son gregarias, por lo cual es común registrarse en grupos pequeños de su misma especie o hasta varias especies cuando se emplean metodologías de observación (Hilty y Brown, 2001).

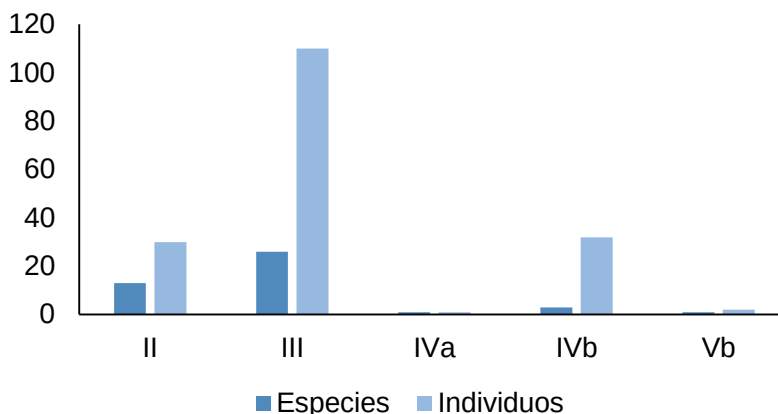
Figura 43. Abundancia total de registros por especie de aves en el humedal La Garcera, municipio de Saldaña (Tolima).



Fuente: GIZ (2021)

Categorías ecológicas. Teniendo en cuenta el número de especies e individuos registrados en el humedal La Garcera, la categoría ecológica que más especies e individuos registró fue la III (26 especies y 110 registros) seguida de la II (13 especies y 30 registros) dentro de las cuales se agrupan a aquellas especies con alta tolerancia a la intervención humana y bajos requerimientos de hábitat (Stiles y Bohórquez, 2000) (Figura 44). Teniendo en cuenta las características del área de estudio y que según GIZ (2010) el humedal presenta una dominancia de especies con crecimiento arbustivo y herbáceo de crecimiento arbóreo, es de esperar que la mayoría de especies, así como las más abundantes se caractericen por ser ampliamente tolerantes a la intervención antrópica y que no se asocien con hábitats estructuralmente complejos respecto a su vegetación.

Figura 44. Número de especies e individuos presentes en el humedal La Garcera, municipio de Saldaña (Tolima) según su categoría ecológica.



Fuente: GIZ (2021)

Especies de interés.

Especies en categoría IUCN. Al comparar la información registrada en los libros rojos de aves de Colombia (Renjifo *et al.*, 2002; Renjifo *et al.*, 2014) y la lista roja de la IUCN (2021) con las especies de aves detectadas en el humedal La Garcera, no se registraron especies en categorías de amenaza, de modo que todas las especies registradas se localizan en la categoría “preocupación menor” (LC) (Tabla 15).

Especies en apéndices CITES. Del total de especies reportadas, nueve se encuentran registradas en el apéndice II y una en el apéndice III del CITES, constituyendo especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero podrían estarlo si no se controla su comercio (Roda *et al.*, 2003) (Tabla 15).

Especies migratorias. Con base a las listas de aves migratorias elaboradas por Naranjo y Espinel (2009), Naranjo *et al.* (2012), Avendaño *et al.* (2017) y Ayerbe (2018) no se registraron las especies netamente migratorias. Si bien, cinco de las especies se categorizan como migratorias australes o boreales, todas ellas muestran poblaciones residentes, por lo cual es de esperar que sus individuos pertenezcan a este último grupo.

Esto se respalda con el hecho de que durante la época en la cual se realizó el muestreo (julio), las especies migratorias no se encontraban en el país ya que estas llegan a finales de septiembre y principios de octubre, y regresan a su zona de reproducción a finales de febrero y principios de marzo (Ocampo-Peñuela, 2010).

Especies endémicas. Con base en los listados reportados por Chaparro-Herrera *et al.* (2013), Avendaño *et al.* (2017) y Ayerbe (2018), en el humedal La Garcera se registraron las especies casi endémicas *Chlorostilbon gibsoni* y *Forpus conspicillatus*.

Tabla 15. Especies de aves reportadas dentro de alguna categoría CITES y/o IUCN y registradas en el humedal La Garcera, municipio de Saldaña (Tolima).

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	CITES	IUCN	Estatus
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	III	LC	R
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>	NP	LC	R-MI
Apodiformes	Trochilidae	<i>Glaucis hirsutus</i>	II	LC	R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis anthophilus</i>	II	LC	R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon gibsoni</i>	II	LC	R-CE
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	NP	LC	R-Mb
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	II	LC	R
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	II	LC	R
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	II	LC	R
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	II	LC	R
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	II	LC	R
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	II	LC	R-CE
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	NP	LC	R-Ma
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	NP	LC	R-Mb-Ma
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne tapera</i>	NP	LC	R-Ma

Fuente: GIZ (2021)

Al comparar la información de especies reportadas en el PMA 2016 con el ajuste 2021 se registra tan solo 44 especies, actualmente. Esto significa un incremento del 66% de la riqueza de aves en el humedal.

Especies de aves identificadas en el PMA 2016 y en el PMA 2021

No.	AVES REGISTRADAS PMA 2016	AVES REGISTRADAS PMA 2021
1	<i>Columbina talpacoti</i>	<i>Dendrocygna autumnalis</i>
2	<i>Crotophaga ani</i>	<i>Zenaida auriculata</i>
3	<i>Phaethornis anthophilus</i>	<i>Columbina passerina</i>
4	<i>Vanellus chilensis</i>	<i>Columbina talpacoti</i>
5	<i>Phimosus infuscatus</i>	<i>Crotophaga major</i>
6	<i>Cathartes aura</i>	<i>Crotophaga ani</i>
7	<i>Galbula ruficauda</i>	<i>Glaucis hirsutus</i>
8	<i>Todirostrum cinereum</i>	<i>Phaethornis anthophilus</i>
9	<i>Pitangus sulphuratus</i>	<i>Chlorostilbon gibsoni</i>
10	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	<i>Aramides cajaneus</i>
11	<i>Tyrannus melancholicus</i>	<i>Vanellus chilensis</i>
12	<i>Tyrannus savana</i>	<i>Bubulcus ibis</i>
13	<i>Icterus nigrogularis</i>	<i>Phimosus infuscatus</i>
14	<i>Chrysomus icterocephalus</i>	<i>Cathartes aura</i>
15	<i>Thraupis palmarum</i>	<i>Elanus leucurus</i>
16		<i>Rupornis magnirostris</i>

No.	AVES REGISTRADAS PMA 2016	AVES REGISTRADAS PMA 2021
17		<i>Chloroceryle amazona</i>
18		<i>Galbula ruficauda</i>
19		<i>Melanerpes rubricapillus</i>
20		<i>Herpetotheres cachinnans</i>
21		<i>Caracara plancus</i>
22		<i>Milvago chimachima</i>
23		<i>Forpus conspicillatus</i>
24		<i>Todirostrum cinereum</i>
25		<i>Elaenia flavogaster</i>
26		<i>Pitangus sulphuratus</i>
27		<i>Myiozetetes cayanensis</i>
28		<i>Tyrannus melancholicus</i>
29		<i>Tyrannus savana</i>
30		<i>Progne tapera</i>
31		<i>Troglodytes aedon</i>
32		<i>Arremonops conirostris</i>
33		<i>Icterus nigrogularis</i>
34		<i>Molothrus oryzivorus</i>
35		<i>Molothrus bonariensis</i>
36		<i>Chrysomus icterocephalus</i>
37		<i>Sicalis flaveola</i>
38		<i>Volatinia jacarina</i>
39		<i>Saltator maximus</i>
40		<i>Saltator coerulescens</i>
41		<i>Saltator striatipectus</i>
42		<i>Coereba flaveola</i>
43		<i>Thraupis episcopus</i>
44		<i>Thraupis palmarum</i>

Fuente: GIZ, (2021).

Conclusión. La avifauna registrada en el Humedal La Garcera, estuvo constituida principalmente por especies de las familias Thraupidae y Tyrannidae, las cuales constituyen especies con alta tolerancia a la intervención humana y bajos requerimientos de hábitat, ajuntándose a los reportes existentes a nivel mundial, neotropical, para el bosque seco tropical y distintos humedales del departamento. Se destaca el registro de diez especies CITES y dos especies casi endémicas.

3.2.3.7. Mastofauna

En el Humedal La Garcera, a 2021, se registraron 6 especies de mamíferos, tres especies de mamíferos voladores y tres especies potenciales de mamíferos medianos - grandes. En cuanto a los mamíferos voladores, se registraron ocho individuos, pertenecientes al orden Chiroptera, familia Phyllostomidae, representados en dos subfamilias, tres géneros y tres especies (Figura 45), siendo la especie con mayor abundancia registrada *Sturnira giannae* con un 74%, seguida por *Carollia brevicauda* y *Artibeus* sp. cada una con 13% (Tabla 16, Anexo I).

Tabla 16. Mamíferos voladores registrados en el humedal La Garcera, Saldaña (Tolima).

Familia	Subfamilia	Especie	Número de individuos	AB %
Phyllostomidae	Carollinae	<i>Carollia brevicauda</i> (Schinz, 1821)	1	13
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Sturnira giannae</i> Velazco & Patterson, 2019	6	75
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Artibeus</i> sp. Leach, 182	1	13

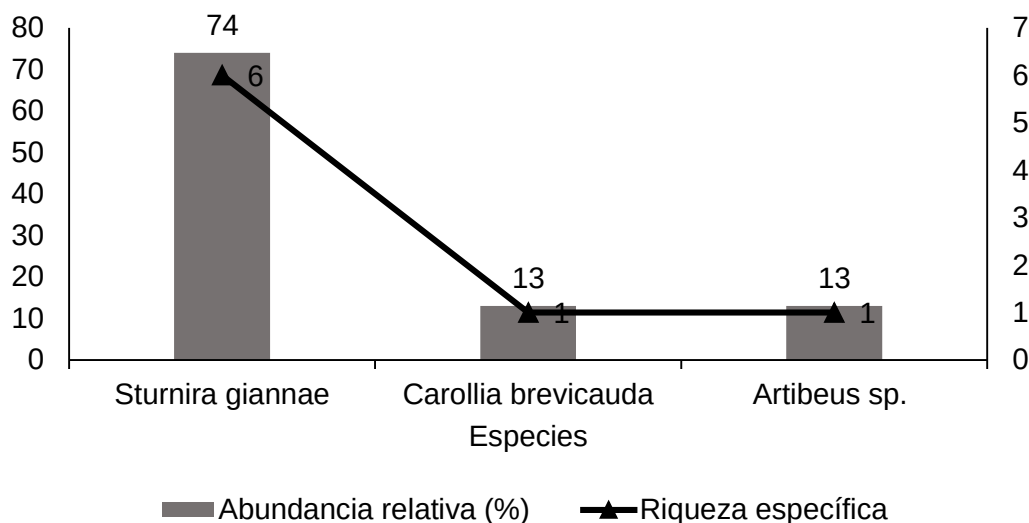
Fuente: GIZ, 2021.

El orden Chiroptera como lo menciona Echavarría et al. (2018) presentan una amplia distribución en el planeta, con excepción del Ártico y la Antártida, exhibiendo su mayor abundancia y diversidad en la región Neotropical y en el país, desempeñando un papel primordial en la dinámica de estos ecosistemas tropicales, al incluir especies en todos los niveles tróficos y al establecer relaciones con especies vegetales importantes tanto en la economía como en el mantenimiento de los ecosistemas (Bejarano et al. 2007; Ramírez et al. 2016; Solari et al. 2013). Por otra parte, la alta representatividad de la familia Phyllostomidae, puede deberse a la gran variedad de tipos de alimentación que presenta esta familia, que va desde frutos, flores, néctar, polen y hasta ocasionalmente hojas, pues la radiación extensiva de esta familia se puede asociar con la alta diversidad de plantas que se presentan en el neotrópico, siendo estas su principal recurso alimenticio (Buenrostro et al. 2013; Bejarano et al. 2007).

La abundancia presentada por *Sturnira giannae*, puede deberse principalmente a su condición de especie generalista, siendo más resistente y tolerante a la transformación de los ecosistemas, debido a su plasticidad ecológica y adaptabilidad (Asher, 2009; Castro y Galindo, 2012; Bejarano et al. 2007; Galindo, 2004). Además, *S. giannae* es uno de las Stenodermatinae más abundantes en el neotrópico, con una amplia distribución que va desde Colombia hasta el norte de Bolivia, tierras bajas del sur de Venezuela, las Guayanas y la Amazonía brasileña, siendo una especie que depende de los refugios en los árboles altos y del sotobosque para el suministro de alimentos, prefiriendo fragmentos de bosque, lo cual podría explicar la presencia de estos murciélagos en el área (Mello et al. 2008; Saldaña et al. 2010; Velazco y Patterson, 2019). Por otro lado, *Carollia brevicauda* también se considera una especie generalista que se ve beneficiada por la perturbación (Cruz et al. 2004) y al igual que *Artibeus* son un componente importante de la fauna quiropterana neotropical y comprenden una radiación diversa y reciente de la familia Phyllostomidae (Larsen et al. 2010). Así mismo, es de resaltar que estas especies como dispersoras de semillas pueden ejercer un papel

importante en la dispersión de plantas distribuidas en parches y hábitats aislados, lo que contribuye al aumento de la conectividad entre parches (Otálora, 2003).

Figura 45. Abundancia relativa y riqueza específica de las especies registradas en el humedal La Garcera, Saldaña (Tolima).



Fuente: GIZ, 2021.

Los datos suministrados por las entrevistas arrojaron la posible presencia de tres especies de mamíferos medianos y grandes (Tabla 17), siendo la principal presión de estos animales la fragmentación, pues estas acciones producen modificaciones en la disponibilidad y configuración del hábitat, a los cuales las especies pueden o no ajustarse, lo que refleja y afecta la dinámica de los bosque, la estructura trófica y otros procesos ecológicos, además de la disminución de la riqueza de especies a medida que disminuye el área de cada uno de los fragmentos (Mena, 2010).

Tabla 17. Especies reportadas mediante entrevistas en el humedal La Garcera, Saldaña (Tolima).

Orden	Familia	Especie
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i> (Linnaeus, 1758)
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)

Fuente: GIZ, 2021.

Especies de interés. Todas las especies registradas son nocturnas y voladoras, condiciones que los hacen animales exitosos, pues son los únicos mamíferos que pueden volar y que además han desarrollado diversas adaptaciones para hacerlo, tanto morfológicas como funcionales, tal es el caso de la ecolocalización y la sincronización de la respiración (Palencia, 2018). Por otro lado, son especies frugívoras, consideradas esenciales en los ecosistemas tropicales por su papel en la dispersión de semillas, afectando directamente los procesos reproductivos de las plantas, incrementando la tasa de germinación y la probabilidad del establecimiento

de plántulas, disminuyendo la endogamia y favoreciendo el intercambio genético entre poblaciones de especies vegetales (Novoa et al. 2011).

Es de resaltar que se encontraron especies con patrones de consumo diferentes que tienen una estrecha relación con las estrategias reproductivas de las plantas a nivel local, tal es el caso de los *Sturnira* y *Carollia*, considerados frugívoros de sotobosque, que consumen de manera rápida frutos pequeños y no fibrosos, para luego defecar las semillas en tiempos relativamente cortos, mientras que *Artibeus* es un frugívoro de dosel que consume frutos fibrosos que mastican lentamente mientras absorben la parte líquida, por lo que forman masas que son escupidas, sin tragar la mayor parte del contenido (Suárez y Montenegro, 2015). Estas especies son generalistas y se presentan donde la cobertura original ha sido transformada por la incorporación de sistemas productivos, aquellos bosques en estado de regeneración y con presencia de disturbios (Cabrera et al. 2016; Martínez et al. 2020)

Especies en categoría de amenaza. Ninguna de las especies registradas se encuentra catalogada como amenazada a nivel nacional o global (Tabla 18).

Especies en apéndices CITES. Ninguna de las especies registradas en el humedal se encuentra incluida en los apéndices que regulan el comercio internacional de especies amenazadas (Tabla 18).

Tabla 18. Aspectos ecológicos y estado de conservación de los mamíferos registrados en el humedal La Garcera, Saldaña (Tolima).

Especie	Gremio trófico	Hábito de vida	Periodo de actividad	IU CN	CIT ES	Resolución 1912
<i>Carollia brevicauda</i>	Frugívoro	Volador	Nocturno	LC	NA	NA
<i>Sturnira giannae</i>	Frugívoro	Volador	Nocturno	LC	NA	NA

Fuente: GIZ, 2021.

Al comparar la información de especies reportadas en el PMA 2016 con el ajuste 2021 se registra tan solo 6 especies, actualmente. Esto significa una reducción del 54% de la riqueza de mamíferos en el humedal.

Comparativo PMA 2014 con PMA 2021.

Tabla 4. Comparativo de mamíferos voladores PMA 2014 vs PMA 2021 registrados en el humedal La Garcera, Saldaña (Tolima).

No.	Riqueza de mamíferos voladores PMA 2013	Riqueza de mamíferos voladores PMA 2021
	Chiroptera	Chiroptera
	Noctilionidae	Phyllostomidae

No.	Riqueza de mamíferos voladores PMA 2013	Riqueza de mamíferos voladores PMA 2021
1	<i>Noctilio albiventris</i>	Carolliinae
	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>
	Stenodermatinae	Stenodermatinae
2	<i>Artibeus lituratus</i>	<i>Sturnira giannae</i>
3	<i>Sturnira erythromos</i>	<i>Artibeus</i> sp.
4	<i>Sturnira oporaphilum</i>	
5	<i>Sturnira tildae</i>	
6	<i>Uroderma bilobatum</i>	
	Carolliinae	
7	<i>Carollia perspicillata</i>	
	Glossophaginae	
8	<i>Glossophaga soricina</i>	
	Vespertilionidae	
	Vespertilioninae	
9	<i>Eptesicus brasiliensis</i>	
10	<i>Rhogeessa io</i>	

Fuente: GIZ, 2021.

Tabla 5. Comparativo de mamíferos pequeños y grandes PMA 2013 vs PMA 2021 registrados en el humedal La Garcera, Saldaña (Tolima).

No.	Riqueza de mamíferos medianos y grandes PMA 2013	Riqueza potencial de mamíferos medianos y grandes PMA 2021
	Carnivora	Carnivora
	Procyonidae	Canidae
1	<i>Procyon cancrivorus</i>	<i>Cerdocyon thous</i>
	Rodentia	Didelphimorphia
	Sciuridae	Didelphidae
2	<i>Sciurus granatensis</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>
		Rodentia
		Cuniculidae
3		<i>Cuniculus paca</i>

Fuente: GIZ, 2021.

Conclusión

La mastofauna en el Humedal La Garcera se compone principalmente de mamíferos voladores, animales indispensables que participan en el desarrollo de diferentes procesos ecológicos que benefician a los ecosistemas, sin embargo, estas especies son el reflejo de la perturbación de dicho humedal, por lo tanto, es importante y valioso empezar a implementar estrategias de conciencia y cuidado ambiental, con el fin de proteger la fauna de mamíferos que aún se encuentra presente.

CAPITULO 4. COMPONENTE CALIDAD DEL AGUA

4. CALIDAD DEL AGUA

4.1. MARCO CONCEPTUAL

La caracterización limnológica de un ecosistema acuático está orientada a la determinación de las características fisicoquímicas de las comunidades asociadas a ellas, debido a 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 & Chacón, 2005).

Por esta razón se determinó que los estudios limnológicos en estos ecosistemas deben ser realizados con una perspectiva a escala de cuenca, lo que permitirá relacionar las características biológicas de los ríos con los principales factores de perturbación antrópicos, adicionalmente deben estar orientados hacia la comprensión de la biodiversidad y determinar la utilidad de los modelos existentes en las zonas templadas para describir la estructura y función de los ríos tropicales (Segnini & Chacón, 2005). 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. Dentro de los primeros se incluyen la temperatura ambiental y del agua, el oxígeno disuelto, el pH, el nitrógeno, el fósforo, la alcalinidad, la dureza, los iones totales disueltos y los contaminantes industriales y domésticos que pueda tener, conductividad eléctrica, caudal, nitritos, nitratos, DBO, DQO, entre otros (Ruíz, 2002).

Factores Fisicoquímicos Y Bacteriológicos De Los Ecosistemas Acuáticos.

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.

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 & Ramírez, 2008). En un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume oxígeno. La producción de oxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas.

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 & Ramírez, 2008). Por ejemplo, se dice que el agua está saturada en un 100% si contiene la cantidad máxima de oxígeno a esa temperatura. Una muestra de agua que está saturada en un 50% solamente tiene la mitad de la cantidad de oxígeno que potencialmente podría tener a esa temperatura. A veces, el agua se supersatura con oxígeno debido a que el agua se mueve rápidamente. Esto generalmente dura un período corto de tiempo, pero puede ser dañino para los peces y otros organismos acuáticos. 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 & Gómez, 2000).

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 aeróbicas en 5 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 & Ramírez, 2008).
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 & Ramírez, 2008).

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 y basicidad y con la alcalinidad. La notación pH expresa la intensidad de la condición ácida y básica de una solución. Expresa además la actividad del ion hidrógeno (Roldán & Ramírez, 2008).

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).

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). Este parámetro tiene una gran importancia sanitaria, ya que refleja una aproximación del contenido de materias coloidales, minerales u orgánicas, por lo que puede ser indicio de contaminación.

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).

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

Nitrógeno, Nitritos y 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. Las diferentes formas del nitrógeno son importantes en determinar para establecer el tiempo transcurrido desde la polución de un cuerpo de agua (Roldán, 2003).

Fosforo 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. 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).

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.

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 103-105°C. Los sólidos totales incluyen disueltos y suspendidos, los sólidos disueltos son aquellos que quedan después del secado de una muestra de agua a

103-105°C previa filtración de las partículas mayores a 1.2 µm (Metcalf & Heddy, 1981).

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 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).

INDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA).

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 et al, 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 & Parker, 1991). Por lo tanto, resultan útiles o accesibles para las autoridades políticas y el público en general (Pérez & Rodríguez, 2008).

El Índice de Calidad Ambiental (ICA) o WQI por sus siglas en inglés (Water Quality Index) mide la calidad fisicoquímica del agua en una escala de 0 a 100 (Tabla 19), donde a mayor valor mejor es la calidad del recurso, este valor se refiere principalmente para potabilización. Es el índice de uso más extensivo en los trabajos de este tipo a nivel mundial con ciertas restricciones en Europa y fue creado por la NSF (National Sanitation Foundation), entidad gubernamental de los Estados Unidos. Para su empleo se toma en cuenta los valores de 9 variables: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, DQO, temperatura del agua fósforo total, nitratos, turbiedad y sólidos totales reunidos en una suma lineal ponderada.

Tabla 19. Valores de clasificación de Calidad del agua según el índice ICA.

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

Fuente: Adaptado de Ramírez y Viña, 1998

4.2. METODOLOGÍA

Métodos de Campo: Se registró in situ la temperatura del agua, también se colectaron muestras para evaluar otros parámetros ex situ:

- **Parámetros Fisicoquímicos.** Las muestras fueron colectadas en frascos plásticos con capacidad de 1000 ml, superficialmente y en contra corriente. Fueron debidamente rotuladas y preservadas para su transporte a la Universidad del Tolima (Figura 46)
- **Parámetros Bacteriológicos.** Se tomaron las muestras de agua en frascos de vidrio esterilizados con capacidad para 600 ml, superficialmente y en contra corriente. Fueron debidamente rotuladas y preservadas para su transporte a la Universidad del Tolima (Figura 46).

Figura 46. Medición de variables fisicoquímicas y toma de muestras in situ.



Fuente: GIZ, (2014).

Métodos de Laboratorio: la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos fue realizada en el Laboratorio de Servicios de Extensión en Análisis Químico LASEREX (Universidad del Tolima); donde se determinaron Coliformes Fecales (UFC/100ml) y Coliformes Totales (UFC/100ml) y otros parámetros como: pH (Unidades de pH), Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{CM}$), Oxígeno Disuelto (mgO_2/L), Porcentaje de Saturación de Oxígeno (% SAT.O₂), Turbiedad (NTU), Alcalinidad Total y Dureza (mgCaCO_3/L), Cloruros ($\text{mg Cl}/\text{L}$), Nitratos (mgNO_3/L), Fosfatos ($\text{mg PO}_4/\text{L}$), Fósforo total ($\text{mg P}/\text{L}$), Sólidos suspendidos y Sólidos Totales (mg/L), DBO5 y DQO (mgO_2/L).

4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los valores de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados en el PMA 2014 se registran en la Tabla 20. Durante el periodo de muestreo el humedal registro una temperatura ambiente de 39 °C y una temperatura del agua de 28 °C. Se registró un pH del agua de 6.83 unidades, este valor coincide con lo reportado por Roldán & Ramírez (2008), para sistemas lenticos en las partes bajas tropicales. La conductividad eléctrica registro un valor de 263 $\mu\text{S}/\text{cm}$; generalmente en los cuerpos de agua lenticos la conductividad presentan altos valores ya que recoge la mayor escorrentía, y están más expuestos a acumular nutrientes, incrementando el contenido de iones en el agua (Roldán y Ramírez, 2008); posiblemente por tal razón se evidencia un alto valor de este parámetro en humedales de zonas bajas.

Los valores de oxígeno disuelto y porcentaje de saturación fueron de 5.63 mg O₂/L 76.3% respectivamente. Se puede considerar bajo estos valores para el humedal, ya que este parámetro constituye uno de los elementos de mayor importancia en los ecosistemas acuáticos, ya que su presencia y concentración determina las especies, de acuerdo a su tolerancia y rango de adaptación, estableciendo la estructura y funcionamiento biótico de estos sistemas (Ramírez & Viña, 1998).

La Turbiedad incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema (Roldán, 1992), el humedal registro un valor de turbiedad de 2.92 UNT. Así mismo, registro un valor de sólidos totales de 198 mg/L y de 33 mg/L para sólidos suspendidos. La DBO₅ registro un valor de 3.2 mgO₂/L registrando una baja carga de materia orgánica (Roldán & Ramírez, 2008), mientras que el valor de la DQO fue 82.5 mg O₂/L, siendo un valor alto que puede contribuir 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 & Trujillo, 1999).

En las zonas bajas el valor de los nutrientes aumenta considerablemente, por el arrastre de los sedimentos a causa de la lluvias en los suelos erosionados y del vertimiento de contaminantes domésticos e industriales (Roldán & Ramírez, 2008). Para el humedal registro un valor bajo de nitratos con 0.9 mg NO₃/L, de fosfatos de 0,05 mg PO₄/L y fósforo total de 0.01 mg P/L (Tabla 20).

Los cloruros en el agua están representados por lo regular en forma de cloruro de sodio, por lo tanto estos expresan en gran parte la salinidad (Roldán & Ramírez, 2008); el humedal registro una salinidad alta con un valor 24.2 mg Cl/L. En cuanto a la alcalinidad registro un valor de 53 mg CaCO₃/L, y un agua blanda con 19.4 mg CaCO₃/L (Tabla 20).

Tabla 20. Resultado de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados en el humedal La Garcera.

Parámetro	Unidades	Humedal La Garcera
Temperatura ambiente	°C	39
Temperatura agua	°C	28
pH	Unidades	6.83

Conductividad eléctrica	μS/cm	263
Oxígeno disuelto.	mg O ₂ /L	5.63
% Saturación de oxígeno	%	76.3
Turbiedad	UNT	2.92
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	53
Dureza	mg CaCO ₃ /L	19.4
Cloruros	mg Cl/L	24.2
Nitratos	mg NO ₃ /L	0.9
Fosfatos	mg PO ₄ /L	<0.05
Fosforo total	mg P/l	0.01
Solidos Suspendidos.	mg/L	33
Solidos Totales	mg/L	198
DBO ₅	mgO ₂ /L	3.2
DQO	mgO ₂ /L	82.5
Coliformes. Totales	Colif/100ml	64000
Coliformes Fecales	Colif/100ml	400

Fuente: GIZ, (2014).

El humedal La Garcera registro un valor de 64000 UFC/100ml de coliformes totales y 400 UFC/100ml de coliformes fecales, considerándose alto estos valores para el ecosistema. Estas bacterias son más resistentes que las bacterias patógenas; por ello, su ausencia en el agua es un índice de que el agua es bacteriológicamente segura para la salud humana (Roldán & Ramírez, 2008).

El índice de calidad de aguas ICA señala que el humedal La Garcera registró una calidad buena (Tabla 21) indicando procesos bajos de intervención antrópica, que pueden poner en riesgo el establecimiento de la fauna y flora acuática.

Tabla 21. Índice de calidad de agua (ICA) para el humedal La Garcera.

HUMEDAL	ICA	CALIDAD
La Garcera	75	Buena

Fuente: GIZ, (2014).

El Humedal La Garcera registro una calidad de agua buena a través del índice ICA. Sin embargo al analizar cada variable fisicoquímica, como la DQO y los coliformes fecales y totales que registraron valores muy altos, permitieron evidenciar fuertes procesos de intervención antrópica y que hace necesario hacer una evaluación del origen este incremento de las variables, para lograr mejorar y mantener una buena calidad del agua del humedal.

CAPITULO 5. VALORES DE USO Y LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DEL HUMEDAL

5. VALORES DE USO Y LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DEL HUMEDAL

5.1. INTRODUCCIÓN

La apropiación de la información socioeconómica y cultural existente del área por parte del equipo de trabajo es necesaria para conocer sobre los actores estratégicos, como un paso previo y definitivo a un proceso de acercamiento y concertación sobre procesos de conservación. Esto permite de igual forma tener claro los antecedentes y las dinámicas de los diferentes intereses e intervenciones de los actores en torno a las áreas objeto de estudio, para incorporar en instancias regionales y locales las propuestas de conservación (Orjuela, 2005).

Se plantea un esfuerzo multidimensional y pluralista por comprender en profundidad los vínculos culturales con la naturaleza y el territorio de las personas que integran las comunidades locales tolimenses, partiendo de su percepción sobre la medida en que determinan su bienestar material e inmaterial y condicionan su comportamiento ambiental. Se trata de desentrañar los valores surgidos del conocimiento ecológico que maneja la población local, fruto de la experiencia y la tradición cultural, en la medida en que se establecen relaciones particulares de cada grupo social con su ambiente. En su complejidad, estos valores están detrás de las actitudes individuales y colectivas respecto a la conservación de la naturaleza, y constituyen el fundamento relacional (Chan et al., 2016) sobre el que se forjan las respuestas colectivas en materia de gestión y conservación de la naturaleza y el paisaje, en las distintas esferas de gobernanza (Binder et al., 2013; Petrosillo et al., 2015; Qiu et al., 2018; Bidegain et al., 2019). Se aplicará en cada una de las áreas de estudio una encuesta que permita determinar, cuales servicios de los ecosistemas son percibidos y priorizados por las comunidades.

5.2. METODOLOGÍA

Se realizó una salida de campo al humedal La Garcera para la aplicación de una encuesta semiestructurada (Anexo J), diseñada para la toma de información necesaria para determinar los valores de uso percibidos por los pobladores del área de estudio.

5.3. RESULTADOS

Se realizaron 16 encuestas, 1 de ellas en Saldaña, las restantes directamente en el Humedal La Garcera. De las personas entrevistadas el 87,5% vive en el municipio de Saldaña y el 12,5% en el municipio de Purificación. La población encuestada se caracteriza porque para el 50% de ellos sus padres o abuelos son de la zona, por lo que se presenta un arraigo familiar al territorio. En cuanto a género, el 75% de los encuestados fueron hombres y el 25 % mujeres en un rango de edad de 22 a 30 años (37,5%), 31 a 49 años (31,25%) y mayores de 50 años (31,25%). En cuanto al tiempo de residencia se encuentran 4 rangos, el 31,25% han habitado allí menos de 9 años y más de 50 años, mientras que el 18,75% entre 10 a 29 años y 30 a 49 años.

En relación al nivel de estudios, el 37,5 % corresponde a grado primaria, el 37,5 % bachillerato y el 25% universitarios. El 56,25% de estas personas se identifican como agricultores, seguidos por agrónomos e ingenieros forestales (12,5% respectivamente) y demás ocupaciones como auxiliares de campo, cocinera y vigilante (6,25% cada uno). El 75% de las personas encuestadas perciben menos de 830.000 pesos de salarios mensuales, el 12,5% perciben ingresos entre 1.630.000 y 2.500.000 pesos al mes y dos personas el 12,5% perciben más de 2.500.000 millones mensuales.

La población encuestada no hace parte de ninguna asociación, no se encuentran relacionados con temas ambientales o de conservación y en cuanto a actitudes ambientales como la separación de basuras el 50% de los encuestados rara vez lo realiza, el 25% a menudo y tan solo el 6,25% siempre. Los materiales que frecuentemente son separados corresponden a envases (93,75%), y pilas (6,25%).

En cuanto al vínculo de estas personas con el humedal La Garcera, la mayor relación corresponde a la presencia de agua (producción y conservación), fauna y flora, y provisión de alimento y en cuanto a sensaciones que se relacionan con los servicios culturales, que se identifican por la experiencia directa del paisaje se encuentra la tranquilidad, belleza, armonía y felicidad; por último, entre los valores de uso se identifican el uso para la producción de arroz (Figura 47).

Figura 47. Emociones y/o sensaciones que se asocian a la presencia del humedal La Garcera.



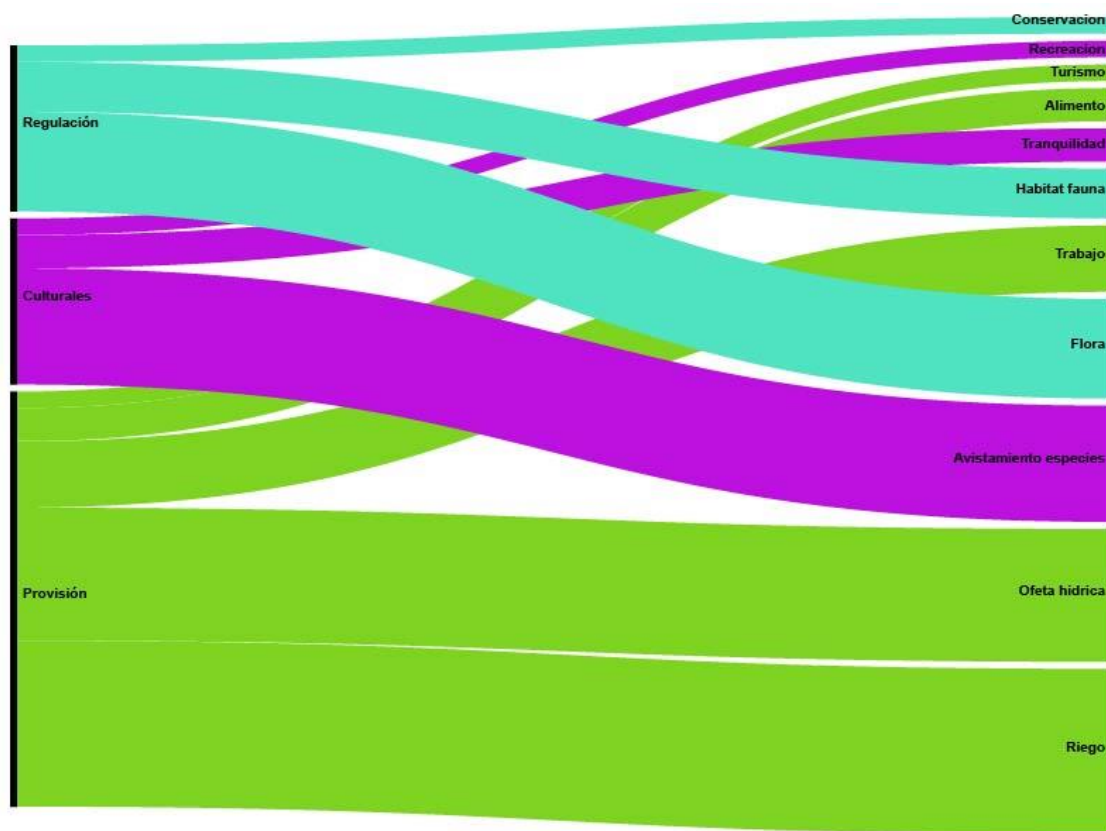
Fuente: GIZ, (2021).

En cuanto a la identificación de servicios, los servicios de regulación y culturales son identificados de igual forma por las personas entrevistadas, en relación

principalmente con la conservación, oferta de hábitat para las especies y la presencia de fauna (Figura 48). Los servicios de Provisión son los que más se identifican, en relación con la oferta hídrica para riego del cultivo de arroz, la generación de empleo, la producción de alimentos y la posibilidad de desarrollar actividades relacionadas con el turismo de naturaleza (Figura 48).

El 62,5% de la población encuestada considera que los servicios que presta el ecosistema de humedal influyen de manera positiva el bienestar humano relacionados por un lado con su concepción como fuente de provisión de agua, provisión de alimento y el 25% considera que tiene poca relación principalmente por su visión como un lugar de trabajo relacionado con la producción de arroz. Al plantear si se desmejoran las condiciones del humedal los beneficios ambientales con mayores afectaciones corresponden a la contaminación del ecosistema, escasez de agua y su contaminación, pérdida de biodiversidad y del hábitat necesario para su mantenimiento.

Figura 48. Servicios de los ecosistemas identificados por las personas entrevistadas en el humedal La Garcera.

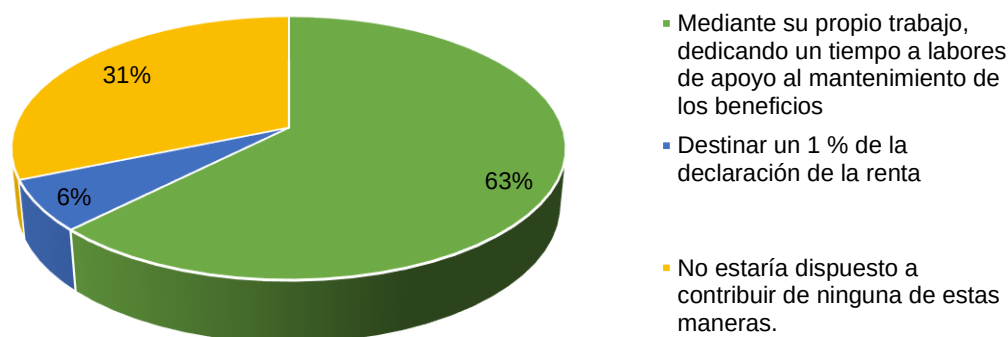


Fuente: GIZ, (2021)

En relación con la disposición de las personas para la conservación del humedal La Garcera, el 68,75 % de los encuestados estarían dispuestos a contribuir de alguna manera a su conservación, mientras que el 31,25% opinan que no están dispuestos a hacerlo. El 63% de los encuestados estarían dispuestos a contribuir al

mantenimiento mediante su propio trabajo, dedicando un tiempo a labores de apoyo al mantenimiento de los beneficios, mientras que el restante de la población considera que destinar un 1 % de la declaración de la renta como una opción viable (Figura 49).

Figura 49. Contribución social al mantenimiento de los servicios de los ecosistemas provistos por el humedal La Garcera.



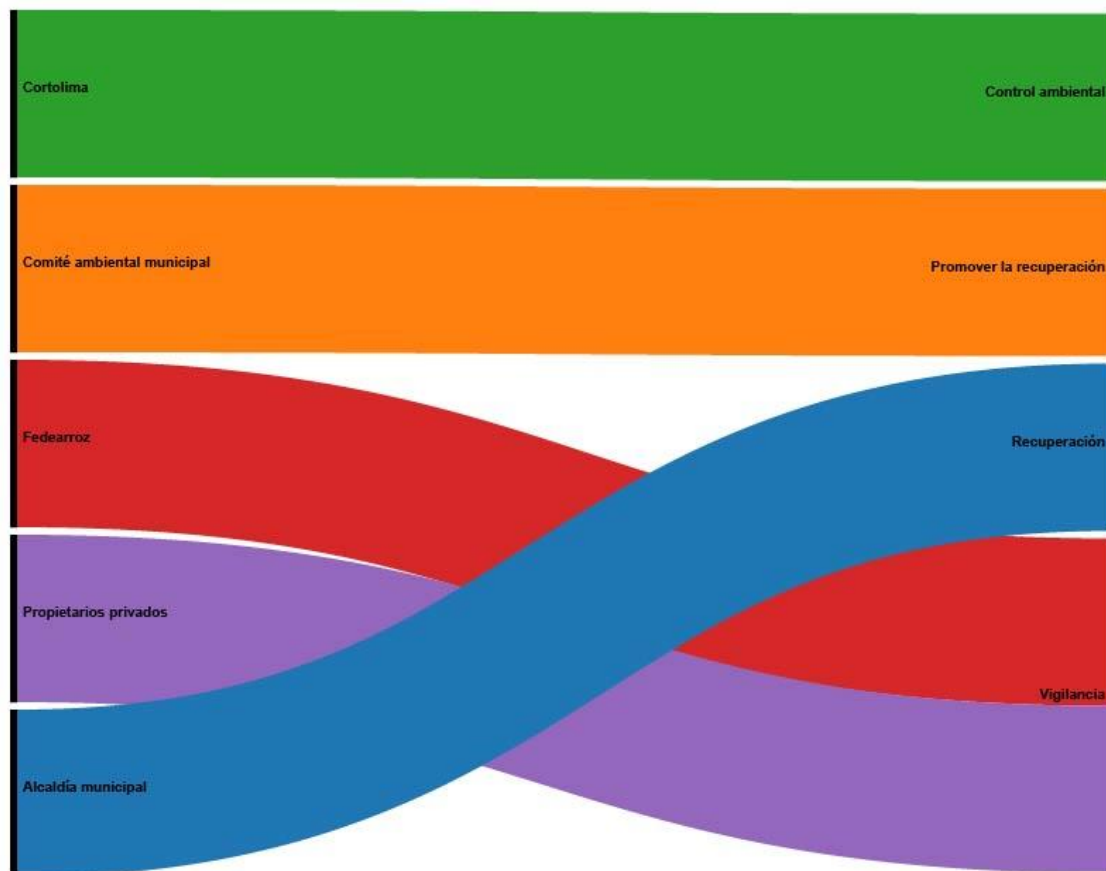
Fuente: GIZ, (2021).

En cuanto a la gestión ambiental necesaria para el mantenimiento de la calidad ambiental del humedal La Garcera, se identificaron cinco (5) actores principales con funciones claramente definidas, la Autoridad Ambiental Regional del Tolima – Cortolima, la Alcaldía Municipal para la recuperación ambiental, el Comité Ambiental Municipal para la promoción de la recuperación ambiental y FEDERARROZ y los propietarios privados encargados de la vigilancia (Figura 50).

Para los encuestados el 93,75% consideran que, de continuar con la tendencia de manejo, las condiciones actuales del humedal La Garcera empeorarán, ya que a la fecha se hace evidente la reducción del espejo de agua, la reducción en el volumen de agua y procesos de “enmalezamiento” de las orillas.

En cuanto al futuro del humedal se considera que las principales acciones se encuentran destinar el humedal a la recreación, el turismo y la repoblación de peces (Figura 51). Seguido por las acciones derivadas como un sitio para la relajación, el descanso y un sitio que proporcione agua para riego y, que sirva como reservorio de agua. Por último, dedicarlo como reserva de biodiversidad y conservación de especies, la reforestación y la pesca deportiva.

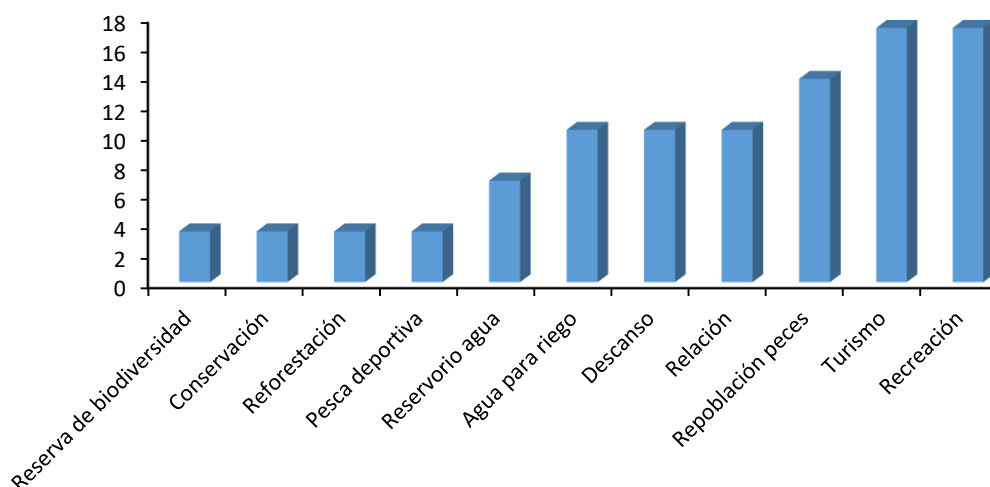
Figura 50. Actores identificados y principales funciones en términos de conservación del humedal La Garcera.



Fuente: GIZ, (2021).

Entre las acciones que se consideran de mayor importancia para el humedal La Garcera se encuentra la presencia de instituciones u organizaciones que apoyen la conservación y buen uso del humedal, una legislación ambiental que ayude en su protección e incentivar acciones relacionadas con el desarrollo del turismo (Figura 52). Ya que la pregunta de la encuesta requería priorizar las acciones, las acciones de mantienen, pero cambia la proporción, en la segunda dimensión toma mayor importancia el pago por servicios ambientales y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas que allí habitan y en la última, la promoción de otros usos como actividades deportivas (pesca) o actividades de turismo de naturaleza y con mayor proporción la mejora en la calidad de vida.

Figura 51. Acciones deseadas para el futuro del humedal La Garcera.



Fuente: GIZ, (2021).

Figura 52. Grado de importancia de las acciones deseadas para el futuro del humedal La Garcera.



Fuente: GIZ, (2021).

CAPITULO 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 como “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 Estupiñán-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 como 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. CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS

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 La Garcera y permitirá establecer el plan de acción para la conservación y manejo del humedal (Tabla 22).

Tabla 22. 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	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.

Nivel	Atributos	Indicadores de Estado	Indicadores Impacto de Gestión
		abundancia de bioindicadores de estado.	
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.
Genético	Número y proporciones de alelos. Variabilidad genética	Coeficiente de entrecruzamiento (inbreeding) Tasa de mutación vs. Tasa de pérdida.	Disminución del coeficiente de entrecruzamiento (inbreeding) Equilibrio entre tasa de mutación vs. Tasa de pérdida.

Fuente: GIZ, 2021.

6.3.1. ANÁLISIS CUALITATIVO DEL HUMEDAL LA GARCERA

A 2021 una vez caracterizado biológica y socioeconómicamente el humedal La Garcera, se establecieron los factores de afectación para el cuerpo de agua de acuerdo con lo definido en la Política Nacional de Humedales Interiores para Colombia. En primera medida, el análisis ambiental requirió el estudio de la comunidad biótica del lugar, con evaluaciones de fauna y flora que permitieran establecer sus cambios en el tiempo y espacio.

La identificación y valoración de las actividades potencialmente generadoras de modificaciones al medio que pueden producir algún tipo de impacto e inciden directamente sobre el Humedal La Garcera se evaluaron a través de una matriz cualitativa de impacto ambiental, la cual consiste cuenta con dos entradas que indican las actividades presentes en el humedal, así como los elementos que pueden ser afectados a partir de ellas. Así, se resaltan las actividades de mayor incidencia, con el fin de establecer programas de manejo para control ambiental

(Tabla 23). En dicha matriz la presencia de una perturbación se anota con un 1 y la falta de éste como 0.

Tabla 23. Matriz cualitativa de impactos observados en el humedal La Garcera, Melgar (Tolima).

VARIABLES	Producción pecuaria		Aprovechamiento recurso agua				Administración	
	Cultivo en rondas	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	0	0	0	0	1	0
Control de inundaciones	0	0	0	0	0	0	1	0
Canalización	0	0	0	0	0	0	1	0
Represamiento	0	0	0	0	0	0	1	0
2. Vegetación								
Vegetación leñosa	1	-	-	-	-	-	1	-
Vegetación herbácea	0	-	-	-	-	-	1	-
Diversidad	1	-	-	-	-	-	1	-
Fitoplancton	1	-	-	-	-	-	1	-
3. Fauna								
Riqueza zooplancton	1	-	-	-	-	-	1	-
Riqueza macroinvertebrados acuáticos	1	-	-	-	-	-	1	-
Riqueza peces	1	-	-	-	-	-	1	-
Riqueza herpetos	1	-	-	-	-	-	1	-
Riqueza aves	1	-	-	-	-	-	1	-
Riqueza mamíferos	1	-	-	-	-	-	1	-
4. Unidades ambientales / paisaje								
Suelos expuestos	0	-	-	-	-	-	0	-
Bosques de vega-bosque de galería	1	-	-	-	-	-	1	-
Pastizal	0	-	-	-	-	-	0	-
5. Uso de la tierra y capacidad de uso								
Producción	0	-	-	-	-	-	0	-
Ecoturismo	0	-	-	-	-	-	0	-

Fuente: GIZ, 2021.

6.4. ANÁLISIS COMPONENTE AMBIENTAL

Durante el análisis biótico del año 2021 del humedal La Garcera se evidenciaron afectaciones en las comunidades faunísticas acuáticas, ya que no había presencia

de un cuerpo de agua, esto como resultado de fuertes intervenciones antrópicas. No obstante, se resalta la presencia de una comunidad de flora, anfibios, reptiles, lepidópteros y mamíferos propios de estos ecosistemas, dentro de los cuales se registra algunas especies bajo alguna categoría de amenaza, endémicas, casi endémicas, migratorias latitudinales y de uso comercial.

A pesar de estar alterado por la presencia de cultivos de arroz, se destaca una vegetación representativa de Bosque Seco Tropical, en donde las especies registradas no se encuentran en alguna categoría de peligro y son de preocupación menor. Por otro lado, la fauna asociada a este humedal registra un gran número de especies de aves de amplia tolerancia y de áreas abiertas, en las que se destaca *Sicalis flaveola*, *Forpus conspicillatus*, *Pitangus sulphuratus*, *Progne tapera* y *Vanellus chilensis*, también se destaca abundantemente *Phimosus infuscatus* como una especie acuática propia de cuerpos de agua sin sombra con vegetación baja o áreas abiertas. Así mismo, se reconoce 2 especies casi endémicas, *Chlorostilbon gibsoni* y *Forpus conspicillatus*, y 5 especies migratorias, *Crotophaga major*, *Cathartes aura*, *Tyrannus melancholicus*, *Tyrannus savana* y *Progne tapera*. Respecto a las especies que se encuentran en apéndice del CITES II, se registraron las aves *Glaucis hirsutus*, *Phaethornis anthophilus*, *Chlorostilbon gibsoni*, *Elanus leucurus*, *Rupornis magnirostris*, *Herpetotheres cachinnans*, *Caracara plancus*, *Milvago chimachima* y *Forpus conspicillatus*. En CITES III se encuentra *Dendrocygna autumnalis*.

En lo que respecta a anfibios y reptiles, no se registraron especies en categorías de amenaza, ni en apéndice CITES, en su lugar se destaca especies tolerante a intervenciones antrópicas (*Rhinella horribilis*) y dependientes cuerpos de agua (*Leptodactylus fragilis*).

Por otro lado, en la comunidad de mamíferos no se registra especies en categoría de amenaza o en CITES, sin embargo se resalta estrecha relación entre plantas y murciélagos del genero *Sturnira* y *Carollia*, relevante en procesos de dispersión de semillas en bosques en estado de regeneración y con presencia de disturbios. Por su parte la comunidad de lepidópteros no refleja especies en amenaza y en CITES, y al igual que con mamíferos, se resalta el papel relevante de estos organismos en procesos ecológicos como la polinización, y son relevantes en la cadena trófica como herbívoros y como presa de otros animales.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario realizar monitoreos de las especies de los diferentes grupos faunísticos con el fin de detectar el estado de las comunidades faunísticas en una dimensión espacio-temporal que permita el ajuste a tiempo de actividades de manejo e intervención oportuna para revertir o evitar tendencias como las evidenciadas en este estudio durante la etapa de evaluación del componente biótico, al igual estos monitoreos permitirán robustecer y mantener listas de especies actualizadas que faciliten la identificación de especies de interés, tales como aves migratorias, mamíferos medianos y grandes, macroinvertebrados bioindicadores del estado de calidad del agua, así como anfibios y reptiles presentes en el humedal.

Transformación total del humedal

- *Reclamación de tierras.* las zonas aledañas se usan para actividades con fines agrícolas
- *Modificación completa de regímenes hidráulicos y reclamación del espacio físico del humedal.* La dinámica natural del humedal se ve alterada por la construcción y operación de obras civiles de regulación hídrica (canales de riego), no se evidenció afectaciones por áreas urbanas o suburbanas y obras con el fin de ampliar el espacio para el desarrollo de infraestructura urbana, industrial o de recreación.
- *Introducción o trasplante de especies invasoras.* Se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.

Perturbación Severa al humedal

- *Control de inundaciones.* Se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.
- *Contaminación.* Se requieren de análisis fisicoquímicos para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.
- *Canalizaciones.* Se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.
- *Urbanización.* No se presenta tensionantes de tipo urbano, industrial ni de infraestructura de recreación dado que el humedal se encuentra en un área privada.
- *Remoción de sedimentos o vegetación.* No se evidencia remoción de sedimentos o vegetación.
- *Sobreexplotación de recursos biológicos.* Los pobladores de la región dan a conocer que no existe el uso en exceso de especies de fauna mediante la caza o la pesca, ni la recolección de nidos o extracción de materiales para usos domésticos, industrial locales (artesanías) o para el autoconsumo (leña o materiales de construcción), sin embargo se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.
- *Represamiento o inundación permanente.* No se evidencian construcción de estanques para acuicultura ni represamiento de los flujos de agua en los pantanos para la creación de lagos con fines de recreación.

CAPITULO 7. VALORACIÓN Y EVALUACIÓN

7. VALORACIÓN Y EVALUACIÓN

7.1. EVALUACIÓN ECOLÓGICA

A pesar de evidenciar un cuerpo de agua ausente, el Humedal La Garcera refleja una importante riqueza florística y faunística para la zona de influencia de este ecosistema, conforme a los análisis bióticos realizados. Esto hace del humedal un hábitat de alta influencia a nivel ecológico para las especies que lo habitan.

7.1.1. Tamaño y posición

El humedal La Garcera se encuentra ubicado en las veredas Santa Ines al sur del departamento del Tolima, en el área rural del municipio de Saldaña. Hace parte de la Cuenca del río Saldaña y comprende un área aproximada de 36,79 hectáreas, a una altura de 321 m.

7.1.2. Conectividad ecológica

En la actualidad el Humedal La Garcera se ha recuperado pero aún se encuentra fragmentado y continua con una matriz circundante principalmente de cultivos de arroz con pequeños fragmentos de bosque secundario y de galería que presenta una gran diversidad biológica, teniendo en cuenta que estos hábitats forman la matriz circundante del humedal, es conveniente realizar estudios que permitan establecer y esclarecer la conectividad en el área fragmentada del área de influencia del humedal.

7.1.3. Diversidad biológica

Al momento del ajuste del PMA, en 2021, la caracterización de las comunidades biológicas en el humedal, permitió la identificación de una gran diversidad de especies de flora y fauna, tanto terrestres como acuáticas. Dentro del componente acuático se identificó en la comunidad del fitoplancton cinco phylum, siete clases, 12 órdenes taxonómicos, 17 familias y 19 géneros. Por otro lado, en Zooplancton la comunidad de organismos identificados se encuentra distribuida en dos phylum, dos clases, tres órdenes, siete familias y ocho géneros. En lo que respecta a la comunidad de macroinvertebrados está compuesta por cinco clases, 12 órdenes y 20 familias. Finalmente en peces se determinó un total de 115 individuos distribuidos en cuatro órdenes, cinco familias y ocho especies.

A nivel terrestre se identificó entre anfibios y reptiles siete especies pertenecientes a dos órdenes y cinco familias, mientras que en aves se identificó 44 especies distribuidas en 21 familias y 15 órdenes. Por otro lado, se identificó un total de 12 especies dentro de la comunidad de mariposas pertenecientes a cinco familias, siete subfamilias, 12 géneros, mientras que mamíferos se caracterizó por tres especies de mamíferos voladores y tres especies potenciales de mamíferos medianos – grandes, los primeros se encuentran agrupados en un orden, una familia, dos

subfamilias y tres géneros, y los tres restantes en tres órdenes y tres familias. Finalmente dentro del componente flora, la comunidad se encuentra compuesta por un filo, 2 clases, 13 órdenes, 17 familias, 22 géneros y 17 especies.

Tabla 24. Número de grupos taxonómicos identificados en el humedal La Garcera.

Flora					
Filo	Clase	Orden	Familia	Generos	Especies
1	2	13	17	22	17
Fauna acuática					
Filo	Clase	Orden	Familia	Generos	Especies
1	2	13	17	22	17
Fauna terrestre					
Filo	Clase	Orden	Familia	Generos	Especies
2	2	13	17	22	17

Fuente: GIZ, 2021.

7.1.4. Naturalidad

El humedal La Garcera es un reservorio de agua de origen natural. Sin embargo al momento de su inspección no se observó un espejo de agua, condiciones que exacerban la pérdida de adecuadas condiciones bióticas para la permanencia de especies acuáticas como peces, macroinvertebrados, fitoplancton y zooplancton, indispensables en procesos ecológicos que favorecen interacciones interespecíficas.

7.1.5. Rareza

La rareza del humedal está dada por la presencia de especies endémicas, migratorias y aquellas registradas en alguna categoría de amenaza, cuyas poblaciones se caracterizan por ser reducidas. Esto hecho representativo contribuye a identificar y desarrollar alternativas de conservación asociadas a determinados ambientes (Ceballos, 2001). En el humedal La Garcera, se identificó especies de gran importancia que reflejan el grado de conservación en el que se encuentra el humedal. Así mismo, cabe resaltar la ausencia de especies de aves migratorias, debido a la temporada en que se realizaron los muestreos, la cual no se caracteriza por la presencia de estas especies.

Tabla 25. Especies de importancia para la conservación del humedal La Garcera.

Grupo	Especie	Rareza
Aves	<i>Forpus conspicillatus</i>	Apéndice II – CITES Casi endémica
	<i>Chlorostilbon gibsoni</i>	Apéndice II – CITES Casi endémica
	<i>Glaucis hirsutus</i>	Apéndice II - CITES
	<i>Phaethornis anthophilus</i>	Apéndice II – CITES

	<i>Elanus leucurus</i>	Apéndice II – CITES
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Apéndice II – CITES
	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Apéndice II – CITES
	<i>Caracara plancus</i>	Apéndice II – CITES
	<i>Milvago chimachima</i>	Apéndice II – CITES
	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Apéndice III – CITES

Fuente: GIZ, 2021.

7.1.6. Fragilidad

La constante amenaza al humedal La Garcera proviene en gran parte del avance de la frontera agrícola. Este aspecto puede desencadenar la pérdida de áreas relevantes para el refugio y hábitat de especies raras, endémicas y vulnerables, ya que perturbaciones en este ecosistema pueden llegar a afectar el tamaño poblacional de las comunidades biológicas, lo que genera un bajo acople o adaptación de estas a nuevas condiciones ambientales. Así mismo, se puede desencadenar desequilibrios en la dinámica de este ecosistema, los cuales se pueden reflejar en la disminución de los niveles de agua en periodos de sequía, haciendo más vulnerable la composición de especies y dinámica ecosistémica.

7.1.7. Posibilidades de mejoramiento

Conforme a la constante fragilidad que presenta el Humedal La Garcera, se propone continuar con la recuperación, mantenimiento, y conservación del humedal y su biodiversidad mediante su aislamiento con cercas vivas empleando especies propias de este ecosistema, rocería y limpieza de su ronda hídrica y reforestación alrededor del humedal, dado que gran parte del humedal no cuenta con bosques protectores que permita el establecimiento de flora y fauna propia de estos ecosistemas y faciliten la permanencia del cuerpo de agua a niveles que faciliten el establecimiento de especies acuáticas. Así mismo, es importante la conformación de proyectos que garanticen un monitoreo de las condiciones naturales del humedal (monitoreo de fauna y flora), e involucren y permitan la participación de la comunidad (Talleres o curso de apropiación social del conocimiento).

Es importante resaltar que se realicen capacitaciones sobre buenas prácticas agrícolas y el manejo de los recursos hídricos asociados con propietarios de los arrozales, para evitar pérdidas de biodiversidad natural, y de servicios de los ecosistemas existentes.

7.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL

7.2.1. Conocimiento del humedal La Garcera por los habitantes aledaños a 2021.

- **Conocimiento del humedal.** A pesar de no pertenecer a alguna asociación relacionada con temas ambientales o de conservación, la población entrevistada reconoce al humedal como un espacio en donde hay presencia de agua para producción (cultivos de arroz), fuente de alimento, y alberga fauna y flora, la cual debe ser conservada.
- **Funciones del humedal.** Se reconoce al humedal como un espacio que provee servicios de regulación y culturales, relacionados principalmente con aspectos de conservación, ya que es habitat de especies de fauna y flora, y por otro lado ofrece el recurso hídrico para agricultura.
- **Actitud frente al humedal.** La población entrevistada reconoce la importancia del humedal, y las consecuencias que traería el deterioramiento de las condiciones de este habitat, ya que lo identifican como un ambiente relevante para la tranquilidad, belleza, armonía y felicidad de la comunidad, y fuente necesaria para bienestar humano.

CAPITULO 8. ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL

8. ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL

Zonificación Ambiental

La zonificación ambiental, es la base para determinar cómo se deben utilizar de la mejor manera los espacios del territorio, de una forma armónica entre quienes lo habitan y la oferta de los recursos naturales; Es la carta de navegación para orientar a los actores sociales quienes intervienen y toman decisión sobre sus actuaciones en la zona, buscando así un equilibrio hombre naturaleza, de tal manera que se garantice para las generaciones futuras la sostenibilidad en términos ambientales, socioeconómicos y culturales (Mamaskato, 2008).

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).

8.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS

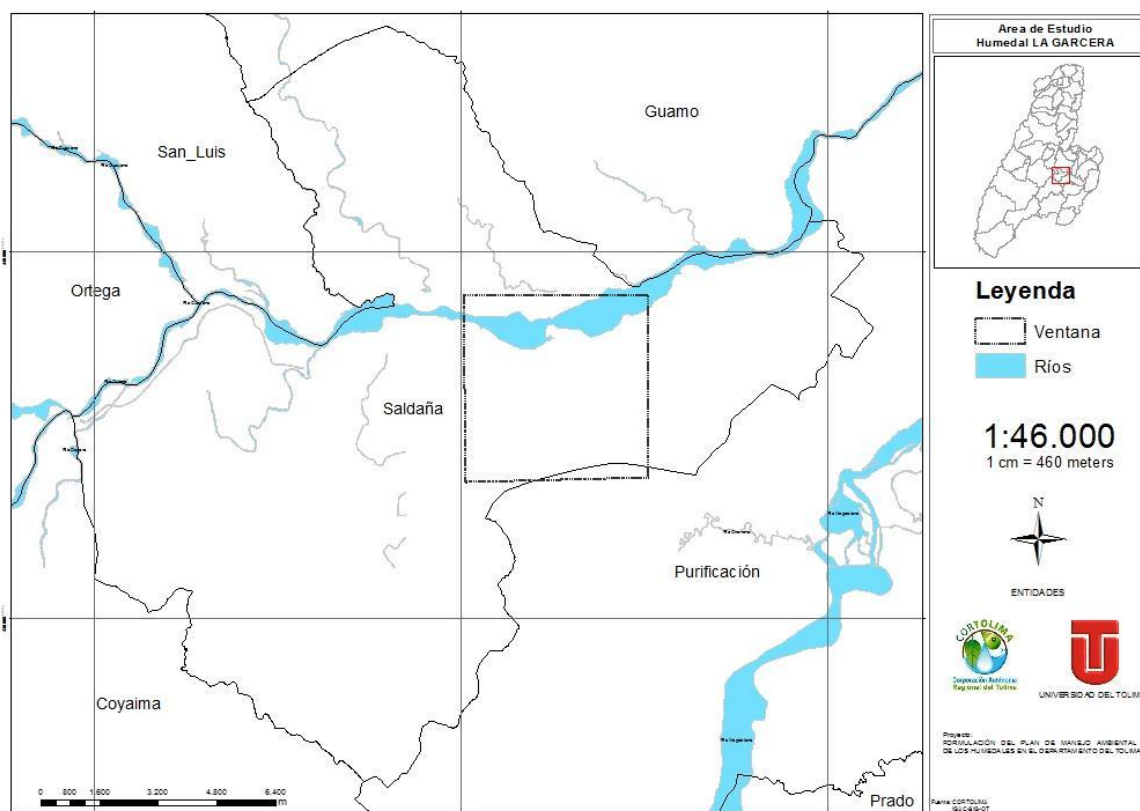
8.1.1. Delimitación de Área de Estudio

Para 2014 la extensión máxima del área de estudio correspondió a un área total de 2500 ha (Figura 53). Como referencia para la identificación de los elementos del paisaje, se utilizaron imágenes de satélite de ArcGIS online (escala 1:25000) donde se incluyó como parte de la matriz todos los componentes más importantes. Dichos componentes fueron parte del territorio de interés económico como los cultivos, zonas de transporte, poblaciones o áreas urbanas en lo posible, infraestructura vial y de interés económico como los canales de riego y áreas de interés ambiental como teselas que corresponden a Vegetación de Crecimiento Secundario o Rastrojos etc.

8.1.2. Escala de edición.

En ese mismo año la edición de los polígonos (zonificación), se definió el Área mínima cartografiable en 1:3000. Este principio indica que a partir de determinada área espacial los polígonos y sus correspondientes contenidos deben ser digitalizados; de lo contrario se dificultaría la distinción y los polígonos carecerían de rigor o detalle. Finalmente se procuró que la tolerancia del entorno de la edición de polígonos fuera de máximo dos pixeles para evitar errores topológicos y garantizar una precisión.

Figura 53. Área de Estudio para la Zonificación Ambiental



Fuente: GIZ (2014).

8.1.3. Sistemas de Información Geográfica

En el 2014 la Zonificación Ambiental se llevó a cabo una inspección general en el área de estudio, los ecosistemas y la vegetación típica. Parte de la delimitación se realizó mediante el uso de un receptor GPS (o Sistema de Posicionamiento Global) Garmin 60csx. El error de exactitud estuvo en ± 3 (metros). Para homogenizar la información, se configuro el GPS en el Datum WGS 84. Finalmente los polígonos fueron transformados a la referencia espacial Datum Magna-Sirgas y agregados al proyecto de digitalización.

Para la Cartografía, se consumió el servicio de mapas a través de una inspección general de las fotografías e imágenes satelitales con el fin de tener una visión de conjunto más amplia de las coberturas. La inspección se realizó con una base de mapa de ArcGIS online y Complementos tipo open layers plugin como google satellite y bing aerial, consumidos a través de Quantum GIS 1.8.0 Lisboa.

Se procedió a realizar la cartografía del límite de cada ecosistema con el cual se realizaron los modelamientos con los que se delimitaron cada una de las unidades de zonificación a través del software ArcGIS 10.1. Las unidades, coberturas o zonificaciones se realizaron creando los polígonos que delimitan manchas homogéneas, interpretándose como hábitats o coberturas en función de su color y

textura. Una vez delimitada la cobertura o zonificación (vector o polígono) se procedió a introducir sus atributos, como nombre, Perímetro y Área (ha).

Las coberturas o zonificaciones principales o intermedias digitalizadas obtenidas poseen límites definidos y contienen un conjunto de atributos característicos que permiten diferenciarlas de unidades vecinas. El conjunto de todas las delineaciones (polígonos) fueron identificadas con un mismo código de cobertura (Ej: AESA=Áreas de Especial Significado Ambiental).

8.1.4. Delimitación de Humedales

En ese mismo año para la delimitación de los parches se realizaron recorridos a pie, bordeando el humedal y tomando como borde, la vegetación característica de los parches o los espejos de agua. Al mismo tiempo se llevó un GPS (Garmin 60csx) configurado con una frecuencia de registro de +- cada 5 metros, para realizar la delimitación más detalladamente, a través de un track (trayecto). El error de exactitud estuvo en +- 3 (metros). Posteriormente la información fue transformada a formato Shapefile, editada y procesada en un Sistema de Información Geográfica. Finalmente se crearon atributos que corresponde a Área, Perímetro y Nombre.

8.1.5. Conservación de los Humedales

Comprende las unidades de manejo dedicadas a la protección y regulación del recurso hídrico superficial y de la cual hacen parte las rondas de río definidas como el área de 30 ms a cada lado de la margen de los diferentes tributarios del humedal y del cuerpo del humedal en sí, así como la zona definida como fuente abastecedora que no es más que aquella ubicada en las partes altas de la corriente principal que tributa sus aguas bien sea de manera permanente o intermitente al humedal.

8.1.6. Delimitación de Rondas Hídricas

Para la delimitación de las rondas hídricas, se utilizó el geoproceto de proximidad, llamado Buffer Analyst, en un Sistema de Información Geográfica como es ArcGIS 10.1 (SIG). El Buffer se calculó para una distancia de 30m alrededor de cada polígono correspondiente a los humedales (Z1). Dicho Buffer se conoce como Ronda hídrica.

8.2. Resultados

8.2.1. Zonificación Principal

En el PMA 2014 con la agrupación de atributos, entendiéndose por atributos las unidades definidas en las diferentes variables, en general se determinaron 185 fragmentos agrupados en 6 categorías o zonificaciones. Se delimitó un total de 2558,4 hectáreas; el fragmento de mayor extensión (510,35 ha) corresponde a la Zonificación de Área de Producción económica (APE). El fragmento de menor extensión (0,01 ha) corresponde a la Zonificación de Áreas de Importancia Social (AIS) (Tabla 26).

La mayor representatividad de las zonas o fragmentos debidamente agrupados, corresponde a Áreas de Producción Económica (APE) con un 76,6% y 37 fragmentos, lo que coincide con el uso de suelo y la actividad económica y agrícola de la región. En segundo lugar de representatividad fue para la zonificación Áreas de Especial Significado Ambiental (AESAs), con un 11,3% y 63 fragmentos, donde se agrupan áreas de rastrojos, vegetación de Crecimiento Secundario y los Humedales. La menor representatividad correspondió a la zonificación Área de Importancia para Cria (AIC), con un 0,2% y corresponde a lugares destinados para la acuicultura (Fuente: GIZ (2014).

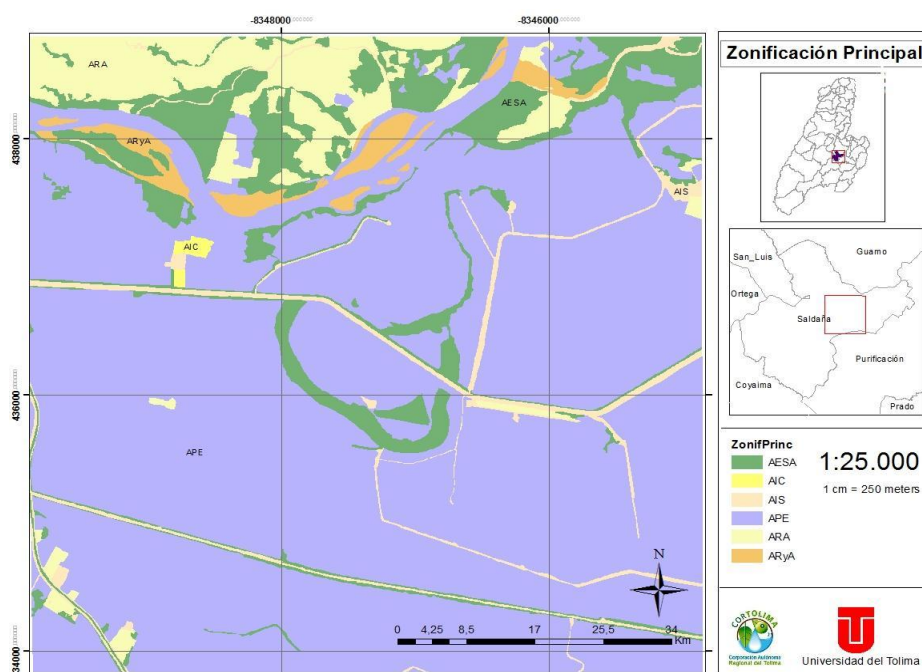
Figura 54).

Tabla 26. Resultados de Fragmentos Zonificación Principal.

Zonificación Principal	N° de fragmentos	Área		Área Total (ha)	% de Área
		Max	Min		
AESA	63	48	0.06	287,79	11,3
AIC	2	3.47	1.17	4,6	0,2
AIS	39	25.3	0.01	75,97	3,0
APE	37	510	0.08	1960	76,6
ARA	30	76.9	0.03	179,2	7,0
ARyA	14	12.8	0.31	50	2,0
	185			2557,56	100

Fuente: GIZ (2014).

Figura 54. Mapa de Zonificación Principal



Fuente: GIZ (2013).

8.2.2. Zonificación Ambiental Intermedia

Con la agrupación de atributos, de manera general en el PMA 2014 se determinaron 185 fragmentos agrupados en 14 categorías o zonificaciones (Tabla 27; Figura 55). Se delimitó un total de 2558,4 hectáreas; el fragmento o zonificación de mayor extensión (510,35 ha) corresponde a la Zonificación Z7, Cultivo Permanente, específicamente Arroz, siendo el Sistema productivo y económico dominante de la región. En total la Zonificación Z7 presenta la mayor extensión (1854,02 ha)

El fragmento de menor extensión (0,01 ha) corresponde a la Zonificación Z2 y esta agrupado dentro de las Edificaciones; la Zonificación de menor extensión corresponde a Z11 con 1,22 ha. La zonificación con un mayor número de fragmentos corresponde a Vegetación de Crecimiento Secundario con 45 fragmentos lo que sugiere una representación en la matriz, con fragmente de extensión variable. Dichos fragmentos podrían estar inmersos en la presión o dominancia de fragmentos con interés económico de zonificación tipo Z7. En segundo lugar en número de fragmentos se determinó la zonificación Z3 correspondiente a Pastos. Dicha zonificación es predominante en la parte norte del Área de Estudio, donde existen pocos cultivos de Arroz, tal vez por la ausencia de Zonificación Z13. Dichas zonificación (Z3) puede estar siendo utilizada para la ganadería extensiva.

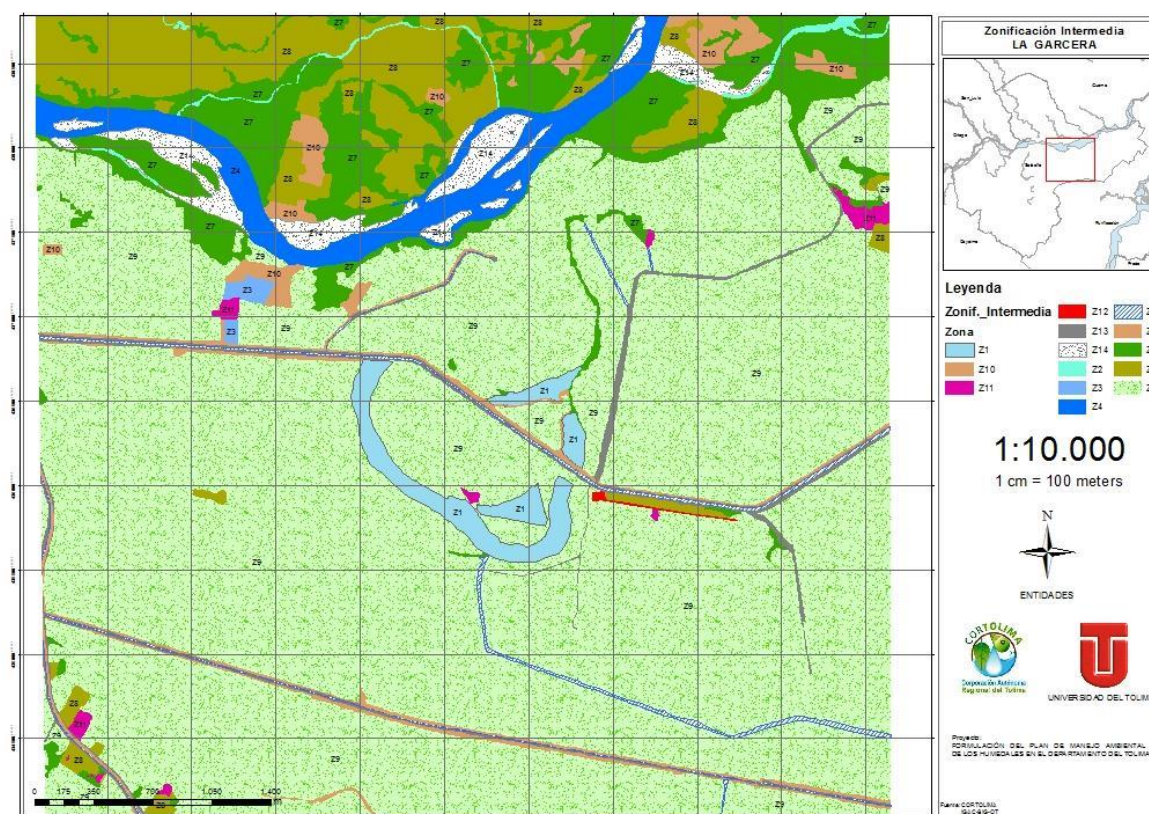
Tabla 27. Resultados de Fragmentos Zonificación Intermedia

Nombre	Zonificación Intermedia	Área (ha)	N° de Parches	% de Área
Humedal	Z1	38,91	4	1,52
Cuerpo de Agua	Z2	8,23	6	0,32
Estanques	Z3	4,66	2	0,18
Río	Z4	71,71	1	2,80
Canal	Z5	22,26	15	0,87
Rastrojo	Z6	34,62	14	1,35
Vegetación de Crecimiento Secundario	Z7	214,27	45	8,37
Pasto	Z8	179,27	30	7,01
Cultivo Permanente	Z9	1854,02	21	72,47
Cultivo semi-Permanente	Z10	35,11	15	1,37
Infraestructura	Z11	8,49	11	0,33
Pista	Z12	1,22	1	0,05
Vías	Z13	35,77	6	1,40
Barras de Arena	Z14	49,94	14	1,95
		2558,48	185	100

Fuente: GIZ (2014).

Al igual que la zonificación principal, la mayor representatividad en la Zonificación Intermedia, los fragmentos debidamente agrupados, corresponde a Z7 (APE) con un 72,47 % y 21 fragmentos, lo que coincide con el uso de suelo y la actividad económica y agrícola de la región dedicadas al cultivo de Arroz. En segundo lugar de representatividad fue para la zonificación Z5 (8,37%), agrupada como Vegetación de Crecimiento Secundario y presento un número mayor de fragmentos (45). La menor representatividad correspondió a la zonificación Z11 con (0,05%), y pertenece a la pista aérea del lugar, que también es importante para el desarrollo económico.

Figura 55. Mapa de Zonificación Ambiental Intermedia.



Fuente: GIZ (2014).

8.2.3. Ronda hídrica

Para la descripción ordenada de los parches, se crearon columnas en la tabla de atributos para nombrar las rondas hídricas. Por lo anterior los parches correspondientes a Humedales Z1 se nombraron como Z1a, Z1b, Z1c y Z1d; todo con el objetivo de diferenciarlos de las etiquetas en la Zonificación intermedia.

Se calculó la ronda hídrica a 30 metros para cada parche del humedal (Figura 56), y se determinó el área de ganancia para la conservación para cada parche. El

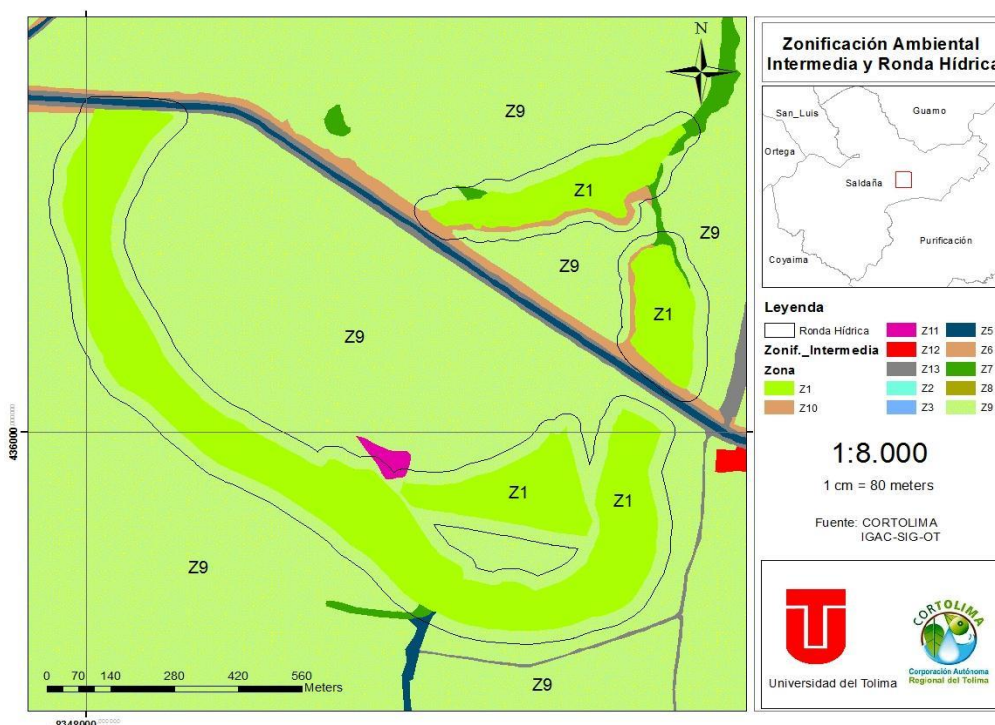
parche Z1a sin ronda hídrica presentó un área de 25,51 ha aproximadamente; el parche Z1b presento un área de 4,92 ha aproximadamente (Tabla 28).

Tabla 28. Áreas de Conservación de Humedales con Ronda Hídrica

Nombre	Sin Ronda Hídrica (ha)	Con Ronda Hídrica (ha)	% de área de (+)	Nombre final
Z1a	25,51	47,6	63,9 %	Z1a
Z1b	4,92			
Z1c	3,39	6,07	55,9 %	Z1c
Z1d	4,6	8,97	51,7 %	Z1d

Fuente: GIZ (2014).

Figura 56. Mapa de Cálculo de Ronda hídrica



Fuente: GIZ (2014).

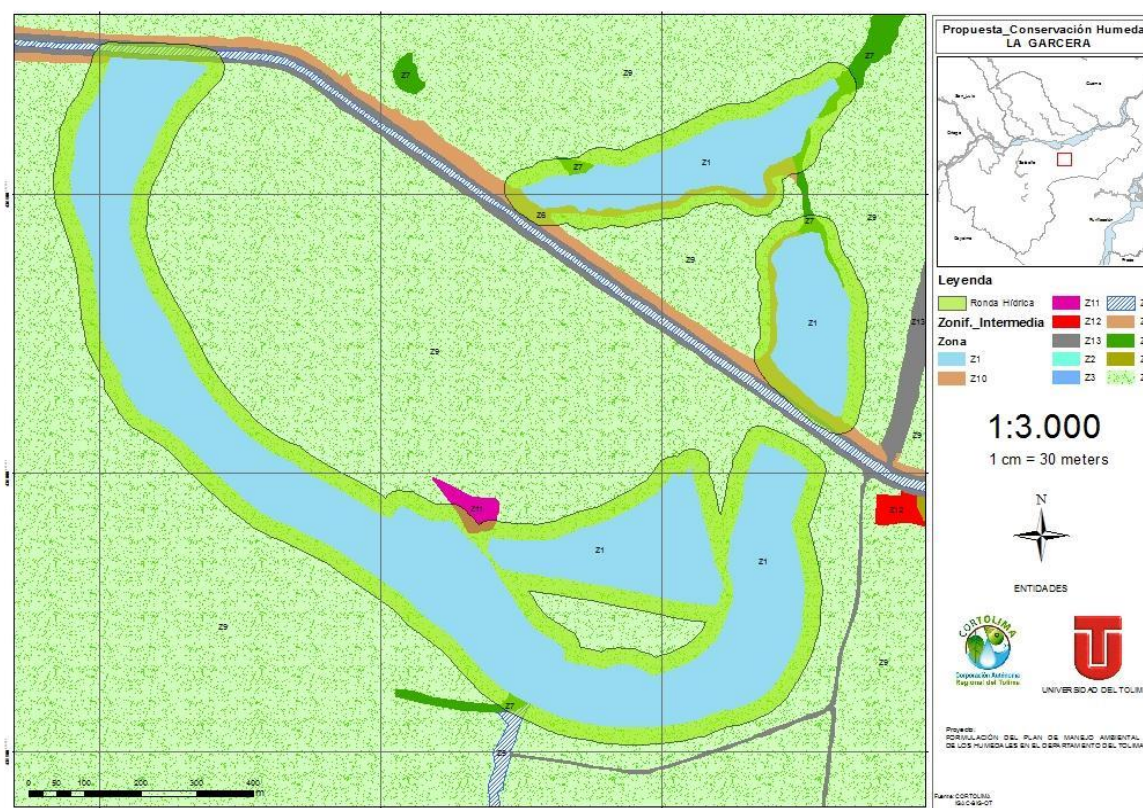
Al realizar la intersección de la ronda hídrica y los humedales, cada parche de humedal aumentó de área (Figura 56). Por lo anterior, desde el punto de vista del paisaje el parche Z1a y Z1b se fusionaron, aumentando en un 63,9% de área con la ronda hídrica y suman un total de 47,6 ha (Tabla 28).

Teniendo en cuenta los parámetros de fusión e intersección descritos anteriormente el parche Z1c presento un área de 3,39 ha y con la ronda hídrica aumento en un 55,9%, con un área final de 6,07 ha. Finalmente el parche de humedal Z1d tuvo un

área aproximada de 4,6 ha y con la ronda hídrica 8,97 ha, aumentando en un 51,7% (Tabla 28).

En el Geoproceso de intersección, además de lo anterior se observó además que la ronda hídrica cubre parte de zonificaciones hechas anteriormente (Figura 57). Dichas zonificaciones, aparte de los humedales corresponde a Z5, Z6, Z7 y Z11.

Figura 57. Mapa Final de Ronda hídrica



Fuente: GIZ (2014).

8.2.4. Coberturas y Usos de la Tierra

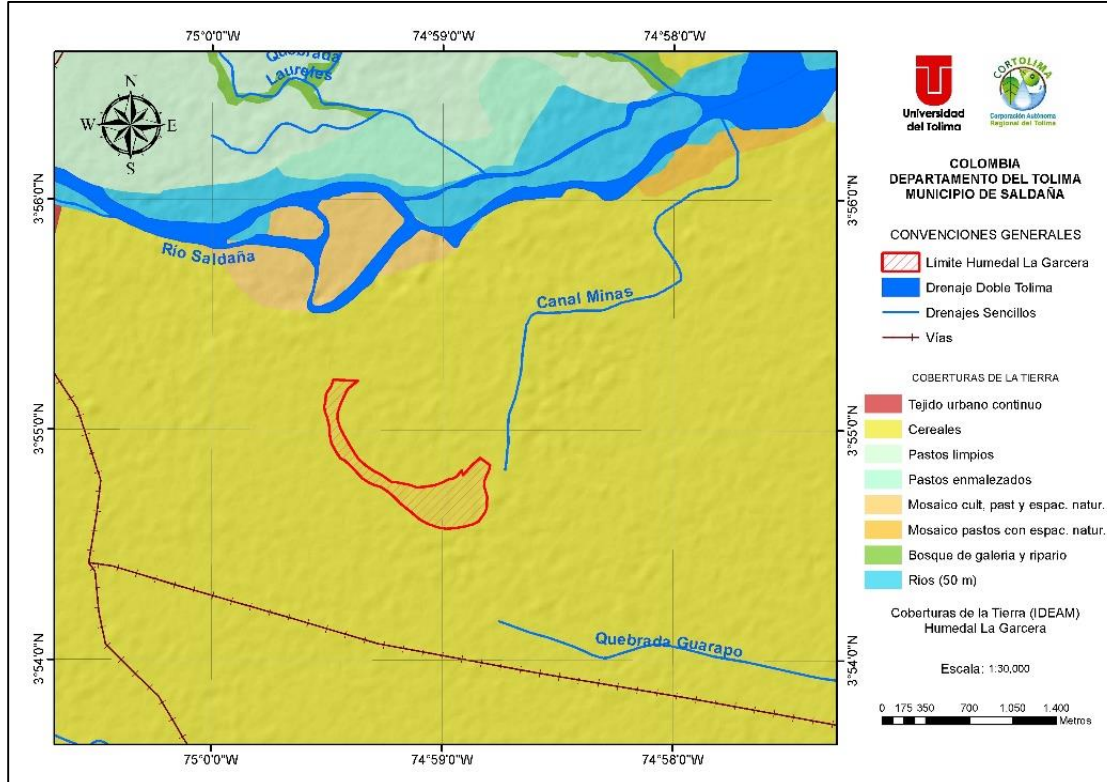
La delimitación de la cobertura y usos de la tierra proporciona una herramienta de apoyo importante en la gestión sostenible de los recursos naturales, siendo un elemento planificador en el ordenamiento de los territorios. Para ello, el IDEAM ha implementado metodologías para la definición y clasificación de coberturas como CORINE Land Cover adaptada para Colombia (CLC-C) a escala 1:100.000 aportando significativamente al seguimiento y evaluación de los procesos dinámicos de los recursos naturales y del medio ambiente.

Para su análisis, fue consultada y consolidada información cartográfica de coberturas y usos de la tierra disponible en repositorios de libre acceso del Sistema de información Ambiental de Colombia (SIAC) para el periodo 2012. Como resultado, se encontraron las siguientes clasificaciones.

Al año 2021, con el análisis topobatimétrico en el Humedal La Garcera, se encontraron las siguientes coberturas (Figura 58):

- Tejido urbano continuo: Espacio conformados por edificaciones y espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Con áreas superiores a 5 hectáreas y superficies artificiales con ocupaciones superiores al 80%. Para este caso, esta cobertura esta representada por el casco urbano del municipio de Saldaña.
- Cereales: Cobertura compuesta principalmente por cultivos transitorios de gramíneas como arroz, maíz, sorgo, cebada y trigo.
- Pastos limpios: Coberturas con cerca del 70% de ocupación, caracterizada principalmente por restringir el desarrollo de otras coberturas debido a prácticas constantes de manejo. Presente en una gran variedad de relieves y climas, dependiendo de la vocación productiva de la región.

Figura 58. Coberturas y usos de la tierra presentes para el Humedal La Garcera



Fuente: GIZ, (2021).

- Pastos enmalezados: Asociaciones de vegetación secundaria menor a 1.5 metros conformada por pastos y malezas, originada por la poca ocurrencia de prácticas de manejo y abandono del territorio.
- Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales: Cobertura sin un dominio marcado por alguna de las coberturas asociadas, con superficies menores a 25 hectáreas. Las áreas de pastos y cultivos representan entre el 30 al 70% del total de ocupación, y los espacios naturales están conformados por relictos de

- bosque natural, arbustales, bosques de galería o ripario, pantanos y áreas intervenidas o poco transformadas.
- Mosaico de pastos con espacios naturales: Superficies ocupadas por pastos entre el 30 al 70% con superficies menores a 25 hectáreas; y por espacios naturales conformados por relictos de bosque natural, arbustales, bosques de galería o ripario, pantanos y áreas intervenidas o poco transformadas.
- Bosque de galería y ripario: Cobertura arbórea ubicada a los márgenes de cursos de agua permanente o temporal, limitada por su amplitud.
- Ríos (50m): Corriente natural de agua de gran caudal y ancho del cauce superior a 50 metros. Para este caso, la presencia del Río Saldaña resalta este tipo de coberturas, aunque cabe resaltar la presencia de cuerpos de agua pequeños como el Canal Minas y la Quebrada Guarapo.

Tabla 29. Área, perímetro, ronda hídrica y su perímetro del humedal La Garcera entre el 2014 y 2021, con proyección futura.

HUMEDAL LA GARCERA-2014				
	AREA (Ha)	Perimetro(Km)	Ronda hídrica(Ha)	Perimetro(Km)
Z1a	25,79	4,85	14,467	5,55
Z1b	4,97	1,12		
Z1c	3,43	0,80	2,64	0,98
Z1d	4,69	1,36	4,29	1,59
Total	38,88	8,13	21,39	8,13
%	100	100	100	100
HUMEDAL LA GARCERA-2021				
	AREA (Ha)	Perimetro(Km)	Ronda hídrica(Ha)	Perimetro(Km)
Z1a	25,79	4,85	14,467	5,55
Z1b	4,97	1,12		
Z1c	3,43	0,80	2,64	0,98
Z1d	4,69	1,36	4,29	1,59
Z1e(Aumento)	1,88	0,71	2,423	0,90
Total	40,76	8,85	21,39	9,03
% Aumento	4,83	-	-	-
HUMEDAL LA GARCERA-FUTURO				
	AREA (Ha)	Perimetro (Km)	Ronda hídrica(Ha)	Perimetro (Km)
Z1a	25,79	4,85	14,467	5,55
Z1b	4,97	1,12		
Z1c	3,43	0,80	2,64	0,98
Z1d	4,69	1,36	4,29	1,59
Z1e	1,88	0,71	2,423	0,90

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal La Garcera

Z1f(Futurra)	0,92	0,59	2,059	0,78
Total	41,68	9,44	23,45	9,81
% Aumento	7,21	-	9,62	-

CAPITULO 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 La Garcera, en el municipio de Mariquita, 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 La Garcera, 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 de cada área, se identificó los humedales que por su unidad en si por sus características físicas son los de mayor

relevancia sobre el valle cálido de Magdalena en el departamento del Tolima, a partir de los sondeos iniciales a la zona se recopiló información que sirvió 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 La Garcera, 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 a lo suministrado y percibido gracias a los diferentes observación directa 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 2012-2015.

De acuerdo a 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

Para el presente plan, considerando lo expuesto en el marco conceptual, la visión es: *“Para el 2032 se espera tener restaurado ecológicamente el 50% del humedal La Garcera, 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

“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 La Garcera.

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.
- 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 La Garcera. 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 La Garcera.

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 La Garcera. 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, MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL HUMEDAL Y SU BIODIVERSIDAD.

Proyecto 1.1. Recuperación del humedal

Justificación:

Los humedales son un ecosistema estratégico, ya que son factor primordial en la regulación de los ciclos hidrológicos, al mismo tiempo ayudan a moderar altas temperaturas, precipitaciones y ciclos climáticos, también facilitan ciclos ecológicos que constituyen fuente de materia y energía para la fauna y flora asociada a estos, como para las comunidades que los rodean. La integración de estrategias que propendan por la recuperación, mantenimiento y conservación de estos ecosistemas no solo facilitan el funcionamiento integrado del medio físico y biológico, sino también el aprovechamiento y uso sostenible, lo cual permite a largo plazo un funcionamiento integral, beneficioso para la flora, fauna y comunidades que los componen. Esto facilita el alcance de una riqueza socioambiental que permite no solo la belleza paisajística de los humedales sino también el uso de estos como áreas de esparcimiento, aprendizaje y desarrollo científico.

Objetivo general:

Emprender acciones que garanticen la mejora del estado actual del humedal en su componente hídrico y biótico.

Objetivos específicos:

- Garantizar la permanencia del recurso hídrico del humedal a condiciones que permitan el funcionamiento adecuado e integral de este ecosistema.
- Monitorear y mantener las condiciones físicas, químicas y bacteriológicas de los cuerpos de agua que componen el humedal.
- Recuperar la ronda hídrica del humedal y su franja de protección.

Meta:

- Mejorar las condiciones físicas y biológicas del humedal La Garcera en un 50% a mediano plazo.

Actividades:

- Roca y limpieza periódica encaminada a reducir la proliferación y permanencia de especies herbáceas (*Panicum aff maximun*) alrededor y dentro del humedal.
- Mantenimiento de la ronda hídrica del humedal con especies nativas.
- Restauración y conectividad de las áreas de importancia y relevancia ambiental del humedal.

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal La Garcera

Los costos de aislamiento, reforestación, y mantenimiento de la ronda hídrica del humedal incluye los dos fragmentos ubicados en el margen derecho del canal de riego, previendo que en periodo de altas lluvias esas áreas vuelvan a tener un cuerpo de agua.

Indicadores:

- Hectáreas del Humedal recuperadas por año.

Partes involucradas:

1. Entidades locales: Fedearroz.
2. Entidades estatales: Alcaldía municipal, Cortolima, Gobernación del Tolima.

Prioridad: Corto y Mediano Plazo.

PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y SU BIODIVERSIDAD.										
Proyecto 1.1. Recuperación del humedal.										
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1.1 Rocería y limpieza periódica encaminada a reducir la proliferación y permanencia de especies herbáceas alrededor y dentro del humedal	X				X					
1.1.2 Mantenimiento de la ronda hídrica del humedal con especies nativas.			X	X						
1.1.3 Restauración y conectividad de las áreas de importancia y relevancia ambiental del humedal.					X					

PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.			
Proyecto 1.2. Recuperación del humedal			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1.1.1 Rocería y limpieza periódica encaminada a reducir la proliferación y permanencia de especies herbáceas alrededor y dentro del humedal-Ha	2	\$ 25.000.000	\$ 50.000.000
1.1.2 Mantenimiento de la ronda hídrica del humedal con especies nativas. -Ha	4	\$ 24.000.000	\$ 96.000.000
1.1.3 Restauración y conectividad de las áreas de importancia y relevancia ambiental del humedal-Ha	1	\$ 30.000.000	\$ 30.000.000
TOTAL	*****	*****	\$ 176.000.000

PROGRAMA 2
INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN

Proyecto 2.1. Programa de educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.

Justificación:

Los procesos de cambio y las presiones que se ejercen actualmente sobre los ecosistemas de humedales, exigen un análisis interdisciplinar, en el cual se concerté con las comunidades y demás actores acciones encaminadas al conocimiento de la importancia de este hábitat para la fauna y flora que los componen y los servicios ecosistémicos que brinda a las comunidades bióticas y habitantes de sus alrededores. Para lograr esta armonía entre el humedal y las comunidades locales es necesario aumentar la cantidad y calidad de la información sobre este hábitat y su valor, enfocándose en el público local y otros ámbitos de la sociedad, ya que a pesar de reconocer algunos aspectos asociada a los humedales, se carece, en términos globales, de un nivel de conciencia adecuado sobre los valores que poseen y de cómo contribuyen a satisfacer las necesidades humanas.

Objetivo general:

Promover y fortalecer procesos de concientización, y sensibilización a nivel local respecto a la conservación y uso sostenible del humedal.

Objetivos específicos:

- Formular e implementar programas de concientización y sensibilización sobre los humedales, sus funciones y valores.

Metas:

- Formar cultura ciudadana con el fin de proteger y conservar el ecosistema del humedal.
- Promover la participación activa e informada de las comunidades locales en la planificación, toma de decisiones, la conservación y uso sostenible de los humedales.

Actividades:

- Desarrollo de cursos y capacitación a instituciones educativas, comunidades y entidades locales con enfoque de apropiación del conocimiento, y manejo y uso sostenible de la flora y fauna del humedal.

- Cursos de avistamiento de aves para aviturismo.

Indicadores:

- Número de talleres educativos, cursos y capacitaciones realizados con instituciones educativas, comunidades y entidades locales.
- Número de personas formadas en el área de influencia del humedal.

Partes involucradas:

1. CORTOLIMA
2. Instituciones educativas.
3. Entidades locales: Alcaldía municipal.

Prioridad: corto y mediano plazo.

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
Proyecto 2.1 Educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.										
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.1.1 Talleres educativos teórico-prácticos “Cuando Cuentas Cuencas-Humedales a Todo Color”.	*	*	1	*	*	1	*	*	1	*
2.1.2 Taller educativo Tráfico Ilegal de Fauna y Flora	*	1	*	*	*	1	*	*	*	1
2.1.3 Material Didáctico de Humedales	*	50	50	*	*	100	*	*	50	50
2.1.4 Señalización del Humedal	*	*	3	*	*	*	*	*	*	*
2.1.5 Curso de Avistamiento de Aves	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN			
Proyecto 2.2 Educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
2.1.1 Taller Educativos teórico-prácticos “Cuando Cuentas Cuencas-Humedales a Todo Color”.	3	\$ 5.000.000,00	\$ 15.000.000,00
2.1.2 Taller educativo Tráfico Ilegal de Fauna y Flora	3	\$ 3.000.000,00	\$ 9.000.000,00
2.1.3 Material Didáctico de Humedales (Cartilla)	300	\$ 6.000,00	\$ 18.000.000,00
2.1.4 Señalización del Humedal (Vallas)	3	\$ 7.500.000,00	\$ 22.500.000,00
2.1.5 Curso de Avistamiento de Aves	1	\$ 20.000.000,00	\$ 20.000.000,00
TOTAL	*****	*****	\$ 84.500.000,00

Proyecto 2.2. Monitoreo y ampliación del conocimiento sobre especies de flora y fauna silvestre.

Justificación:

La recuperación de la diversidad y el crecimiento de las poblaciones de fauna y flora dependen directamente de las políticas de manejo que se implementen. Por ello se hace necesario ampliar el conocimiento que se tiene sobre las especies silvestre a fin de establecer lineamientos de manejo de las mismas, toda vez que se está presentando una fuerte presión natural sobre algunas de ellas, la cual se ve agravada por las actividades antrópicas.

Además 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 realicen sobre este tipo de especies florísticas. 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. Así mismo, el monitoreo de este componente taxonómico facilita detectar puntualmente cambios en la diversidad florística del humedal, ajustes a tiempo de actividades de manejo para revertir y evitar pérdida o alteraciones ecológicas en el humedal.

Objetivo general:

Generar conocimiento sobre la fauna y flora silvestre del humedal que permita conocer su estado, estructura y composición, a fin de establecer programas de manejo para este recurso en particular.

Objetivos específicos:

- Realizar monitoreos de fauna silvestre presente en el área de influencia del humedal
- Determinar la composición de las comunidades de fitoplancton, macrófitos y demás grupos de flora (plantas vasculares y no vasculares), así como de zooplancton, macroinvertebrados acuáticos, edafofauna, lepidópteros, peces, herpetos, aves y mamíferos que se encuentran en el área de influencia del humedal.
- Identificar las especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza presentes en el área de influencia del humedal.

Metas:

- Establecimiento de programas de conservación y aprovechamiento del recurso “fauna” y “flora” a partir del conocimiento generado.
- Inventario actualizado de flora y fauna asociada al humedal

Actividades:

- Caracterización de la fauna y flora silvestre asociada al humedal y su área de influencia.
- Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del cuerpo de agua del humedal.

Indicadores:

- Inventario y censo consolidado de la fauna y flora silvestre.
- Listado de especies amenazadas o vulnerables que se encuentran establecidas o hacen uso transitorio del humedal y su área de influencia.
- Listado de especies de interés comercial y posibles programas de aprovechamiento sostenible para cada una de ellas.
- Indicador de Calidad del agua del humedal

Partes involucradas:

1. Academia-Universidad del Tolima.
2. CORTOLIMA
3. Entidades locales: Alcaldía municipal.
4. Gobernación del Tolima

Prioridad: Corto y Mediano plazo.

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
Proyecto 2.2. Ampliación del conocimiento sobre la fauna y flora silvestre.										
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.2.1 Caracterización Flora asociada al Humedal (Fitoplancton, Macrofitas, Arbóreas)					X					
2.2.2- Caracterización fauna asociada al humedal (Zooplancton, Macroinvertebrados, Herpetos, Aves, Mamíferos)					X					
2.2.3 Análisis de Calidad de Agua					X					

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN			
Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre la fauna y flora silvestre.			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
2.1.1 Caracterización Flora asociada al humedal (Fitoplancton, Macrofitas, Herbáceas Arbóreas)	1	\$ 25.000.000,00	\$ 25.000.000,00
2.1.2- Caracterización Fauna asociada al humedal (Zooplancton, Macroinvertebrados, Herpetos, Aves, Mamíferos)	1	\$ 32.000.000,00	\$ 32.000.000,00
2.1.3 Análisis de Calidad de Agua	1	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00

TOTAL	*****	*****	\$ 63.000.000,00
--------------	-------	-------	-------------------------

**PROGRAMA 3.
MANEJO SOSTENIBLE.**

Proyecto 3.1. Control y seguimiento.

Justificación

Todas las actividades incluidas dentro del Plan de Manejo requieren el seguimiento permanente en su ejecución con el fin de garantizar oportunamente el desarrollo de estas conforme a lo propuesto, y así lograr la conservación y uso sostenible de los recursos asociados al humedal. Así mismo, el seguimiento garantiza que se tomen medidas de acción preventiva o correctiva oportunas que prevengan algún aspecto que ponga en riesgo el bienestar del humedal. Por otro lado, con el control y seguimiento se logra detallar el avance de ejecución, como también el estado de recuperación y las condiciones del humedal.

Objetivo general

Implementar estrategias de control y vigilancia que contribuyan al bienestar de las comunidades locales y la promoción de la conservación del humedal.

Objetivos específicos:

- Desarrollar actividades de control y vigilancia a los procesos de recuperación del humedal.

Metas:

- Ejercer a través de Cortolima procesos de control y vigilancia que granticen en un 100% la implementación del plan de manejo del humedal.

Actividades:

- Seguimiento a los procesos de recuperación del humedal y a los procesos de apropiación del conocimiento de las comunidades en el área de influencia del humedal.
- Reuniones Ordinarias Comité Interinstitucional.

Indicadores:

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal La Garcera

- Número de reuniones y procesos de control y seguimiento realizados a la ejecución de actividades del plan de manejo del humedal.

Partes involucradas:

1. CORTOLIMA
2. ALCALDIA MUNICIPAL

Prioridad: Mediano plazo.

PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.										
Proyecto 3.1. Control y seguimiento.										
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.1.1 Operativos de control, seguimiento y vigilancia del Humedal	*	1	*	1	*	1	*	1	*	1
3.1.2 Activacion del Comité Interinstitucional del Humedal	*	1	*	1	*	1	*	1	*	1

PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.			
Proyecto 3.1. Control y seguimiento.			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
3.1.1 Operativos de control, seguimiento y vigilancia del Humedal	5	\$ 500.000,00	\$ 2.500.000,00
3.1.2 Activacion Comité Interinstitucional del Humedal	5	\$ 400.000,00	\$ 2.000.000,00
Total	*****	*****	\$ 4.500.000,00

9.9 COSTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Programas y Proyectos	PLAN DE TRABAJO ANUAL (AÑO)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.										
Proyecto 1.1. Recuperación del humedal										
1.1.1 Rocería y limpieza periódica encaminada a reducir la proliferación y permanencia de especies herbáceas alrededor y dentro del humedal-Ha	\$ 50.000.000									
1.1.2 Mantenimiento de la ronda hídrica del humedal con especies nativas. -Ha	\$ 96.000.000									
1.1.3 Restauración y conectividad de las áreas de importancia y relevancia ambiental del humedal-Ha	\$ 30.000.000									
SUBTOTAL	\$ 176.000.000									
PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
Proyecto 2.1 Educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales										
2.1.1 Taller Educativos teórico-prácticos “Cuando Cuentas Cuencas-Humedales a Todo Color”.	\$ 15.000.000,00									
2.1.2 Taller educativo Tráfico Ilegal de Fauna y Flora	\$ 9.000.000,00									
2.1.3 Material Didáctico de Humedales (Cartilla)	\$ 18.000.000,00									
2.1.4 Señalización del Humedal (Vallas)	\$ 22.500.000,00									
2.1.5 Curso de Avistamiento de Aves	\$ 20.000.000.00									
SUBTOTAL	\$ 84.500.000,00									
Proyecto 2.2. Ampliación del conocimiento sobre la fauna y flora silvestre										
2.1.1 Caracterización Flora asociada al humedal (Fitoplancton, Macrofitas, Herbaceas Arbóreas)	\$ 25.000.000,00									
2.1.2-Caracterizacion Fauna asociada al humedal (Zooplancton, Macroinvertebrados, Herpetos, Aves, Mamíferos	\$ 32.000.000,00									
2.1.3 Análisis de Calidad de Agua	\$ 6.000.000,00									
SUBTOTAL	\$ 63.000.000,00									
PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.										
Proyecto 3.1. Control y seguimiento.										
3.1.1 Operativos de control, seguimiento y vigilancia del Humedal	\$ 2.500.000,00									
3.1.2 Conformación Comité Interinstitucional del Humedal	\$ 2.000.000,00									
SUBTOTAL	\$ 4.500.000.00									

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal La Garcera

Programas y Proyectos	PLAN DE TRABAJO ANUAL (AÑO)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL	\$ 328.000.000									

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Acosta-Galvis, A. R. (2000). Ranas, salamandras y caecilias (Tetrápoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana*, Vol. 1. Bogotá, No. 3. 2000, p.289.
- Adamus, P., T.J. Danielson y A. Gonyaw. (1991). Indicators for Monitoring Biological Integrity of Inland, Freshwater Wetlands. U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC.
- Aguilar, V. (2003). Aguas continentales y diversidad biológica de México: un recuento actual. *Biodiversitas* 8(48): 1-16.
- Alberico, M., Cadena, A., Hernández-Camacho, J., & Muñoz-Saba, Y. (2000). Mammals (Synapsida: Theria) of Colombia. *Biota Colombiana* (1), 44-75.
- Alberti, M. & J. Parker. (1991). Indices of environmental quality: the search for credible measures. *Environ. Impact Assess. Rev.* 11: 95-101.
- Alfonso, A., & Cadena, A. (1994). Composición y estructura trófica de la comunidad de murciélagos del Parque Regional Natural Ucumarí. En O. Rangel-Ch, Ucumarí un caso típico de la diversidad biótica andina. 1 Edición. Pereria: Carder. *Am J Cardiol.* 47(2):265-70.
- Alofs, K., Liverpool, E., Taphorn, D., Bernard, C. & López-Fernández, H. (2013). Mind the (information) gap: The importance of exploration and discovery for assessing conservation priorities for freshwater fish. *Biodeversity viewpoint.* 1-7.
- Anderson, E.P. & Maldonado-Ocampo J.A. (2010). A regional perspective on the diversity and conservation of tropical Andean fishes. *Conservation Biology.* 10: 1523-1739.
- APHA (American Public Health Association). (2012). Standard Methods for the examination of water and Wasterwater. n d 22 . Ame ri c an Publi c He a lth Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Arana, C. & Salinas, L. (2003). Flora vascular de los humedales de Chimbote, Perú. Lima, Perú. Universidad Nacional de San Marcos.
- Archangelsky, M.; Manzo, V.; Michat, M. & Torres, P. (2009). Coleoptera. En: Domínguez, E. & Fernández, H. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. Tucumán-Argentina. 654 p.
- Aristizabal, H. (2002). Los hemípteros de la película superficial del agua en Colombia, parte I familia Gerridae. Editorial Guadalupe LTDA. Bogotá, Colombia. 239 p.
- Backer, R. J, & Clark, C. L. (1987). *Uroderma bilobatum* Mammaliam Species. 279: 1-4.

Buckup, P. (2004). Introdução à sistemática de peixes neotrópicais : Chaves de Identificação. (rev 3) (p. 46). Río de Janeiro: Dept de Vertebrados, Museu Nacional UFRJ.

Balmori, A. (1999). La reproducción en los quirópteros. Revisión en Mastozoología. Galemys, 11(2), 17-34. Base de datos-Missouri Botanical Garden. Disponible en: <http://www.tropicos.org/>

Barba E (2004) Valor del hábitat: Distribución de peces en humedales de Tabasco. ECOfronteras 25: 9-11

Bastidas, M. & Modenutti, B. (2007). Efecto de la estructuración por macrófitas y por recursos alimentarios en la distribución horizontal de tectáceos y rotíferos en un lago andino patagónico. Rev. Chilena Hist. Nat. 80: 345-362.

Beltrán, O. L., & Trujillo, S. G. (1999). Caracterización físico-química del tramo del cauce del río Alvarado comprendido entre la Gaviota y Caldas Viejo. Municipios de Ibagué y Alvarado departamento del Tolima. Especialización en Gestión ambiental y Evaluación de Impacto Ambiental, Universidad del Tolima, Ibagué.

Bellinger, E.G. & Sigee, D.C. (2010). Freshwater algae Identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell. Oxford, UK. 271 p.

BirdLife International (2000). Threatened Birds of the World. Lynx Edicions, BirdLife International. Barcelona, Cambridge.

Blanco y Canevari. (2000) Seminario-Taller sobre monitoreo ambiental. Rocha, noviembre de 1998 / Walter Norbis, Luiza Chomenko (coordinadores). Rocha, UY : PROBIDES, 2000. 246 p. (Documentos de Trabajo).

Blanco, D. (2000). Los humedales como hábitat de las aves acuáticas. Buenos Aires Argentina: UNESCO.

Bucher, E. H. & Herrera, G. (1981). Comunidades de aves acuáticas de la laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina). Ecosur 8(15): 91-120.

Camargo, A.M. & Lasso, A. O. (2002). Evaluación ecológica de la biodiversidad de humedales en áreas de bosque seco tropical: una aproximación para los ecosistemas estratégicos de la granja de Armero. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad del Tolima. Ibagué. 135p.

Callaway, J.C., G. Sullivan, J.S. Desmond, G.D. Williams y J.B. Zedler. (2001). Assessment and Monitoring. En: J.B. Zedler (ed.). Handbook for Restoring Tidal Wetlands. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Canevari, P., Blanco, D. E., Bucher, E. H., Castro, G. & Davidson, I. (Eds.). (1998). Los Humedales de la Argentina: Clasificación, Situación Actual, Conservación y Legislación. Wetlands International Publ. 46, Buenos Aires, Argentina. 208+ii pp.

Cairns J. Disturbed Ecosystems as Opportunities for Research in Restoration Ecology. En: Jordan, W.R., Gilpin, M. Aber, J. (Eds.). Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research. Cambridge University Press; 1987. p. 307-320.

Carvajal-Quintero, J. D., Jiménez-Segura, L. F., Hernández-Serna, A. & González-Cañón, G (2011). *Hypostomus hondae*. Pp 379-380. En: Lasso, C. A., E. Agudelo Cordoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales- Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Eds.). I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

Castellanos, Z. A. de y Landoni, N., (1995). Mollusca Pelecypoda y Gastropoda. En: E. C. Lopretto y G. Tell (dirs.), Ecosistemas de Aguas Continentales. Metodologías para su estudio. Tomo 2. Ediciones Sur, La Plata, 759-801.

Castellanos, C. A. (2006) Los Ecosistemas de Humedales en Colombia. Revista luna azul. 2 p.

Castro, H.F. & G. H. Kattan. (1991). Estado del conocimiento y conservación de los anfibios del Valle del Cauca. p. 310-323. En: E. Florez y G. Catan. Memorias primer Simposio Nacional de Fauna del Valle del Cauca. INCIVA, Cali.

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. 169 -204 p.

CITES. Disponible en: <http://www.cites.org/esp/disc/species.php>

Cowardin , L. M., Carter, V., Golet, F. C. & LaRoe, E. T. (1979). Classification of wetlands and deep water habitats in the United States. Washington D.C:U.S. Fish and Wildlife Service.

Collins, S.L., J.V. Perino, J.L. Vankat. (1982). Woody vegetation and microtopography in the bog meadow association of Cedar Bog, a west central Ohio USA fen. American Midland Naturalist 108: 245-249.

Constitución Política de Colombia. (1991). Gaceta Constitucional No. 116 de 20 de julio de 1991.

Cuezzo, M. (2009). Mollusca Gastropoda. En: Domínguez, E. & Fernández, H. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. Tucumán-Argentina. 654 p.

- Dahl, G. (1971). Los Peces del Norte de Colombia. Bogotá, Ministerio de Agricultura, Instituto de Desarrollo de los recursos Naturales Renovables (INDERENA). 391 p.
- Delgado, P. Y S. M. Steadman. (2008). Humedales y peces una conexión vital. Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera (NOAA). USA. 36p.
- Domínguez, E. & Fernández, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. Tucumán-Argentina. 654 p.
- Dugan, P. (1992). Conservación de humedales. Un análisis de temas de actualidad y acción inmediata. UICN. Gland, Suiza. 130-470pp.
- Eigenmann, C. H. (1908) Preliminary descriptions of new genera and species of tetragonopterid characins. (Zoölogical Results of the Thayer Brazilian expedition.). Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, 52 (6): 91-106.
- Eigenmann, C. (1922). The fishes of the Northwestern South America, part I. The fresh-water fishes of Northwestern South America, including Colombia, Panamá, and Pacific slopes of Ecuador, y Perú, together with an appendix upon the fishes of the río Meta in Colombia. En: Mem. Carnegie Mus. Vol.9, No. 1. p. 1-346.
- Eigenmann, C. J. (1912). Some Results from An ichthyological Reconnaissance of Colombia, South America. Contributions from the Zoological Laboratory of Indiana University. Indiana University Studies. No. 8. p. 27.
- 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, 21: 75-84.
- Epler, J. (2010). The Water Beetles of Florida. Crawfordville, Florida, E.E U.U: Florida Department of Environmental Protection.
- Esquivel, H. (1997). Herbarios en los jardines botánicos. Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Tolima. Ibagué (Tolima), Colombia.
- Esquivel, H. (2009). Flora arbórea de la ciudad de Ibagué. Ibagué, Tolima: Editorial Universidad del Tolima.
- FEDEARROZ, (2012a). Adopción Masiva de Tecnología AMTEC Guía de Trabajo.
- FEDEARROZ, (2012b). Las Lagunas Pilares de la investigación de arroz en Colombia.
- Figuerola, J., & Green, A. J. (2003). Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales. In Ecología, manejo y conservación de los humedales (pp. 47-60). Instituto de Estudios Almerienses.

Faña, B. J. (2000). Evaluación Rápida de la Contaminación Hídrica. Ediciones G.H.e.N. Grupo Hidro-ecológico Nacional, Inc. (G.H.e.N). Republica Dominicana. [en línea]. [Enero de 2000]. Disponible en: http://www.ambiente-ecologico.com/067-02_2000/juannicolafania67.htm

Farinha, J.C., L.T. Costa, G. Zalidis, A. Matzavelas, E. Fitoka, N. Heker & P.T. Vives. (1996). Mediterranean wetland inventory: habitat description system. Lisboa. MedWet. ICN, Wetlands International, Greek Biotope, EKBV

Fernandez, N; Ramírez, A & Solano, F. (2003). Índices fisicoquímicos de la calidad del agua un estudio comparativo. Conferencia internacional usos múltiples del agua: para la vida y el desarrollo sostenible. p: 221-219.

Frost, Darrel R. (2013). Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.6 (9 January 2013). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Fundación Mamaskato,(2008). Plan de ordenamiento y manejo de la subcuenca hidrográfica De los ríos sambingo-hato viejo, municipios de Bolívar, Mercaderes y Florencia, Departamento del Cauca.

Galindo-Espinosa, E., Gutiérrez-Díaz, K. A., & Reinoso-Flórez, G. (2010). Lista de los quirópteros del departamento del Tolima, Colombia. Biota Colombiana, 107-116.

Galindo-González, J. (1998). Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. Acta Zoológica Mexicana(73), 55-56.

Galindo-González, J., Guevara, J., & Sosa, V. (2000). Bat-and bird-generated seed rains at isolated trees pastures in a tropical rainforest. Conservation Biology, 14(6), 1693-1702.

García-Melo, L. J. & Lozano. Y. Y. (2008). En: Reinoso-Florez, G., Villa-Navarro, F. A., Esquivel, H., García-Melo, J. E. & Vejarano-Delgado, M.A. (2008). Biodiversidad Faunística y Florística de la Cuenca del río Lagunillas – Biodiversidad Regional Fase IV. Grupo de Investigación en Zoología. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. 88 p.

García-Melo, L. J., López-Delgado, E. O. & Lozano, Y. Y. (2010). En: Reinoso-Flórez, G., Villa-Navarro, F., Losada, S., García-Melo J. E. & Vejarano-Delgado, M. A. (2010). Biodiversidad Faunística de los Humedales del Departamento del Tolima. Grupo de Investigación en Zoología. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. 513 p.

Gardner, L. A. (2007). Mammals of South America, Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. Chicago: The University of Chicago Press.

Gentry, A. H. (1993). A field guide to the families and genera of woody plants of northwest south America (Colombia, Ecuador, Perú) whit supplementary notes on herbaceous taxa. Conservation International, Washington D. C.

Giacometti & Bersosa. (2006). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. Boletín Técnico 6, Serie Zoología (2): 17-32.

González de Infante, A. (1988). El plancton de las aguas continentales. Secretaria general de la organización de los estados americanos. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico. Washington D.C. En: Proyecto Estación Piscícola San Silvestre, investigaciones, 1989. Citado por: Instituto nacional de los recursos naturales renovables y del ambiente.

Green, A. J. (1996). Analyses of globally threatener Anatidae in relation to threats, distribution, migration patterns and habitat use. Conservation Biology, 10: 1435-1445.

Growns, I. O., Pollard, D. A. & Harris, J. H. (1996). A comparison of electric fishing and gillnetting to examine fish communities. Fisheries Management and Ecology, 3. 13-34.

Guerrero-Kommritz, J. (1997). Ensayos sobre pesca eléctrica en Colombia. Dahlia, 2: 71-77.

Gutiérrez-Díaz, K. A., Galindo-Espinosa, E. Y., & Reinoso, G. (2010). Nuevos registros de quirópteros para el departamento del Tolima. Tumbaga, 39-47.

Gutierrez, F. de P. & Lasso, C. A. (2012). *Oreochromis niloticus*. Pp. 159. En: Gutierrez, F. de P., Lasso C. A., Baptiste, M. P., Sanchez-Duarte, P. & Diaz A. M. (Eds). (2012). VI. Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie de Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 355 pp.

Gutierrez, F. de P., Lasso, C. A. & Alvarez-Leon, R. (2012). *Oreochromis híbrido rojo*. Pp. 167. En: Gutierrez, F. de P., Lasso C. A., Baptiste, M. P., Sanchez-Duarte, P. & Diaz A. M. (Eds). 2012. VI. Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie de Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 355 pp.

Gutiérrez Alemán, N.; Barón Valbuena, J.; Roa Prieto, J.; Castro Medina, G. E.; Mendoza, G.; y Lennis Vargas, D. A. 2011. Dinámica del sector arrocero de los Llanos Orientales de Colombia. Federación Nacional de Arroceros, Fedearroz. Bogotá, D.C.

Hanson, P.; Springer, M. & Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*. 58 (suppl. 4): 3-37.

Heyer, W. R., M.A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L.C. Hayek, M.S. Foster. (1994). *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians*. S. I. Press.

Hilty, S. L. & Brown, W. L. (2001). *Guía de las aves de Colombia*, Edición en español. Cali, Colombia: American bird conservation (ABC).

House, M. (1990). Water quality indices as indicators of ecosystem change. *Environ. Monit. Assess.* 15: 255-263.

Hutson, A. M., Mickleburgh, S. P., & Racey, P. A. (2001). Microchiropteran bats: Global Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/ SSC Chiroptera Specialist Group. Gland, Switzerland: Chiroptera Specialist Group. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.

Jaramillo, J & Aguirre, N. (2012). Cambios espacio-temporales del plancton en la Ciénaga de Ayapel (Córdoba-Colombia), durante la época de menor nivel del agua. *En Caldasia*, Vol 34 (1). p: 213-226.

Kattan, G. y Murcia, C. (1999). Informe especial: Investigación en biología de la conservación en Colombia. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Informe especial (8). 3-12p.

Keddy, P. A., Lee, H. T. & Wisheu, I. C. (1993). Choosing Indicators of Ecosystem Integrity: Wetlands as a Model System. En S. Woodeley, J. Kay & G. Francis (eds), *Ecological Integrity and the Management of Ecosystems* (pp. 61-82). Estados Unidos: St. Lucie Press.

Kunz, T. H. & Pierson, E. D. (1994). Bats of the world- an introduction. En T. H. Kunz, E. D. Pierson, & R. W. Nowak (Ed.), *Bats of the world*. (pág. 427). Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Kushlan, J. A. (1993). Waterbirds as bioindicators of wetland change: are they a valuable tool ?; in Moser M., Prentice R.C. and van Vessum J. (Eds.): *Waterfowl and Wetland Conservation in the 1990s -A global perspective*. IWRB Spec. Publ. No. 26: 48-55. Slimbridge, UK.

Lasso, C. & Machado-Allison, A. (2000). Sinopsis de las Especies de Peces de la Familia Cichlidae presentes en la cuenca del río Orinoco. Universidad Central de Venezuela. Serie Peces de Venezuela.

Lasso, C. A., Morales-Betancourt, M. A., Sierra-quintero, M. T., López-Casas, S., Rivas-Lara, T. S., Rincón-López, C. E., Alvarez-León, R. & González, G. P. (2010). *Caquetaia kraussii* (Perciformes: Cichlidae). Capítulo 7. Pp.603-608. En: Lasso, C. A., Agudelo-Córdoba, E., Jimenez-Segura, L. F., Ramirez-Gil, H., Morales-

Betancourt, R. E., Ajiaco-Martínez, de Paula-Gutierrez, F., Usma, J. S., Muñoz-Torres, S. E., Sanabria-Ochia, A. I. (Eds). I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Lasso, C. A., Álvarez-León, R., de Paula, F., Morales-Betancourt, M. A. *Caquetaia kraussii* (Perciformes: Cichlidae). (2012). Capítulo 5. Pp.123-127. En: Gutierrez, F. de P., Lasso, C. A., Baptiste, M. P., Sanchez-Duarte, P., & Diaz, A. M. (Eds). VI. Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie de Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 355 pp.

Lozano Y.Y. & García-Melo L.J. (2009). En: Reinoso-Flórez, G., Villa-Navarro, F.A., García-Melo, J.E. y Vejarano-Delgado M.A. (2009). Biodiversidad Faunística y Florística de la Cuenca Mayor del río Recio. Biodiversidad Regional Fase V. Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. p. 104-156.

Lozano-Hurtado., P.A & Guevara-Cardona, G. (2001). Caracterización del Zooplankton del Embalse de Prado del departamento del Tolima. Tesis de pregrado, Universidad del Tolima, facultad de ciencias, programa de biología, Ibagué (Colombia).

Lewis WM (1978) Comparison of temporal and spatial variation in the zooplankton of a lake by means of variance components. *Ecology* 59: 666-671.

Lewis, W. M. y W. Riehl. (1982). Phytoplankton composition and morphology in Lake Valencia, Venezuela. *International Review of Hydrobiology* 67:297-322.

Lizarralde de Grosso, M. (2009). Diptera: generalidades. En: Domínguez, E. & Fernández, H. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. Tucumán-Argentina. 654 p.

Lindig-Cisneros, R. Y J. B. Zedler. (2005). La restauración de humedales. En: Temas sobre restauración ecológica. Sánchez, O., E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y Danae Azuara (Eds). Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México, D. F. 256p.

Lobón-Cerviá, J. (1996). Response of a stream fish assemblage to a severe spate in northern Spain. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 125: 913-919.

López-Lanús, B. & Blanco, D. E. (2005). El Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2004. Global Series No. 17, Wetlands International. Buenos Aires, Argentina. 9 p

López-Delgado, E. (2013). Composición y estructura de la comunidad de peces y sus relaciones con la calidad de la vegetación riparia y algunas variables ambientales en 91 dos ríos de bosque seco tropical (Bs-T), Tolima (Colombia). Tesis de Maestría. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Tolima. Ibagué.

Lopretto, E. y Tell, G. (1995). Ecosistemas de aguas continentales. Argentina: Ediciones Sur. 1401 p.

Lozano-Zarate, Y. (2008) .Diversidad, distribución, abundancia y ecología de la familia Characidae (Ostariophysi: Characiformes) en la cuenca del río Totare (Tolima-Colombia). Tesis de Pregrado. Programa de Biología., Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Tolima. Ibagué.216p.

Lynch, J. D. (1998). La riqueza de la fauna anfibia de los andes colombianos. *Innovación y Ciencia* 7 (4): 46-51.

Machado, T. A. (1989). Distribución ecológica e identificación de los coleópteros acuáticos en diferentes pisos altitudinales del departamento de Antioquia. Medellín. Proyecto de investigación. Universidad de Antioquia. Facultad de ciencias exactas y naturales. 323 p.

Maldonado-Ocampo, J., Ortega-Lara, A., Usma-Oviedo, J. S., Galvis-Vergara, G., Villa-Navarro, F. A., Vasquez-Gambona, L., Prada-Pedrerros, S & Ardila C. (2005). Peces de los Andes de Colombia. 1 ed. Bogotá D.C. Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 346 p.

Mantilla- Meluk, H. (2009). Phyllostomid Bats of Colombia: Annotated Checklist, Distribution, and Biogeography. Lubbock: Special Publications. Museum of Texas Tech University.

Marchese, M. (2009). Annelida Oligochaeta. En E. Dominguez, & H. Fernández, Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. Sistemática y Biología (pág. 654). Tucuman, Argentina: Fundación Miguel Lillo.

Marcano, A. (2003). Composición y abundancia del zooplancton del eje Pampatar (Punta Ballena) – La Isleta de Margarita, Venezuela en el periodo febrero-julio-2002. Trab. Grad. Lic. Biol. Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela, 87 pp.

Martínez, M. G., Rodríguez Rocha, A., Lugo Vázquez, A., & Sánchez Rodríguez, M. D. R. (2008). Composición y dinámica del fitoplancton en un lago urbano hipertrófico. *Hidrobiológica*, 18(1), 1-13.

MAVDT (2010). Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá. p 20.

Ministerio del Medio Ambiente-Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 1999. Humedales Interiores de Colombia: Bases Técnicas para su Conservación y Uso Sostenible.

Mc Cafferty, W.P. (1981). Aquatic Entomology. Boston (USA): Science Books International. 448 p.

Merrit, R. W. & Cummins, K. W. (Eds). (2008). An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Third edition. Kendall/Hunt Publishing Company.

Mecalf & Heddy. (1981). Ingeniería de aguas residuales: tratamientos, vertido u reutilización. 3a Ed. México: MC Graw Hill,. 156 p.

MMA-IAvH. (1999). Humedales interiores de Colombia: Bases técnicas para su conservación y uso sostenible. Bogotá, Colombia.

Miles, C. (1943). Los peces del río Magdalena. Ministerio de economía Nacional,

Ministerio del Medio Ambiente (2002). Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia: Estrategia para su Conservación y Uso Sostenible. República de Colombia: autor. Mitsch, W & Gosselink, G. (2007). Wetlands. John Willey & Sons Inc. NY., USA. 582 pp

Moyle, P & Cech, J. (1988). Fishes: An introduction to ichthyology. 2 ed. New Jersey : Prentice Hall.. 559 p.

Morales-Velasco, S., & Salazar-Sánchez, M. (2012). Diatomeas perifíticas de lagos con diferente estado trófico en el departamento del Cauca (Colombia). Revista. Luna. azul, 35, 10-27.

Mojica, J. I. & Usma, J. S. (2012). Caquetaia umbrifera. Pp. 211. En: Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales Bogotá, D.C., Colombia, 319 pp.

Mojica, J. I., Valderrama, M., Barreto, C. & Alvarez-Leon, R. (2012). Prochilodus magdalenae. Pp. 154. En: Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales Bogotá, D.C., Colombia, 319 pp.

Mojica, J. I. & Usma, J. S. (2012). Leporinus muyscorum. Pp. 122. En: Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional

de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales Bogotá, D.C., Colombia, 319 pp.

Muñoz, J. (2001). Los murciélagos de Colombia, Sistemática, distribución, descripción, historia natural y Ecología. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín. 391 pp.

Muñoz-Quesada, F. (2004). El Orden Trichoptera (Insecta) en Colombia, II: inmaduros y adultos, consideraciones generales. pp. 319 – 349. En: Fernández, F.; M. Andrade-C., & G. Amat, (Eds.). Insectos de Colombia. Vol. III. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia – Instituto Humboldt (Colombia).

Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Tree*. 10 (2) : 58 – 62p.

Musilova, Z., Ríčan, O. & Novák, J. (2009). Phylogeny of the Neotropical cichlid fish tribe Cichlasomatini (Teleostei: Cichlidae) based on morphological and molecular data, with the description of a new genus. *Zool. Syst. Evol. Res.* doi: 10.1111/j.439-0469.

Naranjo L.G. y Bravo G.A. (2006). Estado del conocimiento sobre aves acuáticas en Colombia. En: Chaves M.E. y Santamaría M. (eds.). 2006. Informe nacional sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004. Tomo 2. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 394 p.

Naranjo. L.G. 1997. Humedales de Colombia. Ecosistemas amenazados. En: Sabanas, vegas y palmares. El uso del agua en la Orinoquia colombiana. Universidad Javeriana – CIPAV

Needham, J. G & Needham. (1991). Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Barcelona: Reverté. 131 p.

Nelson, J. (2006). *Fishes of the World*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. Fourth., p. 539

Otálora-Ardila, A. (2003). Mamíferos de los bosques de roble. *Acta Biológica Colombiana* 8: 57-71p.

Palmer, M. (1962). *Algae in water supplies*. U.S. Dept. of Health, Education and Welfare. Supt. Documents, Washington, DC. 88 p.

Perdomo, G. A Y Gomez, M. M. (2000). Estatuto de aguas para el área de jurisdicción de la corporación autónoma regional del Tolima. 3° ed. Ibagué: CORTOLIMA, p. 21-28

Perez, A & Rodriguez, A. (2008). Indices fisicoquímicos de la calidad del agua para el manejo de las lagunas tropicales de inundación. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 56 (4): p 1905-1918.

Pineda-Santis, HR. (2004). Estudio genético de las cachamas (subfamilia Serrasalminae) en poblaciones naturales y en cautiverio en Colombia. Rev Col Cienc Pec.17(S):62-63.

Pointier, J-P.; Yong, M. & Gutiérrez, A. (2005). Guide to the Freshwater molluscs of Cuba. ConchBooks. ISBN 3-925919-75-9. 119 p.

Ponce de León, J. & Rodríguez, R. (2010). Peces cubanos de la familia Poeciliidae: Guía de Campo. Editorial La Academia. La Habana-Cuba. p 3.

Prada, J.E. (2005). Caracterización, compilación y complementación de la información biofísica y ecológica de los humedales de la cuenca mayor del río Prado para la Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA. Tesis de Biología. Universidad del Tolima. Ibagué. 58p.

Prescott E.G.; (1973); Contributions towards a Monograph of the genus Euglena, Guttingen; 168p

Prat, N.; Ríos, B.; Acosta, R. & Rieradevall, M. (2009). Los macro invertebrados como indicadores de calidad de las aguas. pp 631-654. En: Domínguez, E. & Fernández, H. (Eds). Macro invertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina. 654 p.

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E. & Desante, D. F. (1993). Handbook of field methods for monitoring landbirds. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-144-www. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture; 41 p.

Ramirez, J. (2000). Fitoplancton de agua dulce. Editorial Universidad de Antioquia

Ramírez, A. & Viña, G. (1998) Limnología Colombiana: aportes a su conocimiento y estadística de análisis. Bogotá. Fundación universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. ISBN 958- 9029-06-X.

Ramírez-Chaves, H. E. & Pérez, W. (2007). Mamíferos de un fragmento e bosque de roble en el departamento del Cauca, Colombia. Boletín Científico - Centro de Museos - Museo de Historia Natural Universidad de Caldas 11: 65-79p

RAMSAR. (2002). Compendio del inventario de humedales. CRQ.

Reinoso - Flórez, G.; Villa – Navarro, F.; Losada, S.; García – Melo, J.E. & Vejarano – Delgado, M.A. (2010a). Biodiversidad faunística de los humedales del departamento del Tolima. Informe técnico, Corporación Autónoma Regional del Tolima Cortolima. 513 p.

Remsen, J. V., Cadena, Jaramillo, A., Nores, M., Pacheco, J. F., Robbins, M. B., Schulenberg, T. S., Stiles, F. G., Stotz, D. F. & Zimmer, K. J. (2013). 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. & Lopez-Lanus, B. (2002). Libro rojo de aves de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogota, Colombia

Restall, R., Rodner, C. & Lentino, M. (2006). Birds of Northern South America: An Identification Guide, Volume 1: Species Accounts. Christopher Helm. Helm Identification Guides.

Restrepo C. y Naranjo L.G. (1987). Recuento histórico de la disminución de humedales y la desaparición de aves acuáticas en el Valle del Cauca, Colombia. pp. 43-45. En: Álvarez, H., Kattan G. y Murcia C. (eds.). Memorias III Congreso de Ornitología Neotropical. Cali, Colombia.

Rivera C.A., A.M. Zapata, D. Pérez, Y. Morales, H. Ovalle & J.P. Álvarez. (2010). Caracterización limnológica de humedales de la planicie de inundación del río Orinoco (Orinoquía, Colombia). Acta Biol. Colomb. 15(1): 145-166.

Roda, J., Franco, A. M., Baptiste, M.P., Múnera, C. & Gómez, D. M. (2003). Manual de identificación CITES de aves de Colombia. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Serie de Manuales de Identificación CITES de Colombia

Roldán G. & Ramírez J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical 2ª Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín . ISBN 978-958-714-188-3. 440

Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. 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. Colombia. 217 p.

Roldán, G. (1999). Los Macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol XXIII (88).

Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia : Uso del método BMWP/Col. Medellín, Colombia : Editorial Universidad de Antioquia. 170 p. ISBN 958-655-671-8.

Rosemberg, D.M. & Resh, V.H. (1993). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York : Chapman y Hill. 48p.

Rueda-Almoacid, J. V., J. D. Lynch & A. Amézquita (eds). (2004). Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie de libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384 p.

Rueda-Almonacid, J.V. (1999). Anfibios y reptiles amenazados de extinción en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 23: 475-498.

Ruiz, E. (2002). Métodos para el estudio de las características fisicoquímicas del agua. : En : RUEDA D., G. (Editor y Compilador). Manual de métodos en limnología. Bogotá : Asociación Colombiana de Limnología : Pen Clips Publicidad & Diseño. 150 p.

Rutschke, E. (1987). Waterfowl as bioindicators. ICBP Technical Publication N°6: 167-172. ICBP, Cambridge, U.K.

Salaman, P., Donegan, T. & Caro, D. (2009). Listado de aves de Colombia 2009. *Conservación colombiana* 8: 1-89.

Samper, D. (1999) Colombia Caminos del agua. Ed. Banco de Occidente, Santa Fé de Bogotá, primera edision.

Samper, C. 2000. Ecosistemas Naturales, Restauración Ecológica e Investigación. Ed. Banco de Occidente, Santa Fé de Bogotá, primera edision.

SER Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. (2004). The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.

Scott. D.A. & Carbonell, M. (1986). Inventario de humedales de la Región Neotropical. Slimbirdge, UK: IWRB.

Sección de Piscicultura, Pesca y Caza. Bogotá. Colombia.

Scott, D.A. & T.A. Jones. (1995). Classification and Inventory of Wetlands. A Global Overview. *Vegetatio* 118: 3-1|6.

Segnini, S. & Chacón, M. (2005). Caracterización fisicoquímica del hábitat interno y ribereño de ríos andinos en la cordillera de Mérida, Venezuela. En: ECOTRÓPICOS (Sociedad Venezolana de Ecología). Vol 18., No 1. p 38-61.

Schaefer, S. A., (1998). Conflict and resolution: impact of new taxa on phylogenetic studies of the neotropical Cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). En: Malabarba, L. R., Reis, R. E., Vari, R. P., Z. Lucena, M. S. & Lucena, C. A. S. (Eds.), *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*, pp. 375–400. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil.

Solari, S., Muñoz-Saba, Y., Rodríguez-Mahecha, J. V., Defler, T. R., Ramírez-Chaves, H. E. y Trujillo, F. (2013). Riqueza, endemismo y conservación De los mamíferos de Colombia. Mastozoología Neotropical, en prensa, Mendoza, 65 p.

Steindachner, F. (1878) Zur Fischfauna des Magdalenen-Stromes. Anzeiger der Akademie deWissenschaften in Wien v. 15 (12): 88-91.

Sutherland, W. J. (1998). The effect of local change in habitata quality on populations of migratory species. Journal of Animal Ecology, 35: 418-421.

Terneus, E. (2002). Comunidades de plantas acuáticas en lagunas de los páramos del Norte y Sur del Ecuador. Caldasia, 24 (2).

Titus, J.H. (1990). Microtopography and woody plant regeneration in a hardwood flloodplain swamp in Florida. Bulletin of the Torrey Botanical Club 117: 429-437.

Uetz, P. & Jirí Hošek (eds.). (2013). The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, accessed Aug 1, 2013.

Vásquez, C., Ariza, A., & Pinilla, G. (2006). Descripción del estado trófico de diez humedales del altiplano cundiboyacense. Universitas Scientiarum, 11(2), 61-75.

Vargas O. 2007. Guía Metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Vargas, F. y F. Castro. (1999). Distribución y preferencias de microhábitat en anuros (Amphibia) en bosque maduro y áreas perturbadas en Anchicayá, Pacífico colombiano. Caldasia 21:95-109.

Vargas R., O. (2011). “Los pasos fundamentales en la restauración ecológica”. En: Vargas R., O., Reyes B., S. P. La Restauración Ecológica en la Práctica: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en

Restauración Ecológica, Bogota, D. C., Colombia, Ed. Universidad Nacional de Colombia.634p p19-40.

Vargas Cuervo, G. (2013). Guía y catálogo de unidades geomorfológicas en Colombia por sensores remotos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2013. P 109.

Viera, M., Cardozo, A. & Krause, L. (2011). Distribution, hábitat and conservation status of two threatened annual fishes (Rivulidae) from southern Brazil. Endangered Species Research, 13 (79): 79-85

Villa-Navarro, F.A., García-Melo L.J., Herrada, M.E. y Lozano, Y.Y. (2007). En: Reinoso-Flórez, G., Villa-Navarro, F.A., Esquivel, H.E., García-Melo, J.E. & Vejarano, M.A. (2007). Biodiversidad Faunística y Florística de la Cuenca del río

Totare Biodiversidad Regional Fase III. Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. p. 403-494.

Villa-Navarro, F.A., Ortega-Lara, A., García-Melo J.E., Briñez, G.N., García-Melo, L.J. & Zúñiga, P.T. (2003). En: Villa-Navarro, F.A., Reinoso-Flórez, G., Bernal-Bautista, M.H. & Losada-Prado, S. (2003). Biodiversidad Faunística de la Cuenca del río Coello. Biodiversidad Regional Fase I. Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. p. 390-413.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. & 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. 236 pp

Villota, H. (1991). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. Primera parte. Geomorfología de zonas montañosas, colinadas y onduladas. Primera parte. Ministerio de hacienda y Crédito Público. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" Subdirección de docencia e investigación. Santafé de Bogotá D. C.

Viñals (2004): New tools to manage wetland cultural heritage. 5th European Regional Meeting of the RAMSAR Convention. Organizado por Convenio Internacional sobre Humedales o de RAMSAR. Yerevan (Armenia), 4-8 diciembre, 2004.

Wetzel, R. G., (1981). Limnología. Ediciones Omega S. A. Barcelona. 679 p

Winemiller, O. (1996). Dynamic Diversity in Fish Assemblages of Tropical Rivers. In M. L. Cody & J. A. Smallwood (Eds.), Long-Term Studies of Vertebrate Communities (p. 597). CollegeStation: AcademicPress.

Wilson, D. E. & Reeder, D. M. (editors). (2005). Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed).

Yacubson S. (1974). Catálogo e Icografía de las chlorophytas de Venezuela; Universidad de Zulia; Venezuela; 143 p

Young, B. E.; Lips K. R.; Reaser, J. K.; Ibañes, R.; Salas, A. W.; Cedeño, J. R.; Colomna, L. A. ; Ron, S.; La marca, E.; Meyer, J.R; Muñoz, A.; Bolaños, F.; Chaves, G. & Romo, D. (2001). Population declines and priorities for amphibians conservation in Latin America. Conservation biology 15 (5): 1213-1223.

Zandona, E (2010). The thropic ecology of Guppies (*Poecilia reticulata*) from streams of Trinidad. A dissertation of Doctor of Philosophy. Drexel University. EEUU.

Zúñiga- Upegui, P. (2005). Diversidad, distribución y algunos aspectos ecológicos de la familia Loricariidae (Pisces, Siluroidei) en la cuenca del río Coello-Tolima

(Colombia). Trabajo de grado. Programa Biología. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad del Tolima. Ibagué. 174 p.

Aguilar, V. (2003). Aguas continentales y diversidad biológica de México: un recuento actual. *Biodiversitas* 8(48): 1-16.

Arana, C. & Salinas, L. (2003). Flora vascular de los humedales de Chimbote, Perú. Lima, Perú. Universidad Nacional de San Marcos.

Castellanos, C. A. (2015). Los ecosistemas de humedales en Colombia. *Revista Luna Azul (On Line)*, (13), 1-de.

Cardona, W., Cano, T., Gil, R., & Gómez, D. (2012). Caracterización de fauna (ranas y aves) y flora en seis humedales del departamento de Risaralda.

Caviedes Rubio, D. I., Delgado, D. R., & Olaya Amaya, A. (2016). Remoción de metales pesados comúnmente generados por la actividad industrial, empleando macrófitas neotropicales. *Producción+ Limpia*, 11(2), 126-149.

Carrillo-Fajardo, M., Rivera-Díaz, O., & Sánchez-Montaña, R. (2007). Caracterización florística y estructural del bosque seco tropical del Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia. *Actualidades biológicas*, 29(86), 55-73.

Consorcio Río Garagoa. (2017), Fase diagnostica.03. Caracterización fisico-biótica. 3.12. Caracterización de la vegetación y flora. Código del documento: 201RG-D3121-V.03. Elaborado por Carlos Bernal.

Corporación Autónoma Regional del Tolima, CORTOLIMA. (2015). Plan de Manejo Ambiental Humedal Garcera.

Corporación Autónoma Regional del Tolima, CORTOLIMA. (2015). Plan de Manejo Ambiental Humedal Laguna el Silencio. Recuperado de https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/humedales/pma/PMA-Humedal-Laguna-el-Silencio.pdf

Esquivel, H., Botánico, D. J., & Von Humboldt, A. (1997). Herbarios en los jardines botánicos. *Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Tolima. Ibagué (Tolima), Colombia*.

Fajardo-Gutiérrez, F., Moreno, D., Medellín-Zabala, D., Rodríguez-Calderón, Á., Urbano-Apraez, S., Vargas, C. A., ... & Celis, M. (2020). Inventario de la flora vascular de Bogotá DC, Colombia. *Pérez-Arbelaezia*, 21(1), 17-49.

Gentry, A. H., & Vasquez, R. (1993). A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru): with supplementary notes on herbaceous taxa.

- Guitian, R., & Rubinos, M. (2004). Notas sobre la flora de humedales del noroeste ibérico. *Botanica Complutensis*, 28, 61-66.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Education*, 4(1), 1–9.
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451-1456.
- Kiersch, B., Mühleck, R., & Gunkel, G. (2004). Las macrófitas de algunos lagos alto-andinos del Ecuador y su bajo potencial como bioindicadores de eutrofización. *Revista de biología tropical*, 52(4), 829-837.
- Lemos, V. L., & González, A. M. T. (2015). Estructura y composición vegetal de un bosque seco tropical en regeneración en Bataclán (Cali, Colombia). *Colombia forestal*, 18(1), 71-85.
- Linares, R., & Fandiño, M. C. (2009). Estado del bosque seco tropical e importancia relativa de su flora leñosa, islas de la Vieja Providencia y Santa Catalina, Colombia, Caribe suroccidental. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 33(126), 1-12.
- Magurran, A.E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, P. 179.
- Martínez-Directora, C. S. B., Fernández-Interventora, I. C. C., Graciano, E. S. P., Varón, I. M. J. J. R., Chamorro, I. L. E. R., Principales, I., ... & Cerpa, J. M. P. EQUIPO TÉCNICO.
- Montoya, J. I., Ceballos, L., Casas, J. C., & Morató, J. (2010). Estudio comparativo de la remoción de materia orgánica en humedales construidos de flujo horizontal subsuperficial usando tres especies de macrófitas. *Revista EIA*, (14), 75-84.
- Mora Gutiérrez, M. R. (2019). Valoración económica del recurso flora del humedal el Corncoro de Villavicencio: uso del método de valoración contingente (MVC) mediante la regresión logística. *Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio*. Recuperado de <http://repository.ucc.edu.co/handle/ucc/12112>.
- Olascuaga-Vargas, D., Mercado-Gómez, J., & Sanchez-Montaña, L. R. (2016). Análisis de la vegetación sucesional en un fragmento de bosque seco tropical en Tolúviejo-Sucre (Colombia). *Colombia forestal*, 19(1), 23-40.
- Palomino Contreras, D. (2007). Estimación del servicio ambiental de captura del CO₂ en la flora de los humedales de Puerto Viejo.

Pennington, R. T, Lewis, G. P. & Ratter, J. A. 2006. Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography, and Conservation. Boca Raton, FL: Taylor and Francis.

Ramirez, D. W., Aponte, H., & Cano, A. (2010). Flora vascular y vegetación del humedal de Santa Rosa (Chancay, Lima). *Revista Peruana de Biología*, 17(1), 105-110.

Rodríguez, Y. A. (2017). Conservación de humedales en el marco de gestión de cuencas hidrográficas. Puerto Rondón–Arauca. *REVISTA AMBIENTAL AGUA, AIRE Y SUELO*, 8(2).

Senhadji-Navarro, K., Ruiz-Ochoa, M. A., & Rodríguez Miranda, J. P. (2017). Estado Ecológico de algunos humedales colombianos en los últimos 15 años: una evaluación prospectiva. *Colombia forestal*, 20(2), 191-200.

Villareal, H. M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., ... & Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.

GIRALDO-CAÑAS, D. (2001). Análisis florístico y fitogeográfico de un bosque secundario pluvial andino, cordillera central (Antioquia, Colombia). *Darwiniana*, 39(3/4), 187-199. Retrieved from www.jstor.org/stable/23224213

American Ornithologist Union (AOU) (1998). *Check-list of North American birds*. American Ornithologist's Union: Washington, D.C.

Andrade, G.I. (1998). Los humedales del altiplano de Cundinamarca y Boyacá. Ecosistemas en peligro de desaparecer. En: E. Guerrero (Ed). *Una aproximación a los humedales en Colombia* (pp.59-72). Editora Guadalupe Ltda., Bogotá.

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.

Asociación Colombiana de Ornitología (ACO) (2020). Lista de referencia de especies de aves de Colombia-2020.v2. Asociación Colombiana de Ornitología. <http://doi.org/10.15472/qhsz0p>.

Avendaño, J.E., Bohórquez, I.C., Rosselli, L., Arzuza-Buelvas, D., Estela, F.A., Cuervo, A.M... (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia: Una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty y Brown (1986). *Ornitología Colombiana*, 16.

Ayerbe-Quiñones, F. (2018). *Guía ilustrada de la avifauna Colombiana*. Wildlife Conservation Society: Bogotá.

Becker, P.H. (2003). Chapter 19: Biomonitoring with birds. En: B.A. Markert, A.M. Breure y H.G. Zechmeister (Eds). *Bioindicators and biomonitors* (pp. 677-736). Kidlington: Oxford.

Blanco, D.E. (1999). Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. En Malvarez, A.I. (Ed). *Los humedales como hábitat de aves acuáticas* (pp. 215-223). Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y Corinto-ORCYT: Montevideo.

Briggs, S.V., Lawler, W.G. y Thornton, S.A. (1997). Relationships between hydrological control of river red gum wetlands and waterbird breeding. *Emu*, 97: 31-42.

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.

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>.

Dalsgaard, B., Martin, G.A., Olesen, M., Ollerton, J.M., Timmermann, A., Andersen, L.H. y Tossas, A.G. (2009). Plant-hummingbird interactions in the West Indies: floral specialization gradients associated with environment and hummingbird size. *Oecologia*, 159(4): 757-766.

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.

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.

Estrada-Guerrero, D.M., y Soler-Tovar, D. (2014). Las aves como bioindicadores de contaminación por metales pesados en humedales. *Ornitología Colombiana*, (14).

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.

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* (pp. 47-60). Instituto de Estudios Almerienses: España.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010a). Plan de Manejo Ambiental Humedal Ambalemita: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010b). Plan de Manejo Ambiental Humedal Caracolizal: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010c). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Burro: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010d). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Oval: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010e). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Zancudal: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010f). Plan de Manejo Ambiental Humedal La Garcera: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010g). Plan de Manejo Ambiental Humedal La Herreruna: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010h). Plan de Manejo Ambiental Humedal La Moya de Enrique: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010i). Plan de Manejo Ambiental Humedal La Pedregosa: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010j). Plan de Manejo Ambiental Humedal La Zapuna: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015a). Plan de Manejo Ambiental Humedal Albania: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015b). Plan de Manejo Ambiental Humedal Azuceno: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015c). Plan de Manejo Ambiental Humedal La Huaca: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015d). Plan de Manejo Ambiental Humedal Laguna de Coya: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015e). Plan de Manejo Ambiental Humedal Las Garzas: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015f). Plan de Manejo Ambiental Humedal Rio Viejo: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015g). Plan de Manejo Ambiental Humedal Saldañita: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015h). Plan de Manejo Ambiental Humedal Saman: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016a). Plan de Manejo Ambiental Humedal Caracolí: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016b). Plan de Manejo Ambiental Humedal Chicualí: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016c). Plan de Manejo Ambiental Humedal Laguna El Silencio: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016d). Plan de Manejo Ambiental Humedal Laguna El Toro: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016e). Plan de Manejo Ambiental Humedal Laguna Gavilán: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016f). Plan de Manejo Ambiental Humedal Toqui-Toqui: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2018). Caracterización Rastrojos (Ambalema): *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2019a). Caracterización Corinto: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2019b). Caracterización El Suizo: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Hilty, S.L. y Brown, W.L. (2001). *Guía de las aves de Colombia*. Edición en español. American bird conservation (ABC): Cali.

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

IUCN (2021). The IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>.

Lilian, E.A. (2014). Las aves acuáticas como indicadoras de problemas ambientales en el embalse La Angostura, Tucumán, Argentina. *Acta zoológica lilloana*, 58(1): 44-56.

Losada-Prado, S., y Molina, Y. (2011). Avifauna del Bosque Seco Tropical en el departamento del Tolima (Colombia): Análisis de la comunidad. *Caldasia*, 33(1). Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/36390/38008>.

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. (1988). Experiência de repovoamento com *Sicalis flaveola brasiliensis* (Gmelin, 1789) (Passeriformes, Emberizidae) em área destinada à pecuária leiteira. *Rev. Bras. Zool.*, 5: 193-200.

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

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.

Naranjo, L.G., y Espinel, J.D.A. (Eds) (2009). Plan nacional de las especies migratorias: diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Recuperado de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Planes-para-la-conservacion-y-uso-de-la-biodiversidad/211010_plan_especies_migratorias.pdf.

Naranjo, L.G., Amaya, J.D., Eusse-González, D. y Cifuentes-Sarmiento, Y. (Eds.) (2012). *Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia*. Aves. Vol.1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible/ WWF Colombia: Bogotá, D.C.

Niemelä, J. (2000). Biodiversity monitoring for decision-making. *Annales Zoologici Fennici*, 37(4): 307-317.

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.

Ocampo-Peñuela, N. (2010). El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia. *Orinoquia*, 14(2): 188-200.

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.

Pacheco-Vargas, G.F., Sánchez-Guzmán, J.N. y Losada-Prado, S. (2018). Caracterización de la comunidad de aves asociada a los humedales de zonas bajas del departamento del Tolima, Colombia. *Biota*, 19(1): 190-201.

Parra, J.L. (2014) Uso de la biota acuática en la identificación, caracterización y establecimiento de límites en humedales interiores: Aves. 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* (pp. 150-155). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH): Bogotá, D.C.

Peterson, R.T. y Chalif, E.L. (1989). *Aves de México*. Guía de Campo. Editorial Diana: México.

Quesnelle, P.E., Fahrig, L. y Lindsay, K.E. (2013). Effects of habitat loss, habitat configuration and matrix composition on declining wetland species. *Biological Conservation*, 160: 200-208.

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.

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.

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.

Ramírez, A. (2000). Utilidad de las aves como indicadores de la riqueza específica regional de otros taxones. *Ardeola*, 47(2): 221-226.

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. 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: Bogotá D.C.

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.

Restall, R., Rodner, C. y Lentino, M. (2006). *Birds of Northern South America: an identification guide, Vol.2. Plates and maps*. Yale University Press, New Haven and London: Londres.

Ricklefs, R.E. (2012). Naturalists, Natural History, and the Nature of Biological Diversity. *The American Naturalist*, 179(4): 423-435.

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.

Rosselli, L. y Stiles, F.G. (2012). Local and landscape environmental factors are important for the conservation of endangered wetland birds in a high *Andean plateau*. *Waterbirds*, 35: 453-469.

SiB Colombia (2021). Sistema de información sobre biodiversidad de Colombia. Disponible en: <http://www.sibcolombia.net>.

Stiles, F.G. y Bohórquez C.I. (2000). Evaluando el estado de la biodiversidad: el caso de la avifauna de la Serranía de las Quinchas, Boyacá, Colombia. *Caldasia*, 22(1): 61-92.

Stouffer, P.C. y Bierregaard, R.O.Jr. (1995). Effects of forest fragmentation on understory hummingbirds in Amazonian Brazil. *Conservation Biology*, 9(5), 1085-1094.

Traylor, M.A. (1977). A classification of the Tyrant Flycatchers (Tyrannidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 148: 129-184.

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>.

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.

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.

Wunderle, J.M.Jr. (1994). *Census methods for Caribbean land birds*. Southern forest experiment Station, Forest service, United States Department of agriculture: New Orleans

Acosta-Galvis, A.R. (2000). Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana*, 289-319.

Acevedo, A.A., Lampo, M. y Cipriani, R. (2016). The cane or marine toad, *Rhinella marina* (Anura, Bufonidae): two genetically and morphologically distinct species. *Zootaxa*, 4103(6), 574–586.

Acosta-Galvis, A.R. (2021). Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.11.2021 (26/06/2021).Página web accesible en <http://www.batrachia.com>; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.

Angulo, A. (2002). Anfibios y paradojas: Perspectivas sobre la diversidad y las poblaciones de anfibios. *Ecología Aplicada*, 1(1): 105-109.

Angulo, A., Rueda-Almonacid, J.V., Rodríguez-Mahecha, J.V. y La Marca, E. (2006). *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Serie Manuales de Campo N° 2. Conservación Internacional, Panamericana Formas e Impresos S.A.: Bogotá D.C.

Bauer, A.M. (1998). Cogger, H.G.; Zweifel, R.G. (Eds.). *Encyclopedia of Reptiles and Amphibians*. San Diego: Academic Press. pp. 170–171. ISBN 978-0-12-178560-4.

Bernal, M.H., Páez, C.A. y Vejarano, M.A. (2005). Composición y distribución de los anfibios de la cuenca del río Coello (Tolima), Colombia. *Colombia Actualidades Biológicas*, 82(27): 87-92.

Bionda, C., Gari, N., Luque, E., Salas, N., Lajmanovich, R. y Martino, A. (2012). Ecología trófica en larvas de *Rhinella Arenarum* (Anura: Bufonidae) en

agroecosistemas y sus posibles implicaciones para la conservación. *Revista de biología tropical*, 60(2): 771-779.

Blaustein, A.R., Wake, D.B. y Sousa, W.P. (1994). Amphibian Declines: Judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conservation Biology*, 8(1): 60-71.

Böhm, M., Collen, B., Baillie, J.E.M., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., Hammerson, G., Hoffmann, M... (2013). The conservation status of the world's reptiles. *Biological conservation*, 157: 372-385.

Carrillo, E., Aldás, S., Altamirano-Benavides, M.A., Ayala-Varela, F., Cisneros-Heredia, D.F., Endara, A., Márquez, C., Morales, M., Nogales-Sornosa, F., Salvador, P., Torres, M.L., Valencia, J., Villamarín-Jurado, F., Yáñez-Muñoz, M.H. y Zárate, P. (2005). Lista roja de los reptiles del Ecuador. Fundación Novum Milenium, IUCN-Sur, IUCN-Comité Ecuatoriano, Ministerio de Educación y Cultura, Serie Proyecto Peepe, Quito, Ecuador, 46 pp.

Castaño-Mora, O.V. (Ed.) (2002). *Libro rojo de reptiles de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del medio Ambiente, Conservación Internacional: Bogotá D.C.

Castro-Herrera, F. y Vargas-Salinas, F. (2008). Anfibios y reptiles en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 9(2).

Crump, M.L. (2003). Conservation of amphibians in the New World tropics. En: Semlitsch, R.D. (Ed) *Amphibian Conservation* (pp. 53-69). Smithsonian Institution. USA.

de Sá, R., Grant, T., Camargo, A., Heyer, W., Ponssa, M. y Stanley, E. (2014). Systematics of the neotropical genus *Leptodactylus* Fitzinger, 1826 (Anura: Leptodactylidae): phylogeny, the relevance of non-molecular evidence, and species accounts. *South American Journal of Herpetology*, 9, S1-S128.

Di Tada, I.E., Zabattieri, M.V., Bridarolli, M.E., Salas, N.E. y Martino, A.L. (1996). Anfibios anuros de la provincia de Córdoba. En: Di Tada, I.E. y E.H. Bucher (Eds). *Biodiversidad de la provincia de Córdoba* (pp. 191-215). Universidad Nacional de Río Cuarto: Río Cuarto.

Donoso-Barros, R. (1960). La familia Teiidae en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 55, 41-54.

Driscoll, D.A. (2004). Extinction and outbreaks accompany fragmentation of a reptile community. *Ecological Applications*, 14(1): 220-240

Duellman, W.E. y Trueb, L. (1994). *Biology of Amphibians*. The John Hopkins University Press Ltd. London. 670 pp.

Figueras, J., González, L. A., Arcas, A., Velásquez, J. y Hernán, F. 2015. Hábitos alimentarios del lagarto *Cnemidophorus lemniscatus* (linnaeus, 1758) (Sauria: Teiidae) en dos zonas xerofíticas del estado Sucre, Venezuela. *Acta Biológica Venezuela*.

Galvis-Rizo, C., Carvajal-Cogollo, J.E., Arredondo, J.C., Passos, P., López-Victoria, M., Velasco, J.A... y Rojas-Rivera, M.A. (2015). *Libro Rojo de Reptiles de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente: Bogotá D.C.

Gorka, B. (2010). Estudio de la comunidad de anfibios y reptiles en la cuenca de bolintxu: propuesta para el conocimiento de la diversidad de herpetofauna, detección de especies de interés y propuestas de gestión. Obtenido de http://www.bilbao.eus/Agenda21/documentos/estudio_comunidad_anfibios_reptiles.pdf.

Gibbons, J. W., Scott, D.E., Ryan, T.J., Buhlmann, K.A., Tuberville, T.D... (2000). The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *BioScience*, 50: 653-666.

Grisales-Martínez, F.A. y Rendón-Valencia, B. (2014). *Cnemidophorus lemniscatus* (Linnaeus 1758). Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia, 2,43–50.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010a). Plan de Manejo Ambiental Humedal Ambalemita: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010b). Plan de Manejo Ambiental Humedal Caracolizal: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010c). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Burro: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010d). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Oval: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010e). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Zancudal: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010f). Plan de Manejo Ambiental Humedal La Garcera: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010g). Plan de Manejo Ambiental Humedal La Herreruna: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010h). Plan de Manejo Ambiental Humedal La Moya de Enrique: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010i). Plan de Manejo Ambiental Humedal La Pedregosa: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010j). Plan de Manejo Ambiental Humedal La Zapuna: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015a). Plan de Manejo Ambiental Humedal Albania: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015b). Plan de Manejo Ambiental Humedal Azuceno: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015c). Plan de Manejo Ambiental Humedal La Huaca: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015d). Plan de Manejo Ambiental Humedal Laguna de Coya: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015e). Plan de Manejo Ambiental Humedal Las Garzas: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015f). Plan de Manejo Ambiental Humedal Rio Viejo: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015g). Plan de Manejo Ambiental Humedal Saldaña: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2015h). Plan de Manejo Ambiental Humedal Saman: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016a). Plan de Manejo Ambiental Humedal Caracolí: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016b). Plan de Manejo Ambiental Humedal Chicualí: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016c). Plan de Manejo Ambiental Humedal Laguna El Silencio: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016d). Plan de Manejo Ambiental Humedal Laguna El Toro: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016e). Plan de Manejo Ambiental Humedal Laguna Gavilán: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016f). Plan de Manejo Ambiental Humedal Toqui-Toqui: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2018). Caracterización Rastrojos (Ambalema): *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2019a). Caracterización Corinto: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2019b). Caracterización El Suizo: *Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Henkel, F.W. y Schmidt, W. (1995). *Geckoes*. Kreiger Publishing Company, Malabar, Florida.

Hernández-Córdoba, O.D., Castro-Herrera, F. y Páez-Melo, M. (2013). Bioacumulación de mercurio en larvas de anuros en la zona afectada por la minería de oro en el río Dagua, Buenaventura, Valle Del Cauca, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 18(2): 341-348.

Heyer, W.R. (1978). Systematics of the fuscus group of frogs genus *Leptodactylus* (Amphibia: Leptodactylidae). *Natural History Museum of Los Angeles County Science Bulletin*, 29: 1-84.

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. S.I. Press: Washington D.C.

Heyer, W.R. (2005). *Leptodactylus fragilis* Brocchi, 1877. White-lipped frog. Amphibian Declines. *The Conservation Status of United States Species*.

Heyer, R., Acosta-Galvis, A., Mijares, A., Solís, F., Ibáñez, R., Hammerson, G., Savage, J., Wilson, L. D., Bolaños, F., Chaves, G. y Sunyer, J. (2010). *Leptodactylus fragilis*. La Lista Roja de Especies Amenazadas.

IUCN (2021). The IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>.

Langone, J.A. y de Sá, R.O. (2005). Redescrición de la morfología larval externa de dos especies del grupo de *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae). *Phyllomedusa*, 4(1), 49.

Lips K.R. (1998). Decline of a Tropical Montane Amphibian fauna. *Conservation Biology*, 12(1): 106-117.

Llano-Mejía, J., Cortés-Gómez, A.M. y Castro-Herrera, F. (2010). Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana*, 11(1y 2): 89-106.

Lynch, J.D. y Suárez-Mayorga, A.M. (2002). Análisis biogeográfico de los anfibios paramunos. *Caldasia*, 24(2): 471-480.

Lynch, J.D. (2006). The amphibian fauna in the Villavicencio region of eastern Colombia. *Caldasia*, 28(1), 135-155.

Malkmus, R., Manthey, U., Vogel, G., Hoffmann, P. y Kosuch, J. (2002). *Amphibians and reptiles of Mount Kinabalu (North Borneo)*. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, Liechtenstein.

Marsh, D.M. y Pearman, P.B. (1997). Effects of habitat fragmentation on the abundance of two species of Leptodactylid frogs in an Andean montane forest. *Conservation Biology*, 11(6): 1323-328.

McDiarmid, R.W. (1994). Preparing amphibians as scientific specimens. En W.R. Heyer, M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.A.C. Hayek, and M.S. Foster (Eds). *Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for Amphibians* (pp.103-107). Smithsonian Institution Press: Washington D.C.

Mendelson, J.R., Lips, K.R., Gagliardo, R.W., Rabb, G.B., Collins, J.P... (2006). Confronting amphibian declines and extinctions. *Science*, 313: 48.

Méndez-Narváez, J. (2014). Diversidad de anfibios y reptiles en hábitats altoandinos y paramunos de la cuenca del río Fúquene, Cundinamarca, Colombia. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/491/49140738006.pdf>.

Mojica, B.H. y Serrano, V.H. (2003). Annual Reproduction Activity of Population of *Cnemidophorus lemniscatus* (Squamata: Teiidae). *Journal of Herpetology*, 1, 35-42.

Montgomery, C.E., Boback, S.M., Green, S., y Paulissen, M. (2011). *Cnemidophorus lemniscatus* (squamata: Teiidae) on Cayo cochino pequeño, Honduras: Extent of island occupancy, natural history, and conservation status. *Herpetological Conservation and Biology*.

Núñez-Henríques, I. (2014). História natural de *Cnemidophorus* do Grupos Ocellifer (Squamata: Teiidae) em uma área de Caatinga na microrregião de Patos, Paraíba. Universidad federal de Campina Grande

Pounds, J.A., Bustamante, M.R., Coloma, L.A., Consuegra, J.A., Fogden, M.P.L... (2006). Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature*, 439: 161-167.

Quiroga, R. (2007). *Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe*. Series manuales. Naciones Unidas, CEPAL: Santiago de Chile.

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.

Rodríguez, J.M., Camargo, J.C., Niño, J., Pineda, A.M., Arias, L.M., Echeverry, M.A. y Miranda, C.L. (2009). *Valoración de la biodiversidad en la ecorregión del eje cafetero*. CIEBREG: Pereira.

Román-Palacios, C., Fernández-Garzón, S., Valencia-Zuleta, A., Jaramillo-Martínez, A.F. y Viáfara-Vega, R.A. (2017). Lista anotada de la herpetofauna del departamento del Quindío, Colombia. *Biota Colombiana*, 18(1): 251-281.

Rueda-Almonacid, J.V., Lynch, J.D., y Amézquita, A. (Eds). (2004). *Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie de libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente: Bogotá D.C.

Sanabria, E., Quiroga, L. y Acosta, J.C. (2007). Hábitos alimentarios de infantiles de *Pleurodema nebulosum* (Anura: Leptodactylidae), en Matagusanos, San Juan, Argentina. *Revista Peruana de Biología*, 14(2): 295-296.

Savage, J.M. (2002). *The amphibians and reptiles of Costa Rica: A herpetofauna between two continents, between two seas*. University of Chicago Press, Chicago, USA, 934 pp.

Sevilla-Sánchez, M.J., García, Y.M. y Leytón, J.J. (2019). Ampliación del rango de distribución geográfica y altitudinal del lobito Verdiazul *Cnemidophorus lemniscatus* (LCERTILIA: TEIIDAE) en Colombia. *Revista Novedades Colombianas*, 14(1), 5-15.

SiB (2021). Sistema de información sobre biodiversidad de Colombia. Disponible en: <http://www.sibcolombia.net>.

Soto, G. (2009). Contribución al conocimiento del paisaje de cacaotales, como hábitat para el mantenimiento de la diversidad de herpetofauna en Talamanca, Costa Rica. Turrialba.

Suárez González, L.F. (2017). Reptiles y anfibios como bioindicadores para implementar en estudios de impacto ambiental y planes de manejo ambiental. *Tesis de especialización*. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C.

Theisinger, O. y Ratianarivo, M.C. (2015). Patterns of reptile diversity loss in response to degradation in the spiny forest of southern Madagascar. *Herpetological Conservation and Biology*, 10(1): 273-283.

Uetz, P., Freed, P., Aguilar, R. y Hošek, J. (Eds) (2021). The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>.

Urbina-Cardona, J.N. y Castro, F. (2009). Distribución actual y futura de anfibios y reptiles con potencial invasor en Colombia: Una aproximación usando modelos de nicho ecológico. En: Varela-Ramírez, A. (Ed.) *Biodiversidad y Cambio Climático* (pp. 65-71). Ideam-Proyecto inap componente alta montaña. Pontificia Universidad Javeriana: Bogotá.

Urbina-Cardona, J.N., Bernal, E.A., Giraldo-Echeverry, N. y Echeverry-Alcnebra, A. (2015). El monitoreo de herpetofauna en los procesos de restauración ecológica: indicadores y métodos. En: Aguilar-Garavito, M. y W. Ramírez (Eds.). Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia

Valencia-Aguilar, A., Cortés-Gómez, A.M. y Ruiz-Agudelo, C.A. (2013). Ecosystem services provided by amphibians and reptiles in neotropical ecosystems. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management*, 9(3): 257-272.

Valencia, J., y Garzón, K. (2011). *Guía de Anfibios y Reptiles en ambientes cercanos a las estaciones del OCP*. Fundación Herpetológica Gustavo Orcés, 268 pp.

Valencia-Zuleta, A., Jaramillo-Martinez, A.F., Echeverry-Bocanegra, A., Viáfara-Vega, R., Hernández-Córdoba, O., Cardona-Botero, V.E., Gutiérrez-Zúñiga, J. y Castro-Herrera, F. (2014). Conservation Status of the herpetofauna, protected areas, and current problems in Valle del Cauca, Colombia. *Amphibian y Reptile Conservation*, 8(2) [Special Section]: 1-18.

Vargas, F. y Castro, F. (1999). Distribución y preferencias de microhábitat en anuros (Amphibia) en bosque maduro y áreas perturbadas en Anchicayá, Pacífico colombiano. *Caldasia*, 21(1): 95-109.

Young, B.E., Stuart, N., Chanson, J.S., Cox, N.A. y Boucher, T.M. (2004). *Joyas que están desapareciendo: El Estado de los Anfibios en el Nuevo Mundo*. Nature Serve: Arlington.

Ajiaco-Martínez, R. E., Ramírez-Gil, H., Sánchez-Duarte, P., Lasso, C. A. y Trujillo, F. (2012). IV. Diagnóstico de la pesca ornamental en Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia, 152 pp.

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.

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.

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.

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.

DoNascimento, C., Herrera Collazos E. E. y Maldonado-Ocampo, J. A. (2018): Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia. v2.10. Asociación Colombiana de Ictiólogos. Dataset/Checklist. <http://doi.org/10.15472/numrso>

García-Alzate, C. A., Taphorn, D. C., Román-Valencia, C. R. y Villa-Navarro, F. A. (2015). *Hyphessobrycon natagaima* (characiformes: characidae) a new species from Colombia, with a key to the Magdalena basin *Hyphessobrycon* species. *Caldasia* 37 (1): 221-232. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/caldasia/v37n1.51228>

García-Melo, L. (2005). Distribución, Diversidad y Ecología Básica de la familia Trichomycteridae (Ostariophysy: Siluriformes) en la cuenca del río Coello departamento del Tolima. *Tesis de Pregrado*. Programa de Biología., Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Tolima. Ibagué.

Lasso, C.A., Agudelo Córdoba, E., Jiménez-Segura, L. F., Ramírez-Gil, H., Morales-Betancourt, M., Ajiaco-Martínez, R. E., Gutiérrez, F. D., Usma-Oviedo, J. S., Muñoz-Torres, S. E. y Sanabria-Ochoa, A. I. (Editores). (2011). I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogota, D. C., Colombia, 715 pp.

López-Delgado, E. (2013). Composición y estructura de la comunidad de peces y sus relaciones con la calidad de la vegetación riparia y algunas variables ambientales en dos ríos de bosque seco tropical (Bs-T), Tolima (Colombia). *Tesis de Maestría*. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Tolima. Ibagué.

Maldonado-Ocampo, J. A., Ortega-Lara, A., Usma, J. S., Galvis, G., Villa-Navarro, F., Vásquez, L., Prada-Pedrerros, S... (2005). Peces de los Andes de Colombia (1st ed. p. 346). Bogotá D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Mojica, J., Usma, J. S., Álvarez-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.

Montoya-Ospina, D. C., López-Delgado, E. O. y Villa-Navarro, F. A. (2018). Composición y estructura de peces de la microcuenca del río Anchique, Tolima, Colombia. *Revista Biología Tropical*, 66(1).

Villa-Navarro, F. A. y 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. A. y 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.

Zapata, L. A. y Usma (Editores). (2013). Guía de las especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Peces. Vol. 2. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. P. 486.

Zuñiga-Upegüi, P., Villa-Navarro, F. A., 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

Bidegain, I., C. Cerda, E. Catalán, A. Tirono, C. López-Santiago. 2019. Social preferences for ecosystem services in a biodiversity hotspot in South America. *PLoS ONE*, 14(4): e0215715. Doi: 10.1371/journal.pone.0215715.

Binder, C.R., J. Hinkel, P.W.G. Bots, and C. Pahl-Wostl. 2013. Comparison of Framework for analyzing social-ecological systems. *Ecology and Society*, 18(4): 26. Doi: 10.5751/ES-05551-180426.

Chan, K.M.A, P. Balvanera, K. Benessaiah, M. Chapman, S. Díaz, E. GómezBaggethun, R. Gould, N. Han- nahs, K. Jax, S. Klain, G.W. Luck, B. Martín-López, B. Muraca, B. Norton, K. Ott, U. Pascual, T. Satterfield, M. Tadaki, J. Taggart, N. Turner. 2016. Why protect nature? Rethinking values and the environment. *Proceedings of the NationalAcademy of Sciences*, 113 (6): 1462-1465.

Orjuela, Mónica. (2005). Primer Informe Consultoría. Proceso de formación sobre conservación y construcción de territorio para actores estratégicos en los procesos de declaratoria de nuevas áreas protegidas. Corporación para la Protección Ambiental, Cultural y el Ordenamiento Territorial/CORPACOT-Programa de Fortalecimiento Institucional –Holanda. – Parques Nacionales Naturales, Contrato No. 066. Bogotá. 40 p.

Petrosillo I., R. Aretano, G. Zurlini. 2015. Socioeco- logical Systems. Reference Module in Earth System and Environmental Sciences. Doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.09518-X.

Qiu, J., S.R. Carpenter, E.G. Booth, M. Motew, S.C. Zi- pper, C.J. Kucharik, X. Chen, S.P. Loheide II, J. Seifert, M.G. Turner. 2018. Scenarios reveal pathways to sustain future ecosystem services in an agricultural landscape. *Ecological Applications*, 28(1): 119-134. Doi: 10.1002/eap.1633.