

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

HUMEDAL LAGUNAS LAS MELLIZAS



República de Colombia

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Corporación Autónoma Regional del Tolima, CORTOLIMA

JORGE ENRIQUE CARDOSO RODRIGUEZ

Director General

JUAN PABLO GARCIA POVEDA

Subdirector de Planeación y Gestión Tecnológica

LUIS FERNANDO POVEDA CABEZAS

Subdirección de Planeación y Gestión Tecnológica

Áreas protegidas Supervisor

Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima

GLADYS REINOSO FLÓREZ

Coordinadora General

SERGIO LOSADA PRADO

Coordinador del Proyecto

FRANCISCO ANTONIO VILLA NAVARRO

Coordinador

GIOVANY GUEVARA CARDONA

Coordinador

JESSICA NATHALIA SÁNCHEZ GUZMÁN

Coordinadora Técnica del Proyecto

Fotografías texto

Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima (GIZ, 2018)

Diseño y Diagramación

JESSICA NATHALIA SÁNCHEZ GUZMÁN

CORTOLIMA

Nit: 890.704.536-7.

PBX: +57(8) 265 5378 - 2654553

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

Universidad del Tolima

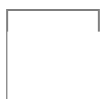
Nit 890.700.640-7

PBX +57(8) 2 771212

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

EQUIPO TÉCNICO

Gladys Reinoso Flórez	Coordinadora Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima
Sergio Losada Prado	Coordinador del Proyecto
Francisco Antonio Villa Navarro	Coordinador
Giovany Guevara Cardona	Coordinador
Jessica Nathalia Sánchez Guzmán	Coordinadora Técnica del Proyecto
Juan Diego Marín Herrera	Geomática
Jorge Eliecer Mayor Camacho Jerson Jahir Candela González	Área: Análisis Socioeconómico
Johan Albeiro Romero	Área: Flora
Gladys Reinoso Flórez Jonathan Gerardo Gordillo Guerra	Área: Plancton
Gladys Reinoso Flórez Leonardo Lozano Bravo Helena Esther Carranzas Castillo	Área: Macroinvertebrados acuáticos y Calidad de Agua
Francisco Antonio Villa Navarro Jonathan Gerardo Gordillo Guerra	Área: Ictiología
Giovany Guevara Cardona Johan Albeiro Romero	Área: Herpetología
Sergio Losada Prado Jessica Nathalia Sánchez Guzmán Yuliana Catalina Reyes Rico	Área: Ornitología
Gladys Reinoso Flórez Kelly Johanna Huertas Farías	Área: Mastozoología
Luis Fernando Poveda Cabezas	Subdirección de Planeación. Áreas Protegidas. CORTOLIMA



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	7
MARCO TEÓRICO.....	10
NORMATIVIDAD.....	17
OBJETIVOS.....	24
CAPÍTULO 1. LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN.....	25
1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	26
1.2. CLASIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DEL HUMEDAL.....	27
CAPÍTULO 2. COMPONENTE FÍSICO.....	29
2.1. GEOLOGÍA DE SUELOS.....	30
2.2. GEOMORFOLOGÍA DE SUELOS.....	30
2.3. COBERTURA Y USO DE SUELOS.....	30
2.4. CLIMA.....	30
2.5. HIDROLOGÍA.....	30
CAPÍTULO 3. COMPONENTE BIÓTICO.....	32
3.1. FLORA.....	33
3.1.1. MARCO TEÓRICO.....	33
3.1.2. METODOLOGÍA.....	35
3.1.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
3.2. FAUNA.....	72
3.2.1. MARCO TEÓRICO.....	72
3.2.2. METODOLOGÍA.....	84
3.2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	94
CAPÍTULO 4. COMPONENTE CALIDAD DE AGUA.....	150
4.1. MARCO CONCEPTUAL.....	151
4.2. METODOLOGÍA.....	154
4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	156
CAPÍTULO 5. COMPONENTES SOCIAL Y ECONÓMICO.....	159
5.1. METODOLOGÍA.....	160
5.2. CONTEXTO POLÍTICO ADMINISTRATIVO DEL HUMEDAL.....	161
5.2.1. Municipio de Roncesvalles.....	162
5.2.2. Historia del humedal.....	162



5.3. CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA.....	164
5.3.1. Uso del suelo, Área de Influencia Indirecta (AI).....	164
5.3.2. Actividad económica del humedal Las Mellizas, Área de Influencia Directa (AID).....	165
5.3.3. Relación Económica-Ambiental.....	166
5.4. CARACTERIZACIÓN SOCIAL.....	167
5.5. PROSPECTIVA.....	169
5.5.1. Escenarios humedal Las Mellizas.....	169
CAPÍTULO 6. COMPONENTE AMBIENTAL.....	173
6.1. INTRODUCCIÓN.....	174
6.2. METODOLOGÍA.....	175
6.2.1. Transformación total de un humedal (orden de magnitud 1).....	176
6.2.2. Perturbación Severa (orden de magnitud 2).....	177
6.3. CALIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	178
6.3.1. Indicadores de la Matriz de Impacto.....	178
6.3.2. Análisis Cualitativo del humedal.....	180
6.4. ANÁLISIS DEL COMPONENTE AMBIENTAL.....	182
CAPÍTULO 7. VALORACIÓN Y EVALUACIÓN.....	185
7.1. EVALUACIÓN ECOLÓGICA.....	186
7.1.1. Generalidades del humedal.....	186
7.1.2. Diversidad biológica.....	187
7.1.3. Naturalidad.....	187
7.1.4. Rareza.....	187
7.1.5. Fragilidad.....	188
7.1.6. Posibilidades de mejoramiento.....	188
7.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL.....	189
7.2.1. Conocimiento del humedal por los habitantes aledaños.....	189
7.2.2. Valoración económica.....	190
CAPÍTULO 8. ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL.....	193
8.1. ASPECTOS CONCEPTUALES.....	194
8.2. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	200
8.2.1. Etapas de la zonificación.....	200
8.3. ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA Y AMBIENTAL.....	202
8.3.1. Áreas de preservación y protección ambiental.....	206
CAPÍTULO 9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	208
9.1. INTRODUCCIÓN.....	210
9.2. METODOLOGÍA.....	211
9.3. VISIÓN.....	212
9.4. MISIÓN.....	213



9.5. OBJETIVOS.....	211
9.5.1. Objetivo general del Plan de Manejo.....	212
9.5.2. Objetivos específicos.....	212
9.6. TIEMPOS DE EJECUCIÓN.....	213
9.7. ESTRATEGIAS.....	213
9.8. PROGRAMAS Y PROYECTOS.....	217
9.9. EVALUACIÓN DEL PLAN DE MANEJO.....	231
9.10. PLAN DE TRABAJO ANUAL.....	233
BIBLIOGRAFÍA.....	234
ANEXOS.....	264

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

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

La declinación en la producción de las especies acuáticas en general se ha asociado a la pérdida de diversos tipos de hábitat estuarinos y ribereños, como la vegetación acuática sumergida, vegetación marginal halófila, sustratos someros lodosos, arrecifes ostrícolas y restos de vegetación arbórea. Sin embargo, la declinación en el tamaño de las poblaciones de igual manera es causada por una serie de procesos biológicos, geológicos, físicos y químicos, tales como la alteración física de los 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. Las acciones antrópicas sobre los humedales tienen efectos negativos tanto en las especies silvestres, como en las mismas comunidades humanas, ya que se ven afectado los servicios ecosistémicos de los cuales se benefician (Lasso, Gutiérrez y Morales-B., 2014).

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

En el departamento del Tolima se registran como los humedales más importantes 300 lagunas de cordillera, de origen glaciar, localizadas en la cordillera central en áreas de los Parques Nacionales Naturales y numerosas lagunas y sistemas de humedales en las zonas bajas principalmente en la zona de vida Bosque seco Tropical del departamento. A pesar de esta variedad de humedales en el departamento del Tolima solo se han realizado evaluaciones iniciales de los humedales ubicados en el Parque Natural Nacional Los Nevados y en su área amortiguadora. Los relictos de humedales que se ubican en el Valle del Magdalena, con excepción de la valoración ecológica realizada por Camargo y Lasso (2002).

Teniendo en cuenta lo anterior y consciente de la importancia de los humedales, de la fauna y flora que los caracteriza, la Corporación Autónoma del Tolima

CORTOLIMA y Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) ha considerado muy relevante desarrollar el proyecto de estudio de nueve humedales ubicados en las zonas bajas y altas del departamento del Tolima cuyo objetivo es la caracterización de la fauna y flora presente en ellos y generar la línea base para plantear el Plan de Manejo para su conservación.

MARCO TEÓRICO

LOS HUMEDALES.

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

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

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

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

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

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

LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y LA REHABILITACIÓN AMBIENTAL.

Las perturbaciones naturales son un elemento integral de los ecosistemas de todo tipo. Estas perturbaciones afectan la composición y estructura de los ecosistemas, generando cambios permanentes y una dinámica propia. La velocidad de recuperación de los ecosistemas depende de varios factores, pero principalmente de la magnitud y frecuencia. Muchos modelos extractivos y productivos de pequeña escala generan impactos comparables con las perturbaciones naturales, de los cuales se recuperan fácilmente, la capacidad de un ecosistema para recuperarse de estos cambios se conoce bajo el término de resiliencia: entre mayor resiliencia mayor capacidad de recuperación a las perturbaciones (Samper, 1999).

Con la perturbación de un ecosistema se produce un cambio en la estructura, usualmente representada en una reducción en el número de especies y complejidad del ecosistema. Al mismo tiempo se puede producir un impacto

sobre la función, por ejemplo la reducción en la capacidad de reciclaje de nutrientes. En sentido estricto, la restauración de un ecosistema implica el retorno a la estructura y función original. El problema conceptual es como definir el ecosistema original, sobre todo si tenemos en cuenta que todos los ecosistemas cambian con el tiempo.

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

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

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

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

totalidad sino de los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies, de acuerdo a las condiciones actuales en que se encuentra el ecosistema que se va a restaurar (SERI, 2004).

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

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

- **Rehabilitación.** Varios autores utilizan la palabra rehabilitación como sinónimo de restauración. Pero en realidad su uso presenta diferencias. La rehabilitación no implica llegar a un estado original. Por esta razón la rehabilitación se puede usar para indicar cualquier acto de mejoramiento desde un estado degradado (Bradshaw, 2002), sin tener como objetivo final producir el ecosistema original. Es posible que podamos recuperar la función ecosistémica, sin recuperar completamente su estructura, en este caso se realiza una rehabilitación de la función ecosistémica, muchas veces incluso con un reemplazo de las especies que lo componen (Samper, 2000).

En muchos casos la plantación de árboles nativos o de especies pioneras dominantes y de importancia ecológica puede iniciar una rehabilitación.

- **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).

ESTRATEGIA PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE HUMEDALES

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

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

1. Comprensión y declaración clara de metas, objetivos y criterios de rendimiento.
2. Planificación detenida para reducir posibilidades de efectos secundarios indeseados.
3. Examen de procesos naturales y condiciones reinantes durante la selección, preparación y elaboración de proyectos.
4. No debilitar esfuerzos para conservar los sistemas naturales existentes.
5. Planificación a escala mínima de cuenca de captación, sin desestimar el valor de hábitats de tierras altas y los nexos entre estos y hábitats propios de humedales.
6. Tomar en cuenta principios que rigen la asignación de recursos hídricos y el papel que la restauración puede desempeñar en el mantenimiento de las funciones ecológicas de los humedales.
7. Involucrar a todos los interesados directos en un proceso abierto
8. Gestión y monitoreo continuos (custodia a largo plazo).

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

El régimen hidrológico puede recuperarse de manera indirecta si se controla la calidad del agua a partir de las concentraciones de nutrientes, la explotación de acuíferos y manantiales abastecedores, si se mantiene la cobertura vegetal en las partes altas de las cuencas. Dado que el aporte de sedimentos está relacionado con el régimen hidrológico, en ocasiones es necesario construir

gaviones o estructuras de retención de suelo. En otros casos se deben quitar las presas que retienen el sedimento o construir playas y dunas protectoras (Vargas, 2010).

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

En segundo lugar es necesario el control de especies invasoras acuáticas, semiacuáticas y terrestres. Esto puede realizarse a través de métodos como el entresacado manual o la remoción con maquinaria liviana. Es conveniente hacerlo antes del establecimiento de especies vegetales nativas ya que es otra de las barreras a la restauración. El establecimiento de especies vegetales en los humedales tiene dos alternativas metodológicas (Lindig-Cisneros y Zedler, 2005):

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

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

alternancia de corredores, estratificación, protección de la franja litoral, zonas de recreación y vegetación de transición.

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

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

NORMATIVIDAD

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NORMA	DESCRIPCIÓN
Connotación Legal de los humedales	La ley les ha dado la connotación de espacio público, lo que los destina a satisfacer necesidades colectivas para su protección y los demás cuerpos de agua integrantes del sistema hídrico de las regiones; creándose la ronda hidráulica y la zona de manejo y preservación ambiental de la ronda, que también hace parte del espacio público.
Regulación de Carácter Nacional Decreto 1355 de 1970	Decreto 1355 de 1970. Art.1, Son ilegales los rellenos y la desecación de los humedales, por esto las autoridades ambientales, pueden solicitar a las alcaldías, entes municipales y distritales, detener los rellenos y la invasión de la zona de ronda o protección alrededor de estos sistemas, que es hasta de 30 m.
Convención RAMSAR, 1971 Comunidad Internacional	Convención Relativa a los humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas
Decreto-Ley 2811 de 1974 Congreso de Colombia	Código de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente Art. 8 , literal f- considera factor de contaminación ambiental los cambios nocivos del lecho de las aguas. Literal g, considera como el mismo de contaminación la extinción o disminución de la biodiversidad biológica. Art.9 Se refiere al uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables. Art.137 Señala que serán objeto de protección y control especial las fuentes, cascadas, lagos y otras corrientes de agua naturales o artificiales, que se encuentren en áreas declaradas dignas de protección. Art 329 precisa que el sistema de parques nacionales tiene como uno de sus componentes las reservas naturales. Las reservas naturales son aquellas en las cuales existen condiciones de diversidad biológica destinada a la conservación. Investigación y estudio de sus riquezas naturales.
Normas Sanitarias Sobre Residuos Sólidos de 1974 Art. 25, 31 y 33	Art.25, Se podrán utilizar como sitios de disposición de basuras, los predios autorizados expresamente por el Ministerio de Salud o la Entidad delegada. Art. 31, Quienes produzcan basuras con características especiales son responsables de su recolección, transporte y disposición final. Art. 33, Los vehículos destinados al transporte de basura, reunirán disposiciones técnicas que reglamente el Ministerio

	de Salud preferiblemente de tipo cerrado a prueba de agua y de carga a baja altura.
Código Nacional de Recursos Naturales, Decreto 2811 de 1974, Congreso De Colombia Arts. 193 al 197	Sobre conservación, defensa y toma de medidas para la protección del recurso flora
Decreto 1541 de 1978 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.
Constitución Política de Colombia, 1991 Congreso de Colombia	Artículo 58, Se garantizan la propiedad privada y los demás derechos adquiridos con arreglo a las leyes civiles, los cuales no podrán ser desconocidos ni vulnerados por leyes posteriores. Cuando de la aplicación de una ley expedida por motivo de utilidad pública o interés social, resultaren en conflicto los derechos de los particulares con la necesidad por ella reconocida, el interés privado deberá ceder al interés público o social. Artículo 63, Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, patrimonio arqueológico de la nación y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables. Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Artículo 366. El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable. Para tales efectos, en los planes y presupuestos de la nación y de las entidades territoriales, el gasto público social tendrá prioridad sobre cualquier otra asignación.

Convenio Sobre la Diversidad Biológica, 1992 Comunidad Internacional	Convenio de la Diversidad Biológica (Río de Janeiro, 1992)
Ley 99 de 1993 Congreso de Colombia	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones Art.1. Dentro de los principios generales ambientales dispone en el numeral 2 que la biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible. Art. 116 lit. g, autoriza al Presidente de la República para establecer un régimen de incentivos económicos, para el adecuado uso y aprovechamiento del medio ambiente y de los recursos renovables y para la recuperación y conservación de ecosistemas por parte de propietarios privados.
Ley 165 de 1994 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. En el que se reconoce la estrecha y tradicional dependencia de muchas comunidades locales y poblaciones indígenas con sistemas de vida tradicionales basados en los recursos biológicos y la conveniencia de compartir equitativamente los beneficios, además insta a los gobiernos nacionales, a que con arreglo a su legislación nacional, respeten, preserven y mantengan los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica.
Lineamientos de Política para el Manejo Integral del Agua, 1995.	El Ministerio de Ambiente elaboró el documento "Lineamientos para la construcción colectiva de una cultura del agua". Uno de sus objetivos es proteger acuíferos, humedales y otros reservorios importantes de agua.
Ley 357 de 1997 Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971).

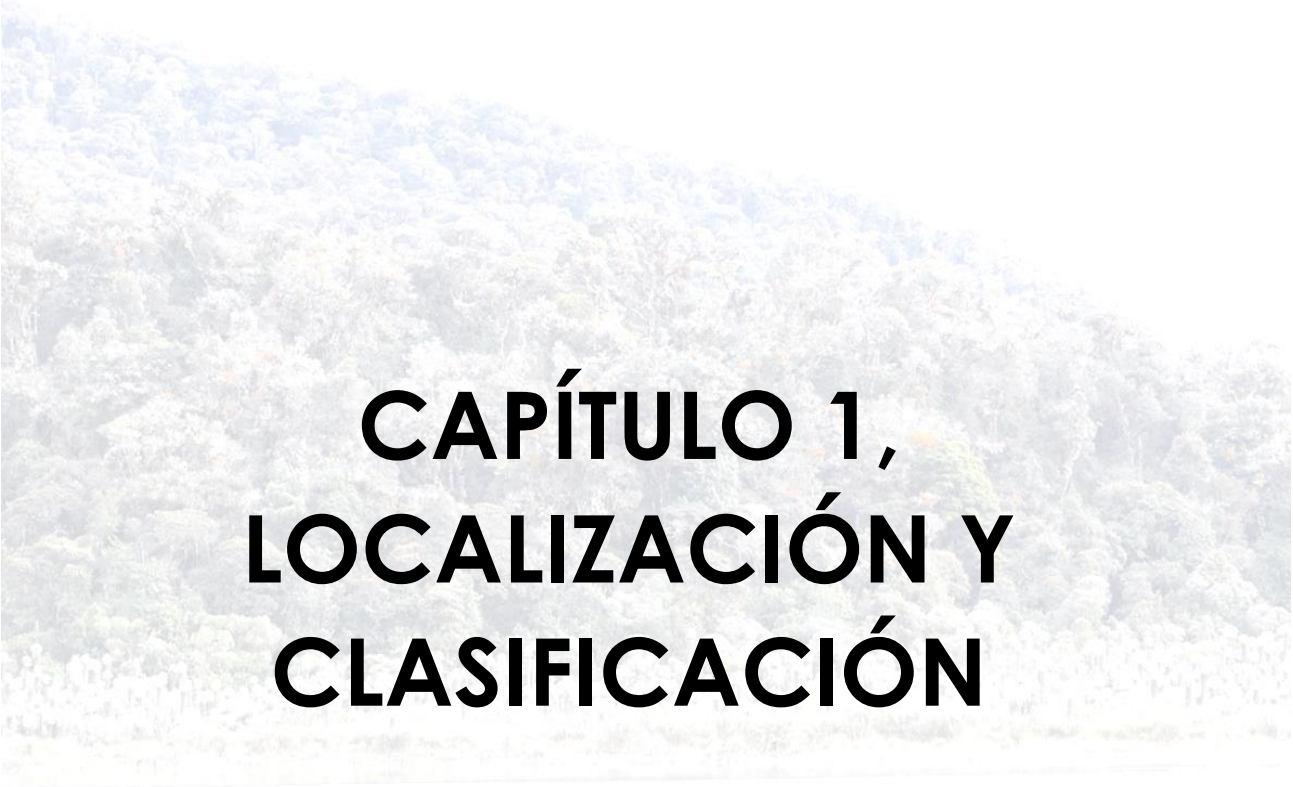
Resolución VIII.14 RAMSAR 2002	Por medio de la cual se establecen los nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales.
Resolución N° 0157 de 2004 MAVDT	Por la cual se reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la convención Ramsar.
Resolución N° 196 de 2006 MAVDT	"Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia "
Resolución 1128 de 2006 MAVDT	Por la cual se modifica el artículo 10 de la resolución 839 de 2003 y el artículo 12 de la resolución 157 de 2004 y se dictan otras disposiciones.
Artículo 202 de la Ley del Plan de Desarrollo: Prosperidad para todos 2011- 2014 (Ley 1450 de 2011)	Por la cual se estableció la delimitación de los ecosistemas de páramos y humedales a escala 1:25.000 con base en estudios técnicos, económicos sociales y ambientales.
Ley 1753 de 2015 (9 de junio)	"Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018 "Todos por un nuevo país". Disposiciones relevantes: Art 172. Protección de humedales. Con base en la cartografía de humedales que determine el MADS, [...], las autoridades ambientales podrán restringir parcial o totalmente el desarrollo de actividades agropecuarias de alto impacto, de exploración y explotación minera y de hidrocarburos, con base en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales, conforme a los lineamientos definidos por el MADS[...] Parágrafo. En todo caso, en humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la Convención Ramsar, no se podrán adelantar las actividades agropecuarias de alto impacto ambiental ni de exploración y explotación de hidrocarburos y de minerales. Art. 174. Parágrafo Segundo. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible creará el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales, con excepción de las áreas protegidas registradas en el Registro Único Nacional de Área Protegidas (RUNAP) como parte de los sistemas de información del Sistema Nacional Ambiental (SINA) en un término de un año a partir de la expedición de la presente ley. Harán parte del Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales áreas tales como los ecosistemas estratégicos, páramos,

	humedales y las demás categorías de protección ambiental que no se encuentren registradas en el RUNAP".
--	---

OBJETIVOS

El objetivo general del presente Plan de Manejo Ambiental es establecer medidas, estrategias y acciones necesarias para fomentar la conservación in situ, uso racional sostenible, evitar la degradación y potenciar algunas funciones del Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles ; priorizando sus características ecológicas y socioeconómicas.

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



CAPÍTULO 1, LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN

1. LOCALIZACIÓN

1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El humedal Lagunas las Mellizas se encuentra ubicado en la vereda Orisol del municipio de Roncesvalles, departamento del Tolima. Perteneció a la unidad hidrográfica río Chili, tributaria de la subzona hidrográfica río Cucuana (IDEAM, 2013); comprende un área inundable aproximada de 13.45 hectáreas y una altura promedio de 3370 metros, los límites se encuentran definidos por las siguientes coordenadas geográficas (Tabla 1.1.) (Figura 1.1).

Tabla 1.1. Coordenadas Geográficas del Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

EXTREMO	NORTE	OESTE
NORTE	4° 11' 51.63"	75° 35' 0.51"
SUR	4° 11' 41.84"	75° 35' 6.76"
ORIENTE	4° 11' 47.80"	75° 34' 48.8"
OCCIDENTE	4° 11' 44.68"	75° 35' 16.10"

Fuente: GIZ (2018)

Figura 1.1. Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

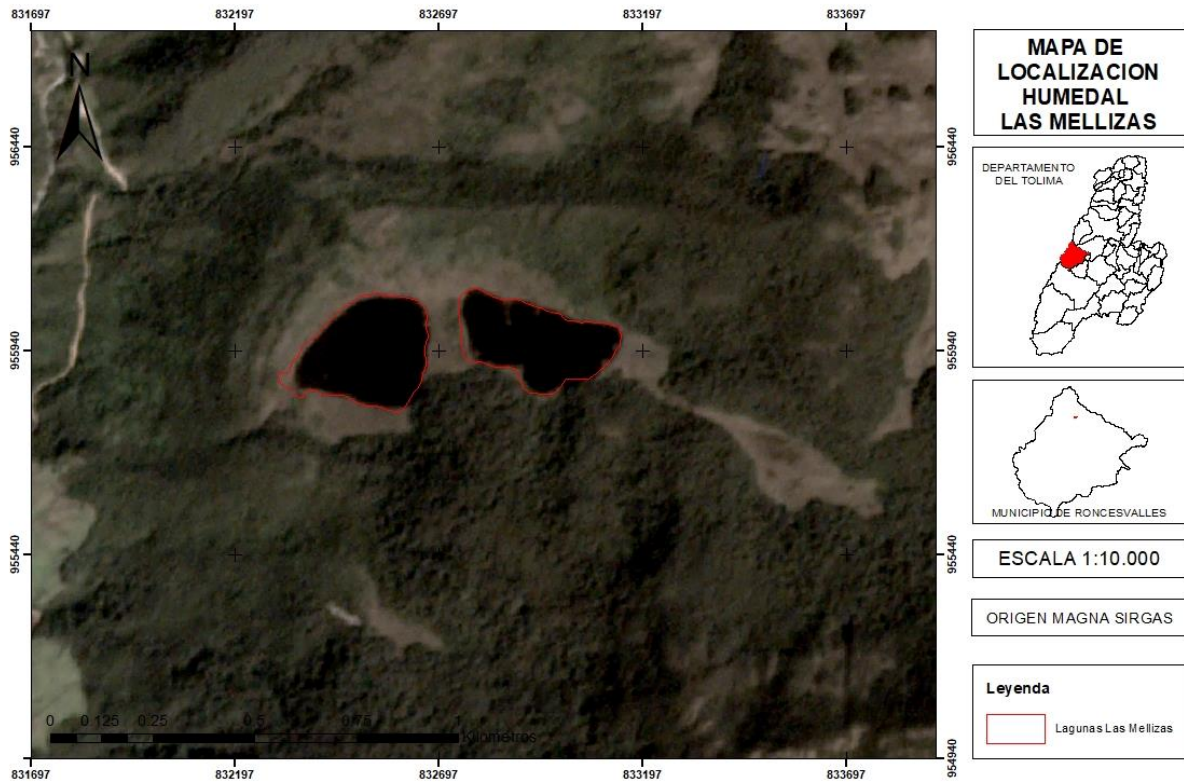


Fuente: GIZ (2018)

El acceso al humedal se realiza desde el municipio de Roncesvalles en el departamento del Tolima, por la vía que lleva a la vereda Santa Helena; a partir de este centro poblado, se realiza un viaje de aproximadamente 40 minutos por la carretera que lleva a la vereda Orisol, en donde no se realizan desvíos hasta llegar al pedio Las Mellizas, en donde se ubican las lagunas. Una vez allí, se realiza

una caminata de aproximadamente tres (3) kilómetros en dirección noroeste hasta el humedal (Figura 1.2.).

Figura 1.2. Localización del Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

1.2. CLASIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DEL HUMEDAL

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

Tabla 1.1. Clasificación del Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima) según la Convención de Ramsar.

Sistema jerárquico (niveles)	Clasificación Humedal Lagunas Las Mellizas
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.	Lacustre
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.	
Subclase: Depende principalmente de aspectos biofísicos particulares de algunos sistemas o de la estructura y composición de las comunidades bióticas presentes.	Lagos Dulces Permanentes

Fuente: GIZ (2018)



CAPÍTULO 2, COMPONENTE FISICO

2. COMPONENTE FISICO

2.1. GEOLOGÍA DE SUELOS

La geología de los suelos referentes al humedal Laguna Las Mellizas se encuentra asociado a Depósitos Volcánicos Piroclásticos (NgQp); esta unidad correspondiente al Cuaternario se encuentra conformada por depósitos de cenizas y tefras, en capas discordantes sobre las rocas infrayacentes (CORTOLIMA, 2006). Constituida por flujos piroclásticos y capas de ceniza y lapilli de caída, frecuentemente pumítico, con bombas; estas acumulaciones volcánicas están intercaladas con lahares y depósitos lagunares, glaciales y fluviales, así como con flujos de lava. La composición de estos materiales es andesítica-dacítica (CORTOLIMA, 2010).

2.2. GEOMORFOLOGÍA DE SUELOS

El humedal Lagunas Las Mellizas se encuentra asociado a un paisaje de montaña con relieve ligeramente ondulado a fuertemente quebrado, con suelos superficiales a moderadamente profundo (ICAG, 2015).

2.3. COBERTURA Y USO DE SUELOS

El humedal lagunas Las Mellizas se encuentra asociado al Bosque Alto de Tierra Firme, Herbazal Denso y Pastos Limpios.

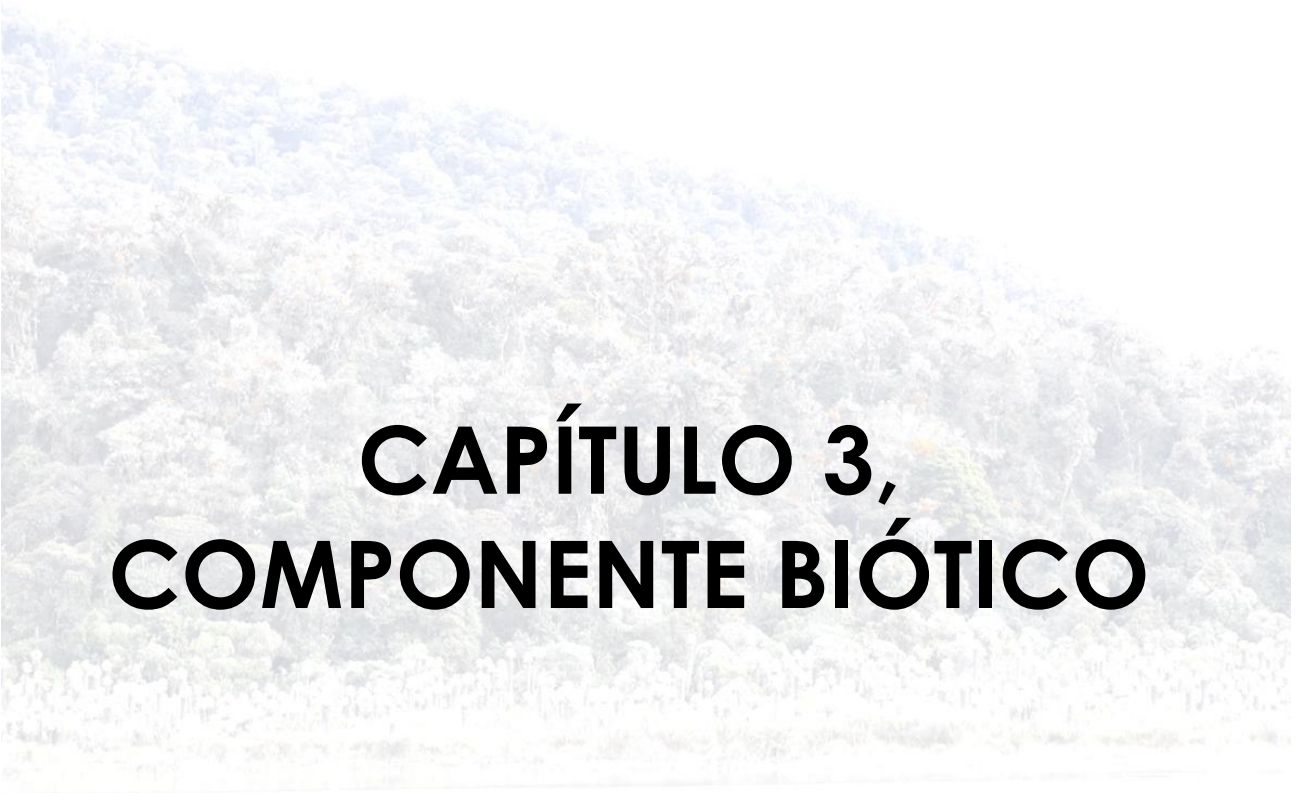
2.4. CLIMA

El humedal se encuentra a una temperatura promedio anual entre los 6 y 12 °C y una precipitación media anual superior a los 2000 mm y dentro de la clasificación de Ecosistemas según Holdridge se encuentra identificado como bosque pluvial Montano (bp-M) (Corporación Autónoma Regional del Tolima [CORTOLIMA], 2014).

2.5. HIDROLOGÍA

El humedal Lagunas Las Mellizas se encuentra ubicado en la unidad hidrográfica río Chili tributario de la subzona hidrográfica del río Cucuana; el cual, se

encuentra situado dentro de la zona hidrográfica del Alto magdalena (IDEAM, 2013). El río Chili posee un caudal medio del orden de los 19.6 m³/seg y una demanda del recurso hídrico Baja (MAVDT, 2004).



CAPÍTULO 3, COMPONENTE BIÓTICO

3. COMPONENTE BIÓTICO

3.1. FLORA

3.1.1. MARCO TEÓRICO

Colombia comprende alrededor del 9400 especies en riqueza florística, comprendidas entre angiospermas, gimnospermas, briofitos y pteridofitos, ya que debido a su ubicación geográfica y topografía, posee diversos ecosistemas, que le permiten endemismos, especies únicas y estados significativos de conservación (SiB Colombia, 2017).

El bosque de niebla posee una alta concentración de riqueza tanto en flora como fauna, mediada por características como la temperatura, humedad, latitud y altura en la cual se desarrolla este ambiente; promoviendo en gran medida la proliferación de especies de flora retenedoras de agua, como bromelias, líquenes, musgos y helechos (Bubb, May, Miles y Sayer, 2004)

Los humedales son ecosistemas de gran importancia debido a las funciones ambientales que expresan, al ser reguladores de los cuerpos de agua como ríos y quebradas, captan el carbono atmosférico y son el hogar para muchas especies de fauna y flora, asemejando en muchas ocasiones la biodiversidad de ecosistemas de mayor extensión como bosques o selvas (Kusler, Mitsch y Larson, 1994). Son ambientes que contribuyen a la regulación constante de agua, llegando a ser de naturaleza inundable, permanente o periódica, de acuerdo a sus características topográficas, geológicas y vegetativas (Hauenstein, Muñoz-Pedrerros, Peña, Encina y González, 1999).

Flora asociada a los humedales: La flora vinculada a los humedales expresa características peculiares a otras zonas de vida, debido a las condiciones bióticas y abióticas que presenta, con plantas capaces de soportar los cambiantes niveles de agua, a través del año dependiendo de la naturaleza del humedal. Son ambientes que debido a su porcentaje hídrico, fomenta la adaptabilidad para especies acuáticas, plantas hidrófitas (aguas superficiales) o freatófitas (aguas subterráneas), las cuales dependen directamente del nivel freático presente en el humedal, epifitas, briofitos y pteridofitos, los cuales contribuyen a la sedimentación de material orgánico, la captación de gases atmosféricos, la regulación de los niveles de agua, funcionan como filtradores de agentes agrícolas y distintos contaminantes, los cuales llegan por escorrentía a los cuerpos de agua (Orúe, Booman y Laterra, 2011; Alonso-Garrido, 2009; Verhoeven y Liefveld, 1997).

- **FITOPLANCTON.**

En aguas interiores se pueden encontrar representantes de prácticamente todos los grupos de algas. La predominancia de uno u otro grupo en determinado ecosistema es función, principalmente, de las características predominantes del medio como, por ejemplo, en lagos distróficos (ricos en compuestos húmicos) donde, por regla general, ocurre predominancia de algas Chlorophyta, representadas por las Desmidiaceae. Los principales grupos con representantes en el plancton de agua dulce son: Ochrophyta, Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta (Esteves, 1999). El plancton está constituido por el fitoplancton (algas), el zooplancton (pequeños animales) y el bacterioplancton. El término seston, creado por Kolkwitz (1892), corresponde a todo material particulado suspendido en el agua: comprende el bioseston y el abioseston (o tripton). El bioseston incluye el plancton, el neuston (organismos con movimientos propios) y el pleuston (organismos que viven en la superficie del agua). Mientras que el abioseston comprende los desechos orgánicos e inorgánicos particulado (Esteves, 1999).

Por otra parte, muchos procesos bióticos y abióticos contribuyen a la variabilidad en la diversidad del fitoplancton en los ecosistemas acuáticos. Dependiendo de su intensidad y de su frecuencia, estos pueden impulsar dinámicas de no equilibrio y mejorar la diversidad de especies. Diferentes estudios proponen que la biodiversidad amortigua el funcionamiento de los ecosistemas contra las fluctuaciones ambientales que conducen a propiedades agregadas más predecibles de la comunidad o del ecosistema (Chalar, 2009).

- **FLORA**

Los humedales se caracterizan por poseer plantas directamente vinculadas a los niveles de agua, plantas hidrófitas (aguas superficiales) o freatófitas (aguas subterráneas), las cuales dependen directamente del nivel freático presente en el humedal, estas plantas contribuyen como filtradores de agentes agrícolas y distintos contaminantes, los cuales llegan por escorrentía a los cuerpos de agua (Alonso-Garrido, 2009; Orúe, Booman y Laterra, 2011). Los humedales son elementos altamente productivos, donde existe un constante recurso de alimento, agua y refugio para distintas especies de animales (Blanco, 1999). La presencia de variables fisicoquímicas particularidades, determina una dependencia restringida para algunas especies, permitiendo la aparición, de endemismos en flora ligada al humedal (Secretaría de la Convención de RAMSAR, 2013).

Estos ambientes se han visto amenazados por el desarrollo antrópico, construcciones, deforestación e incendios. Distintos factores afectan las dinámicas naturales del ambiente, acabando directamente con la capa vegetal que circunda y protege al humedal, lo cual se ve reflejado en la pérdida del nivel freático, el ahuyentamiento de la fauna local y la desaparición irremediable de diversas especies de flora, de gran interés ecosistémico en el área (González, 1993).

La presencia constante o periódica de agua, contribuye al encuentro de especies hidrófitas, las cuales toman los nutrientes de aguas superficiales o plantas freatófitas las cuales se abastecen de aguas subterráneas, dependiente del nivel freático presente en el humedal, estas plantas contribuyen como filtradores de agentes agrícolas y distintos contaminantes, los cuales llegan por escorrentía a los cuerpos de agua (Alonso-Garrido, 2009; Orúe, Booman y Laterra, 2011).

Mucho del abastecimiento del recurso hídrico dentro de un humedal, esta mediado por plantas tales como helechos, musgos y bromelias, las cuales de acuerdo a sus características morfológicas, logran retener la humedad y liberarla al medio progresivamente. Muchas de las macrófitas que se pueden encontrar en el lecho del cuerpo de agua, corresponden a musgos, algas o plantas vasculares, capaces de soportar los niveles elevados de humedad, contribuyendo a la fijación de sedimentos y nutrientes, así como a la producción de oxígeno (Merchán-Gaitán, et al., 2012).

3.1.2. METODOLOGÍA

• FITOPLANCTON

Métodos de campo. En cuatro puntos de cada laguna del humedal Las Mellizas se realizaron varios filtrados de agua para la colecta de fitoplancton, utilizando las redes planctónicas (poro de malla estándar de 25 y 55 micras) (Figura 3.1.). Las muestras filtradas se almacenaron en frascos de 250 ml e inmediatamente fueron fijadas en solución Transeau (Vercellino y Bicudo, 2006).

Métodos de laboratorio. La determinación y conteo de la comunidad fitoplanctónica se realizó con un microscopio invertido OLYMPUS, usando la cámara de sedimentación Sedgwick-Rafter (McAlice, 1971). Los individuos fueron contados en campos aleatorios. Las especies abundantes se registraron un mínimo de 100 individuos (Bicudo, 1990). Los valores de densidad fueron convertidos por unidad de área (No/mL), de acuerdo a lo establecido por la

APHA (2005) (10200F-10200G). Para la determinación taxonómica, se revisaron claves específicas de fitoplancton (Kudo, 1980; Alves da Silva, Pereira, Moreira y Friedrich, 2011; Oliveira, Bicudo y Moura, 2011; Oliveira, Bicudo y Moura, 2013; Da Silva, Ruwer, Nogueira y Dunck, 2016; Tremarin, 2005; Tremarin, Moreira- Filho, Ludwig, 2010; Bellinger y Sigee, 2015; Bicudo y Meneses, 2006), además, se soportó con las bases de datos electrónica *Algaebase* (Guiry y Guiry, 2018) e ITIS.

Figura 3.1. Metodología para la colecta de plancton en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

Análisis de datos.

- **Índices ecológicos.** Se analizaron los índices de diversidad de Shannon, dominancia y riqueza de especies empleando el software Past versión 3.12 (Hammer, Harper y Ryan, 2001), esto con el fin de comparar los puntos de muestreos colectados en el Humedal Lagunas Las Mellizas.
- **Análisis de Correspondencia.** Se analizaron las posibles asociaciones entre las variables fisicoquímicas evaluadas y la comunidad fitoplanctónica del Humedal Lagunas Las Mellizas, con el programa Canoco (Ter Braak y Smilauer, 1998), unido a esto se realizó el test de Monte Carlo con 1000 permutaciones.

• FLORA

Métodos de campo. El muestreo se realizó con base a la metodología RAP (Rapid Assessment Program), se estableció un transecto de 50x2 metros, registrando la flora presente, asociada al humedal. Se tuvieron en cuenta las especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y acuáticas. Para los individuos de crecimiento secundario, se registró su DAP (diámetro a la altura del pecho), la altura total, altura de ramificación y diámetro de copa (VCA Partners, 2008; Melo y Vargas, 2003). Para

todas las especies se realizó la descripción fenológica de sus características principales como coloración, presencia de látex u otras estructuras, como zarcillos, espinas, tipos de estipulas, tipo de crecimiento, entre otras. Se realizó el registro fotográfico de las características más importantes como flor y fruto para una confiable determinación (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Se colectaron las muestras necesarias para la determinación de especies cripticas, así como individuos faltantes en colección (Figura 3.2.). Las muestras fueron tomadas con la mayor cantidad de caracteres disponibles: disposición de las hojas, prefoliaciones, flor y fruto. Rotuladas y prensadas en papel periódico, rociadas con alcohol al 95% y empaquetadas con tres hojas del mismo papel en forma de T, para evitar el maltrato de las muestras durante el transporte (Herbario Distrital UDBC, 2010). El paquete es dispuesto en bolsa plástica y rociado con un preparado de alcohol más agua, en partes iguales, asegurando así una preservación óptima de las muestras, hasta por tres meses (Esquivel, 1997).

Figura 3.2. Método de campo para la colecta de muestras de flora en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

Métodos de laboratorio. El material colectado fue llevado al Herbario TOLI, de la Universidad del Tolima, donde es revisado, por los curadores, prensado y dispuesto a secado en horno, por tres días aproximadamente. Las muestras fueron determinadas empleando claves dicotómicas publicadas por Gentry (1993). Así como el uso de herramientas digitales y la comparación taxonómica con los ejemplares presentes en la colección del Herbario TOLI. Al finalizar la determinación, se seleccionaron los exicados ideales para ser ingresados a colección.

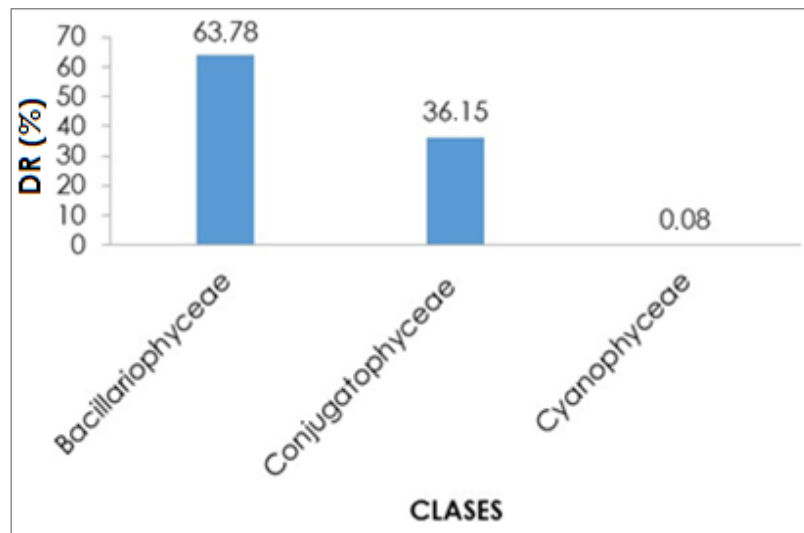
3.1.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

• FITOPLANCTON

En las dos lagunas, se encontraron tres phylum, tres clases, siete órdenes, ocho familias y 19 especies (Tabla 3.1.). Bacillariophyceae fue la clase más abundante con 13021.09 células/mL (63.78%), seguido por Conjugatophyceae con 7379.59 células/mL (36.15%) (Figura 3.3.).

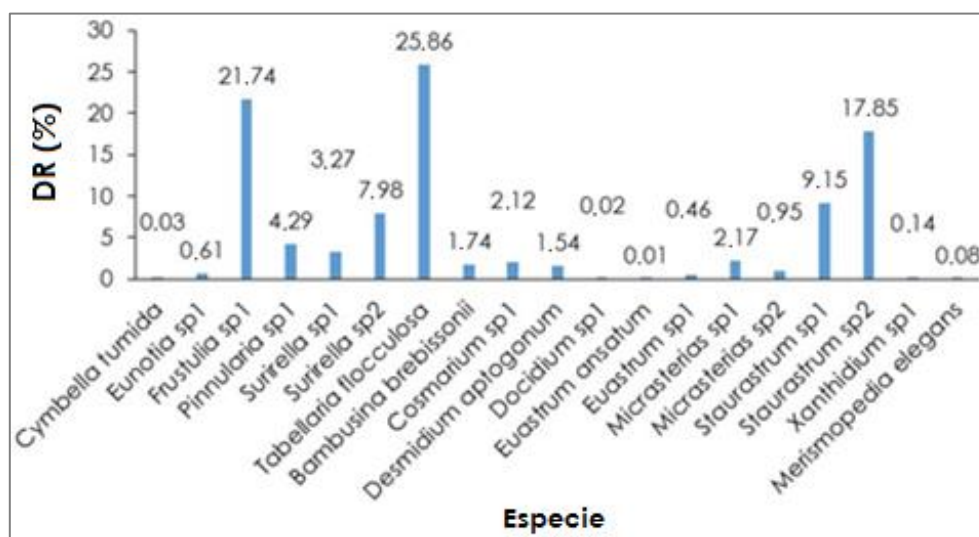
A nivel de especie, *Tabellaria flocculosa* mostró la mayor densidad con 5279.32 células/mL (25.86%), seguido por *Frustulia sp.1* con 4439.25 células/mL (21.74%) (Figura 3.4.). Dada a la representatividad moderada de la clase Bacillariophyceae se puede decir que este grupo presenta una facilidad de formar colonias y una forma de adhesión a sustratos disponibles (artificiales y naturales) en el ecosistema acuático (Cox, 1996; Peterson, 1996). La especie *Tabellaria flocculosa* se considera cosmopolita (Koppen, 1975), además puede tolerar diferentes rangos de pH (Round, Crawford y Mann, 1990) y bajas temperaturas (Medina-Tombé, Sala, Vouilloud y Ramírez, 2017).

Figura 3.3. Densidad relativa de las clases de la comunidad fitoplanctónica para el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

Figura 3.4. Densidad relativa de las especies de la comunidad fitoplanctónica para el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

Tabla 3.1. Composición taxonómica de la comunidad fitoplanctónica registrada en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

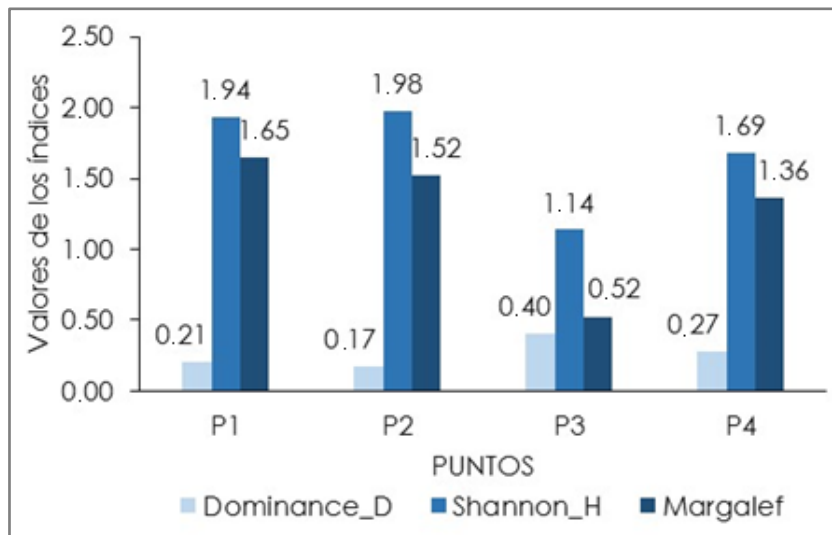
Phylum	Clase	Orden	Familia	Género/especie	Densidad (No/mL)	DR (%)
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella tumida</i>	6.28	0.03
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp1	125.25	0.61
		Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp1	4439.25	21.74
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp1	875.71	4.29
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp1	666.68	3.27
				<i>Surirella</i> sp2	1628.56	7.98
		Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	5279.32	25.86
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Bambusina brebissonii</i>	355.51	1.74
				<i>Cosmarium</i> sp1	431.84	2.12
				<i>Desmidium aptogonum</i>	314.12	1.54
				<i>Docidium</i> sp1	4.19	0.02
				<i>Euastrum ansatum</i>	2.09	0.01
				<i>Euastrum</i> sp1	93.72	0.46

				<i>Micrasterias</i> sp1	442.38	2.17
				<i>Micrasterias</i> sp2	194.95	0.95
				<i>Staurastrum</i> sp1	1868.61	9.15
				<i>Staurastrum</i> sp2	3644.2	17.85
				<i>Xanthidium</i> sp1	27.94	0.14
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia elegans</i>	15.69	0.08
TOTAL					20416.39	100

Fuente: GIZ (2018)

Índices ecológicos. El punto P2 mostró el mayor valor de diversidad de Shannon con $H'=1.98$, seguido por el punto P1 con $H'=1.94$, mientras que el punto P3 ($H'=1.14$) presentó un bajo valor. El punto P1 mostró el valor alto de riqueza de Margalef (Mg: 1.65), mientras que el punto P3 presentó el valor bajo para el índice de Margalef (Mg: 0.52). En el índice de dominancia, el punto P2 registró el mayor valor con 0.64 (Figura 3.5.).

Figura 3.5. Índice de riqueza de Margalef, dominancia de Simpson y Shannon-Wiener de la comunidad fitoplanctónica en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

Análisis de Correspondencia Canónica. El análisis multivariado no se evidenció una relación directa sobre la densidad de la comunidad fitoplanctónica, esto fue mostrado por los efectos condicionantes del test de Monte Carlo (Tabla 3.2.).

Tabla 3.2. Efectos condicionales de las variables fisicoquímicas del Análisis de Correspondencia Canónica en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Variable	Var. N	Lambda A	p	F
Ph	1	0.19	1	0

Fuente: GIZ (2018)

Conclusión: Bacillariophyceae obtuvo una buena representatividad de la comunidad fitoplanctónica en el humedal lagunas Las Mellizas, esta clase se ve favorecida gracias a su distribución cosmopolita y además de su fácil adhesión sobre los sustratos naturales ofrecidos en los ecosistemas lénticos. Una de las especies más abundante fue *Tabellaria flocculosa*.

- Especies de fitoplancton asociadas al Humedal Lagunas Las Mellizas**

Orden: Desmidiáles

Familia: Desmidiaceae

Género: *Bambusina*

Especie: *B. brebissonii*

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

Aspectos ecológicos: Habita en sistemas acuáticos ácidos, oligotróficos (Guiry y Guiry 2018).

Distribución: Esta es una especie reconocida como cosmopolita (Guiry y Guiry 2018).



GIZ (2018)

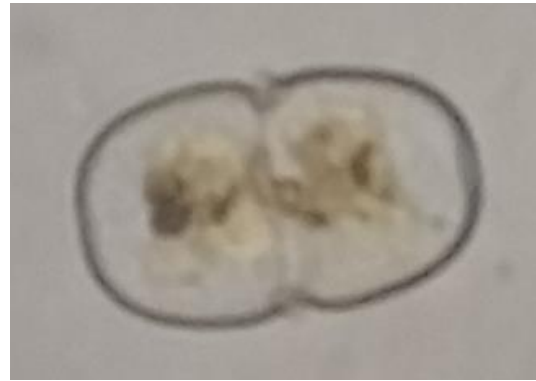
Orden: Desmidiiales

Familia: Desmidiaceae

Género: Cosmarium

Descripción: Células solitarias raramente en cadenas cortas, variable en tamaño, usualmente más largas que anchas, por lo general comprimidas, simétricas en tres planos; constricción media profunda suave, notoria. Hemicélulas de contornos variables, pared de la hemicélula a veces con una protuberancia. Cloroplastos generalmente axiales, uno en cada hemicélula, con uno o dos pirenoídes de gran tamaño (Rivera, et al, 1982).

Aspectos Ecológicos: Este género es común en ambientes acuáticos ácidos y oligotróficos, algunas especies pueden habitar lagos y lagunas alcalinas y eutrofizadas. La mayoría de organismos pertenecientes a este género son cosmopolita (Wehr y Sheath, 2003).



GIZ (2018)

Orden: Cymbellales

Familia: Cymbellaceae

Género: Cymbella

Descripción: Valva más o menos ancha, aplanadas o levemente convexas, lanceoladas o linear lanceoladas, a veces elípticas. Con margen ventral casi recto y suavemente rostrado. Puntas obtusas o subtruncadas. Margen convexo. Las dos valvas del frústulo presentan generalmente la misma



GIZ (2018)

ornamentación. Algunas taxas se caracterizan por presentar una marca en forma de herradura a un lado del área central en la valva carente de rafe. Rafe y área axial pueden ser centrales, marginales o submarginales, diagonales o sigmoides. Estrías radiales o paralelas, formadas de areolas (Rivera et al, 1982).

Aspectos Ecológicos: El género reúne a formas que viven aguas marinas, salobres y dulces, generalmente son epifilias aunque otras viven libremente, algunas especies se caracterizan por habitar aguas alcalinas más o menos mineralizadas, adicionalmente el género *Cymbella* puede registrarse tanto en aguas oligotróficas como eutróficas (Cantoral-Uriza y Aboal-Sanjurjo, 2008).

Distribución: Para la cuenca del río Magdalena en el municipio de Armero Guayabal este género se colectó en el humedal El Hato ubicado a 304 m. Dentro de los páramos evaluados este género se registró en los humedales de Los Patos (Páramo de la Yerbabuena), Laguna Seca y Laguna El Meridiano (Páramo de El Meridiano). Las Mellizas I, Las Mellizas II, Bombona (páramo La Cascada), y El Danubio (páramo La Estrella) distribuidos desde los 3636-3954 m, en humedales del sur del Tolima este género se registró entre 289-393 m (CORTOLIMA y GIZ, 2010).

Orden: Desmidiiales
Familia: Desmidiaceae
Genero: *Desmidium*

Descripción: Células unidas polo a polo para formar filamentos retorcidos en hélice a veces envueltos por una vaina de mucilago. La forma de las células puede ser de barril, transversalmente oblonga, oblongo-elíptica (Bicudo y Menezes, 2006).

Descripción: Cosmopolita (Bicudo y Menezes, 2006).



GIZ (2018)

Orden: Desmidiiales
Familia: Desmidiaceae
Genero: *Docidium*

Descripción: Cuerpo cilíndrico, más largo que ancho, bordes paralelos y extremos truncados. Es solitario (Guillen, 2016).

Aspectos ecológicos: Generalmente se encuentra en aguas acidas y oligotróficas (Guillen, 2016).



GIZ (2018)

Orden: Desmidiiales
Familia: Desmidiaceae
Género: *Euastrum*

Descripción: alga verde y unicelular de la familia de los désmidos. Como en todos ellos, sus dos mitades simétricas parten el cuerpo de estas algas a la mitad por una estrecha fisura tan sólo unida en la parte central



GIZ (2018)

por una porción de citoplasma donde queda alojado el núcleo. La simetría de los désmidos es con frecuencia muy complicada y da lugar a formas diversas que siempre guardan esa ley, la de la simetría (Guillen, 2010). La simetría de los désmidos tiene de fondo una necesidad, cuanto más se extienden los brazos del cuerpo de estas algas mejor flotarán y cuanto más equilibrado esté su peso más uniforme será el reparto de la luz del sol dentro de los cloroplastos en su interior. Éstas son las reglas de juego para la vida de estas algas que viven protegidas por una envuelta de pectina, celulosa y calcio, envuelta protectora y transparente que en muchos désmidos está además cubierta de fasetas, pequeños gránulos o espinas que añaden aún más complejidad (Guillen, 2010).

Aspectos ecológicos: Se encuentran en aguas ligeramente ácidas y a las que suelen gustar las turberas y lagunas de montaña (Guillen, 2010).

Orden: Eunotiales

Familia: Eunotiaceae

Género: *Eunotia*

Descripción: Válvulas dorsoventrales y simétricas al eje transapical. Margen dorsal convexo, liso u ondulado, margen ventral recto o cóncavo. Las estrías se extienden a través de toda la cara de la válvula. Frústulas en forma de cuadrado o rectangular. Dos cloroplastos alargados que se encuentran en el lado ventral de la



GIZ (2018)

célula y se extienden sobre las caras de la válvula (Craticula, s.f.).

Aspectos ecológicos: Se encuentra en aguas acidas y oligotróficas (Guillen, 2010).

Género: *Frustulia*

Descripción: Valvas romboidales a lineales-lanceoladas. Los ápices son redondeados. Rafe es central y contenido en una verradura mediana que se extiende en la mayor parte de la longitud de la válvula. En los ápices, la nervadura del rafe tiene la apariencia de una punta de lápiz. Las estrías son finas y están dispuestas para producir un patrón de filas apicales y transapicales (Craticula, s.f.).

Aspectos ecológicos: Se trata de una especie solitaria, extraordinariamente sensible a la polución del agua, por lo constituye una buena indicadora de su calidad. Generalmente habita en aguas ligeramente ácidas (Guillen, 2010).



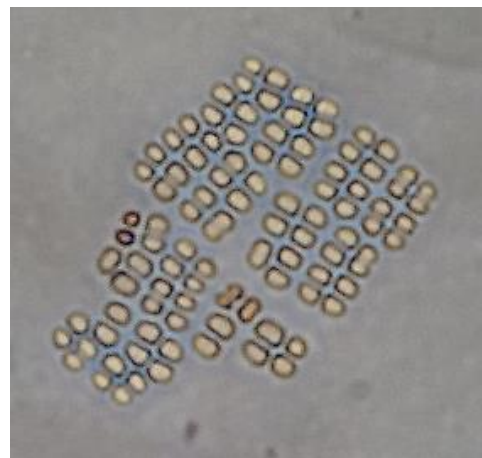
GIZ (2018)

Orden: Synechococcales

Familia: Merismopediaceae

Género: *Merismopedia*

Descripción: Alga que forma colonias de hasta 4000 células, normalmente rectangulares, con las células densamente dispuestas en filas perpendiculares. El mucílago tiene un margen de aproximadamente una célula de ancho. Las células son subesféricas, elipsoidales o tras la



GIZ (2018)

división hemisféricas, de 4-7x5-9 μ s (Asturnatura, 2009).

Aspectos ecológicos: Crece en un amplio margen de aguas frescas o saladas, normalmente en la superficie de sedimentos, pero también entre macrófitos casi emergidos y en ocasiones mezclada con el plancton (Asturnatura, 2009).

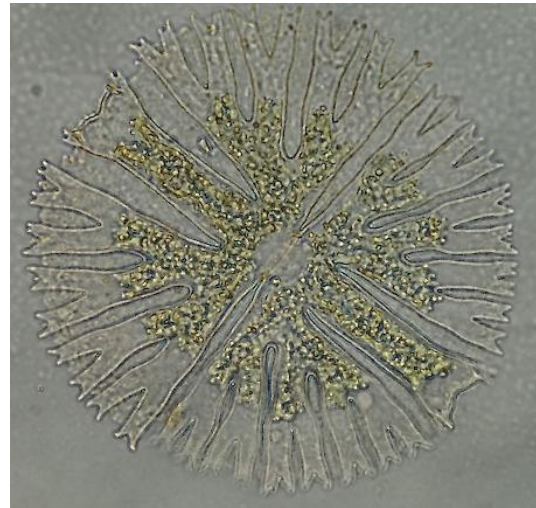
Orden: Desmidiiales

Familia: Desmidiaceae

Género: *Micrasterias*

Descripción: Cuerpo dividido en dos mitades equilibradas y simétricas y su núcleo situado en una exacta posición central, las márgenes superiores de los lóbulos presentan forma de dientes (Guillen, 2010).

Aspectos ecológicos: Viven en turberas y lagunas de montaña, son excelentes bioindicadoras y sus poblaciones se resienten en cuanto el agua se contamina (Guillen, 2010).



GIZ (2018)

Orden: Naviculales

Familia: Pinnulariaceae

Género: *Pinnularia*

Descripción: Células solitarias o más raramente en colonias, valvas muy grandes o muy pequeñas, lineares o linear-lanceoladas, con extremos redondeados o capitados. Rafe mediano, filamentosa o con estructura más compleja. Valvas ornamentadas con cámaras transversales abiertas hacia el interior. Corrientemente hay dos grandes



GIZ (2018)

cloroplastos por células (Rivera, Parra, González, Dellarossa y Orellana 1982).

Aspectos ecológicos: El género reúne más de 400 especies exclusivamente en aguas dulces, asociadas a aguas limpias y pH bajo (Toledo y Comas, 2011). *Pinnularia* es una diatomea relativamente común tanto en los cursos de agua dulce como en las aguas estancadas, es de vida libre, no forma colonias (Penalta-Rodríguez y López-Rodríguez, 2007).

Distribución: En el caso de los humedales de la cuenca del río Magdalena el género *Pinnularia* se reportó desde los 304-318 m. Para los páramos del Tolima se colectó en las lagunas: Gualí (páramo Nevado del Ruíz), Seca y El Meridiano (páramo Meridiano), Las Mellizas II, Las Mellizas II (páramo de La Cascada) y El Danubio (páramo de La Estrella), en los humedales el Hato, la Coya y Guarapo se registró este género, en alturas de 304 m, 318 m y 289 m respectivamente (CORTOLIMA y GIZ, 2010).

Orden: Desmidiiales

Familia: Desmidiaceae

Género: *Staurastrum*

Descripción: Tiene unicelos altamente constrictos que son radialmente simétricos en la vista final. Las semiceldas tienen múltiples proyecciones huecas, generalmente 3, 6 o 9, y a menudo están cubiertas de verrugas o espinas. Las paredes de las celdas pueden ser lisas u



GIZ (2018)

ornamentadas, y contienen compuestos que las hacen resistentes a la descomposición (Fmp. conncoll, s.f.). Cada semicelda generalmente tiene un gran cloroplasto lobulado con un solo gran pirenoide en su centro, el núcleo está ubicado en el istmo entre las dos semicélulas (Fmp. conncoll, s.f.).

Aspectos ecológicos: Lagos ácidos y oligotróficos, estanques y pantanos. Las células con proyecciones más largas pueden lograr una mayor flotabilidad en la columna de agua y a menudo son planctónicas. Muchas especies de *Staurastrum* sirven como indicadores de las condiciones eutróficas, mientras que *Staurastrum longipes* es un bioindicador ampliamente utilizado de aguas oligotróficas ligeramente ácidas. Las células de *Staurastrum* a veces se infestan por quitridios (Fmp conncoll, s.f.).

Distribución: Cosmopolitas (Fmp. conncoll, s.f.).

Orden: Surirellales

Familia: Surirellaceae

Género: *Surirella*

Descripción: Válvulas con un eje longitudinal definido, pero pueden ser de forma elíptica o incluso circular; más a menudo, sin embargo, las válvulas son lineales, lanceoladas o rómbicas, alrededor de todo el perímetro de la válvula se encuentra un sistema de rafe que se abre hacia dentro en un canal tubular levantado



GIZ (2018)

en una cresta o quilla. El canal está separado del resto del interior de la celda por puentes silíceos (fíbulas) y, a menudo también por inflorescencias (Craticula, s.f.).

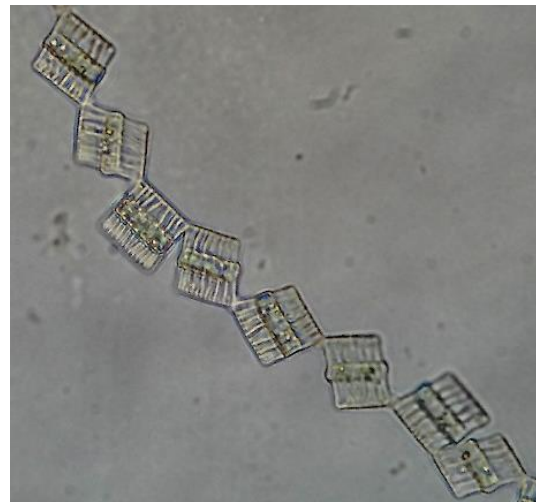
Aspectos ecológicos: Generalmente se encuentra en aguas acidas, lagunas de alta montaña, esta alga prefiere estar en hábitats con poca luz (Craticula, s.f.).

Orden: Tabellariales

Familia: Tabellariaceae

Género: *Tabellaria*

Descripción: Las válvulas son lineales con una protuberancia en el centro de la válvula, los ápices ligeramente capitados. El inflado medial de la válvula es más ancho que los ápices. Las estrías suelen ser paralelas, pero pueden irradiarse ligeramente en la protuberancia medial. Las estrías son alternas. El área axial es estrecha y lineal. El área central es pequeña y romboidal. Las espinas marginales cortas están presentes, aunque las espinas son difíciles de ver en LM. Las bandas de faja están cerradas y tienen tabiques grandes. Además de los tabiques grandes, se pueden observar septos rudimentarios mucho más pequeños en las bandas de la faja. El número de bandas de faja varía según la frústula; puede haber cualquier número de dos a muchos. Hay una rimoportula por válvula, generalmente ubicada cerca o dentro del área central. Las células se unen en colonias, generalmente en



GIZ (2018)

formaciones en zigzag o estrelladas (DeColibus, 2013).

Aspectos ecológicos: Tiende a crecer en agua dulce, ligeramente ácida a aguas ácidas, aunque puede tener una amplia tolerancia al pH. Se encuentra comúnmente en turberas, agua corriente o lagos (DeColibus, 2013).

Distribución: Cosmopolita (DeColibus, 2013).

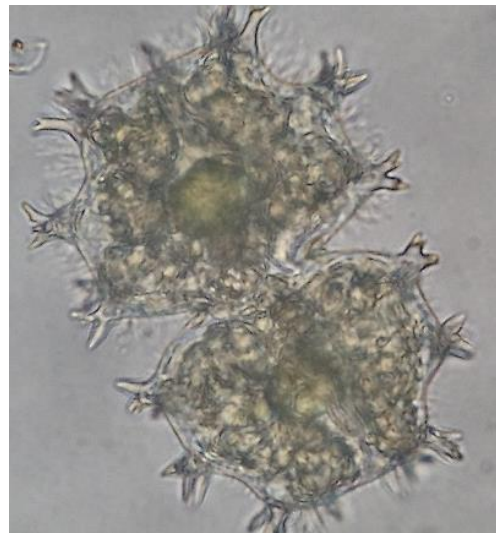
Orden: Desmidiiales

Familia: Desmidiaceae

Género: *Xanthidium*

Descripción: Células solitarias, con una mediana profunda donde las paredes semiceldas se superponen. Cada semicelda generalmente con cuatro o más, simple. Espinas marginales cortas o largas; forma y disposición de espinas una característica morfológica importante en la caracterización de especies. La mitad de cada semicelda es lisa o con un anillo o líneas de poros visibles. Pared celular con poros cilíndricos dispersos a través de los cuales se secreta una vaina gelatinosa angosta o ancha. Cloroplastos dos a muchos en número (Baker, et al., 2012).

Aspectos ecológicos: Habitan en lagos, generalmente aguas ácidas (Guiry y Guiry 2018).



GIZ (2018)

- **FLORA**

El Humedal lagunas Las Mellizas, ubicado en el municipio de Roncesvalles, registro 32 especies de plantas, agrupadas en 22 familias con 29 géneros (Tabla 3.3.).

Teniendo que las familias Compositae y Ericaceae registraron el mayor número de especies, seguido de las familias Cunoniaceae, Juncaceae, Melastomataceae y Poaceae (Figura 3.6.), lo cual se correlaciona con distintos trabajos realizados en zonas de paramo en Colombia, en donde estas familias presentan gran representatividad (Marín y Parra, 2015; Hernández, 2010; Galindo, Betancur y Cadena, 2003).

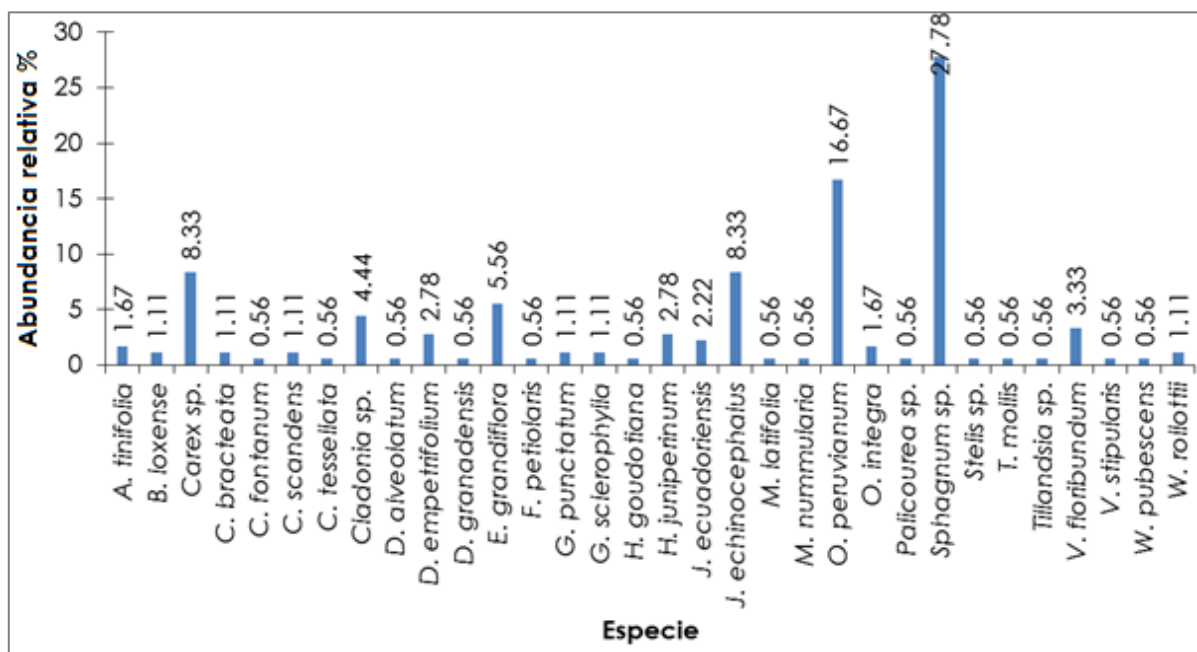
Tabla 3.3. Especies colectadas en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Familia	Especie	NV	#Ind	AR%	Uso
Blechnaceae	<i>Blechnum loxense</i>	Helecho	2	1.11	Ornamental
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> sp.	Quiche	1	0.56	Ecosistémico
Caryophyllaceae	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	***	1	0.56	Ornamental
Cladoniaceae	<i>Cladonia</i> sp.	Musgo de reno	8	4.44	Medicinal
Compositae	<i>Oritrophium</i> aff. <i>peruvianum</i>	Frailejón morado	30	16.67	Medicinal
	<i>Ageratina tinifolia</i>	Pegajosa	3	1.67	Ecosistémico
	<i>Espeletia grandiflora</i>	Frailejón	10	5.56	Ecosistémico
	<i>Diplostephium alveolatum</i>	Margarita	1	0.56	****
Cunoniaceae	<i>Weinmannia rollottii</i>	Encenillo blanco	2	1.11	Maderable
	<i>Weinmannia pubescens</i>	Encenillo	1	0.56	Maderable
Cyperaceae	<i>Carex</i> sp.	Cortadera	15	8.33	****
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i>	Raque	1	0.56	Maderable, Medicinal
Ericaceae	<i>Disterigma</i> cf. <i>empetrifolium</i>	Totiadera	5	2.78	****
	<i>Vaccinium</i> aff. <i>floribundum</i>	Agraz	6	3.33	Medicinal
	<i>Cavendishia bracteata</i>	Zarcillejo	2	1.11	Tradicional
	<i>Gaultheria sclerophylla</i>	Uva camarona	2	1.11	Ornamental, tradicional
Hypericaceae	<i>Hypericum juniperinum</i>	Guardarocío	5	2.78	Ecosistémico
Juncaceae	<i>Juncus echinocephalus</i>	Junco rojo	15	8.33	****
	<i>Juncus</i> aff. <i>ecuadoriensis</i>	Junco	4	2.22	****
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i>	Platero	2	1.11	Medicinal, Ecosistémicos
Melastomataceae	<i>Tibouchina</i> cf. <i>mollis</i>	Sietecueros	1	0.56	Tradicional
	<i>Miconia</i> aff. <i>latifolia</i>	***	1	0.56	Ecosistémico

Myrtaceae	<i>Myrteola nummularia</i>	Huarapo	1	0.56	Medicinal
Onagraceae	<i>Fuchsia petiolaris</i>	<i>Fuchsia</i>	1	0.56	Ecosistémico
Orchidaceae	<i>Stelis</i> sp.	Orquídea	1	0.56	****
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> cf. <i>integra</i>	Trébol	3	1.67	****
Poaceae	<i>Chusquea tessellata</i>	Chusque	1	0.56	Tradicional
	<i>Chusquea scandens</i>	bambú andino	2	1.11	Tradicional
Rosaceae	<i>Hesperomeles</i> aff. <i>goudotiana</i>	Mortiño	1	0.56	Ecosistémico
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.	Cafeto de monte	1	0.56	Ecosistémico
Sphagnaceae	<i>Sphagnum</i> sp.	musgos de turbera	50	27.78	Ecosistémico
Winteraceae	<i>Drimys granadensis</i>	Canelo de paramo	1	0.56	Medicinal
22	32		178	100	

Fuente: GIZ (2018)

Figura 3.6. Abundancia relativa de las familias de flora de acuerdo al número de individuos por especie presentes en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

El humedal está representado por una variedad de especies propias de paramo, de porte bajo, caracterizadas en su mayoría por la distribución verticilada de sus agrupamientos foliares, lo cual le brinda la capacidad de resistencia a bajas temperaturas, evitando la congelación y muerte celular (Bonilla, 2005). El

humedal se encuentra bordeado por un bosque primario, con poca intervención antrópica, acompañado de diversos parches de frailejón (*Espeletia grandiflora*) y pastos; propio de estos ambientes. Los cuales se convierten en un refugio adecuado para diversos artrópodos, ya que las hojas secas de los frailejones y las agrupaciones de pastizales brindan microclimas apropiados para las bajas temperaturas (Sendoya y Bonilla, 2005).

Especies de interés.

- **Especies en categoría UICN:** Aunque el humedal lagunas Las Mellizas, está ubicado en un ecosistema de gran importancia y alta fragilidad, frente intervenciones antrópicas, la mayoría de las especies de flora registradas, no poseen un dictamine del estado actual de sus poblaciones, registrando tan solo a las especies *E. grandiflora*, *J. echinocephalus*, *J. ecuadoriensis* y *O. integra* en la categoría de preocupación menor (LC) (IUCN, 2018; Bernal, Gradstein y Celis, 2015).
- **Especies en apéndices CITES:** Se registraron individuos pertenecientes a los géneros *Stelis* y *Tillandsia* (familias Orchidiaceae y Bromeliaceae), las cuales están penalizadas en veda por la legislación nacional, al tiempo que son ubicadas dentro del apéndice II del CITES, debido a su fragilidad, la amenaza constante por tráfico de flora y su importancia ecológica (Eccardi y Becerra, 2003; Luther, 1994).

Conclusión: El humedal lagunas Las Mellizas se muestra como un ambiente de gran importancia ecológica, presentando especies de plantas que promueven la regeneración sucesional del bosque, individuos que suscitan la aparición de aves y mamíferos, permitiendo así, un crecimiento significativo en la diversidad presente del humedal. Importantes especies de epifitas se registran para esta zona potenciando su cuidado y conservación, con el fin de preservar las distintas especies existentes.

Especies de flora asociadas al Humedal Lagunas Las Mellizas.

Orden: Poales

Familia: Juncaceae

Género: *Juncus*

Especie: *Juncus echinocephalus*

Descripción: Planta perenne de 30-80 cm de altura, hojas basales de 20-50 cm de largo; inflorescencia con ramas principales cortas, cabeza color



marrón rojizo, bráctea de 27 cm de largo de color verde, vaina ancha y abierta; semillas elipsoides, apiculadas, marrón amarillento (Balslev y Zuluaga, 2009).

Hábitat: Se encuentra en paramos (Balslev y Zuluaga, 2009)

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

Distribución nacional: Se encuentra desde los 2500 hasta los 3500 m, en los municipios de Antioquia, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander, Tolima (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).

Orden: Poales

Familia: Juncaceae

Género: *Juncus*

Especie: *Juncus aff. ecuadoriensis*

Descripción: Planta de 35-80 cm de alto, tiene un rizoma denso y he irregular; de 1-3 hojas basales y 1-2 caulinas; inflorescencia con una flor termina, brácteas florales de 3.5 cm de largo, tepalos iguales; semillas elipsoidales amarillo-marrón (Balslev y Zuluaga, 2009).

Hábitat: Crece en lugares húmedos (Balslev y Zuluaga, 2009)

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

Distribución nacional: Esta especie se distribuye en el centro de la Cordillera Oriental (Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander), al norte de la Cordillera Occidental (Antioquia), Macizo Colombiano y Nudo de los Pastos, en elevaciones de 1980-4000 m (Balslev y Zuluaga, 2009).

GIZ (2018)



GIZ (2018)

Orden: Polypodiales
Familia: Blechnaceae
Género: *Blechnum*
Especie: *Blechnum loxense*

Descripción: Es una planta de aproximadamente 1 m de altura; hojas monomorfas, fuertemente involutas, peciolo de 6-21 cm de largo de color pardo; nervaduras impresas; raquis no papiloso, densamente escamoso, escamas pardas a anaranjado pálido; los peciolos a menudo mucilaginosos (Tropicos, 2018).

Hábitat: Se encuentra en zonas de páramo (Marín y Parra, 2015).

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

Distribución nacional: Esta especie se encuentra entre los 2500 a 3500 m, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Putumayo, Risaralda, Santander y Tolima (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).

Orden: Poales
Familia: Poaceae
Género: *Chusquea*
Especie: *Chusquea tessellata*

Descripción: Los tallos de esta gramínea son erectos, alcanzan 1 cm de diámetro y crecen hasta 3 m de alto. Las hojas del tallo alcanzan unos 18 cm de largo y están cubiertas por láminas más pequeñas o del mismo tamaño, que rodean el tallo; las hojas del follaje miden de 5-10 cm de largo, tienen ápice agudo y base truncada a redondeada. Sus inflorescencias se



GIZ (2018)



GIZ (2018)

disponen en panículas angostas de hasta 30 cm de largo, son de color púrpura oscuro o café claro (SiB, 2018).

Hábitat: Páramo y subpáramo (SiB, 2018).

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

Distribución nacional: Esta especie se encuentra desde los 2800 hasta 4300 m, en los altos andes desde Colombia, Ecuador y Venezuela (SiB, 2018; Catalogo of Life, 2018).

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Oritrophium*

Especie: *Oritrophium aff. peruvianum*

Descripción: Hierba arrosetada con rizoma vertical recubierto por vainas foliares; hojas basales subcoriáceas, lanceoladas, lineares, agudas; lámina 3-14 cm long. x 1.5-15 mm lat.; pecíolo estrecho de 1-4 mm, vaina 2-5x0.5-1 cm; flores centrales 40-80, amarillas, 4-6 mm, tubo de 2-3 mm piloso, limbo tubuloso campanulado, quinquedentado, dientes triangulares papilosos en el ápice, anteras de 1, 5 mm, ramas estilares linear-lanceoladas, ovario estéril, linear-oblongo, seríceo velloso (Biblioteca digital, 2018).

Hábitat: Se encuentra en áreas de páramo (Marín y Parra, 2015).

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

Distribución nacional: Se distribuye entre los 3000-4000 m, en los departamentos de Antioquia, Arauca, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, La



GIZ (2018)

Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima, Valle (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Ageratina*

Especie: *Ageratina tinifolia*

Nombre común: Amargoso

Descripción: Frútices ramificados; tallo cilíndrico, ligeramente sulcado, subrugoso, con yemas viscosas, como si estuviesen barnizadas. Hojas opuestas, pecioladas; pecíolo canaliculado, hasta de 2.5 cm. de largo; lámina foliar coriácea, de 7-10 cm. de largo por 5-5.5 cm. de ancho, ovado-elíptica, glabra por ambas caras, aguda en el ápice, redondeada en la base. Sin florescencias conformadas por corimbos terminales redondeados, densamente ramificados y rematados a la misma altura; ramas opuestas; capítulos de hasta 1 cm. de altura (Biblioteca digital, 2018).

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

Distribución nacional: Se encuentra desde los 1000 hasta los 3500m, en los departamentos de Antioquia, Arauca, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima, Valle (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).



GIZ (2018)

Orden: Rosales
Familia: Rosaceae
Género: *Hesperomeles*
Especie: *Hesperomeles* aff.
goudotiana
Nombre común: Mortiño

Descripción: El mortiño es un arbusto de 1.5 m de altura con indumento café, tiene flores color rosado pálido y frutos rojos (Marín y Parra, 2015).

Hábitat: Esta especie se encuentra desde bosque altoandino hasta áreas de páramo (Marín y Parra, 2015).

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

Distribución nacional: Esta especie se encuentra desde 3000 a 4000 m, en los departamentos de Boyacá, Cesar, Cundinamarca, Santander (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).



GIZ (2018)

Orden: Asterales
Familia: Asteraceae
Género: *Espeletia*
Especie: *Espeletia grandiflora*
Nombre común: Frailejón.

Descripción: Plantas de hasta 3 m de alto; tallo simple, cilíndrico, densamente revestido por las vainas foliares persistentes; conductos resiníferos abundantes que se prolongan en las hojas y en las ramas floríferas. Hojas arrosetadas, gruesas; lámina lanceolada de ca. 30 cm de largo y ca. 6 cm de ancho, densamente lanoso-tomentosa en ambas caras, aguda en el ápice, en la base reducida a un corto pecíolo; flores radiales periféricas, pluriseriadas hermafroditas, funcionalmente masculinos; corola infundibuliforme,



GIZ (2018)

de longitud similar a la de las páleas, amarilla; porción tubular tenue, exteriormente pilósula, garganta ensanchada, lóbulos triangulares; anteras exertas; estigma indiviso; aquenios de ca. 4 mm de alto, triquetros, negros, lisos y carentes de papo (Biblioteca digital, 2018).

Hábitat: Se encuentra en áreas de páramo (Marín y Parra, 2015).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2018).

Distribución nacional: Planta endémica que se encuentra desde 3000 hasta 5000 m, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Meta, Santander y Tolima (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).

Orden: Ericales

Familia: Ericaceae

Género: *Disterigma*

Especie: *Disterigma cf. empetrifolium*

Descripción: Es un arbusto terrestre de crecimiento bajo, generalmente muy ramificado, que puede ser arbustivo y de 0.5 metros de altura; o postrado y enmarañado; o formando cojines de unos pocos centímetros de altura; de acuerdo con el hábitat en el que crece (Useful Tropical Plants Database, 2018).

Hábitat: Bosque húmedo montano bajo, bosque húmedo montano y subpáramo a páramo (Useful Tropical Plants Database, 2018).

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

Distribución nacional: Se encuentra a entre los 3000-3500 m, en los departamentos de Antioquia, Arauca,



GIZ (2018)

Boyacá, Caldas, Casanare, Cauca, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).

Orden: Ericales

Familia: Ericaceae

Género: *Vaccinium*

Especie: *Vaccinium aff. floribundum*

Nombre común: Mortiño

Descripción: Arbustos enanos, miden hasta 30 cm de alto. Las hojas son alternas, miden hasta 2 cm de largo, son duras, lanceoladas, con el borde aserrado. La inflorescencia se presenta en racimos de 6-10 flores, miden hasta 1.5 cm de largo. Las flores de hasta 8 mm de largo, la corola es cilíndrica con 4 ó 5 dientes, de color blanco o rosado a rojizo. Los frutos son redondeados, miden hasta 8 mm de diámetro, carnosos, de color negro-azul, a veces con una cubierta cerosa (Useful Tropical Plants Database, 2018).

Hábitat: Se encuentra en áreas de páramo (Useful Tropical Plants Database, 2018).

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

Distribución nacional: Se encuentra entre 2000-3500 m, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cauca, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Santander, Tolima y Valle (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).



GIZ (2018)

Orden: Oxalidales
Familia: Cunoniaceae
Género: *Weinmannia*
Especie: *Weinmannia rollottii*
Nombre común: Encenillo blanco

Descripción: Árbol con una altura máxima de 12 m de inflorescencias en racimos axilares, flores de color blanco y frutos cafés; esta especie presenta grandes estípulas (Marín y Parra, 2015)
Hábitat: Se encuentra en áreas del bosque altoandino (Marín y Parra, 2015).

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

Distribución nacional: Esta especie se encuentra desde los 2000-3500 m, en los departamentos de Antioquia, Cauca, Cundinamarca, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).



GIZ (2018)

Orden: Oxalidales
Familia: Elaeocarpaceae
Género: *Vallea*
Especie: *Vallea stipularis*
Nombre común: Raque

Descripción: Arbustos o arbolitos, de aproximadamente 4 m de alto. Hojas simples, alternas; láminas subcordadas a cordadas de 5-7×3.5-5 cm, con ápice ligeramente redondeado, borde entero sinuoso, con 5 nervaduras principales palmadas; flores bisexuales, color rojizo en flores maduras, glabros; estípulas glabras de 0.7-1.5×0.5-1.5 cm, cáliz de color rojo vinoso o rosado oscuro; con 5 sépalos libres, corola



GIZ (2018)

rosado oscura, 4 (5) pétalos libres, de 8-10×6 mm (Martín y Burgos, 2015).

Hábitat: Bosque muy Húmedo Montano Bajo, Bosque pluvial Montano, Bosque pluvial Montano Bajo (Tropicos, 2018).

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

Distribución nacional: Esta especie se encuentra entre 2500-3500 m, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cauca, Cesar, Cundinamarca, La Guajira, Magdalena, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Santander y Tolima (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).

Orden: Myrtales

Familia: Myrtaceae

Género: *Myrteola*

Especie: *Myrteola nummularia*

Nombre común: Naurapo

Descripción: Esta planta es una hierba rastrera de 30 cm de altura, con flores con tonalidades del rosado pálido al blanquecino (Marín y Parra, 2015).

Hábitat: Se encuentra en áreas de páramos (Marín y Parra, 2015).

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

Distribución nacional: Esta especie se puede encontrar desde 2500-3500 m, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Nariño, Putumayo, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).



GIZ (2018)

Orden: Santalales
Familia: Loranthaceae
Género: *Gaiadendron*
Especie: *Gaiadendron punctatum*
Nombre común: Tagua

Descripción: Árboles parásitos de hasta 15 m de altura, las hojas y las partes terminales con abundantes puntos oscuros, notorios; láminas de color amarillento a rojizo. Inflorescencias racimosas axilares o terminales compuestas por tríadas con la flor central sésil y las laterales con peciolo corto; flores anaranjadas con 6-7 pétalos reflexos en la antesis, estambres con los filamentos adnatos a lo largo de los pétalos, desiguales. Fruto en baya (UCO, 2008).

Hábitat: Bosque Húmedo Montano Bajo, Bosque Húmedo Premontano, Bosque muy Húmedo Montano Bajo, Bosque muy Húmedo Premontano, Bosque pluvial Montano, Bosque pluvial Montano Bajo, Bosque pluvial Premontano (Tropicos, 2018).

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

Distribución nacional: Esta especie se distribuye desde 1500-3500 m, en los departamentos de Antioquia, Arauca, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).



GIZ (2018)

Orden: Ericales
Familia: Ericaceae
Género: *Cavendishia*
Especie: *Cavendishia bracteata*
Nombre común: Uvito

Descripción: Arbustos terrestres o epífitos; hojas morfológicamente muy variables que fluctúan de oblongas, elípticas u ovadas a lanceoladas, de 2.5-22 por 1.5-10 cm, redondeadas, cordadas, de cuneadas a subtruncadas basamente, agudas, venación usualmente impresa y elevada, conspicua; inflorescencia con 6-30 flores, rodeadas basamente por una serie de brácteas de pubescentes a glabradas, rosadas, de rojizas a rojo-rosadas, hasta de 8 cm. de largo; flores con cáliz de glabro a pubescente, de 4-9 mm de largo, de verde a rojizo; bayas de glabras a pilosas, de 8-14 mm de diámetro (Luteyn, 1983).

Hábitat: Bosque muy Húmedo Montano Bajo, Bosque muy Húmedo Premontano, Bosque muy Húmedo Tropical, Bosque pluvial Montano Bajo, Bosque pluvial Premontano (Tropicos, 2018).

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

Distribución nacional: Esta especie se encuentra desde 500-3500 m, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).



GIZ (2018)

Orden: Oxalidales
Familia: Oxalidaceae
Género: *Oxalis*
Especie: *Oxalis cf. integra*

Descripción: yerba con tallos de más de 2 m, largos y rojizos. Hojas moradas en el envés y haz verde; flores de pétalos amarillos (ICN-UN, 2004).

Hábitat: Bosque Húmedo Montano Bajo, Bosque muy Húmedo Montano Bajo, Bosque pluvial Montano (Tropicos, 2018)

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

Distribución nacional: Esta especie se encuentra desde 1500-3500 m, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Nariño, Putumayo, Quindío, Risaralda y Tolima (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).



GIZ (2018)

Orden: Ericales
Familia: Ericaceae
Género: *Gaultheria*
Especie: *Gaultheria sclerophylla*
Nombre común: Uva de anís

Descripción: Arbusto de 1 m de altura con flores color rosado pálido (Marín y Parra, 2015).

Hábitat: Esta especie se encuentra en áreas de páramo (Marín y Parra, 2015).

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

Distribución nacional: Esta especie se encuentra desde 3000-3500 m, en los departamentos de Boyacá, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Nariño, Quindío, Tolima y Valle (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).



GIZ (2018)

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Chusquea*

Especie: *Chusquea scandens*

Descripción: Esta planta se conforma por varios tallos (cespitosa), alcanza los 7 m de altura; sus tallos miden 3 cm de diámetro, son largos, tienen nudos pronunciados de donde nacen pequeños manojos de ramitas y son de color amarillo negruzco. Su sistema de raíces es profundo. Sus hojas miden entre los 9-15 cm de largo y entre los 2-3 cm de ancho; son simples, alternas, dispuestas en forma de hélices (helicoidales) y poseen vellos; tienen forma lanceolada, son estrechas y largas, su nerviación es paralela; por ambas caras son de color verde y terminan en punta aguda. Sus flores miden 6 mm de largo y están agrupadas en inflorescencias terminales en forma de espigas de color verdoso. Sus frutos, color crema, miden 8 mm de largo, están agrupado en espigas ramificadas y cada uno contiene una semilla. Requiere de suelos húmedos, ácidos y de una buena exposición solar (Mahecha et al., 2004).

Hábitat: Bosque muy húmedo montano bajo, bosque húmedo montano bajo, bosque seco montano bajo y bosque muy húmedo montano (Mahecha et al., 2004).

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

Distribución nacional: Esta especie se puede encontrar desde 3000-3500 m, se encuentra distribuido en los Andes (Tropicos, 2018).



GIZ (2018)

Orden: Myrtales
Familia: Melastomaceae
Género: *Tibouchina*
Especie: *Tibouchina cf. mollis*
Nombre común: Siete cueros

Descripción: Arbusto o arbolito de 1-2.5 m; ramas, hojas e inflorescencias densamente piloso-hirsutas con tomento adpreso o subadpreso; hojas con pecíolo de (5-) 10-15 mm.; lámina subcartácea, de elípticolanceolada a aovada, de (2-)4-11 cm. de largo por (1-)2.5-5 cm. de ancho; en el ápice aguda, en la base redondeada y aun subcordiforme; 5-nervia o en hojas grandes con otro par marginal tenue; en el haz verde obscura y algo áspera, en el envés verde-ocrácea con denso tomento suave al tacto (Biblioteca digital, 2018).

Hábitat: Esta especie se encuentra desde bosque altoandino hasta áreas de subpáramo (Marín y Parra, 2015).

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

Distribución nacional: Esta especie se puede encontrar desde 2500-3500 m, en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Nariño, Putumayo, Quindío, Santander y Valle (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).



GIZ (2018)

Orden: Oxalidales
Familia: Cunoniaceae
Género: *Weinmannia*
Especie: *Weinmannia pubescens*
Nombre común: Encenillo

Descripción: Esta especie puede alcanzar los 20 m de altura y su tronco revestido con una corteza estriada y grisácea los 60 cm de diámetro; las hojas de 10 cm de longitud, son de color verde y rojo, opuestas, compuestas, están dispuestas en forma de cruz (decusadas), imparipinnadas, presentan entre los 3 y los 5 pares de folíolos, su borde es aserrado, tienen vellos finos (pubescentes) a lo largo del nervio central por su envés, su raquis es alado y también pubescente; las flores blancas dispuestas en racimos poseen numerosos estambres; el fruto es una cápsula que se abre (dehiscente) por sí sola en dos valvas que contienen pocas semillas; la semilla blanca, presenta vellosidades finas y mide 1 mm de longitud (Mahecha et al., 2004).

Hábitat: Bosque Húmedo Montano Bajo, Bosque muy Húmedo Montano Bajo (Tropicos, 2018).

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

Distribución nacional: Esta especie se puede encontrar desde 1500-3000 m, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Nariño, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).



GIZ (2018)

Orden: Myrtales
Familia: Melastomataceae
Género: *Miconia*
Especie: *Miconia aff. latifolia*

Descripción: Esta planta es un arbusto con altura máxima de 3 m, con flores de cáliz color rosado y pétalos blancos (Marín y Parra, 2015).

Hábitat: Esta especie se encuentra en áreas de bosque altoandino (Marín y Parra, 2015).

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

Distribución nacional: Esta especie se puede encontrar desde 2500-4500 m, en los departamentos de Boyacá, Caldas, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Nariño, Risaralda y Tolima (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).



GIZ (2018)

Orden: Canellales
Familia: Winteraceae
Género: *Drimys*
Especie: *Drimys granadensis*
Nombre común: Canelo de Páramo

Descripción: El canelo de páramo es un árbol con una altura máxima de 12 m, presenta inflorescencias en umbela con flores de color blanco (Marín y Parra, 2015).

Hábitat: Esta especie se encuentra en áreas de bosque altoandino (Marín y Parra, 2015).

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

Distribución nacional: Esta especie se puede encontrar desde 2000-3500 m, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Cundinamarca, Huila, Nariño, Norte



GIZ (2018)

de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).

Orden: Myrtales

Familia: Onagraceae

Género: *Fuchsia*

Especie: *Fuchsia petiolaris*

Nombre común: Fucsia.

Descripción: Arbusto erecto de hasta 3 m de alto o escandente y semiapoyante de hasta 4 m de alto; hojas temadas, rara vez 4-6 verticiladas, corta o largamente pecioladas; flores pocas o muchas, dispuestas en las axilas foliares; pedicelos arqueados, medianamente angostados, de hasta 45 mm de longitud; sépalos rojo-rosáceos, ovado-lanceolados, apicalmente verdosos, acuminados, subulados o acerosos, de hasta 2 cm de longitud; pétalos rojo-rosáceos, un poco más brillantes que los sépalos; baya globosa a elipsoidal, rojo oscura cuando madura, de hasta 15 mm de longitud (Biblioteca digital, 2018).

Hábitat: Esta especie se encuentra desde bosque altoandino hasta áreas de subpáramo (Marín y Parra, 2015).

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

Distribución nacional: Esta especie se puede encontrar desde 2000-4000 m, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander, Quindío, Santander, Tolima y Valle (Catalogo of Life, 2018; Tropicos, 2018).



GIZ (2018)

3.2. FAUNA

3.2.1. MARCO TEÓRICO

• ZOOPLANCTON.

El zooplancton está conformado por todos los organismos microscópicos de origen animal que flotan libres en el agua, principalmente protozoos, rotíferos y microcrustáceos (cladóceros y copépodos). La riqueza de especies de zooplancton, al igual que su densidad en los ecosistemas naturales es menor en comparación con el fitoplancton. Según Margalef (1983), la baja diversidad de animales en las aguas continentales se debe, quizás, a lo efímero de estos ecosistemas. Como sucede con otros grupos, los pocos organismos zooplanctónicos existentes en las aguas continentales presentan algún rasgo típico de adaptación. Por ejemplo, protozoos y rotíferos son más pequeños y menos longevos que los cladóceros y copépodos (Roldán y Ramírez, 2008).

En la gran mayoría de los ambientes acuáticos el zooplancton está formado por protozoarios (flagelados, sarcodinas y ciliados) y por varios grupos metazoarios. Entre estos se destacan: los Rotíferos, Cladóceros y Copépodos y larvas de dípteros (insectos). La mayoría de los autores considera que los copépodos representan la mayor biomasa entre todos los grupos zooplanctónicos de agua dulce (35-50%) (Esteves, 1999). También es frecuente reportar dípteros de la familia Chaoboridae, aunque, en el Neotrópico, adquieren cierta importancia solo en las regiones más cálidas. Además en el zooplancton es común encontrar larvas de insectos como odonatos, hemípteros, dípteros y coleópteros, entre otros. A continuación se describe de forma breve los grupos más representativos del zooplancton:

- *Protozoos.* Estos organismos pueden llegar a dominar en algunos lagos, aunque la mayor parte de la biomasa en casi todas las épocas está conformada por los rotíferos, cladóceros y copépodos. Los protozoos se dividen en tres grupos: flagelados (mastigóforos), ciliados y sarcodinos (ameboides) (Esteves, 1999; Roldán y Ramírez, 2008).
- *Rotíferos.* La mayoría de rotíferos son planctónicos; han sido considerados una clase de Asquelmintos y actualmente, como un filo aparte (Rotatoria). El cuerpo de estos animales está cubierto por una cutícula delgada y lo conforman tres zonas ligeramente diferenciadas: cabeza, tronco y pie (Esteves, 1999; Roldán y Ramírez, 2008).
- *Cladóceros.* En general, se han denominados pulgas de agua y son predominantemente dulceacuícolas, aunque existen unas pocas formas marinas. Se caracterizan por un caparazón quitinoso que recubre y protege la

cabeza y el cuerpo. Su cuerpo es transparente sin segmentación evidente (Esteves, 1999; Roldán y Ramírez, 2008).

- **Copépodos.** Forma con los cladóceros, los organismos más típicos del llamado plancton de red. Poseen una segmentación evidente: su cuerpo está formado por cabeza, tórax y abdomen. Los copépodos de vida libre pertenecen a tres subórdenes (Calanoida, Cyclopoida y Harpacticoida) (Esteves, 1999; Roldán y Ramírez, 2008).

El zooplancton constituye una parte esencial en la alimentación de los peces y macroinvertebrados acuáticos. Los organismos zooplanctónicos son excelentes consumidores de fitoplancton, por lo que el aumento o disminución de biomasa de un lago y las consecuentes alteraciones de oxígeno, nutrientes y pH están en relación directa con estos fenómenos de depredación. El zooplancton puede, además modificar la estructura del ensamble fitoplanctónico por medio del consumo diferencial de algunas especies que le son más fáciles de ingerir por su tamaño y forma (Roldán y Ramírez, 2008).

• **MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.**

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 y Ramírez, 2008).

La fauna de macroinvertebrados recibe diferentes nombres, de acuerdo si viven en el fondo y nadan o flotan en la superficie. El término bentos o fauna bentónica se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de lagos y ríos adheridos a sustratos como rocas, piedras, plantas acuáticas y residuos vegetales, o enterrados en el sustrato. Por ejemplo, debajo de rocas, troncos y residuos vegetales es común encontrar gran variedad de efemerópteros, tricópteros, coleópteros, plecópteros, dípteros y megalópteros. El término neuston se refiere a los organismos que viven en la superficie del agua caminando, patinando o brincando; sus uñas, patas y exoesqueleto en general, están recubiertos por una especie de cera que los hace impermeables al agua, entre este tipo de organismos se encuentran los gérridos y los mesovélidos. Bajo el término neuston se agrupan todos aquellos organismos que nadan activamente en el agua, de la misma forma que lo hacen los peces; entre otros organismos se encuentran los efemerópteros de la familia Baetidae, hemípteros de las familias

Corixidae y Notonectidae, y coleópteros de las familias Dytiscidae, Gyrinidae e Hydrophilidae (Roldán y 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 y 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, Springer y Ramírez, 2010).

Taxonomía y diversidad. En general, el conocimiento de los aspectos taxonómicos y ecológicos de los macroinvertebrados de los ecosistemas acuáticos es todavía incompleto en Colombia. Los grupos de mayor utilización en evaluaciones de la calidad del agua corresponden a taxones de la entomofauna como efemerópteros, tricópteros, plecópteros y coleópteros. La información derivada de otros grupos, en la mayoría de los casos, se reduce a especies cosmopolitas de uso muy genérico, con un conocimiento bastante limitado de su taxonomía, distribución y autoecología, como es el caso de los dípteros, los oligoquetos y los hirudíneos (Alonso-Egualís et al., 2014).

La diversidad de los macroinvertebrados en Colombia es alta dada su ubicación tropical, más su conocimiento es aún muy escaso. Entre los estudios más relevantes relacionados con los humedales, especialmente asociados a plantas acuáticas, se encuentra el primer reporte de familias de macroinvertebrados en la ciénaga del cerro de San Antonio en el departamento de Magdalena, en el que se identificaron grupos funcionales según la disponibilidad de alimento, calidad del agua y estratificación de las plantas acuáticas (Alonso-Egualís et al., 2014).

Grupos funcionales. La mayoría de los taxones de macroinvertebrados son específicos de determinados regímenes hidrológicos que definen las clases de

humedales (Euliss et al, 2001), es decir, en las temporadas de lluvias la diversidad de organismos es alta gracias al flujo de familias de un humedal a otro a través de cuerpos de agua que interconectan los ecosistemas, ampliando la oferta alimenticia para los depredadores. Por el contrario, en la época seca la diversidad tiende a disminuir y crecen las abundancias de organismos herbívoros y detritívoros que aprovechan la vegetación flotante para cubrir sus requerimientos. Por tanto, es importante utilizar los datos de composición y estructura de los ensamblajes de macroinvertebrados para realizar la identificación, caracterización y establecimiento de límites en los humedales (Longo y Lasso, 2014).

Los restos recalcitrantes de macroinvertebrados (por ejemplo, conchas, exoesqueletos de quitina, y cápsulas de cabeza), huevos, mudas y estados inmaduros, también pueden ofrecer una nueva herramienta para determinar la presencia o ausencia de la hidrología de los humedales (Euliss et al., 2001).

Por otro lado, es bien reconocida la utilidad de los macroinvertebrados en programas de diagnóstico y monitoreo en la calidad de los cuerpos de agua. Teniendo en cuenta esta característica se recomienda incluir como un componente importante de la caracterización biótica de los humedales, el análisis de la abundancia y composición, así como de la estructura de los grupos funcionales de los macroinvertebrados (Lozano y Reinoso, 2014).

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 y 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, Ríos, Acosta y Rieradevall, 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 y Ramírez, 2008).

- **PECES.**

Los peces de agua dulce pueden comprender el 25% de las especies de vertebrados en la Tierra (Stiassny, 1996). Al igual que la mayoría de los grupos principales, muestran la mayor diversidad taxonómica en latitudes tropicales. Gran parte de esta diversidad está asociada con la diversidad entre hábitats y entre regiones entre arroyos, y aunque la diversidad de especies dentro de un hábitat o arroyo en particular puede ser impresionante (Winemiller, 1996).

La comunidad íctica asociada a los humedales de alta montaña está constituido principalmente por individuos de la familia Salmonidae, la cual está constituida por 66 especies que se distribuyen en el hemisferio norte (Nelson, 2006), habitando en ecosistemas acuáticos con baja turbidez, aguas bien oxigenadas, bajas temperaturas y una altitud superior a 2000 m.

Dentro de la familia Salmonidae se encuentra *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris). La trucha es una especie oportunista, es decir, que varían su dieta, adaptándose perfectamente a la disponibilidad del alimento, esta especie aprovecha la mayor cantidad de luz diaria para capturar sus presas (Castro, Forero y Guillot, 2004). Estos organismos son grandes cazadores. Sus presas pueden estar tanto en el fondo donde se alimenta principalmente de insectos, como en la columna de agua, en la que caza peces (Villalba-Saavedra, 2009).

- **HERPETOFAUNA**

Anfibios. Son un grupo de animales que viven la mayor parte de su vida en el agua y la otra en tierra, de ahí se deriva su nombre *amphi*: ambas, *bios*: vida.

Respiran en mayor medida por la piel (respiración cutánea), para lo cual es necesario que su piel siempre esté húmeda. Se pueden hallar en diferentes ecosistemas, desde bosques tropicales, ambientes acuáticos, hasta praderas y matorrales. Tienen un papel significativo en la cadena alimenticia, debido a que se alimentan de insectos y son presa para muchos animales. Además, son muy buenos bioindicadores de la calidad de los ecosistemas debido a que su piel es muy sensible a los cambios ambientales (Heyer, Donnelly, McDiarmid, Hayek y Foster, 1994).

Reptiles. Son vertebrados ectotermos, es decir, su actividad depende de la temperatura ambiental. Las escamas de la piel de los reptiles pueden ser lisas, granulosas o asquilladas, en la mayoría de los casos entran en proceso de muda, sustituyendo la capa superior de la piel por otra nueva que su propio cuerpo genera, aunque también existen ejemplares recubiertos de placas cutáneas óseas. En función de sus hábitos, la pupila adopta una determinada forma, por ejemplo, en reptiles diurnos es redondeada, los nocturnos la tienen en forma vertical, también existen especies con pupila horizontal. Sus miembros son cortos, incluso algunos ejemplares como las serpientes carecen de patas. La forma de reproducción de los reptiles puede ser ovípara u ovovivíparas (Castaño-Mora, 2002).

Diversidad. Los anfibios comprenden tres grandes grupos, u órdenes taxonómicos, Anura, Caudata, y Gymnophiona. Existen diferencias significativas entre estos grupos tanto en el número de especies como en el estado de amenaza. América del Sur y África del Oeste tropical son las áreas con mayor diversidad de anfibios en el mundo, a nivel de países, Brasil tiene la mayor diversidad con 731 especies, seguido por Colombia con 698 especies (Angulo, Rueda-Almonacid, Rodríguez-Mahecha y La Marca, 2006). Con respecto a los reptiles, se han descrito 8000 especies a nivel mundial y Colombia está entre los países con mayor riqueza con más de 500 especies descritas y numerosas por describir, especialmente en serpientes y lagartos; tiene el mayor número de especies de tortugas de América del Sur junto con Brasil y de cocodrilos con Venezuela (Castaño-Mora, 2002; Rueda-Almonacid, Lynch y Amézquita, 2004; Angulo et al., 2006).

Conservación. Las ranas y sapos, con 5067 especies, dirigen el nivel de amenaza promedio para los anfibios como grupo, con 1653 especies entre amenazadas o extintas. Por su parte, las salamandras y tritones muestran significativamente mayores niveles de amenaza con 234 especies amenazadas o extintas. El estado de conservación de las cecalias para ser mayor, con tan solo cuatro especies

amenazadas, sin embargo, se trata del grupo menos estudiado dentro de los herpetos (Angulo et al., 2006).

En reptiles, existen 33 taxones de tortugas de las cuales 18 están en alguna de las categorías de la UICN, por este motivo se estima que al menos las dos terceras partes de esta fauna tiene problemas de conservación siendo el grupo de vertebrados más amenazado en Colombia. Otro grupo estaría constituido por crocodrilos, de los cuales hay seis especies reportadas para Colombia, tres de las mismas al borde de la extinción (Rueda-Almonacid et al., 2004).

- **AVES**

Generalidades de aves en Colombia. Las aves constituyen uno de los grupos vertebrados más diversos, comprendiendo a nivel global más de 10400 especies y a nivel nacional aproximadamente 1900 especies y 3000 subespecies (Donegan, McMullan, Quevedo y Salaman, 2013; Donegan et al., 2014; Donegan et al., 2015; Verhelst-Montenegro y Salaman, 2015). No obstante en los últimos años estas cifras han aumentado significativamente gracias a “el descubrimiento de nuevas especies, el hallazgo de especies cuya distribución no se reportaba en el país, y la división de formas consideradas como coespecíficas” (Renjifo, Franco-Maya, Amaya-Espinel, Kattan y López-Lanús, 2002), de modo tal que la avifauna nacional constituye cerca del 20% de la diversidad global (Hilty y Brown, 2001).

Sin embargo, a pesar de que mundialmente el país es considerado el más diverso en avifauna, y que este grupo taxonómico cumple importantes roles ecológicos como controladoras de insectos, dispersoras de semillas, polinizadoras, entre otras funciones (Molina-Martínez, 2002), se estima que el 7-9% de las especies están inscritas en alguna categoría de amenaza (Renjifo et al., 2002; Andrade-C, 2011) y el 21% de estas son endémicas. Así, según los reportes del Sistema de información sobre biodiversidad en Colombia (SiB Colombia, 2012) y con base únicamente a la evaluación de 118 especies de bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica, 68 especies se encuentran en diferentes categorías de amenaza de las cuales seis especies se encuentran en peligro crítico (8.8%), 26 en peligro (38.2%), y 36 vulnerables (52.9%) (Renjifo, et al., 2014).

Las aves como indicadores de la calidad del hábitat. Sin lugar a duda las aves constituyen el grupo taxonómico más conocido y el cual recibe mayor atención popular en contraste con cualquier otro grupo taxonómico (Green y Figuerola, 2003), por lo cual son sujetos ideales para estimular el interés hacia la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas (Renjifo et al., 2002).

Efectivamente, el establecimiento del primer parque nacional natural colombiano (Cueva de los Guácharos) y la adquisición de las primeras reservas naturales privadas (La Planada y Acaime) fue promovida por su avifauna (Renjifo et al., 2002).

Así, muestrear las comunidades de aves es de gran utilidad a la hora de diseñar e implementar políticas de conservación y manejo de hábitats, ya que este grupo biológico aporta información importante para la identificación de comunidades que necesitan ser foco de protección e información científica (Villareal, et al., 2004). Además, este grupo proporciona un medio rápido, confiable y replicable de evaluación del estado de conservación de la mayoría de hábitats terrestres y acuáticos, poseyendo una serie de particularidades que lo hacen ideal para monitorear y conocer, de forma indirecta algunas características de los ecosistemas que habitan. Tales características son: a) comportamientos llamativos (diurnas, muy activas y altamente vocales); b) identificación rápida y confiable; c) fácil detección durante casi todo el año excepto en aquellas especies que presentan movimientos locales o migraciones; d) gran cantidad de información consignada en libros y publicaciones científicas; e) diversidad y especialización ecológica; y f) diferentes grados de sensibilidad a perturbaciones ambientales (Villareal, et al., 2004).

Pese a esto, solo algunas especies de aves funcionan como bioindicadoras de condiciones biológicas particulares del hábitat. Por ejemplo, Green, Hamzaoui, Agbani y Franchimont (2002) encontraron que la especie *Fulica cristata* sirve como indicadora de una alta diversidad de plantas y baja salinidad en humedales de Marruecos; mientras Moreno-Guerrero, Patarroyo-Fonseca y Rodríguez-Ramírez (2006) plantean que las aves rapaces pueden cumplir el rol de bioindicadoras ya que algunas especies Falconiformes requieren grandes territorios para mantener poblaciones viables o se ven afectadas por la fragmentación, mientras otras (generalistas) se ven favorecidas por alteraciones en el ecosistema.

Sin embargo autores como Calles (2007) quien emplea especies como *Phalcoboenus carunculatus*, *Pionus sordidus*, *Chamaepetes goudotii* y *Nothocercus juliu* señala que "las especies sugeridas no son específicas para evaluar un cambio en particular, sino para evaluar su situación como respuesta a todos los cambios que puedan ocurrir en el hábitat". Otros autores como Mistry, Berardi y Simpson (2008) presentan listas control de especies de aves asociadas a diferentes tipos de masas de agua para el seguimiento futuro de algunos humedales localizados al norte de Rupununi, Guyana.

No obstante, el uso de aves como indicadores también ha sido ampliamente debatido ya que este grupo "no necesariamente puede reflejar la salud de otros taxones que viven en el mismo hábitat" (Ramírez, 2000; Gregory, 2006 citado en Villegas y Garitano, 2008, p.149), y "puede tener respuestas diferenciales a los disturbios en relación a otros grupos de organismos" (Lindenmayer, 1999; Milesi, Marone, Lopez de Casenave, Cueto y Mezquida, 2002 citados en Villegas y Garitano, 2008, p.149). De este modo, Green y Figuerola (2003) plantean que a pesar de que la idea de las aves como "paraguas protectores de la diversidad global" ha sido ampliamente extendida, no ha sido apoyada por los análisis a escala nacional, así la distribución de los "hotspots" de diversidad para aves es importante en si misma pero no se encuentra justificada por la diversidad de otros grupos taxonómicos.

Demostrando esto, Tamisier y Grillas (1994) reporta que cambios severos en los ecosistemas acuáticos como en la salinidad, la abundancia de plantas e invertebrados, y la transformación de marismas en arrozales, no han sido reflejados en cambios en el número o tipo de anátidos invernantes en Camarga, Francia. A su vez, Prendergast y Eversham (1997) reportan que no hay relación entre la diversidad de aves terrestres y de insectos en el Reino Unido.

En síntesis, el monitoreo de aves es una herramienta útil a la hora de evaluar el impacto de las acciones humanas y tomar decisiones sobre el manejo de los ecosistemas, siempre y cuando se realice de la mano con el seguimiento de otros grupos taxonómicos (fauna y flora) que puedan robustecer la información obtenida.

Las aves y los humedales. La alta diversidad de aves asociada a los humedales y el considerable número de linajes endémicos en algunos de ellos, son reflejo de una larga asociación entre la avifauna y estos ecosistemas (Andrade, 1998 citado por Parra, 2014). De este modo, algunas especies han desarrollado adaptaciones morfológicas, fisiológicas y etológicas para hacer mejor uso de los recursos que brindan los humedales (refugio y alimento); sin embargo, gracias a su mayor flexibilidad otras tantas especies de aves pueden emplear estos hábitats únicamente durante parte del año o para cubrir determinada etapa de su ciclo anual (nidificación, cría o muda del plumaje) (Blanco, 1999). En este sentido, no todas las especies de aves que utilizan humedales tienen una preferencia particular por ellos, y en realidad se asocian al ecosistema en gran parte influenciadas por factores físicos como el área del humedal, la calidad del agua, la vegetación circundante, el grado de aislamiento o el contexto del paisaje donde se encuentran inmersos (Green y Figuerola, 2003; Briggs et al., 1997, Rosselli y Stiles, 2012, Quesnelle et al., 2013 citados por Parra, 2014).

Debido a la variación en la composición de aves asociadas a humedales en diferentes regiones del país, conviene definir grupos particulares de especies como indicadoras en cada una de estas (Parra, 2014); sin embargo, hay que tener precaución a la hora de elegir una especie de ave como posible "bioindicadora" y considerar que un aumento en el número de algunas especies puede indicar un empeoramiento en el estado del hábitat en vez de una mejor (Green y Figuerola, 2003). De este modo, la identificación de especies raras, endémicas y categorizadas en algún grado de peligro juega un papel crucial debido a que su distribución restringida y/o el pequeño tamaño de sus poblaciones incrementan su riesgo de extinción (Arita, Figueroa, Frisch, Rodríguez y Santos-Del-Prado, 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).

• MAMÍFEROS

Generalidades. Los mamíferos constituyen el grupo de vertebrados de mayor distribución geográfica y diversidad morfológica. Actualmente existen 5486 especies descritas, de las cuales cinco son monotremas, 272 son marsupiales y 5209 son placentarios (Wilson y Reeder, 2005), las cuales se caracterizan por ser vertebrados amniotas homeotermos (de "sangre caliente"), con pelo y glándulas mamarias productoras de leche con la que alimentan a las crías. La mayoría son vivíparos (con la notable excepción de los monotremas: ornitorrinco y equidnas) (Wilson y Reeder, 2005). Dentro de la fauna terrestre, los mamíferos constituyen un grupo de gran interés, ya que expresan diferentes niveles de sensibilidad a las alteraciones dependiendo principalmente de los requerimientos de espacio, alimentación y comportamiento (Ramírez y Mendoza, 2010). En consecuencia, la abundancia y los patrones de movimientos de los mamíferos pueden variar entre especies de acuerdo a la preferencia particular de hábitat y rangos de hogar (Murcia, 1995).

Los mamíferos son uno de los grupos más conspicuos de las comunidades terrestres de vertebrados. Su éxito se debe en gran medida a las altas tasas metabólicas que tienen, a la capacidad de incrementar el metabolismo durante los períodos de actividad y a la habilidad de mantener constante la temperatura del cuerpo a través de complejos mecanismos fisiológicos (Bakker, 1971; La Barbera, 1987). Además de haber desarrollado una diversidad de especializaciones, reflejada en un intervalo de biomasa corporal impresionante que va desde el murciélago abejorro (*Craseonycteris thonglongyai*) de 1 g de

peso, hasta la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) con más de 100 toneladas de peso. Asimismo, diversas adaptaciones eco fisiológicas han permitido que habiten los más diversos ecosistemas del mundo (Sánchez et al., 2014).

Taxonomía. En Colombia actualmente existen 528 especies de mamíferos, representadas en 44 familias y catorce órdenes, dentro de los cuales la mayor riqueza de especies la abarcan Chiroptera (209 spp.) y Rodentia (132 spp). Del total de especies, 58 son endémicas (30 roedores, nueve primates, ocho murciélagos, cinco didélfidos y cinco musarañas), 70 especies se encuentran en algún grado de amenaza según la UICN y 89 son objeto de comercio (Ramírez, Suárez y Gonzáles, 2016).

Los órdenes de mamíferos terrestres más comunes reportados para Colombia por Solari et al. (2013) son: Rodentia (ratas, ardillas, puercoespines), Didelphimorphia (zarigüeyas), Cingulata (armadillos), Pilosa (osos hormigueros, tamandúas y perezosos), Soricomorpha (topos y las musarañas), Carnivora, Perissodactyla (caballos, asnos, cebras, tapires y rinocerontes), Artiodactyla (cerdos, hipopótamos, vacas, antílopes, ciervos, jirafas y cabras), Primates, y Lagomorpha (Conejos), siendo estos ordenes buenos indicadores de la calidad de las áreas urbanas y rurales y haciendo de Colombia un país mega diverso en mamíferos terrestres, posicionándolo como el cuarto país más diverso a nivel mundial y el tercero en el Neotrópico, después de Brasil, Indonesia y México (507 especies) (Alberico, Cadena, Hernández-Camacho y Muñoz-Saba, 2000).

Con respecto a los mamíferos voladores -los Quiropteros- si se tiene en cuenta el número de especies descritas, este grupo constituye el segundo orden más diverso de mamíferos, presentando la peculiaridad de ser los únicos capaces de volar, concentrando sus actividades en la noche o en las horas crepusculares, gracias al desarrollo de un sistema de ecolocalización que les permite orientarse en la oscuridad (Torres y Guevara, 2010). Además de habitar en todos los continentes, exceptuando los polos, siendo las zonas tropicales y en particular las del Centro y Norte de Sudamérica las que concentran el mayor número de especies; pertenecen al grupo más evolucionado de los vertebrados con mamas, pelo y placenta (Balmori, 1999) y son reconocidos por su alta diversidad en el Neotrópico, su variedad de gremios tróficos y su amplia variación morfológica como respuesta a dicha diversificación (Estrada, Pérez y Stivenson, 2007).

La filogenia del orden Chiroptera ha sido ampliamente debatida en las últimas décadas, basándose principalmente en la propuesta de Koopman (1984, 1994), la cual presenta dos sub órdenes: a los Microchiroptera (17 familias) y Megachiroptera (Pteropodidae), los megaquirópteros tienen una cara parecida

al zorro, son principalmente frugívoros y habitan el viejo mundo, mientras los microquirópteros son de tamaños pequeños, presentan una amplia gama de hábitos alimenticios y habitan el continente americano (Hutson, Mickleburgh y Racey, 2001).

En el Tolima La Corporación Autónoma Regional (CORTOLIMA) y la Universidad del Tolima han reportado hasta el momento ocho órdenes, 16 familias, 35 géneros y 39 especies de mamíferos para el departamento, siendo Chiroptera el orden más abundante con 24 especies, seguido de Carnivora con cinco especies (García, Ramírez y Reinoso-Flórez, 2015).

Estado de conservación e importancia. A nivel nacional se han realizado diversos estudios relacionados con la mastofauna terrestre encaminados en la realización de inventarios de especies, pérdida del hábitat, perturbación antropogénica y su relación con la diversidad de especies (Otálora-Ardila, 2003; Ramírez y Pérez, 2007; Rodríguez, Alberico, Trujillo y Jorgenson, 2006; Solari et al., 2013; Estrada et al., 2007; Ramírez et al., 2016), revelando que la riqueza de este grupo taxonómico se encuentra condicionada por factores como el tipo de cobertura vegetal, la calidad del hábitat, la altura, la temperatura y la intensidad de luz (Morris, 2003). Siendo la información sobre diversidad y abundancia de pequeños, medianos y grandes mamíferos no voladores en sistemas modificados esencial para entender la dinámica de las poblaciones, la estructura de las comunidades y los patrones biogeográficos de distribución, dispersión y endemismo, utilizando como descriptores poblacionales listados de presencia o ausencia, abundancia relativa o densidad absoluta (Boyce y McDonald, 1999; Boyce, Vernier, Nielsen, y Schmiegelow, 2002; Boyce, 2006; Morrison, Marcot y Mannan, 2006; Basille, Calenge, Marboutinc, Andersend, y Gaillarda, 2008).

Actualmente los mamíferos voladores son considerados buenos indicadores del estado de conservación de diversos hábitats, desempeñando un papel ecológico vital para la estabilidad de los bosques y selvas tropicales, ya que su amplia variedad de hábitos alimentarios (insectívoros, frugívoros, carnívoros, nectarívoros-polinívoros, ictiófagos y hematófagos) los hace partícipes en el reciclaje de nutrientes y energía en los ecosistemas (Hutson et al., 2001); de igual manera, debido a su abundancia y alto consumo de alimento, los murciélagos actúan como reguladores naturales de poblaciones de invertebrados (Kunz y Pierson, 1994) o bien, como importantes dispersores de polen y semillas para una amplia variedad de plantas (Galindo-González, 1998).

3.2.2. METODOLOGÍA

Metodología general. El muestreo de los diferentes grupos taxonómicos se realizó con base en las metodologías establecidas por el programa RAP (Rapid Assessment Program; Conservación Internacional, 2010) y EER (Evaluación ecológica rápida; The Nature Conservancy, 1992; TNC, 2002). A partir de su creación, estas metodologías se han aplicado principalmente en zonas de gran diversidad ecológica y endemismo, y en ecosistemas amenazados, ya que a través de ellas se pueden detectar rápidamente especies y ambientes vulnerables.

En el Tolima, estas metodologías han sido ampliamente usadas y han facilitado la caracterización de diferentes ecosistemas del departamento como algunos humedales (por ejemplo, Reinoso, Villa-Navarro, Losada-Prado, Gracia-Melo y Vejarano, 2010; CORTOLIMA y GIZ, 2010), el bosque seco tropical (Losada-Prado y Molina-Martínez, 2011), la cuenca de diferentes ríos (Losada-Prado, Molina-Martínez, González, Carvajal y Franco, 2003; Losada-Prado, Carvajal-Lozano y Molina-Martínez, 2005a; Losada-Prado, Murillo-Feria, Carvajal-Lozano y Parra-Hernández, 2005b), entre otros.

Análisis de datos. Para todos los grupos taxonómicos se calculó la abundancia relativa (%) a nivel de órdenes, familias, géneros y/o especies empleando los datos previamente colectados en el humedal (CORTOLIMA y GIZ, 2010) a través de la fórmula:

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

AR= Abundancia relativa

n_i = Número de individuos capturados u observados

N= Número total de X capturados u observados

Adicionalmente a cada uno de los registros de herpetofauna, aves y mamíferos se les consignó la información correspondiente a la categoría de amenaza (Castaño-Mora, 2002; Renjifo et al., 2002; Rueda-Almonacid et al., 2004; Calderón, Galeano y García, 2005; Rodríguez et al., 2006; Renjifo, et al., 2014), el apéndice CITES (Roda, Franco, Baptiste, Mónera y Gómez, 2003), su carácter endémico, casi endémico (Chaparro-Herrera, Echeverry-Galvis, Córdoba-Córdoba y Sua-Becerra, 2013) y/o migratorio o residente (Naranjo y Espinel, 2009; Naranjo, Amaya, Eusse-González y Cifuentes-Sarmiento, 2012).

- **ZOOPLANCTON**

Métodos de campo. En el espejo de agua libre del Humedal Lagunas Las Mellizas se realizaron varios filtrados de agua para la colecta de zooplankton, utilizando las redes planctónicas (poro de malla estándar de 25 y 55 micras). Las muestras filtradas se almacenaron en frascos de 250 ml e inmediatamente fueron fijadas en formol bufferizado (Darrigran, Vilches, Legarralde y Damborenea, 2007).

Métodos de laboratorio. La determinación y conteo de la comunidad zooplanctónica se realizó con un microscopio invertido OLYMPUS, usando la cámara de sedimentación Sedgwick-Rafter (McAlice, 1971). Los individuos fueron contados en campos aleatorios. Las especies abundantes se registraron un mínimo de 100 individuos (Bicudo, 1990). Los valores de densidad fueron convertidos por unidad de área (No/m^3), de acuerdo a lo establecido por la APHA (2005) (10200F-10200G). Para la determinación taxonómica, se revisaron claves específicas de zooplankton (Elmoor-Loureiro, 1997; Thorp y Covich, 2001).

Análisis de datos.

- **Índices ecológicos.** Se analizaron los índices de diversidad de Shannon, dominancia y riqueza de especies empleando el software Past versión 3.12 (Hammer et al., 2001), esto con el fin de comparar los puntos de muestreos colectados en el Humedal Lagunas Las Mellizas.
- **Análisis de Correspondencia.** Se analizaron las posibles asociaciones entre las variables fisicoquímicas evaluadas y la comunidad zooplanctónica del Humedal Lagunas Las Mellizas, con el programa Canoco (Ter Braak y Smilauer, 1998), unido a esto se realizó el test de Monte Carlo con 1000 permutaciones.

• MACROINVERTEBRADOS

Métodos de campo. Para la colecta de formas inmaduras en los cuerpos de agua lénticos, se realizó una inspección en las márgenes utilizando la red surber y removiendo las raíces de material vegetal flotante y filtrando a través del tamiz (Figura 3.7.). El material obtenido, se colocó en frascos plásticos y se fijó con formol al 10%, se etiquetó y se llevó una ficha de campo.

Figura 3.7. Método de muestreo utilizado en la colecta de macroinvertebrados acuáticos en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

Métodos de laboratorio. Los organismos capturados se separaron en alcohol al 70% y se determinaron al más bajo nivel taxonómico posible con un estereomicroscopio Olympus SZ40 y un microscopio Olympus CH30. Para la determinación taxonómica se realizaron micropreparados del material colectado y 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), Merrit y Cummins (2008), Domínguez y Fernández (2009) y posteriormente fueron ingresados a la Colección Zoológica de la universidad del Tolima CZUT-Ma.

Análisis de datos. Se evaluó la calidad del agua a partir del método BMWP/Col (Roldán, 2003) el cual es un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores.

• PECES

Métodos de campo. En las orillas de las lagunas se realizaron varios lanzados con una caña de pescar para la colecta de la comunidad íctica. Se evaluó la zona limnética y la zona de vegetación ribereña del humedal las Mellizas (Figura 3.8.).

El material colectado se preservó con una solución de formol al 10%, se dejaron en bolsas plásticas de sello hermético con su etiqueta correspondiente y fueron trasladados en canecas al Laboratorio de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima. Adicionalmente la comunidad íctica se preservó en alcohol al 70%.

Figura 3.8. Metodología utilizada para la colecta de peces en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

Métodos de laboratorio. La determinación taxonómica de la comunidad íctica se realizó empleando claves específicas como Buitrago-Suárez (1995) y Maldonado-Ocampo et al. (2005), Baptiste, Castaño, Cárdenas, Gutiérrez, Gil y Lasso (2010), Villa-Navarro, García, García, Briñez y Zuñiga (2003). Posterior a esto, se realizó el ingreso del material a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima, sección-ictiología (CZUT-IC).

• HERPETOFAUNA

Métodos de campo. El muestreo se realizó mediante la técnica de búsqueda libre, sin restricciones, por encuentro visual (Figura 3.9.). Se evaluaron aquellas áreas cercanas a cuerpos de agua, así como microhábitats predispuestos para encontrar anfibios o reptiles, como troncos, rocas, arbustos, entre otros (Heyer et al., 1994). El muestreo tuvo una periodicidad alternada en los distintos períodos del día: en horas de la mañana, entre las 6,00 a las 8,00 con el fin de detectar aquellas especies de hábitos diurnos como los pertenecientes a la familia Dendrobatidae; en horas del mediodía, entre las 11,00 y las 14,00 para aquellos reptiles, principalmente lagartos, que se exhiben y posan con el fin de termoregularse., y en la noche entre las 18,00 y las 22,00, para organismos que demuestran una mayor actividad nocturna (Angulo et al., 2006).

Los animales colectados fueron fotografiados, y determinados, se realizaron anotaciones respecto a su coloración en vida y la actividad que realizaba al momento de la captura. Aquellos individuos seleccionados se sacrificaron

mediante técnica de punción cardiaca con Xilocaina, para serpientes y animales de tamaño considerable, aquellos con respiración cutánea y de tamaño menor fueron sacrificados empleando un anestésico de Lidocaina aplicable (lidocaína). Fueron puestos en bandejas plásticas con papel absorbente e impregnados con formol, hasta su posterior tratamiento para ser ingresados en colección (Heyer et al., 1994; Angulo et al., 2006).

Figura 3.9. Captura de herpetofauna presentes en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

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.
- Se colocaron los individuos en etanol al 70% por tres días.
- Finalmente, se conservaron los individuos en etanol al 70% limpio.

Después de pasado quince días, los organismos son 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 confirmó la determinación de cada uno de los organismos, empleando descripciones taxonómicas, claves dicotómicas y/o publicaciones, así como la comparación diagnóstica de los individuos colectados confrontados con los especímenes dispuestos en la CZUT, sección Anfibios y Reptiles.

Finalmente, los organismos fueron ingresados a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima (CZUT-A; CZUT-R) (Figura 3.10).

Figura 3.10. Sacrificio y fijación de herpetos del Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

- **AVES**

Métodos de campo. Para realizar el inventario de las especies de aves registradas en el área, se implementaron dos metodologías según lo propuesto por Ralph, Geupel, Pyle, Martin, De Sante y Milá (1996).

- **Redes de niebla:** En zonas cercanas al humedal y con evidente flujo de aves se extendieron cinco redes de niebla (2.5 m de alto x 12 m de largo y 36 mm de malla) según el procedimiento descrito por Ralph et al. (1996), las cuales fueron operadas durante un día en horario de 06,00-11,00 y 15,30-18,00, con el fin de conseguir un esfuerzo de 37.5 horas red/muestreo. La instalación de las redes se realizó poco antes de iniciar el muestreo (Wunderle, 1994), se abrieron en los quince minutos siguientes al amanecer y se revisaron en intervalos de 30 minutos para asegurar la integridad de los ejemplares (Ralph, Widdowson, Widdowson, O'donnell y Frey, 2008).

La extracción de las aves capturadas se realizó bajo los métodos de sujeción del cuerpo y la técnica de patas primero, descritas por Ralph, Geupel, Pyle, Martin y De Sante (1993) y Ralph et al. (1996), la cual proporciona agilidad en la extracción de los individuos y garantiza su integridad. A cada uno de los individuos capturados, se les registraron los datos relacionados con edad, condición física, estado reproductivo y medidas morfométricas (Figura 3.11.), los cuales fueron consignados en formatos de campo siguiendo las

recomendaciones de la North American Banding Council (NABC, 2003) y Ralph et al. (2008). Una vez procesadas, algunas de las aves fueron liberadas y otras recolectadas, preparadas e ingresadas a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima (CZUT-OR).

Figura 3.11. Procedimiento de captura y morfometría de aves en el Humedal Lagunas Las Mellizas, ubicado en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

- **Conteo por puntos:** Mediante el uso de binoculares, se contaron, identificaron y registraron las aves detectadas desde un sitio definido o “punto de conteo”. Cada punto (en total seis) 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 y distancia del individuo al borde del agua (Modificado de Ralph et al., 1996) (Figura 3.12.).

Una vez pasado el tiempo, se realizó un nuevo muestreo en el punto de conteo consecutivo (separado a una distancia aproximada de 100 m) -procurando causar la mínima perturbación e iniciando el conteo desde la llegada al lugar (Ralph et al., 1996). Debido a que en ocasiones la identificación in situ de algunas especies resultó difícil, se procedió a ubicar el individuo mediante el método de “Búsqueda Intensiva” (Ralph et al., 1996), con el fin de fotografiarlo para su posterior identificación.

Figura 3.12. Metodología de puntos de conteo y observaciones libres implementada en el Humedal Lagunas Las Mellizas, ubicado en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

Además, con el fin de complementar el inventario de la avifauna presente en el área de estudio, se empleó la metodología de “Observaciones Libres” mediante la cual se registraron los individuos que fueron observados o escuchados fuera de los puntos de conteo establecidos.

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, se emplearon las guías de Hilty y Brown (2001) y McMullan, Quevedo y Donegan (2010). El listado general de las aves siguió la nomenclatura y orden taxonómico sugerido por Remsen et al. (2018).

Métodos de laboratorio. No se realizó trabajo de laboratorio debido a que no se colectaron individuos.

Categoría ecológica. Cada una de las especies registradas se clasificó teniendo en cuenta la categoría ecológica a la cual pertenece teniendo en cuenta las recomendaciones de Stiles y Bohorques (2000):

I. Especies de bosque.

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

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

II. Especies de bosque secundario o bordes de bosque, o de amplia tolerancia.

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

III. Especies de áreas abiertas.

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

IV. Especies acuáticas.

a. Especies asociadas a cuerpos de agua sombreadas o con la vegetación densa al borde del agua, evitando áreas abiertas o soleadas: quebradas o áreas pantanosas dentro de los bosques primarios o secundarios.

b. Especies asociadas a cuerpos de agua sin sombra, orillas abiertas o con vegetación baja, o aparentemente indiferentes a la presencia de árboles excepto para perchas.

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

a. Especies que requieren por lo menos parches de bosque, por ejemplo para anidación, pero sobrevuelan una amplia gama de hábitats.

b. Especies indiferentes a la presencia de bosque, o que prefieren áreas más abiertas.

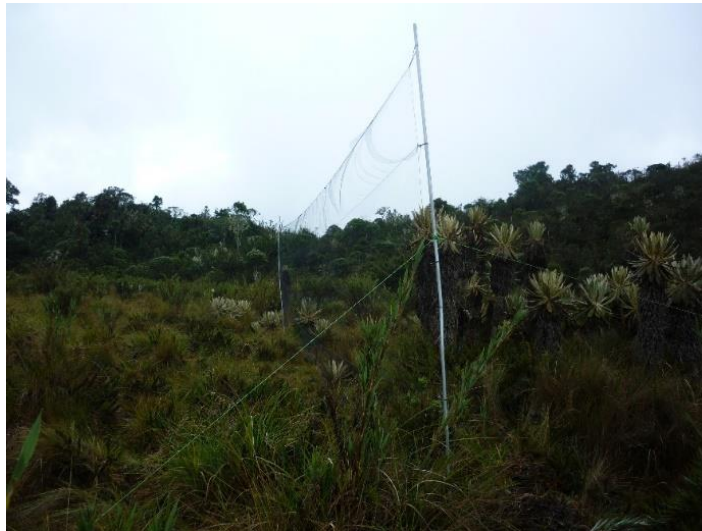
• MAMÍFEROS

Métodos de campo. Las metodología utilizada se basó en la propuesta por García et al. (2015).

Mamíferos voladores: Para la captura de mamíferos voladores fueron usadas cinco redes de niebla de 12x2.5 m, calibre de 36 mm y ojo de 1"1/2, que se ubicaron *ad libitum* teniendo en cuenta las características del área de estudio y

la composición vegetal del Humedal las Mellizas, las redes estuvieron abiertas desde las 18,00 hasta las 23,00 horas con un esfuerzo de muestreo de quince horas (Figura 3.13.). Los ejemplares capturados fueron liberados en el mismo sitio de captura, posterior a las mediciones, observaciones y fotografías respectivas; como herramienta básica para la determinación de las especies, se realizó un registro de cada uno de los ejemplares capturados en una ficha de campo registrando los datos morfométricos y morfológicos requeridos, además de datos característicos de cada uno de los sitios de muestreos como localidad, coordenadas geográficas, altura sobre nivel del mar y temperatura. Se realizó la colecta de algunos individuos por especie cuando fue necesario corroborar su taxonomía. La metodología se basó en la utilizada por García et al. (2015).

Figura 3.13. Instalación de redes de niebla para la captura de quirópteros en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

- **Mamíferos no voladores:** Para el registro de mamíferos no voladores, se siguió la metodología recomendada para el uso de cámaras trampa de Pulido y Payan (2012); se establecieron diez cámaras trampa en el bosque alrededor del humedal Las Mellizas, las cámaras se ubicaron en sitios donde se encontraron indicios sin tener una distancia mínima y máxima entre estaciones; se instalaron a una altura aproximada de 60cm y se inclinaron según la topografía del suelo (Figura 3.14.) por un periodo de 72 horas. Cada cámara se encontró asociada a estaciones de olor, se utilizaron cebos correspondientes a alimentos de preferencia para cada categoría dietaria, como naranjas, guayabas, bananos, y avena en hojuelas con esencia de vainilla para herbívoros y omnívoros, y huevo podrido, atún y sardinas para carnívoros, ubicándose de forma aleatoria en las diez estaciones.

Por la inestabilidad del sustrato, los métodos indirectos, como el registro de huellas no fueron posibles de obtener, por lo que para soportar un listado de posibles especies se tuvo en cuenta el conocimiento de la población aledaña al predio, por medio de encuestas a la comunidad, debido a que sólo se muestrearon tres noches, por lo que se realiza un registro de presencia/ausencia más no una cuantificación de individuos.

Figura 3.14. Instalación de cámaras trampa y búsqueda de rastros para el registro de mamíferos terrestres en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

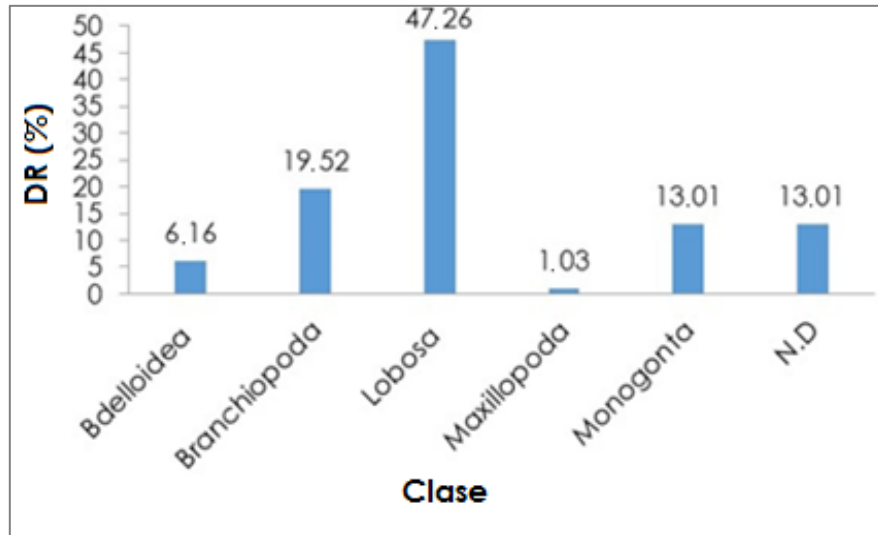
Métodos de laboratorio. En el presente muestreo no se realizó trabajo de laboratorio debido a que no se colectaron individuos.

3.2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **ZOOPLÁNCTON**

Se encontraron seis phylum, cinco clases, cuatro órdenes, 17 familias y catorce géneros (Tabla 3.4.). La densidad de las dos lagunas, la laguna 1 presentó la mayor densidad con 5.3×10^5 (72.60%). Lobosa fue la clase más abundante con 345000 células/ m^3 , seguido por Branchiopoda con 142500 células/ m^3 (Figura 3.15). El phylum Protozoa presentó la mayor densidad con dos géneros *Arcella* y *Diffugia*.

Figura 3.15. Densidad relativa de las clases de la comunidad zooplanctónica para en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

Tabla 3.4. Composición taxonómica de la comunidad zooplanctónica registrada en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

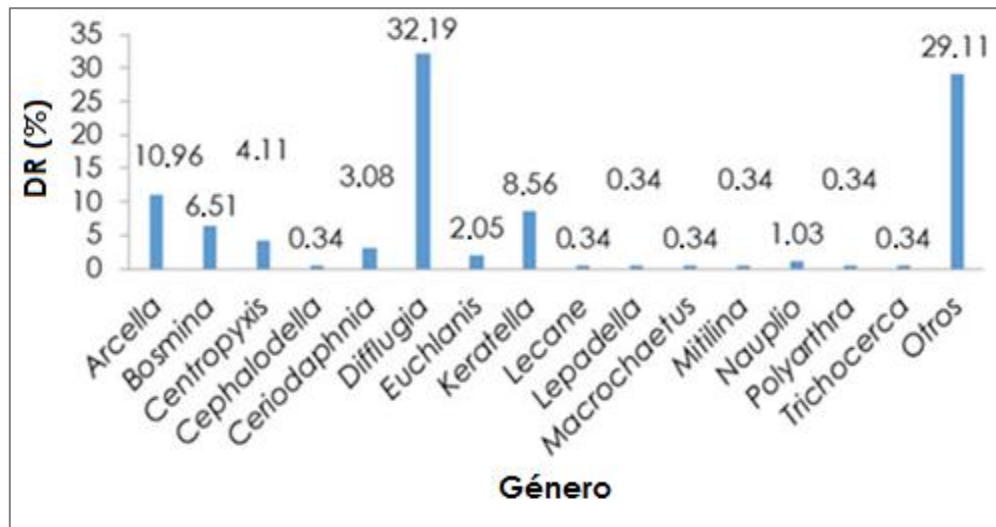
Phyllum	Clase	Orden	Familia	Géneros	Densidad (No/m3)	DR (%)
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina</i>	47500	6.51
			Chydoridae	-	62500	8.56
			Daphniidae	<i>Ceriodaphnia</i>	22500	3.08
			Ilyocryptidae	-	2500	0.34
			-	-	7500	1.03
	Maxillopoda	Harpacticoida	-	<i>Nauplio</i>	7500	1.03
Gastrotricha	-	-	-	-	2500	0.34
Nematoda	-	-	-	-	75000	10.27
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i>	80000	10.96
			Centropyxidae	<i>Centropyxis</i>	30000	4.11
			Diffugiidae	<i>Diffugia</i>	235000	32.19
Rotifera	Monogonta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella</i>	62500	8.56
			Euchlanidae	<i>Euchlanis</i>	15000	2.05

			Lecanidae	<i>Lecane</i>	2500	0.34
			Lepadellidae	<i>Lepadella</i>	2500	0.34
			Mytilinidae	<i>Mitilina</i>	2500	0.34
			Notommatidae	<i>Cephalodella</i>	2500	0.34
			Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	2500	0.34
			Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	2500	0.34
			Trichotriidae	<i>Macrochaetus</i>	2500	0.34
	Bdelloidea	-	-	-	22500	3.08
		-	Philodinidae	-	22500	3.08
Tardigrada	-	-	-	-	17500	2.40
TOTAL					730000	100

Fuente: GIZ (2018)

El género *Diffugia* presentó el mayor valor de densidad con 235000 células/m³ (32.19%), seguido por *Arcella* con 80000 células/m³ (10.96%) y *Keratella* con 62500 células/m³ (8.56 %) (Figura 3.16). *Diffugia* pertenece al grupo de los protozoos, estos son importantes y diversos en la comunidad bentónica de lagos y humedales, y desarrollan un papel fundamental en redes alimentarias (Escobar, Martínez, y Parra, 2005; Neville, Christie, McCarthy, y MacKinnon, 2010; Lansac, Velho, Costa, Simões y Alves, 2014).

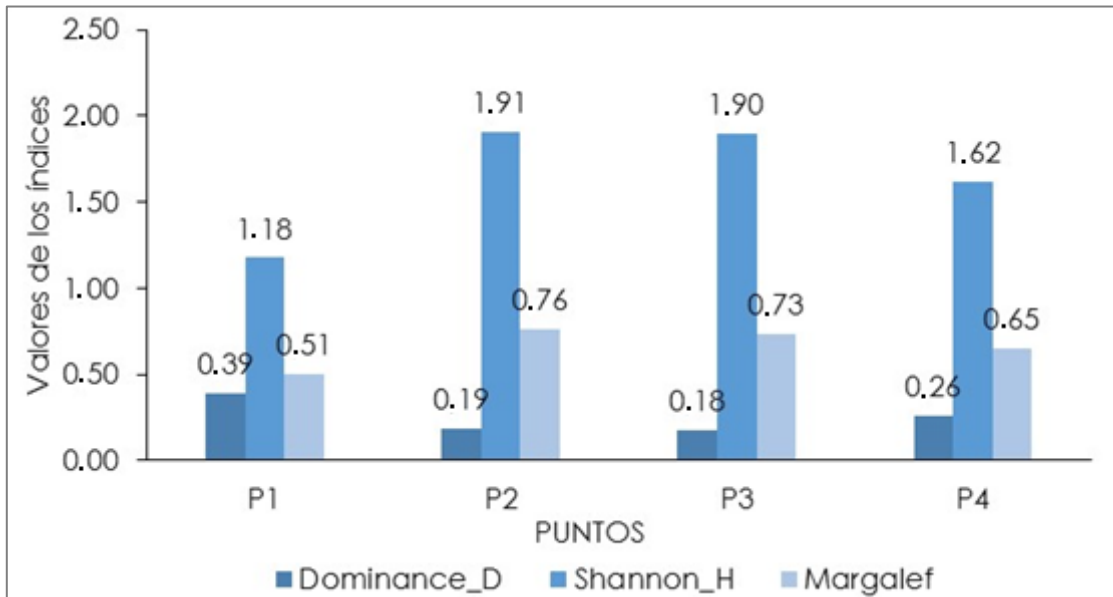
Figura 3.16. Densidad relativa de las especies de la comunidad zooplanctónica para en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

Índices ecológicos. El punto P2 mostró el valor alto de diversidad de Shannon con $H'=1.91$, seguido por el punto P3 con $H'=1.90$, mientras que el bajo valor fue para el punto P1 ($H'=1.18$). El punto P2 registró el valor alto de riqueza de Margalef (Mg: 0.76), mientras que el punto P1 presentó el valor bajo para el índice de Margalef (Mg: 0.51). En el índice de dominancia, el punto P1 registró el mayor valor con 0.39 (Figura 3.17).

Figura 3.17. Índice de riqueza de Margalef, dominancia de Simpson y Shannon-Wiener de la comunidad zooplanctónica en el humedal lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles en el departamento del Tolima.



Fuente: GIZ (2018)

Análisis de Correspondencia Canónica. Las variables fisicoquímicas no mostró una diferencia estadísticamente significativa sobre la densidad de la comunidad zooplanctónica en las dos lagunas, esto fue dado por los efectos condicionantes del test de Monte Carlo ($p > 0.05$).

Conclusión: Diffugia (Protozoos) obtuvo una alta representatividad de la comunidad zooplanctónica en las dos lagunas del humedal lagunas Las Mellizas del municipio de Roncesvalles.

El análisis multivariado mostró que las variables fisicoquímicas y bacteriológicas no muestran una relación directa, sin tener efectos significativos sobre los grupos planctónicos.

- **Especies de zooplankton asociadas al Humedal Lagunas Las Mellizas**

Phylum: Nematoda

Descripción: Son alargados con ambos extremos ahusados, presentan simetría bilateral y el compartimento del tejido conectivo (CTC) fluido, cavidad corporal que derivó del blastocoele embrionario. Tienen un sistema digestivo completo, con la boca en el extremo anterior y el ano cerca del extremo posterior. El cuerpo está recubierto con una cutícula no celular que es secretada por la hipodermis y es eliminada cuatro veces durante la ontogenia. Los músculos de la pared del cuerpo presentan un arreglo longitudinal, sin capa circular (Berenguer, 2007).

Aspectos ecológicos: Existen libres en el mar, suelos húmedos y aguas continentales, siempre en sitios con algún grado de humedad, especialmente en hábitats en los que hay una intensa descomposición de materia orgánica (Tamayo, 2000).

Distribución: Existen desde los polos hasta los trópicos, en todos los ambientes, incluyendo desiertos, altas montañas y profundidades oceánicas, En aguas continentales, se encuentran en grandes lagos, lagos montanos, charcas temporales, incluso en manantiales con agua hasta 53 grados y en el agua de plantas epífitas (Tamayo, 2000).



GIZ (2018)

Phyllum: Gastrotricha

Descripción: Los Gastrotrichs son animales muy pequeños e incoloros, la cabeza consiste de uno a cinco lóbulos que generalmente están cubiertos por placas cuticulares conocidas como cefalión (dorsal), epipleura (lateral) e hipopleura (lateral). Los penachos cefálicos sensoriales se originan entre estos platos. Ciertas especies también tienen fotosensibilidad gránulos ocelulares, generalmente ubicados entre los bordes de la epi- e hipopleura, la cabeza está separada de la región del tronco por una constricción del cuello; en la región del tronco, los lados laterales del cuerpo pueden ser paralelos como en especies delgadas o alargadas, o convexas como en especies más robustas, tienen un par de cerdas sensoriales usualmente están presentes en la región del cuello y la región posterior del tronco, el par posterior es a menudo anclado por escalas especiales de tres lóbulos, que difieren de otras escalas de la misma área, o rara vez por una papila. El tronco gradualmente se estrecha en la furca esta furca es como una horquilla estructura que lleva túbulos adhesivos distales (Thorp y Covich, 2001).

Aspectos ecológicos: En general, gastrotrichas viven cerca de la superficie del sedimento en los lagos y también son comunes en las barras de arena y grava de aguas no contaminadas donde puede penetrar profundamente en los sedimentos, también se encuentran en el esfagno,



GIZ (2018)

pantanos las pequeñas aguas quietas con *Lemna* suelen ser ricas y diversas en la composición de especies gastrotricha, y una o dos especies son dominantes mientras que otros taxones están subordinados. Ciertas especies están adaptadas a hábitats semiterrestres y se han encontrado en la hojarasca húmeda, musgos y bromeliaceae epífitas. Los gastrotrichas son escasos en las aguas subterráneas distintas de las zona hiporreica (Thorp y Covich, 2001).

Distribución: Los Gastrotrichas están ampliamente distribuidos en la mayoría de los hábitats de agua dulce, muchos grupos de gastrotrichas de agua dulce tienen un sistema intercontinental o distribución cosmopolita (Thorp y Covich, 2001).

Clase: Bdelloidea

Descripción: Poseen una morfología bastante uniforme y son exclusivamente hembras, reproduciéndose por partenogénesis, se caracterizan por tener dos ovarios con vitellaria, más de dos glándulas pedales y trophi remate. La mayoría de los bdelloides son micófagos con una corona de cualquiera de los dos discos trochados o un campo ciliado modificado. Bdelloidea a menudo tienen un cuerpo vermiforme con una pseudosegmentación que permiten acortar y alargar el cuerpo (Thorp y Covich, 2001).

Aspectos ecológicos: Pueden ser encontrados en aguas con vegetación densa. Bdelloideas a menudo están en sedimentos o entre restos de plantas o se desplazan en las



GIZ (2018)

superficies de las plantas acuáticas, algunas formas habitan en películas de agua capilar formadas en suelos o cubriendo musgos. Muchas especies son capaces de soportar desecado y luego rehidratarse (Thorp y Covich, 2001).

Distribución: Cosmopolita (Thorp y Covich, 2001).

Orden: Diplostraca

Familia: Illyocryptidae

Descripción: Cabeza pequeña y triangular. Ocelo presente. Anténula con dos segmentos. Antena con espinas 0-0-0-3 / 1-1-3. Intestino simple. Posabdomen ancho, con margen dorsal convexo; el ano se abre en la porción distal o mediana del lado dorsal del posabdomen. Garras terminales largas, con dos finas espinas basales. Setas natatorias con segmentos distales largos. Seis pares de patas. Pata I y II pequeñas, con espinas proporcionalmente largas (Elmoor-Loureiro, 1997).

Aspectos ecológicos: También son bentónicos, prefiriendo fondo lodoso, con material orgánico; en este sustrato ellos viven y pueden penetrar hasta algunos centímetros (Elmoor-Loureiro, 1997).

Orden: Diplostraca

Familia: Chydoridae

Descripción: Cuerpo oval, en vista lateral, siendo algunas veces casi redondo. Valvas que cubren el posabdomen. Cabeza cubierta por el escudo cefálico, que anteriormente se puede encontrar redondeado o formar un rostro puntiagudo; los



GIZ (2018)



márgenes laterales se denominan fórnices, pudiendo alcanzar o no el ápice del rostro; en la porción posterior, con raras excepciones, están presentes los poros cefálicos (Elmoor-Loureiro, 1997)

GIZ (2018)

Aspectos ecológicos: Habitan principalmente en la zona litoral de los lagos. Ellos son importantes contribuyentes a la producción secundaria de pequeños lagos y sirven como alimento para peces y macroinvertebrados los caparzones se conservan bien en los sedimentos; por lo tanto, también se usan comúnmente como indicadores paleolimnológicos (Tremel, Frey, Yan, Somers y Pawon, 2000).

Clase: Bdelloidea

Orden: Philodinida

Familia: Philodinidae

Descripción: Se caracterizan por tener ovarios pareados, dos glándulas pedales, trophi ramato y una corona con dos trochas (Thorp y Covich, 2001).



GIZ (2018)

Aspectos ecológicos: La mayoría son micofagos, se encuentran en aguas con vegetación densa, arrastrándose en los restos de las plantas o en la superficie de plantas acuáticas, también se pueden encontrar en la películas de agua capilar que se encuentran en el suelo (Thorp y Covich, 2001).

Phyllum: Tardigrada

Descripción: Los tardígrados son micrometazoos hidrofílicos con un cuerpo simétrico bilateral y cuatro pares de patas lobopodiosas que generalmente terminan en garras, generalmente convexas en el lado dorsal y aplastado en el lado ventral, el cuerpo está indistintamente dividido en un segmento de cabeza (cefálica), tres segmentos de tronco cada uno con un par de patas y un segmento caudal con el cuarto par de piernas dirigido hacia atrás. A pesar de que los tardígrados varían en longitud del cuerpo desde 50 μm en juveniles a 1200 μm en adultos (ambos excluyendo el último par de patas), los adultos maduros promedian 250- 500 μm con unas pocas especies que superan los 500 μm (Thorp y Covich, 2001).

Aspectos ecológicos: El hábitat de los tardígrados generalmente está dividido en: (1) agua marina y salobre; (2) agua dulce; y (3) hábitats terrestres. La distinción entre agua dulce y las especies terrestres a veces no son claras porque algunos tardígrados pueden vivir en una amplia gama de hábitats (Thorp y Covich, 2001).

Distribución: cosmopolita (Thorp y Covich, 2001).



GIZ (2018)

Orden: Arcellinida
Familia: Arcellidae
Género: Arcella

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

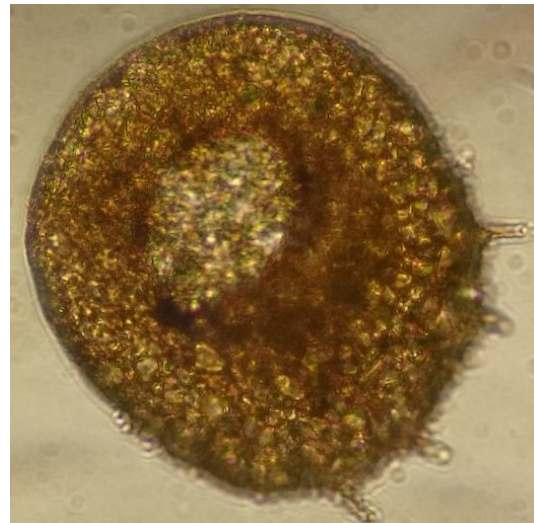
Aspectos ecológicos: Habitan en charcas de agua dulce, aguas eutróficas, marismas, musgos y follaje húmedo. Pocas especies también se pueden encontrar en los suelos. Se alimentan de diatomeas, algas verdes unicelulares o protozoos animales como flagelados y ciliados (Arcella, 2016).



GIZ (2018)

Orden: Arcellinida
Familia: Centropyxidae
Género: Centropyxis

Descripción: Centropyxis es un género de ameba testada, discoide, aplanada, un poco con forma de boina. La superficie dorsal es redondeada, el lado ventral es plano a cóncavo, con una apertura ventral, que puede ser circular a desigual, pero desplazada hacia un extremo. La coraza puede estar aplanada en el extremo de la abertura. En el extremo posterior o en toda la periferia, algunas espinas pueden estar presentes. Dentro de una población,



GIZ (2018)

los individuos pueden tener de cero a trece espinas (Arcella, 2016).

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

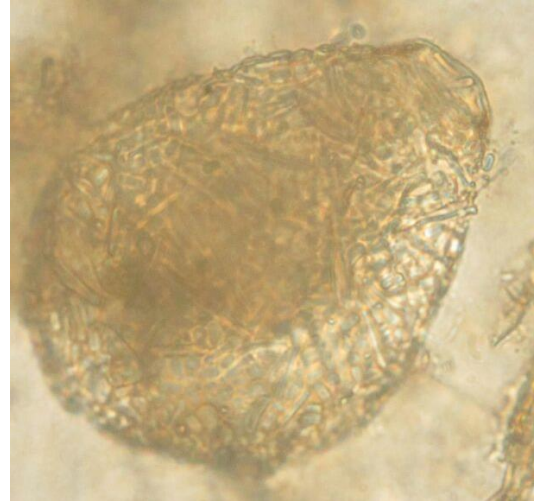
Orden: Arcellinida

Familia: Diffugiidae

Género: Diffugia

Descripción: Ameba testada con una capa aglutinada, con una abertura terminal que es redonda, ovalada, lobulada o dentada, pero nunca con forma de hendidura. El caparazón está compuesto de partículas minerales, como fragmentos de cuarzo o fróbulos de diatomeas, llamados colectivamente xenosomas, que se ensamblan sobre cemento orgánico estructurado o similar a una lámina. Todas las especies conocidas de *Diffugia* adquieren xenosomas de su entorno. El núcleo es generalmente ovular, pero en especies más grandes vesicular. Algunas especies son multinucleadas. Algunas de las especies más grandes de agua dulce, que viven en aguas más profundas, contienen endosimbiontes (Arcella, 2016).

Aspectos ecológicos: Las especies de *Diffugia* habitan hábitats muy diversos. Muchas especies son comunes en sedimentos de agua dulce o entre plantas acuáticas; otros son planctónicos con una fase bentónica durante el invierno; algunos viven en musgos secos y tierra. Los lagos de diferentes estados tróficos (eutróficos, distróficos u oligotróficos)



GIZ (2018)

tienen especies de *Diffugia* con características dominantes (Arcella, 2016).

Orden: Diplostraca
Familia: Bosminidae
Género: *Bosmina*

Descripción: Cuerpo corto y ancho, a menudo ovalado o redondeado. Valvas cubriendo todo el cuerpo y el posabdomen. Ocelo ausente. Anténulas de la hembra inmóviles y fijas a la cabeza. Anténulas del varón móviles. Sin procesos abdominales. Intestino simple y sin cecos. Animales pequeños, poco superior a 0.5 mm (Elmoor-Loureiro, 1997),

Aspectos ecológicos: Son filtradoras de partículas del agua, En las aguas continentales, habitan diversos tipos de ambientes. Pocas son las especies pertenecientes al plancton lacustre. En general, se encuentran en mayor abundancia que en las formas costeras; sin embargo, existe una menor diversidad de especies en las aguas abiertas. Las especies de los géneros *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina*, *Bosminopsis*, *Holopedium* y *Diaphanosoma* son típicamente habitantes del plancton (Elmoor-Loureiro, 1997).



GIZ (2018)

Orden: Ploima

Familia: Notommatidae

Género: *Cephalodella*

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

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



GIZ (2018)

Orden: Diplostraca

Familia: Daphnidae

Género: *Ceriodaphnia*

Descripción: Antenas pequeñas, presentando 9 setas olfativas en la hembra. Antena cilíndrica, con las setas 0-0-1-3 / 1-1-3. Ojo grande. Ocelo generalmente pequeño o ausente. Posabdomen generalmente más o menos comprimido, siempre con espinas anales; las flechas natatorias no colocadas en proyección o papila. Garras sin espinas basales, siendo siempre denticuladas, algunas veces pectinada. Cinco pares de patas, siendo los dos primeros presentes; 5 ° par con gran seta curvada, extendiéndose alrededor del saco branquial. Intestino simple, con 2 cecos hepáticos. Macho, en general, con un gancho en el 1 ° par de patas (Elmoor-Loureiro, 1997).

Aspectos ecológicos: En las aguas continentales, habitan diversos tipos de ambientes. Pocas son las especies pertenecientes al plancton lacustre. En general, se encuentran en mayor



GIZ (2018)

abundancia que en las formas costeras; sin embargo, existe una menor diversidad de especies en las aguas abiertas. Las especies de los géneros *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina*, *Bosminopsis*, *Holopedium* y *Diaphanosoma* son típicamente habitantes del plancton (Elmoor-Loureiro, 1997).

Orden: Ploima

Familia: Euchlanidae

Género: Euchlanis

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

Aspectos ecológicos: Ocurre con mayor frecuencia en ambientes eutróficos. Se ha observado unido a las colonias de *Chlorella* y *Chlamydomonas reinhardtii* (Guillén, 2017).



GIZ (2018)

Orden: Ploima

Familia: Brachionidae

Género: Keratella

Descripción: Trofi maleoramato, A diferencia del género *Brachionus* este género no tiene espinas en la parte posterior de la lorica, placa dorsal es arqueada y la ventral es casi plana estas placas están conectadas por surcos de una cutícula flexible (Thorp y Covich, 2001).



GIZ (2018)

Distribución: Cosmopolita (Thorp y Covich, 2001).

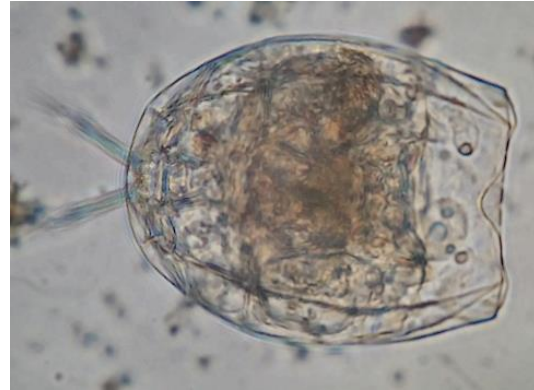
Orden: Ploima

Familia: Lecanidae

Género: *Lecane*

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

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



GIZ (2018)

Clase: Monogonta

Orden: Ploima

Familia: Lepadellidae

Género: *Lepadellidae*

Descripción: Aplanadas lateralmente, tienen un escudo cefálico, y el pie se proyecta través de un agujero en la placa ventral (Thorp y Covich, 2001).

Hábitat: Se encuentran en sistemas de agua dulce y salada (Thorp y Covich, 2001).

Distribución: Cosmopolita (Thorp y Covich, 2001).

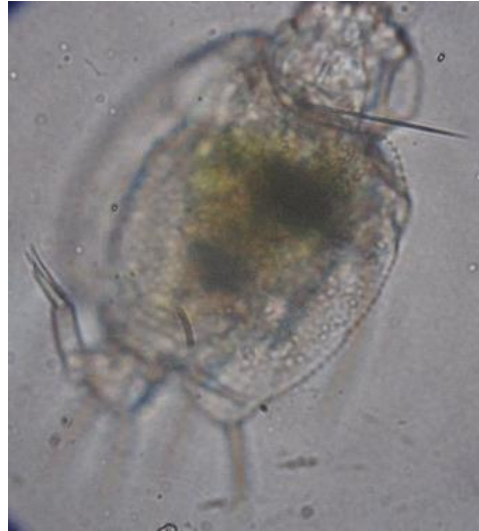


GIZ (2018)

Orden: Ploima
Familia: Trichotriidae
Género: *Macrochaetus*

Descripción: Poseen una lorica que se extiende sobre la cabeza, el pie y los dedos del pie, posee varias espinas posicionadas bilateralmente (Thorp y Covich, 2001).

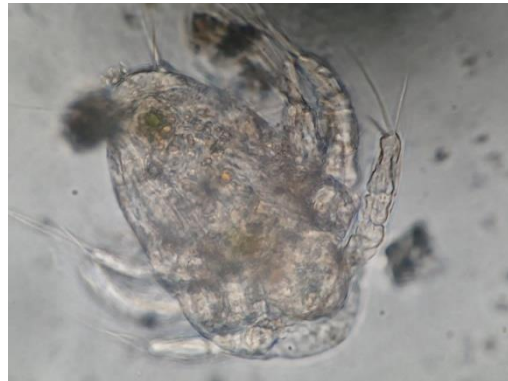
Hábitat: Se encuentran en la zona litoral en medio de la vegetación (Thorp y Covich, 2001).



GIZ (2018)

Clase: Maxillopoda

Descripción: Los copépodos Harpacticoida, como miembros de los "Crustacea", tienen apéndices birrámeos, con la excepción del primer par de antenas. El prosoma está formado por el cefalotórax más tres o cuatro somitos torácicos libres, portando del primer al cuarto un par de apéndices nadadores. El urosoma generalmente tiene cinco somitos en las hembras y seis en los machos. El último segmento del tórax está fusionado con el primer segmento abdominal, formando el segmento genital, de gran tamaño (Caramujo, 2015)



GIZ (2018)

Hábitat: Los Harpacticoida se consideran organismos marinos epibéntonicos primarios, habitando las capas superficiales del sedimento de ambientes marinos. Han conseguido explotar con éxito una gran diversidad de hábitats, incluyendo el mar abierto, las zonas

profundas, y ambientes salobres y de agua dulce (Caramujo, 2015).

Orden: Ploima

Familia: Synchaetidae

Género: *Polyarthra*

Descripción: Poseen trophi virgado, poseen unas articulaciones llamadas paletas, que se articulan con el cuerpo, esto permite que su desplazamiento sea dando saltos (Thorp y Covich, 2001).

Distribución: Cosmopolita (Thorp y Covich, 2001).



GIZ (2018)

Orden: Ploima

Familia: Trichoceridae

Género: *Trichocerca*

Descripción: Género Trichocerca cuerpo retorcido como hélice partical, dedos desiguales, trophi asimétrico (Thorp y Covich, 2001).



GIZ (2018)

• **MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**

Se obtuvo reporte de once géneros de macroinvertebrados distribuidos en once familias y nueve órdenes, además de un morfo del grupo Unioinida para un total de diez ordenes (Tabla 3.5.). El orden Tricladida evidenció la mayor abundancia relativa con el género *Girardia* (25.1%), siendo en este caso el más representativo, seguido del orden Haplotaxida con el género *Limnodrilus* (22.27%). El orden Trichóptera también reportó alta representatividad alcanzando (20.65%) de la abundancia total con los géneros *Oxyethira*, *Atopsyche* y *Oecetis*.

Estos resultados son comparables con los reportes hechos en investigaciones sobre diversidad de macroinvertebrados en ecosistemas lóticos de páramos en

Colombia (Muños y Vélez, 2007; Posada-García, Abril-Ramírez y Parra-Sánchez, 2008).

Tabla 3.5. Composición de macroinvertebrados registrados en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	% AR
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i>	3.24
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Celina</i>	0.40
Diptera	Chironomidae	<i>Orthocladinae</i>	5.26
Haplotaxida	Tubificidae	<i>Limnodrilus</i>	22.27
Odonata	Aeshnidae	<i>Anax</i>	5.26
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	0.40
Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Helobdella</i>	1.21
Trichoptera	Hidrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	0.40
	Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i>	19.43
	Leptoceridae	<i>Oecetis</i>	0.81
Tricladida	Dugesidae	<i>Girardia</i>	25.10
Unioinida	-	<i>Unioinida</i> sp	16.19
10	11	12	100

Fuente: GIZ (2018)

Diversidad espacial: El humedal Laguna Las Mellizas está constituido por dos lagunas a partir de las cuales emanan diferentes drenajes que forman varias quebradas, por lo cual se estimó que la composición de macroinvertebrados puede ser particular para cada uno de estos cuerpos de agua. Se encontró que en la laguna 2 fueron más abundantes los organismos de la familia Tubificidae que son indicadores de ecosistemas eutrofizados en donde la disponibilidad de oxígeno para las comunidades acuáticas se ha disminuido por causa del exceso de materia orgánica (Tabla 3.6.).

Tabla 3.6. Composición de macroinvertebrados registrados identificados por tipo de ecosistema en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

FAMILIA	GÉNERO	LAGUNA 1	LAGUNA 2	TOTAL
Aeshnidae	<i>Anax</i>	5	8	13
Chironomidae	<i>Orthocladinae</i>	13	1	14
Dugesidae	<i>Girardia</i>	38	24	62

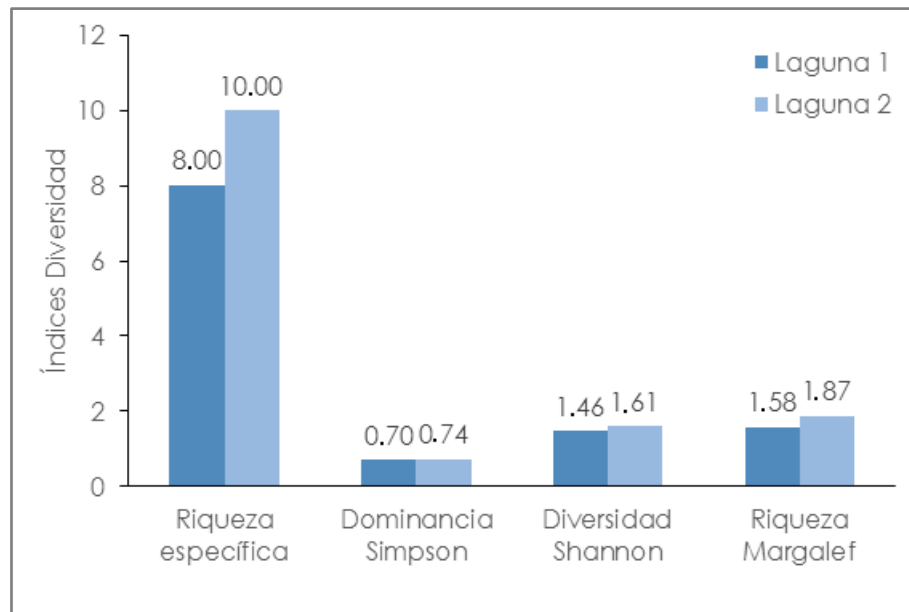
Dytiscidae	<i>Celina</i>	0	1	1
Glossiphoniidae	<i>Helobdella</i>	1	2	3
Hidrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	0	1	1
Hyalellidae	<i>Hyalella</i>	1	7	8
Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i>	22	26	48
Leptoceridae	<i>Oecetis</i>	0	2	2
Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	1	0	1
Tubificidae	<i>Limnodrilus</i>	4	51	55
11	11	85	123	208

Fuente: GIZ (2018)

En ambas lagunas, los géneros *Girardia* y *Oxyethira*, se ubicaron dentro de los más abundantes, junto a *Limnodrilus* que fue muy abundante en Laguna 2 y Orthocladinae en Laguna 1. Con respecto a esto, el estudio de Muñoz y Vélez, 2007, mencionan que los organismos del género *Girardia* son comunes en ecosistemas en donde las condiciones fisicoquímicas sean estables, sin presentar requerimientos específicos frente a alguna de ellas. Así mismo, dichos autores registran organismos del orden Trichoptera y Díptera como los macroinvertebrados mayormente asociados a las comunidades de *Girardia*, resultados que son similares a los reportados en el presente estudio.

Diversidad: En la laguna 2 se evidenciaron valores más altos de diversidad frente a la laguna 1. De esta manera en la laguna 2 se reportaron diez géneros de macroinvertebrados que representaron (1.605 unidades) en el índice de diversidad de Shannon y (1.87 unidades) en el índice de riqueza de Margalef. En la laguna 1 se registraron ocho géneros, los cuales representaron (1.464 unidades) para la diversidad de Shannon y (1.576 unidades) para la riqueza de Margalef (Figura 3.18).

Figura 3.18. Índices de diversidad para los ambientes lenticos en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

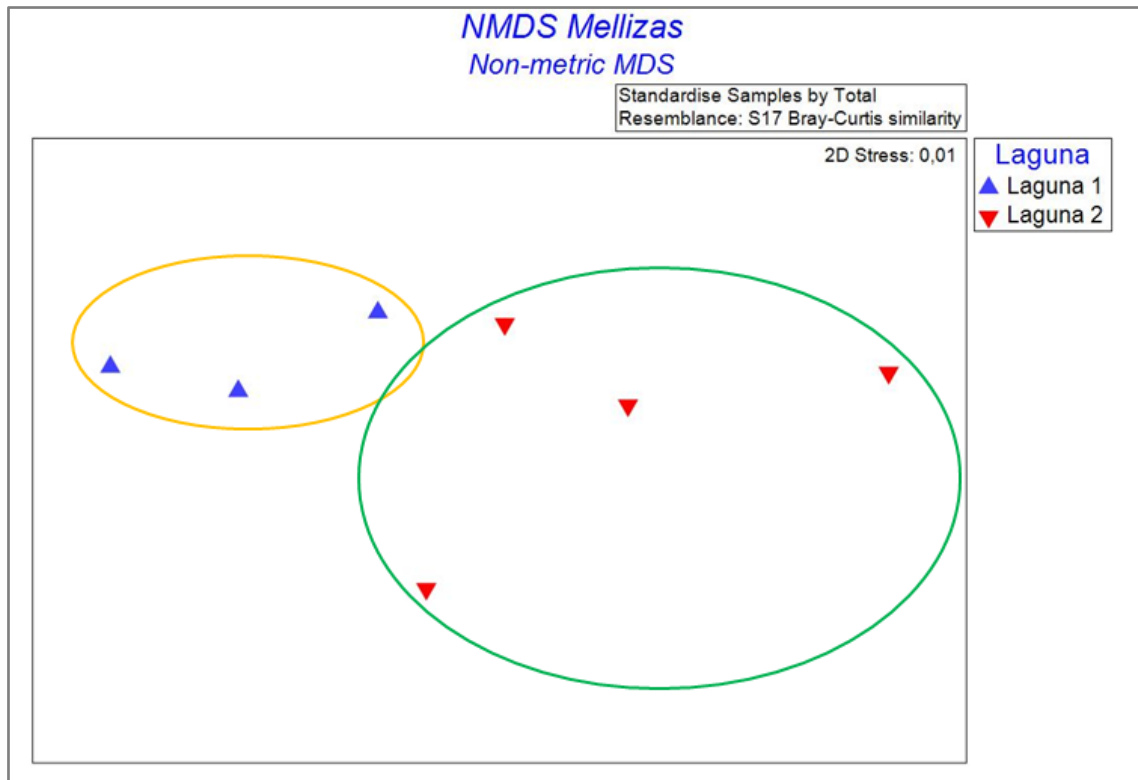
Algunos autores como (Spanga, 2011; Gómez, Salazar y Longo, 2016) argumentan que, en los ecosistemas acuáticos de tipo lenticos, la diversidad de macroinvertebrados se encuentran influenciada por la presencia de macrófitas en el cuerpo de agua, dado que dichas plantas acuáticas proporcionan un mayor número de hábitats potenciales, además de ofertar fuentes de alimento para la mayoría de los órdenes de macroinvertebrados.

Generalmente la composición de macroinvertebrados en lagunas de páramo está constituida por taxones de las familias Hyalellidae, Dugesiidae, Dytiscidae, Chironomidae, además de algunos géneros del orden Trichóptera. Su abundancia varía de acuerdo con las características fisicoquímicas de cada ecosistema, y esto ocasiona que en estudios como el de (Gómez *et al.*, 2016), el género *Girardia* de la familia Dugesiidae haya sido poco frecuente, y en la presente investigación este sea el taxón con mayor representatividad frente a los demás reportes.

La prueba de ordenamiento NMDS muestra que estas diferencias reflejadas en los índices de diversidad, son significativas agrupando de forma separada la composición de macroinvertebrados encontrada en cada laguna (Figura 3.19.). Estas diferencias están asociadas a que unos taxones fueron más abundantes en una laguna que en otra y esta situación radica en la cantidad de materia

orgánica disponible en cada uno de estos cuerpos de agua, ya que en la laguna 2 el flujo de agua es menor frente a la laguna 1 y esto ocasiona que dicha laguna tenga menor posibilidad de disolver los solutos presentes en ella (Roldan, 2003), albergando principalmente macroinvertebrados que se adapten a estas condiciones.

Figura 1.19. Prueba de ordenamiento NMDS para los ambientes lenticos en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

Conclusión: La composición de macroinvertebrados encontrada en el área de estudio es relevante frente a los resultados reportados en investigaciones anteriores sobre ecosistemas de humedal en alta montaña en el departamento del Tolima, dado que la diversidad registrada en el estudio actual fue alta, lo cual se relaciona con las condiciones fisicoquímicas del ecosistema que son favorables para el establecimiento de comunidades de macroinvertebrados acuáticos.

Las diferencias presentadas en la abundancia de algunos ordenes de macroinvertebrados entre ambas lagunas, sugiere que uno de estos ecosistemas

oferta mayor cantidad de materia orgánica y por este motivo se ve colonizado por organismos que asimilan las posibles condiciones de estrés por disponibilidad de oxígeno en el agua.

- **Especies de macroinvertebrados asociadas al Humedal Lagunas Las Mellizas**

Orden: Amphipoda

Familia: Hyallellidae

Género: *Hyalella*

Descripción: Organismos de cuerpo comprimido lateralmente, miden entre 5.5 mm y 10.5 mm, de coloración blanquecina o amarillenta, la primera antena no tiene flagelo accesorio, presenta ojos y no tienen palpo mandibular. Las placas coxales de los pereopodos está bien desarrolladas, los gnatopodos 1 y 2 son subquelados. Poseen 3 pares de pleópodos con ramas multiarticuladas. Tienen el telson libre del ultimo somito abdominal, presenta 3 pares de urópodos siendo el primero más largo que el segundo, el primer y segundo urópodo son birramosos y el tercero es unirramoso (CORTOLIMA, s.f.).

Aspectos ecológicos: Viven en aguas corrientes y remansos de quebradas, se encuentran asociados a materia orgánica en descomposición, donde forman densas poblaciones, algunas especies son detritívoras y depredadoras de zooplancton y larvas de quironómidos (CORTOLIMA, s.f.).

Distribución: En la cuenca del río Prado se encontraron en las quebradas: Aguas Blancas a 945 m, La Granja a 1608 m, Caribe a 2254 m, numero 2 a 1478 m; en los ríos:



GIZ (2018)

Cuindefeo y Cuindesito a 1550 m y en la laguna el Caribe a 2257 m. En la cuenca del río Totare se distribuyó desde 1477 hasta los 3642 m (CORTOLIMA, s.f.).

Orden: Coleoptera

Familia: Dytiscidae.

Género: *Celina*

Descripción: Cuerpo alargado, sin placas que cubren la cabeza, patas torácicas presentes delgadas con seis segmentos (Roldan, 1996)

Hábitat: Aguas lenticas temporales con valores de temperatura, conductividad y oxígeno disuelto por encima de lo normal (Roldan, 1996)

Distribución: Cosmopolita (Roldan, 1996).



GIZ (2018)

Orden: Díptera

Familia: Chironomidae

Subfamilia: *Orthocladinae*

Descripción: Las larvas son generalmente acuáticas, de cuerpo alargado y tubular, con 12 segmentos abdominales bien definidos, cabeza bien desarrollada y pequeña, y sin patas. Dos pares de patas falsas o pseudopodos las ayudan en sus movimientos, aunque uno o ambos pares pueden estar ausentes. Las larvas son de color rojo, morado, azul, verde o blanco, pueden ser macrófagas (carnívoras), micrófagas (fitófagas) o detritívoras (De La Rosa, 1997).

Hábitat: Se encuentra en cuerpos de agua naturales o artificiales, en aguas someras, profundas, corrientes o estancadas, sobre amplias superficies



GIZ (2018)

o en pequeños reservorios (bromeliaceas, axilas de las plantas) (Paggi, 2001). También se les encuentra en fango, arena y con abundante materia orgánica en descomposición. Son indicadores de agua mesoeutróficas (Roldán, 1996). Las larvas pueden ser macrófagas (carnívoras), micrófagas (fitófagas) o detritívoras (Paggi, 2001).

Distribución: Cosmopolita (Paggi, 2001).

Orden: Haplotaxida

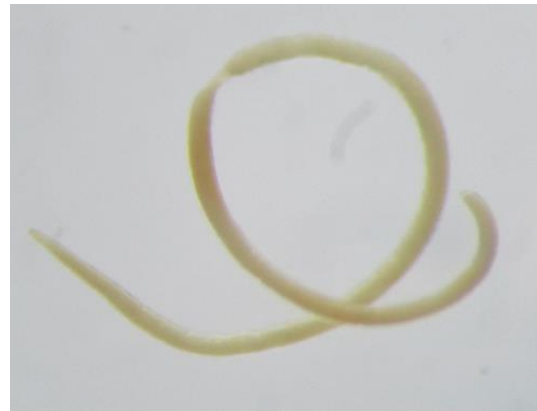
Familia: Tubificidae

Género: Limnodrilus

Descripción: Individuos grandes, miden más de 1 cm. de largo y de ancho entre 0.5 y 1.1 mm. Presentan quetas dorsales capilares acompañadas por quetas pectinadas o bífidas, las quetas ventrales son semejantes a las dorsales, las haces ventrales presentan numerosas quetas bífidas o en ocasiones unicúspides (CORTOLIMA, s.f.).

Hábitat: La mayoría viven en aguas eutrofizadas, sobre fondos lodosos, con abundante materia orgánica en descomposición (Roldán 2003), son detritívoros, algunos pueden vivir tanto en el agua dulce como salada (CORTOLIMA, s.f.).

Distribución: En la cuenca del río Prado se encontraron en las estaciones: río Prado a 289 m, río Cuindefeo a 920 m, río Cuindenegro a 1240 m y la quebrada Aguas Blancas a 945 m. En la cuenca del río Totare se distribuyen desde los 259 m. en el río Chipalo (vía Piedras) hasta los 3636 m.



GIZ (2018)

en el humedal Las Mellizas (CORTOLIMA, s.f.).

Orden: Odonata

Familia. Aeshnidae

Género: Anax

Descripción: Esta familia está representada por libélulas de vuelo rápido y vertiginoso, que presentan la base de las alas posteriores más anchas que el par de alas anteriores y abdomen grueso; la mayoría de las especies son de color pardo u oscuro, con bandas pálidas y manchadas con azul, verde o amarillo; los ojos son grandes y están en contacto en la parte superior de la cabeza; el vértex lo integra un tubérculo prominente entre los ocelos. Las hembras tienen un ovipositor, que en la mayoría de las especies les permiten cortar y depositar los huevos en los tejidos de las plantas (Escoto-Moreno, Gonzales, Escoto-Rocha y Marquez, 2013).

Aspectos ecológicos: Habitan cuerpos de agua lénticos y lóticos, por lo general con mucha vegetación. Algunas especies, como *Gynacantha membranalis*, pueden habitar en fitotelmata y prefieren huecos de árboles, en lugar de bromelias, otras especies, como las del género *Anax*, pueden ser importantes plagas en cultivos de peces y camarones. Las ninfas se esconden debajo de la hojarasca del fondo durante el día y por la noche se les puede ver caminando sobre el fondo. La mayor parte de las especies es posible encontrarlas durante todo el año. Sin embargo, las que habitan charcas



GIZ (2018)

temporales suelen ser comunes sólo durante la época lluviosa (Ramírez, 2010).

Distribución: Cosmopolita (Ramírez, 2010).

Orden: Plecóptera

Familia: Perlidae

Género: Anacroneuria

Descripción: Miden de 10 a 30 mm, presentan agallas torácicas en posición ventral, dos cercos, son de color amarillo pálido, pardos, café oscuro y hasta negros, presentan finas branquias en forma de penachos en los segmentos torácicos, y pueden también estar presentes estas branquias en el abdomen, pero en los segmentos 1-2 están ausentes. Las piezas bucales tienen una ranura profunda y la paraglossa se extiende más allá de la glossa (Perlidae, s.f.).

Hábitat: Se encuentran en aguas lólicas, aguas rápidas bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas (Perlidae, s.f.).



GIZ (2018)

Orden: Rhynchobdellida

Familia: Glossiphoniidae

Género: Helobdella

Descripción: Cuerpo aplanado dorso-ventralmente, un par de manchas oculares cefálicas, un anillo que separa los gonoporos y por carecer tanto de micetomas como de órganos esofágicos (Oceguera, 2007).

Aspectos ecológicos: La mayoría de las especies del género se alimentan de invertebrados acuáticos como moluscos y oligoquetos y no existen



GIZ (2018)

representantes hematófagos (Oceguera, 2007).

Distribución: Presentan una distribución mundial con excepción de la Antártica, con la mayor riqueza de especies en América del Sur (Oceguera, 2007).

Orden: Trichoptera

Familia: Hydrobiosidae

Género: *Atopsyche*

Descripción: La cabeza y el tórax de las larvas pueden presentar diferentes coloraciones y patrones de manchas, aparentemente característicos para las distintas especies. La pupa se forma dentro de un capullo de seda de color oscuro, en un refugio de piedritas pegado al sustrato, el primer par de patas está modificado en forma de pinza para agarrar presas (Springer, 2010).

Hábitat: Encuentran en la zona de corriente en ríos y quebradas, son depredadores (Springer, 2010).

Distribución: La familia posee amplia distribución en Suramérica, con más de 20 géneros. *Atopsyche* es el género de más amplia distribución y mayor diversidad, con más de 25 especies en América Central y el Caribe (Springer, 2010).



GIZ (2018)

Orden: Trichoptera
Familia: Hydroptilidae
Género: *Oxyethira*

Descripción: Una particularidad de esta familia es la “hipermetamorfosis”, lo cual quiere decir que las larvas pasan las primeras etapas muy rápido y de vida libre, mientras que el último (cuarto) estadio es el que construye la casita o refugio y su abdomen se engorda (Springer, 2010). Su tamaño es de 2 a 6 mm, larvas son muy variables en su morfología, aunque todas poseen los tres segmentos toracales esclerotizados y carecen de branquias (Springer, 2010).

Hábitat: larvas de Hydroptilidae se encuentran en una gran variedad de hábitats, son especialmente abundantes en paredes de cascadas y en la zona de salpicadura, en rocas grandes en medio de ríos con corrientes fuertes, donde se alimentan de diatomeas y otras algas. También hay algunas especies que habitan lagos y otros ambientes lénticos (Springer, 2010).



GIZ (2018)

Orden: Trichoptera
Familia: Leptoceridae
Género: *Oecetis*

Descripción: larvas de Leptoceridae se distinguen de todas las demás familias portadoras de casas, por sus antenas relativamente largas y bien visibles. Construyen casas en forma de cono (Springer, 2010).

Hábitat: Hábitats tanto lénticos como lóticos, donde se alimentan sobre todo de materia orgánica, aunque muchas son omnívoras. También hay



GIZ (2018)

especies que son raspadoras de algas o depredadoras (Springer, 2010).

Distribución: Cosmopolita (Springer, 2010).

Familia: DugesIIDae

Género: *Girardia*

Descripción: Son pigmentadas, con ojos grandes en el dorso de la zona cefálica, que tiene forma triangular o de espátula (Oscóz, 2009).

Hábitat: Habitan en diferentes tipos de sustratos y de condiciones de corriente, siendo generalmente termófilas. Son predadoras de pequeños invertebrados y pueden tener resistencia a la contaminación orgánica (Oscóz, 2009).



GIZ (2018)

Orden: Unionida

Descripción: Bivalvos exclusivamente de agua dulce, con unas 900 especies. Actualmente muchas de sus especies están en peligro de extinción, ya sea por su recolección para el consumo o la desaparición y contaminación del medio donde viven. Poseen unas conchas nacaradas y con gran cantidad de materia orgánica, de forma que al secarse fácilmente se agrietan. Una característica de este grupo es que sus larvas son parásitas de peces, poseyendo estructuras con forma de dientes que se anclan a las branquias de los peces, donde se alimentan succionando sangre (Taxateca, s.f.).

Hábitat: Normalmente viven enterradas en el fango, pero a poca profundidad ya que sus sifones son cortos (Taxateca, s.f.).



GIZ (2018)

Distribución: Cosmopolita (Taxateca, s.f.).

- **PECES**

En el muestreo realizado en el humedal Las Mellizas estuvo dominada por dos truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), una familia, un orden y una clase (Tabla 3.7.). La especie *Oncorhynchus mykiss* domina y se restringe en alturas superiores a 2000 m, prefiriendo agua oxigenadas y bajas temperaturas (Matthews, 2005; Froese y Pauly, 2005; Anderson y Maldonado-Ocampo, 2010). Este resultado confirmando el patrón de composición íctica reportado para los ecosistemas dulceacuícolas de alta montaña, donde la riqueza es sumamente baja y predomina esta especie (Anderson y Maldonado-Ocampo, 2010).

Tabla 3.7. Composición de la comunidad íctica registrada en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia
Chordata	Actinopterygii	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	2
TOTAL					2

Fuente: GIZ (2018)

Esta especie ha sido introducida en ambientes de alta montaña como consumo alimenticio para las comunidades aledañas (Villalba-Saavedra, 2009). Debido a sus características y sus hábitos alimenticios, esta especie influye en el desplazamiento de especies de peces nativos, reduce las poblaciones, persiste a largo plazo y generan cambios en la estructura de las comunidades de anfibios. La riqueza de las especies de peces nativos como *Trichomycterus*, *Astroblepus* y *Eremophilus* se ven afectados por la incidencia de la población de *O. mykiss* (Diavanera, 2006).

Conclusión: La altitud y la temperatura del agua están favoreciendo la riqueza y el sostenimiento de estas especies invasoras en el humedal Las Mellizas, por otra parte, la incidencia de estos factores físicos y la permanencia de esta especie invasora pueden generar una desaparición considerable sobre los peces nativos.

- **Especies de peces asociadas al Humedal Lagunas Las Mellizas**

Orden: Salmoniformes
Familia: Salmonidae
Género: *Oncorhynchus*
Especie: *O. mykiss*

Descripción: Cuerpo alargado, algo comprimido especialmente en peces más grandes. No hay tubérculos nupciales, pero se producen cambios menores en la cabeza, la boca y el color, especialmente en los machos reproductores. La coloración varía con el hábitat, el tamaño y la condición sexual. Los residentes de aguas corrientes y los reproductores son más oscuros, los colores más intensos. Los residentes de lagos son más ligeros, más brillantes y más plateados. Aleta caudal con 19 rayos. Se diferencia de *Oncorhynchus gorbuscha* al tener los siguientes caracteres únicos: aleta anal con 6-9½ (generalmente 8½) rayos ramificados; 115-130 escamas en la fila mediolateral; 16-17 branquiespinas; machos reproductores que carecen de joroba; juveniles sin marcas de parrillas; franja ancha de color rosa a rojo desde la cabeza hasta la base caudal, excepto en forma de mar; y juveniles con marcas de 5-10 puntos (Froese y Pauly, 2018).

Aspectos ecológicos: Habitan cabeceras frías, arroyos, ríos pequeños a grandes y lagos. Anádromo en arroyos costeros. Abastecido en casi todos los cuerpos de agua como lagos, ríos y arroyos, generalmente no se almacena en agua, alcanzando temperaturas de verano superiores a 25°C o estanques con muy bajas concentraciones de oxígeno. Aliméntese de una variedad de invertebrados acuáticos y terrestres y peces pequeños. En el mar, se alimentan de peces y cefalópodos. Los individuos



GIZ (2018)

maduros emprenden migraciones de desove cortas. Las formas anádromas y lacustres pueden migrar largas distancias a las corrientes de desove (Froese y Pauly, 2018).

Distribución: Originario de la vertiente del Pacífico desde el río Kuskokwim, Alaska hasta (al menos) Río Santa Domingo, Baja California, México; drenaje superior del río Mackenzie (cuenca ártica), Alberta y Columbia Británica en Canadá; cuencas endorreicas del sur de Oregon, EE. UU. Ampliamente introducido en aguas frías en otras partes de América del Norte y el resto del mundo. Pacífico oriental: la península de Kamchatkan y se han registrado desde las Islas Comandante al este de Kamchatka y esporádicamente en el Mar de Ojotsk hasta el sur hasta la desembocadura del río Amur a lo largo del continente. Los registros fuera de Kamchatka probablemente representan la cabeza de acero de Kamchatkan (*penshinensis*) migratoria o desviada en lugar de la población nativa establecida. Varios países informan un impacto ecológico adverso después de la introducción (Froese y Pauly, 2018).

• HERPETOFAUNA

El presente estudio registró únicamente tres especies de anfibios pertenecientes a las familias Bufonidae y Craugastoridae (Tabla 3.8.). Estas familias hacen parte de la fauna representativa de los páramos en Colombia, especialmente Bufonidae siendo de las más comunes (Lynch y Suárez-Mayorga, 2002). Otras investigaciones sobre diversidad de anfibios y reptiles en zonas de páramo han estudiado los ecosistemas lóticos y sus bosques riparios, reportando un número más amplio de especies en dichos ecosistemas de agua corriente, (Méndez-Narváez, 2014) (Tabla 3.9).

Tabla 3.8. Especies de herpetos registradas en el estudio para el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Clase	Orden	Familia	Especie	AB
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Osornophryne percrassa</i>	1
		Craugastoridae	<i>Pristimantis dorsopictus</i>	1
			<i>Pristimantis peraticus</i>	1
1	1	2	3	3

Fuente: GIZ (2018)

Tabla 3.9. Especies de herpetos reportas en literatura, para zonas de páramo en Colombia.

Orden	Familia	Especie
Anura	Hyllidae	<i>Dendropsophus labialis</i>
		<i>Hyloscirtus bogotensis</i>
	Craugastoridae	<i>Pristimantis bogotensis</i>
Squamata	Tropiduridae	<i>Stenocercus trachycephalus</i>
	Colubridae	<i>Atractus crassicaudatus</i>
Caudata	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa adspersa</i>
	Dactyloidae	<i>Anolis heterodermus</i>
		<i>Anadia bogotensis</i>
		<i>Proctoporus striatus</i>
		<i>Riama striata</i>
3	7	10

Fuente: Lynch y Renjifo (2001); Méndez-Narváez (2014)

Los organismos del género *Pristimantis* es común encontrarlos asociados a vegetación de zonas de páramo, algunos autores como Méndez - Narváez, 2014 registran esta especie como la principal y más abundante en páramos de Cundinamarca.

Con respecto a los reptiles, el presente estudio no obtuvo registros en el ecosistema asociado a la Laguna las Mellizas. Sin embargo, en la literatura sobre herpetos en zonas de páramo son reportados algunas especies de reptiles como *Liophis epinephelus*, *Anolis heterodermus*, *Stenocercus trachycephalus*, distribuidos principalmente en páramos de Cundinamarca (Lynch y Suárez-Mayorga, 2002, (Méndez-Narváez, 2014).

- **Especies en categoría UICN.** Se registraron dos especies que se encuentran clasificadas en la categoría vulnerable (VU) (*Osornophryne percrassa* y *Pristimantis dorsopictus*) y una especie en menor preocupación (LC) (*Pristimantis peraticus*) de la IUCN. Se dice sobre estas especies catalogadas como vulnerables, que se debe monitorear su distribución dado que se presenta una disminución continua en la calidad de su hábitat debido al pastoreo de ganado y las actividades agrícolas. Las especies de menor preocupación son abundantes en sus ecosistemas naturales y que actualmente no presentan ningún tipo de amenaza (Tabla 3.10.) (Rueda y Amezquita, 2004; Castro et al, 2010; Martins, 2010).
- **Especies en apéndices CITES.** Ninguna de las especies registradas se encuentra relacionada en los apéndices del CITES (Roda et al., 2003).

Tabla 3.10. Categorías IUCN para las especies de herpetos registradas en el estudio para el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Orden	Familia	Especie	AB	UICN
Anura	Bufonidae	<i>Osornophryne percrassa</i>	1	VU
	Craugastoridae	<i>Pristimantis dorsopictus</i>	1	VU
		<i>Pristimantis peraticus</i>	1	LC
1	2	3	3	

Fuente: GIZ (2018)

- **Aspectos ecológicos:** Los anfibios encontrados en el área de estudio se caracterizan por distribuirse en zonas de páramos y bosque altoandinos, colonizando hábitats asociados a vegetación, pastizales y algunas epífitas. Son especies que hasta el momento no se han reportado para bosques con algún nivel de perturbación ni con intervención antrópica (Lynch et al, 2004).

La literatura menciona que estas especies prefieren los hábitats con alto nivel de humedad para facilitar la ovoposición y el desarrollo directo. En sus hábitos alimenticios se caracterizan por ser generalistas/oportunistas incluyendo dentro de su dieta el consumo de todo tipo de artrópodos, en especial insectos (Vanegas-Guerrero et al., 2016).

Conclusión: Los registros de herpetofauna obtenidos para el humedal Laguna Las Mellizas, corresponden con las especies encontradas en investigaciones previas las cuales se caracterizan por su restringido rango de distribución. La diversidad

de la herpetofauna tiende a disminuir a medida que se gana altura, se estima que por este motivo los registros encontrados fueron pocos, dado que los requerimientos de temperatura para la ovoposición de las especies hacen que solo algunas especies con desarrollo directo logren colonizar la vegetación riparia de las lagunas evaluadas.

- **Especies de herpetofauna asociadas al Humedal Lagunas Las Mellizas**

Orden: Anura

Familia: Bufonidae

Género: *Osornophryne*

Especie: *Osornophryne percrassa*

Nombre común: Sapito de páramo

Descripción: Tamaño pequeño. No presenta glándulas paratoideas, su piel está cubierta de verrugas pequeñas. Presenta una coloración café oscuro a negro, mostrando manchas amarillo-naranja en el vientre. Presenta palmeaduras interdigitales.

Hábitat: Su hábitat natural incluye montanos secos y praderas tropicales o subtropicales a gran altitud (Frost, 2015).

Categoría: Vulnerable (UICN, 2018).

Distribución nacional: Región Central, páramos, subpáramos y bosques altoandinos de la Cordillera Central en los departamentos de Antioquia, Caldas, Quindío y Tolima entre 2700-3700 m (Acosta-Galvis, 2011).



Fuente: GIZ (2018)

Orden: Anura

Familia: Craugastoridae

Género: *Pristimantis*

Especie: *Pristimantis dorsopictus*

Descripción: Se caracteriza por poseer tubérculos prominentes en el parpado, dos franjas oscuras levemente marcadas a lo largo del dorso. Su piel es lisa y el vientre aerolado. Los tubérculos subarticulares son bífidos. Se le encuentra dentro del bosque cantando en perchas superiores al metro, dos o más individuos se pueden encontrar a la vez en exhibición.

Hábitat: Praderas y bosques; habitante del sub-páramo, suele estar activa entre la vegetación en el estrato bajo y se encuentra a menudo en refugios en epífitas en áreas boscosas, pero también puede encontrarse en áreas abiertas. No se ha registrado en bosques alterados o en hábitats antropogénicos (UICN, 2018).

Categoría: Vulnerable (UICN, 2018).

Distribución nacional: Bosques andinos hasta los subpáramos de la vertiente oriental y región Central de la Cordillera Central en los Departamentos de Antioquia, Caldas y Tolima entre los 1800-3100 m (Acosta-Galvis, 2011).



Fuente: GIZ (2018)

Orden: Anura
Familia: Craugastoridae
Género: *Pristimantis*
Especie: *Pristimantis peraticus*
Nombre común: Rana de Tenerife

Descripción: Los machos miden de 15.3 a 18.3 mm y las hembras de 20.7 a 26.0 mm. Se caracteriza por tener pequeños tubérculos cónicos y verrugas planas en los costados del cuerpo, fémur y tarsos. Exhibe coloración café-anaranjado.

Hábitat: Sus hábitats naturales son bosques húmedos tropicales montanos y pastizales de gran altitud (Acosta-Galvis, 2011).

Categoría: Preocupación menor (UICN, 2018).

Distribución nacional: Páramos de la región central de la cordillera Central con registros en los departamentos del Valle del Cauca sobre los 2600-3460 metros sobre el nivel del mar (Acosta-Galvis, 2011).



Fuente: GIZ (2018)

• **AVES**

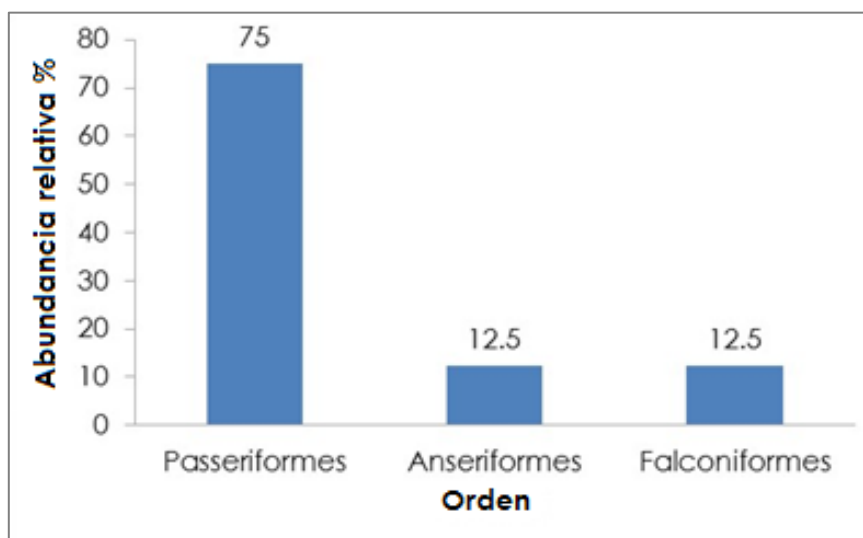
Se registró un total de 20 individuos distribuidos en tres órdenes, ocho familias y diez especies (Tabla 3.11), correspondiendo al 7.14% de las especies registradas en los subpáramos (3200-3600 m) del Tolima (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009) y el 18.5% de las especies registradas en la franja de los 3300 m a los 3400 m del páramo Chilí (Moreno-Palacios y Losada Prado, 2016).

Con base en el número de individuos (13), especies (8) y familias (6) registradas, el orden Passeriformes fue el más abundante (Figura 3.20., y 3.21.). Este resultado se asocia con el hecho de que este orden constituye el más diverso dentro de la clase aves comprendiendo el 60% de la avifauna mundial viviente (Manchado y Peña, 2000), además según autores como Ríos y García (2005) y Tabilo-Valdieso (2006) en zonas tropicales constituye uno de los más ricos debido a su gran radiación adaptativa. Por otro lado, en otros humedales ubicados en zonas altas

del departamento del Tolima como Turbera de Alfombrales (Murillo), Laguna La Linda (Rio Blanco) y Laguna El Meridiano (Herrera), este orden también se registra como el más abundante y diverso, coincidiendo con la información conocida para el trópico.

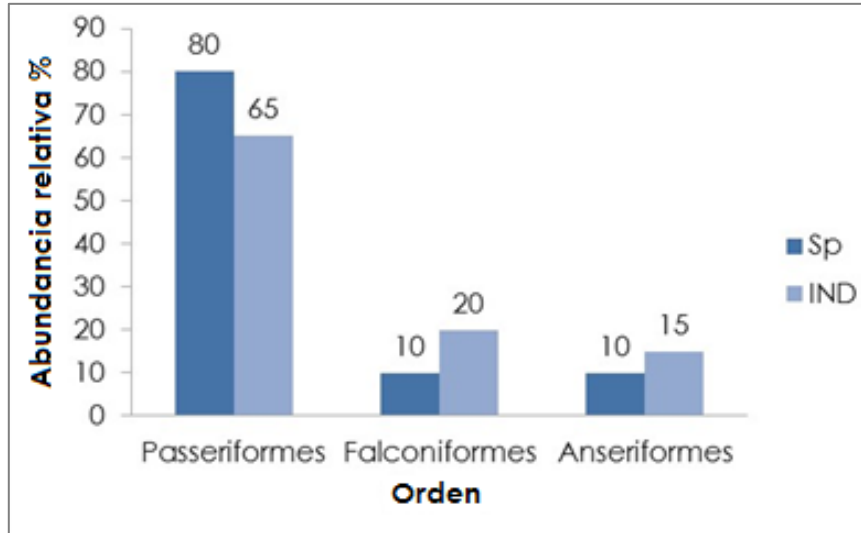
Los demás ordenes presentaron una abundancia relativa de familias, especies e individuos entre el 35% y el 20% (Figura 3.20., y 3.21.), no obstante constituyen órdenes representativos dentro de este tipo de ecosistemas y comúnmente reportados a nivel mundial.

Figura 3.20. Abundancia relativa de familias para cada orden de aves registradas en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

Figura 3.21. Abundancia relativa (AR%) de especies e individuos para cada orden de aves registradas en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

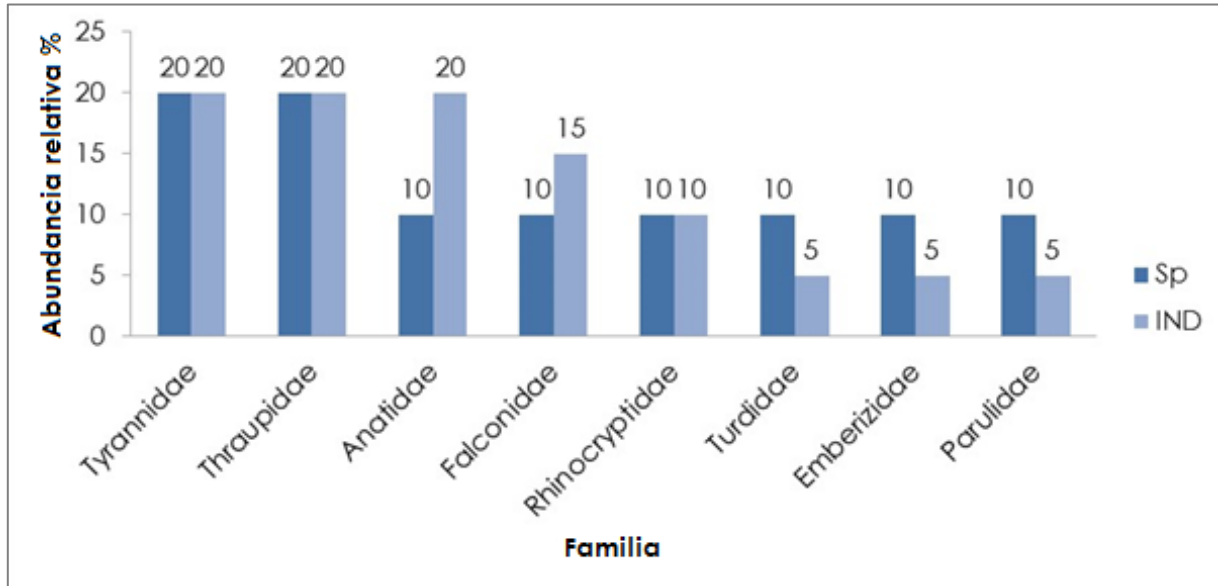
Por otra parte, teniendo en cuenta el número de especies e individuos, la familia más abundante fue Tyrannidae (con cuatro y dos respectivamente) (Figura 3.22.). Según autores como Traylor (1977) y AOU (1998), en el Neotrópico esta familia se encuentran entre las más diversas y abundantes, gracias a que gran parte de sus especies muestran bajos requerimientos de hábitat en términos de cobertura vegetal y dieta, su diversidad y abundancia es alta en territorios intervenidos por el ser humano (Corporación Autónoma Regional de Risaralda y Wildlife Conservation Society, 2012) y ocupan ambientes muy variados, desde las estepas áridas patagónicas hasta los bosques húmedos de la Amazonia y de los Andes (Fjeldså y Krabbe 1990; Ridgely y Tudor 1994).

Con base en el número de especie, la familia Thraupidae fue igual de diversa a Tyrannidae, y esto se atribuye a que presenta características ecológicas, comportamentales y distribuciones similares, además sus especies se caracteriza por tener plumajes brillantes y vistosos, por lo cual son más fácilmente percibidas cuando se emplean los métodos visuales. A nivel de abundancia, las familias Falconidae y Parulidae registraron el mismo número de individuos que Tyrannidae, sin embargo mostraron una menor diversidad.

Nuestros resultados se asimilaran a los obtenidos en otros estudios como el de Lozano (2006) quien reporta que las familias con mayor número de especies en la Reserva Natural Semillas de Agua localizada en la cuenca alta del río Anaime (Cajamarca, Tolima) a 3200-3750 m de altura, fueron Trochilidae, Thraupidae,

Furnariidae, Fringillidae y Tyrannidae; mientras que Molina-Martínez (2002) indicó que en la Reserva Natural Los Yalcones (San Agustín-Huila) localizada a 1900-3900 m de altura, las familias más abundantes correspondieron a Thraupidae, Trochilidae y Tyrannidae.

Figura 3.22. Abundancia relativa de especies e individuos para cada familia de aves registradas en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



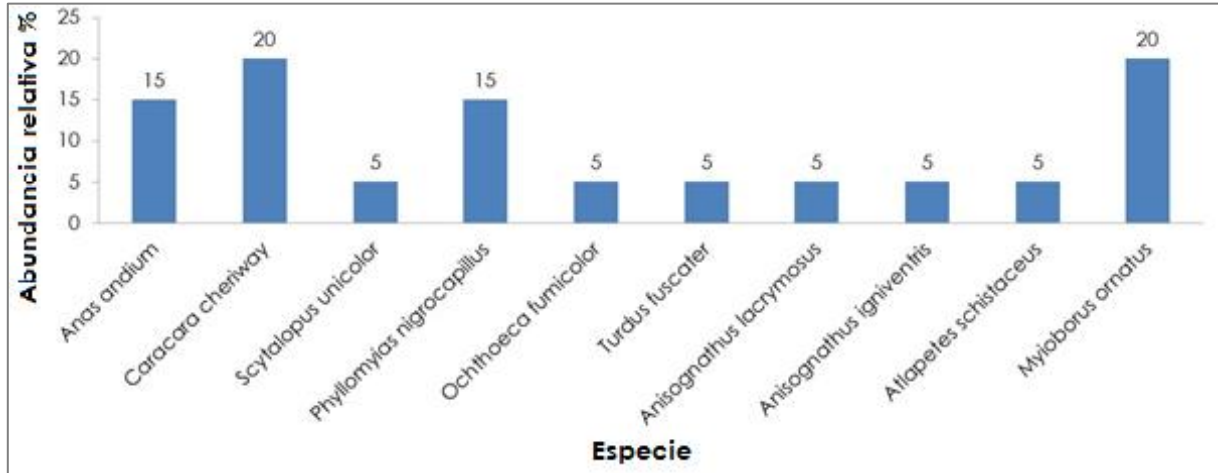
Fuente: GIZ (2018)

Las especies más abundantes fueron *Caracara cheriway* y *Myioborus ornatus* a las cuales corresponden 40% de los registros realizados (Tabla 3.11.) (Figura 3.23.). La abundancia de la especie *C. cheriway* se relaciona con el hecho de que es un ave conspicua en tierras ganaderas (característica propia del área de estudio), la cual presenta una amplia distribución a nivel nacional ocupando principalmente hábitats semiabiertos (Hilty y Brown, 2001). Por su parte, *M. ornatus* se encuentra en las tres cordilleras a altas elevaciones entre 2400-3400 m, siendo muy común en bosques húmedos de alta montaña y en bosques enanos cerca del límite de la vegetación arbórea; se caracteriza por ser un ave conspicua y activa, la cual revolotea y vuela activamente en la parte alta o baja de la vegetación en la periferia de árboles y arbustos por lo cual puede ser fácilmente detectada mediante los métodos de observación (Hilty y Brown, 2001).

Cabe señalar que el bajo número de especies registradas no necesariamente responde al efecto de perturbaciones humanas, ya que los humedales altoandinos se caracterizan por presentar menor número de especies de aves respecto a otros pisos altitudinales (Gil *et al.*, 2010 citado por CARDER y WCS,

2012), esto debido a sus condiciones extremas de temperatura y exposición solar, entre otras características. Además, gracias a estas particularidades estos hábitats poseen una fauna compuesta por especies difícilmente observables en otros ecosistemas como lo son *Anisognathus lacrymosus*, *A. igniventris* y *Atlapietes schistaceus*.

Figura 3.23. Abundancia relativa (AR%) de especies de aves en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

Tabla 3.11. Especies de aves registradas en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima). CE: Categoría ecológica.

Orden	Familia	Especie	AB	CE
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas andium</i>	3	Iva
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	4	III
Passeriformes	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus unicolor</i>	1	Ib
	Tyrannidae	<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	3	Ib
		<i>Ochthoeca fumicolor</i>	1	Ib
	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	1	III
	Thraupidae	<i>Anisognathus lacrymosus</i>	1	II
		<i>Anisognathus igniventris</i>	1	II
	Emberizidae	<i>Atlapietes schistaceus</i>	1	II
	Parulidae	<i>Myioborus ornatus</i>	4	II
3	8	10	20	4

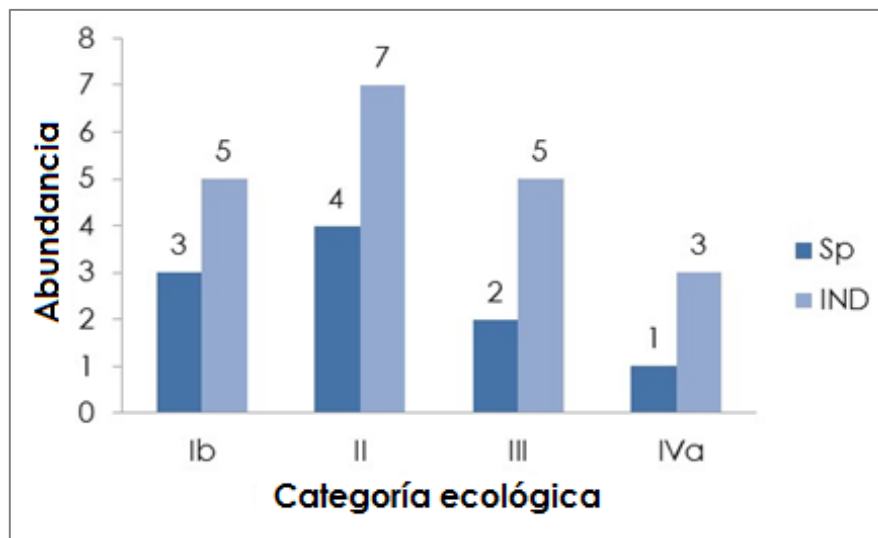
Fuente: GIZ (2018)

Categorías ecológicas. La categoría ecológica más abundante respecto al número de especies e individuos registrados en el Humedal Lagunas Las Mellizas, fue la II (con siete individuos y cuatro especies) la cual corresponde a especies

de bosque secundario o bordes de bosque, cuyo requisito principal es la presencia de árboles y en algunos casos, la sombra debajo de ellos, mas no un tipo de bosque específico (Stiles y Bohorques, 2000).

Seguidamente se encuentra la categoría Ib (con cinco individuos y tres especies), la cuales comprende especies propias de bosque pero que no se encuentran restringidas al bosque primario o poco alterado (Stiles y Bohorques, 2000) (Figura 3.24.).

Figura 3.24. Número de especie e individuos presentes en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima) según su categoría ecológica.



Fuente: GIZ (2018)

Especies de interés.

- **Especies en categoría UICN.** Al revisar los libros rojos de aves de Colombia (Renjifo et al., 2002; Renjifo, et al., 2014) y la lista roja de la UICN (2017) se encontró que ninguna de las especies registradas en el Humedal Lagunas Las Mellizas está consignada en alguna categoría de amenaza, registrándose todas ellas en la categoría de "Preocupación menor" (LC).
- **Especies en apéndices CITES.** Del total de especies reportadas sólo la especie *C. cheriway* se encuentra registrada en el apéndice II del CITES, el cual corresponde a aquellas especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían estarlo si no se controla su comercio (Roda et al., 2003).
- **Especies migratorias.** No se registraron especies migratorias.

- **Especies endémicas.** Teniendo en cuenta la lista de aves endémicas y casi endémicas de Colombia elaborada por Chaparro-Herrera et al. (2013), en el Humedal Lagunas Las Mellizas se registró únicamente la especie *M. ornatus* (casi endémica).

Conclusión. La avifauna registrada en el Humedal Lagunas Las Mellizas, estuvo constituida principalmente por especies de las familias Tyrannidae y Thraupidae, ajuntándose a los reportes existentes para la región Neotropical. Se destaca el registro de una especie CITES y una especie casi endémica.

- **Especies de aves asociadas al Humedal Lagunas Las Mellizas**

Orden: Anseriformes

Familia: Anatidae

Género: Anas

Especie: *Anas andium*

Nombre común: Pato paramuno

Descripción: Mide 38-43 cm; pequeño, pardusco, el macho con plumaje punteado; pico gris azulado, más oscuro encima; cabeza y cuello ante grisáceo claro finamente punteado negro; resto café oscuro encima y con las plumas de margen más claro; espéculo alar verde, más conspicuo en vuelo, bordeado de blanco anteadado posteriormente; partes inferiores blanco anteadado, generalmente punteado conspicuamente (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Residente disperso en pantanos, lagos y terrenos cenagosos y fríos (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2018).

Distribución nacional: Se encuentra desde 2600-4300 m; en la C Central y Oriental desde nevados en Caldas-Quindío S hasta Nariño (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Falconiformes
Familia: Falconidae
Género: *Caracara*
Especie: *Caracara cheriway*
Nombre común: Guaraguaco paramuno

Descripción: Longitud 51-56 cm. Patrón nítido. Alas largas, más estrechas en el extremo, cola larga, redondeada, cresta ensortijada. Piel facial desnuda y arrugada, garganta rojo naranja; pico y patas amarillas. Principalmente negro, pecho ampliamente estriado de blanco; tibias, partes inferiores bajas, supracaudales y extremo de la cola, blancos (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común en sabanas de páramo y otras áreas altas abiertas y con árboles dispersos (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2018).

Distribución nacional: Entre los 3000-4000 m. Desde el S de la Cordillera Central en Cauca hacia el S por Nariño (Hilty y Brown, 2001).



GIZ (2018)

Orden: Passeriformes
Familia: Rhinocryptidae
Género: *Scytalopus*
Especie: *Scytalopus unicolor*
Nombre común: Tapaculo unicolor

Descripción: Mide 13.2 cm de longitud; de color pizarra negruzco uniforme, tiene cola corta y erguida y pico negro, agudo y ligeramente curvado; los inmaduros son por encima café oscuro, por debajo antecado, con rabadilla, flancos y a veces la mayoría de partes superiores

más o menos barradas de negruzco; ojos oscuros (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Cerca del suelo en selva musgosa húmeda y muy húmeda, monte secundario denso y cañadas con matorral denso (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2018).

Distribución nacional: Esta especie se encuentra desde 1700-3300 m, en las tres cordilleras (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Phyllomyias*

Especie: *Phyllomyias nigrocapillus*

Nombre común: Tiranuelo capinegro

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

Hábitat: Poco común a medianamente común en claros, monte abierto y bordes de selva húmeda. A menudo en bosque enano hasta límite de vegetación arbórea (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2018).

Distribución nacional: 1600-3400m. Sierra Nevada de Santa Marta. Cordillera Oriental desde N Norte de Santander S hasta Cundinamarca,

Cordillera Central y Occidental en Antioquia, Valle y Cauca (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Ochthoeca*

Especie: *Ochthoeca fumicolor*

Nombre común: Pitajo ahumado

Descripción: 15 cm de longitud. Cabeza aplanada, pico corto y delgado. Por encima café pálido con superciliar blanquecina larga y ancha; alas y cola negruzcas con dos barras alares rufas; garganta grisácea; resto de partes inferiores ante canela, blanco en centro de abdomen (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común en una variedad de hábitats abiertos, incluyendo especialmente arboles achaparrados y arbustos en bordes de claros y en matorrales dispersos cerca del límite de la vegetación arbórea (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2018).

Distribución nacional: 2500-3600m. Cordillera Oriental S hasta S Cundinamarca; extremo N de Cordillera Occidental y Central en Antioquia; extremo S de la Cordillera Occidental, Cordillera Central desde Caldas hacia el S y ambas vertientes de Nariño (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes
Familia: Turdidae
Género: *Turdus*
Especie: *Turdus fuscater*
Nombre común: Mirla común

Descripción: 33 cm de longitud. Pico y patas naranja. Encima café grisáceo oscuro uniforme con estrecho anillo ocular naranja; alas y cola más oscuras, partes inferiores más pálidas (o más café oliva en general; bajo pecho y abdomen blanquecinos). Individuos más jóvenes pueden no tener anillo ocular naranja y ser más pálidos y moteados de negro y ante (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Muy común en tierras altas abiertas y cultivadas, con setos, potreros de pastos cortos y pendientes enmalezadas; a veces en parches aislados de arbustos o *Polylepis* arriba del límite de vegetación arbórea (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2018).

Distribución nacional: 1400- 4100 m (raramente menos de 2000 m). Sierra Nevada de Santa Marta; Serranía de Perijá; Cordillera Oriental desde Norte de Santander S por lo menos hasta Cundinamarca; parte N de Cordillera Occidental en Antioquia; resto de Cordillera Occidental, toda la Cordillera Central hasta ambas vertientes en Nariño. NW Venezuela S por los Andes hasta Bolivia (Hilty y Brown, 2001).



GIZ (2018)

Orden: Passeriformes
Familia: Thraupidae
Género: *Anisognathus*
Especie: *Anisognathus lacrymosus*

Nombre común: Clarinero lacrimoso

Descripción: Mide 18.5 cm de longitud; encima es pizarra, más negro en la coronilla y lados de la cabeza; pequeño punto subocular y extenso parche post-auricular amarillos; rabadilla azul oscuro; alas y cola con márgenes inconspicuos azul purpúreo; todas las partes inferiores amarillo mostaza intensa (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común en bordes de selva húmeda, especialmente bosque enano de zona templada (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2018).

Distribución nacional: Esta especie se encuentra desde 2000-3800 m; en el extremo N de la C Occidental y Central S hasta Quindío, vertiente E de C Occidental en Valle y ambas vertientes del Cauca y Huila S hasta E y W Nariño (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Anisognathus*

Especie: *Anisognathus igniventris*

Nombre común: Clarinero escaflata

Descripción: Mide 19 cm, principalmente negro intenso con bajo pecho y abdomen escaflata; parche triangular escaflata en auriculares; hombros y rabadilla azul celeste; área perianal escaflata y negro (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Usualmente común en setos, claros y potreros con árboles o arbustos dispersos y en parches remanentes de bosque enano y arbustos cerca de límite de

vegetación arbórea (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2018).

Distribución nacional: Se encuentra desde 2400-3400 m; en la C Oriental S hasta área de Bogotá, Cundinamarca; C Central desde Caldas S hasta Nariño (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Emberizidae

Género: *Atlapetes*

Especie: *Atlapetes schistaceus*

Nombre común: Atlapetes pizarra

Descripción: 18 cm de longitud. Coronilla castaña; resto encima gris pizarra, más negro en la cabeza; pequeño espéculo alar blanco; amplio bigote blanco estrechamente bordeado de negro por debajo; garganta media y abdomen blanquecino, resto de partes inferiores gris (Hilty y Brown 2001).

Hábitat: Común en arbustos y matorrales en bordes de selva, sotobosque de selva húmeda y bosque enano y matorral hasta el límite de la vegetación arbórea (Hilty y Brown 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2018).

Distribución nacional: 1900-3700 m. Serranía de Perijá; extremo N de la Cordillera Oriental en S Norte de Santander, NE de Santander y vertiente E en N Boyacá; SW de Boyacá y Cundinamarca S en Cordillera Oriental, Cordillera Central y Cordillera Occidental S hasta Nariño (Hilty y Brown 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Parulidae

Género: *Myioborus*

Especie: *Myioborus ornatus*

Nombre común: Abanico cariblanco

Descripción: 14cm de longitud. Parte anterior de la cabeza y todas las partes inferiores amarillo brillante; parte anterior de la cara teñida naranja, parte posterior de la cabeza negruzca; pequeña medialuna blanca en auriculares; espalda y alas gris oliváceo; cola negra, rectrices laterales blancas conspicuas (Hilty y Brown 2001).

Hábitat: Común en selva, bordes y bosque enano cerca del límite de la vegetación arbórea (Hilty y Brown 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2018).

Distribución nacional: 1800-3400m. Cordillera Oriental S de Bogotá; Cordillera Oriental en W Caquetá; Cordillera Occidental y Cordillera Central S hasta S Cauca; N de Nariño (Hilty y Brown 2001).

• MAMÍFEROS

Empleando la metodología de indicio de rastros (huellas y heces), se registraron dos especies de mamíferos (*Procyon cancrivorus* y *Sylvilagus brasiliensis*) (Tabla 3.12.). No obstante la comunidad informó sobre la presencia de otras siete especies de mamíferos terrestres (*Cercopithecus thous*, *Procyon cancrivorus*, *Nasua nasua*, *Dasyurus novemcinctus*, *Didelphis pernigra*, *Sylvilagus brasiliensis* y *Notosciurus granatensis*) las cuales se distribuyen en cinco órdenes y seis familias.

No se presentaron registros de pequeños mamíferos voladores, resultados similares a los obtenidos en los humedales Laguna el Meridiano (Herrera), Laguna la Linda (Río Blanco) y Turbera de Alfombrales (Murillo) en el departamento del

Tolima, los cuales fueron muestreados por CORTOLIMA y la Universidad del Tolima en el año 2016, con el fin de realizar sus respectivos planes de manejos.

La baja o nula presencia de quirópteros en estos ambientes alto andinos pueden relacionarse con las bajas temperaturas y mayores altitudes, como se ve descrito por Santos-Moreno, Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2005), quienes evidencian una relación inversa entre la riqueza de especies y la elevación.

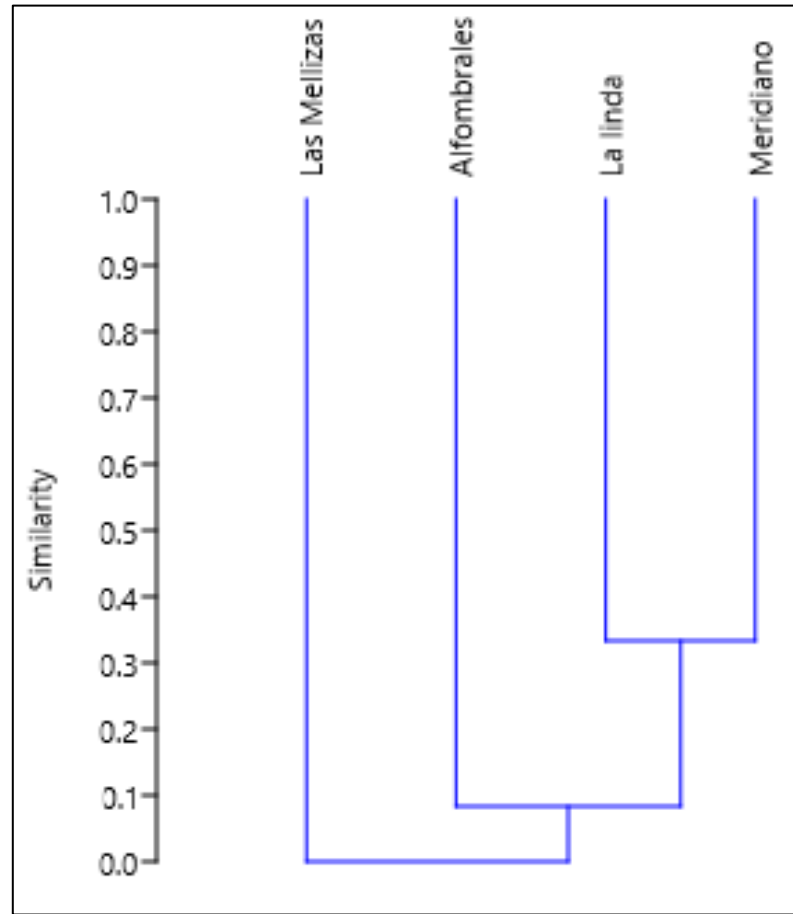
Tabla 3.12. Especies registradas en Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Clase	Orden	Familia	Especie
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>
	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>
TOTAL	2	2	2

Fuente: GIZ (2018)

Como se mencionó previamente, *Procyon cancrivorus* y *Sylvilagus brasiliensis* fueron los únicos mamíferos registrados en el Humedal Lagunas Las Mellizas, presentando el primero de ellos una distribución altitudinal hasta los 2350 m y el segundo hasta los 3800 m (Solari, et al., 2013). En comparación con otros humedales del departamento localizados a altura similares (Laguna el Meridiano, Laguna la Linda y Turbera de Alfombrales), la composición de especies reportadas para el Humedal Lagunas Las Mellizas difiere significativamente, ya que no presenta ninguna especie compartida, mientras el humedal Turbera de Alfombrales presenta un 10% de similitud con La Linda y el Meridiano, así mismo estos dos últimos humedales son las lagunas que más similitud presentan entre sí con un valor del 30%, evidenciando la variabilidad que pueden presentar los ecosistemas con respecto a su mastofauna (Figura 3.25).

Figura 3.25. Análisis de similitud entre diferentes humedales de zonas altas La Linda, El Meridiano, Turbera de Alfombrales y Las Mellizas.



Fuente: GIZ (2018)

El bajo registro de individuos con la técnica de foto trampeo puede relacionarse directamente al esfuerzo de muestreo empleado, debido a que el tiempo apropiado para este método es superior a diez días en campo, por lo cual los muestreos rápidos solo pueden medir presencia, pero no ausencia con certidumbre (Díaz y Payan, 2012).

Por medio de encuestas a la comunidad se presume la presencia de siete especies de mamíferos (*Cerdocyon thous*, *Procyon cancrivorus*, *Nasua nasua*, *Dasypus novemcinctus*, *Didelphis pernigra*, *Sylvilagus brasiliensis* y *Notosciurus granatensis*) distribuidos en cinco ordenes: Carnivora, Cingulata, Didelphimorphia, Lagomorpha y Rodentia, los cuales fueron verificadas según el listado de Solari et al (2013) y según lo reportado anteriormente en sistemas alto andinos (Medina, Macana y Sánchez, 2015; CORTOLIMA, 2016a, CORTOLIMA, 2016b, CORTOLIMA, 2016c) (Tabla 3.13.).

Tabla 3.13. Especies de mamíferos reportadas por medio de encuestas a la comunidad presente en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Clase	Orden	Familia	Especie
Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>
		Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>
			<i>Nasua nasua</i>
	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>
	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>
	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>
	Rodentia	Sciuridae	<i>Notosciurus granatensis</i>
TOTAL	5	6	7

Fuente: GIZ (2018)

Especies de interés

- **Especies en categoría de amenaza.** Todas las especies colectadas, observadas o descritas por la población se encuentran en la categoría Least Concern (preocupación menor) en los listados de la IUCN, constituyendo taxones generalizados y abundantes dentro del país y a nivel global (Tabla 3.14).
- **Especies en apéndices CITES.** De las especies reportadas por la comunidad *Cerdocyon thous* y *Nasua nasua*, se encuentran en el apéndice II y III de CITES respectivamente. El apéndice II corresponde a las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio, mientras que el apéndice III sólo autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies con previa presentación de los permisos o certificados apropiados (CITES, 2018). Las demás especies registradas en campo y reportadas por la población aún no se encuentran evaluadas por el CITES (Tabla 3.6.3).

Tabla 3.14. Especies de mamíferos registrados en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima). Categoría UICN: categoría de amenaza preocupación menor (LC).

Orden	Familia	Especie	Apéndice CITES	Categoría UICN
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	II	LC
	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	No evaluado	LC
		<i>Nasua nasua</i>	III	LC
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	No evaluado	LC
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	No evaluado	LC
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	No evaluado	LC
Rodentia	Sciuridae	<i>Notosciurus granatensis</i>	No evaluado	LC
5	6	7	2	1

Fuente: GIZ (2018).

Conclusión: Los mamíferos presentes en el Humedal Lagunas Las Mellizas no se encuentran registrados dentro de alguna de las categoría de amenaza establecidas por la UICN lo cual su presencia no requiere una atención especial. Se recomienda aumentar el tiempo de muestreo dentro del humedal para poder caracterizar la mastofauna de forma más certera y completa.

• **Especies de mamíferos asociadas al Humedal Lagunas Las Mellizas**

Orden: Lagomorpha

Familia: Leporidae

Género: *Sylvilagus*

Especie: *Sylvilagus brasiliensis*

Nombre común: Conejo sabanero, tapeti.

Descripción: Longitud cabeza-cuerpo 268-400 mm; longitud cola 10-35 mm; longitud pata 63-92 mm; longitud oreja 39-61 mm. Cuerpo robusto y cabeza redonda. Es de color oscuro, jaspeado de negro y apariencia leonada, la zona ventral blancuzca. Cola corta



GIZ (2018)

marrón en el dorso y la parte ventral más pálida. Tiene una tenue mancha naranja en el cuello detrás de las orejas las cuales son de color marrón.

Hábitat: Viven en bosques secos, bosques de galería y bordes de bosques (IUCN, 2018).

Categoría: Preocupación menor (LC) (IUCN, 2018).

Distribución nacional: Se encuentra en las regiones Andina, Caribe y Pacífica entre los 0 hasta 3800 m (Solari et al, 2013).

Orden: Carnívora

Familia: Procyonidae

Género: *Procyon*

Especie: *Procyon cancrivorus*

Nombre común: Mapache

Descripción: su cara es blancuzca con un antifaz negro sobre los ojos; cola negra con anillos blanco-amarillentos; patas y manos de apariencia desnuda, con dedos terminados en garra. Miden de 23 a 30 cm de altura, la longitud del cuerpo con la cabeza es de 42 a 70 cm y la de la cola de 20 a 41 cm. Pesar hasta 15 kg (IUCN, 2018).

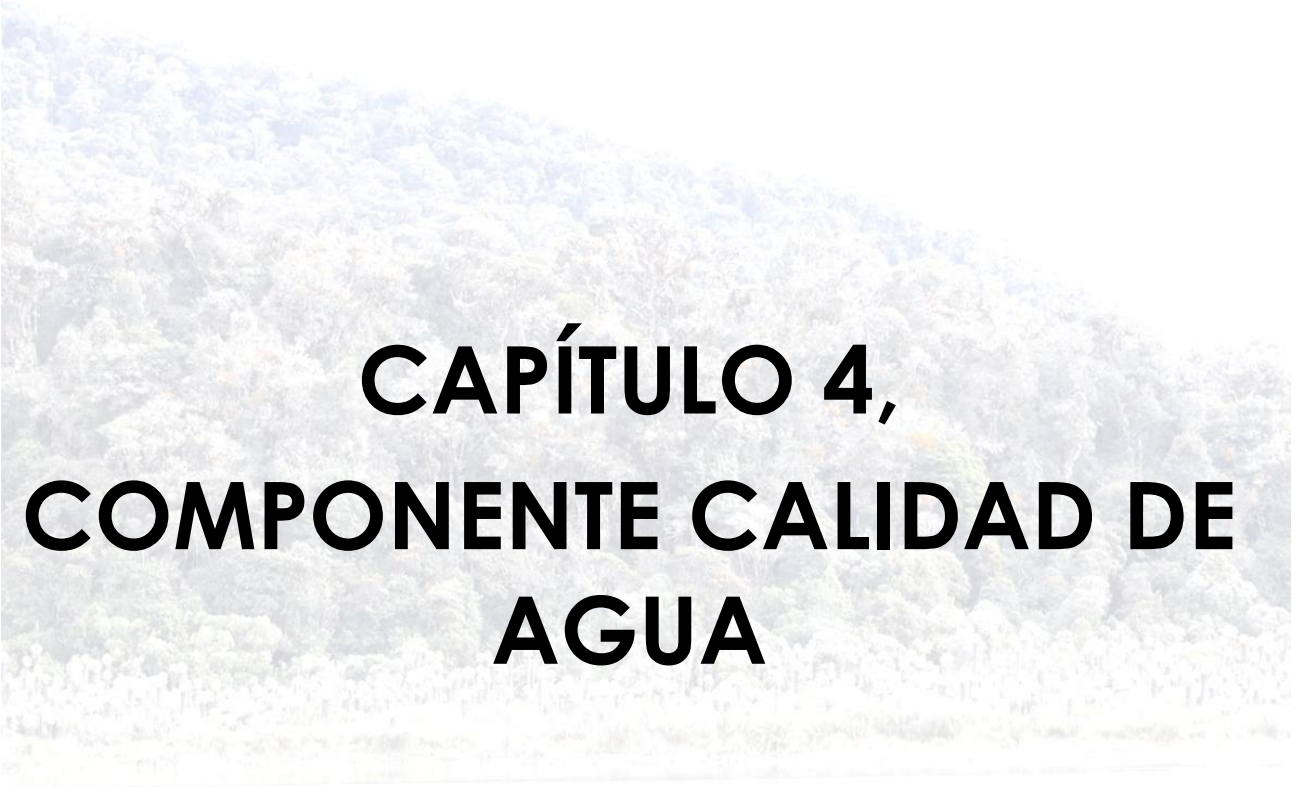
Hábitat: se encuentra en los llanos, bosques perennes y en los bosques andinos (IUCN, 2018).

Categoría: Preocupación menor (LC) (IUCN, 2018).

Distribución nacional: 0-2350m (Solari et al, 2013).



GIZ (2018)



CAPÍTULO 4, COMPONENTE CALIDAD DE AGUA

4. COMPONENTE CALIDAD DE 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, Correa y 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 et al., 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 y 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 y 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 y 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 cinco días a 20°C. En general, el principal factor de consumo de oxígeno libre es la oxidación de la materia orgánica por respiración a causa de microorganismos descomponedores (bacterias heterotróficas aeróbicas) (Roldán y Ramírez, 2008).
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Es el parámetro analítico de contaminación que mide el contenido de materia orgánica en una muestra de agua mediante oxidación química. Permite determinar las condiciones de biodegradabilidad, así como la eficacia de las plantas de tratamiento (Roldán y Ramírez, 2008).

- **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 y 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 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 (Roldan y 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 (Metcalf y Heddy, 1981).
- **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 y 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).

4.2. METODOLOGÍA

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

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

- **Métodos de laboratorio.** Se evaluaron las variables fisicoquímicas y bacteriológicas como: pH, acidez, conductividad eléctrica, turbidez, oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, sólidos totales, sólidos

suspendidos, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), nitratos, nitritos, fosfatos, fósforo total, cobre, hierro, color, coliformes totales y coliformes fecales, empleando la metodología propuesta por la American Public Health Association (Greenberg, Clesceri y Eaton, 1992) (Tabla 4.1.).

Tabla 4.1. Variables fisicoquímicas y bacteriológicas evaluadas en Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO ANALÍTICO
Ph	0-14	Potenciométrico/pHMétrico
Acidez	mg CaCO ₃ /L	Electrodo selectivo/Neutralización
Conductividad	μS/cm	Potenciométrico/Conductimétrico
Turbidez	UNF	Potenciométrico/Oximétrico
Color	mg/L Pt/Co	Espectrotométrico/UV-Vis
Oxígeno disuelto	mg/L	Potenciométrico/Oximétrico
Saturación de Oxígeno	%	Potenciométrico/Oximétrico
Sólidos Totales	mg/L	Gavimétrico/Evaporación
Sólidos Suspendidos	mg/L	Espectrotométrico/UV-Vis
DBO	mg/L	Winkler 5 días
DQO	mg/L	Espectrotométrico/Vis
Nitratos	mg NO ₃ ⁻ /L	Espectrotométrico/UV
Nitritos	mg/L	Espectrotométrico/Vis
Hierro	mg/L	Espectrotométrico/AA
Cobre	mg/L	Espectrotométrico/AA
Fosfatos	mg PO ₄ ⁻ ₃ /L	Espectrotométrico/Vis
Fósforo Total	Mg P/L	Espectrotométrico/Vis
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	Filtración por membrana
Coliformes Totales	UFC/100 ml	Filtración por membrana

Fuente: GIZ (2018)

4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **Caracterización fisicoquímica en los muestreos.** Los valores de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados se registran en la tabla 4.2. El pH osciló entre 6.88 y 7.24 unidades, constituyen datos apropiados para la subsistencia de una gran variedad de especies, debido a que los organismos acuático se establecen principalmente en aguas con un pH relativamente neutro (6.5 a 8.5) (Esteves, 1999; Roldan y Ramírez, 2008), pues valores inferiores producen limitaciones en su desarrollo y fisiología (Chapman, 1996; Pérez-Castillo y Rodríguez, 2008).

La conductividad eléctrica presentó valores entre 18.3 y 21.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$; este rango ha sido registrado en lagos oligotróficos de alta montaña en la región tropical (Roldán y Ramírez, 2008), no obstante representan valores bajos en comparación con datos reportados para otros humedales del departamento del Tolima ubicados en altura similares (Laguna el Meridiano- Herrera: 27.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$; Laguna La Linda- Río Blanco: 33.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$), lo cual indica un nivel de mineralización muy bajo y menor presencia de iones disueltos en el agua.

Los sólidos totales presentaron valores entre 64 y 114 mg/L, mientras que la concentración de sólidos suspendidos osciló entre los 28 y 35 mg/L. Así mismo, los valores de turbidez presentaron valores bajos (entre 0.91 y 14.6 UNF) en las dos lagunas, lo cual facilita la entrada de luz en el cuerpo de agua, e incide directamente en la producción primaria y el flujo de energía dentro del ecosistema (Roldan y Ramírez, 2008).

El valor de oxígeno disuelto estuvo entre 4.76 y 5.37 mg/L en las lagunas. Estos valores se debe principalmente a la baja temperatura presentada en los humedales de alta montaña (Roldan y Ramírez, 2008). Además, estos valores altos pueden relacionarse con la baja turbidez que presenta el humedal, la cual facilita el paso de los rayos solares permitiendo la fotosíntesis de los productores primarios que viven en suspensión en las lagunas (por ejemplo, el fitoplancton) (Alarcón-Pérez y Ñique-Álvarez, 2016).

La saturación de oxígeno alcanzó valores de 71.5% y 65.9%, mientras su demanda bioquímica (DBO_5) presentó un valor de 1.2 y 1.41 mg/L, y su demanda química (DQO) fue de 179.3 y 236 mg/L. Estos valores reflejan una baja carga de materia orgánica en las lagunas, además los altos niveles de oxígeno favorecen notablemente el desarrollo de las comunidades acuáticas (Roldán y Ramírez, 2008).

Por otra parte respecto a los nutrientes, el humedal lagunas Las Mellizas registró un valor de fosfatos con 0.2 y 0.3 mg/L (bajo), de nitratos de <0.04 mg/L y de

fosforo total de 0.11 y 0.5 mg/L. Según Chapman (1996), el ion nitrato en condiciones naturales rara vez excede de 0.45 mg/L, lo cual refleja que las lagunas evaluadas no se encuentran sometidas a descargas provenientes de efluentes industriales o de aguas negras. Además, teniendo en cuenta que el humedal lagunas Las Mellizas no presenta conexiones de redes de alcantarillado que puedan aportar aguas residuales al sistema, es posible que la presencia de nutrientes (nitrógeno y fósforo) esté dada por la escorrentía -la cual implica el lavado y transporte de los nutrientes presentes en el suelo circundante hasta el humedal (Romero, 2009)-, o por la descomposición de la materia orgánica nitrogenada, proveniente de la descomposición natural de microorganismos, las proteínas de las plantas, animales y excretas (Pacheco y Cabrera, 2003; Gómez, et al., 2014).

Los cloruros se expresan en gran parte en salinidad (cloruro de sodio), estos valores estuvieron en 4.56 y 8.13 mg/L, este cuerpo de agua registró una salinidad moderadamente baja (Roldan y Ramírez, 2008). Por su parte los valores de alcalinidad fueron de 8 y 7 mg de CaCO_3/L .

Respecto a las variables bacteriológicas, los coliformes totales presentaron valores entre 2000 y 8000 UFC/100 ml, y mientras que los coliformes fecales mostraron valores entre 100 y 700 UFC/100 ml. Estos valores se consideran bajos para humedales de alta montaña y se relacionan con la baja intervención agropecuaria en las cercanías de las lagunas.

Tabla 4.2. Valores de las variables fisicoquímicas y bacteriológicas evaluadas en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Parámetros fisicoquímicos	Valores	
	Laguna 1	Laguna 2
pH	7.24	6.88
Alcalinidad	8	7
C.E.	21.3	18.3
Turbidez	0.91	14.6
Oxi. disuelto	5.37	4.76
% Sat. Oxi.	71.5	65.9
S. Totales	64	114

S. Suspen	28	35
DBO	1.41	1.2
DQO	179.3	236
Nitra	0.04	0.04
Fosfa	0.2	0.3
F. Total	0.11	0.5
Cloruros	4.56	8.13
C. fecales	700	100
C. totales	8000	2000

Fuente: GIZ (2018)

El índice de calidad de agua ICA señala que el humedal lagunas Las Mellizas registró una calidad buena (Tabla 4.3.), esto evidencia la poca intervención antrópica en la zona aledaña.

Tabla 4.3. Índice de Calidad de Agua (ICA) para el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Humedal	ICA	Calidad
Laguna 1	87	BUENA
Laguna 2	82	BUENA

Fuente: GIZ (2018)



CAPÍTULO 5, COMPONENTES SOCIAL Y ECONÓMICO

5. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

5.1. METODOLOGÍA

El componente Socioeconómico del Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles, se fundamentó en un proceso de participación activa, contando con la colaboración de los habitantes de los predios que colindan con el humedal. Estos contactos se establecieron por medio de la identificación de los actores relevantes que tienen algún tipo de interés frente al manejo, preservación y/o la utilización del humedal.

Para la construcción del capítulo socioeconómico se aplicó una metodología que combina análisis cuantitativo y cualitativo. Este enfoque procura por un lado, dar un carácter marcadamente participativo a la identificación y análisis de las relaciones socioeconómicas tejidas en torno al humedal y por otro lado, permite evidenciar las formas en que el humedal ha sido un condicionante de las dinámicas e interrelaciones socioeconómicas de las personas o comunidades que hacen uso de él o que tienen algún tipo de relación con el mismo. Partiendo de esto, se tiene como objetivo la construcción colectiva de conocimiento, que permita empoderar a los individuos o grupos poblacionales relevantes frente a la conservación y el manejo sostenible de este tipo de ecosistemas acuáticos.

Un proceso como el que aquí se propone, lleva implícita la necesidad de devolver el conocimiento producido a la comunidad, que a partir de entonces y con el apoyo de la autoridad ambiental, pasa a ser el actor principal para el manejo y la preservación de ecosistemas estratégicos como los humedales. Bajo estos preceptos, la identificación, análisis y construcción del componente socioeconómico del Humedal Lagunas Las Mellizas se basó en la aplicación de cuatro instrumentos:

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

Línea de Tiempo: Esta estrategia va enfocada a rescatar la historia del humedal a partir de las vivencias de las personas que tienen algún tipo de injerencia en él; además, en el marco del trabajo grupal se pretende establecer una serie de lazos que permitan fortalecer la identidad socio-espacial frente al humedal y que

desemboque en iniciativas grupales de conservación. En su desarrollo, la línea de tiempo pasa por identificar los acontecimientos más importantes que tienen relación con el humedal a lo largo del tiempo, en tal sentido, no se trata de un estricto listado cronológico sino de una aproximación geo-histórica al humedal, que parte de información obtenida de varias personas que no siempre concuerdan en sus versiones (Observatorio Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible -CIMAS-, 2009).

Entrevista Individual semi-estructurada: Parte de identificar individualmente a las personas que tienen gran relevancia respecto al manejo del humedal, una vez identificadas, se procede a establecer el contacto y coordinar una entrevista que parte de un guion general con los temas importantes pero que no se ciñe de manera estricta a un cuestionario o encuesta, las preguntas son abiertas y los temas se van enlazando en su desarrollo. La entrevista aborda temas que surgen de la conversación entre el profesional y el actor relevante, y que puede que no se hubiesen considerado previamente; en términos generales va orientada a obtener información sobre el tema específico que se aborda, las posiciones y estrategias de los actores, la relación con otros actores, entre otros (Marradi et al., 2007).

Cartografía social: La cartografía social es una técnica de trabajo con comunidades que se constituye a la vez como una herramienta para fortalecer la cohesión de los grupos humanos y la construcción colectiva de conocimientos frente al territorio y las maneras en que este se va construyendo a través de la apropiación simbólica e instrumental del espacio; consiste en la realización de mapas poco rígidos frente a los parámetros técnicos, recurriendo por el contrario a convenciones flexibles y a trazos poco detallados que sin embargo logran representar el territorio más allá de los aspectos físicos, expresando gráficamente dinámicas sociales, económicas, políticas y culturales que hacen parte indisoluble de los espacios en donde se desarrollan y que dejan su huella en el paisaje (López, 2012).

Frente a los humedales, la técnica de la Cartografía social permite reconocer y analizar las formas en que estos ecosistemas se convierten en actores determinantes del desarrollo local y las relaciones que se van tejiendo con los pobladores de las zonas aledañas, las cuales, de diversas maneras, inciden en las posibilidades de conservación y aprovechamiento sostenible de los humedales.

5.2. CONTEXTO POLÍTICO ADMINISTRATIVO DEL HUMEDAL

5.2.1. Municipio de Roncesvalles. El municipio de Roncesvalles se localiza al occidente del departamento del Tolima, colindando al norte con los municipios de Rovira y Cajamarca; al sur con el municipio de Chaparral; al oriente con el municipio de San Antonio y al occidente con los departamentos del Valle del Cauca y Quindío.

Roncesvalles posee una superficie de 765 Km², de los cuales la mayoría corresponde al área rural del municipio (99.95%), en esta zona se encuentran ubicados el centro poblado el Cedro y 25 veredas. Por otra parte, el área urbana del municipio a pesar de ser muy inferior en extensión cuenta con tres comunas conformadas por once barrios (Gobernación del Tolima, Roncesvalles en cifras 2000 - 2010, 2010) (Tabla 5.1.).

Tabla 5.2. Superficie del municipio de Roncesvalles.

Área	Km2	%
Urbana	0.38	0.05
Rural	765.01	99.95
TOTAL	765.39	100

Fuente: Gobernación del Tolima 2000 – 2010.

De acuerdo a las proyecciones poblacionales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-, para el año 2018 el municipio de Roncesvalles cuenta con 6.352 habitantes, de los cuales el 22% se ubican en el área urbana y el 78% en el área rural (Tabla 5.2.).

Tabla 5.2. Población de Roncesvalles por área 2018.

Año	Área Urbana		Área Rural		Total	
	No. de habitantes	%	No. de habitantes	%	No. de habitantes	%
2018	1.398	22	4.954	78	6.352	100

Fuente: DANE 2018

5.2.2. Historia del humedal. Antes de la llegada al territorio de Roncesvalles por parte del conquistador español Diego Fernández de Bocanegra en 1584, ya existía allí una importante presencia de indígenas Brunies y Bulires de la raza Pijao que databa de varios siglos atrás; aunque algunas investigaciones hablaban de un poblamiento inicial hacia el holoceno medio, las investigaciones realizadas por Salgado (1998) han permitido establecer que los primeros pobladores de la región estuvieron allí desde el holoceno temprano (X milenio a.p.) y finales del pleistoceno (XIII milenio a.p.) (p.114).

El asentamiento de grupos agrícolas y cerámicos iniciaría durante el primer milenio antes de Cristo, con una fuerte presencia a partir del siglo IV d.C.; sus pautas de asentamiento se caracterizaron por la presencia de tambos para establecer viviendas dispersas sobre laderas y plataformas artificiales unidas a través de senderos.

Según Salgado (1998) “Los diferentes pasos naturales, entre la cordillera Central y los valles del Cauca y Magdalena, siempre facilitaron la comunicación y el intercambio de ciertos productos y especialmente de un pensamiento simbólico que unificó las distintas áreas culturales del suroccidente” (p. 113), por tal razón se registran elementos cerámicos foráneos que indican intercambios con otras regiones.

Hacia principios del siglo XX Roncesvalles se había convertido en un lugar de paso y descanso principalmente para arrieros provenientes de Chaparral y otros lugares aledaños, por lo que se establecerían allí algunas tiendas y fondas; ante el constante flujo y llegada de colonos provenientes de Boyacá, Tolima, Valle y el eje cafetero en los años subsiguientes, en mayo de 1944 sería erigido como municipio.

En los años siguientes se presentaría una importante concentración de tierras para ganadería y en menor medida se presenta una agricultura en minifundio; entre finales de los setenta e inicios de los ochenta el Instituto Colombiano de Reforma Agraria (INCORA) adquiere algunos predios en la zona y de la mano avanza en crecimiento poblacional, el incremento del café y una ganadería menos extensiva.

Durante los años noventa se logra dar impulso a la vía al Quindío y la electrificación de algunas veredas, todo ello con el apoyo del comité de cafeteros. El acontecimiento más importante durante las décadas siguientes ha sido la instalación de la central hidroeléctrica Cucuana que generará 50 megavatios por hora y que se encuentra a cargo de la Empresa de Energía del Pacífico (Epsa), filial de Celsia (Grupo Argos).

En la actualidad avanza una fuerte oposición a otro tipo de proyectos de este tipo por parte de la comunidad, tal es el caso del proyecto de construcción de hidroeléctrica en el río Chilí, pues inclusive su alcalde actual se ha opuesto a la licencia ambiental otorgada a la empresa Generadora Unión S.A.S por los impactos ambientales y sociales de la obra sobre la comunidad del páramo de Chilí, en el cual se encuentra ubicado el Humedal Lagunas Las Mellizas.

También recientemente ha sido importante el interés de varias multinacionales por la extracción de minerales y la construcción de hidroeléctricas en zona de

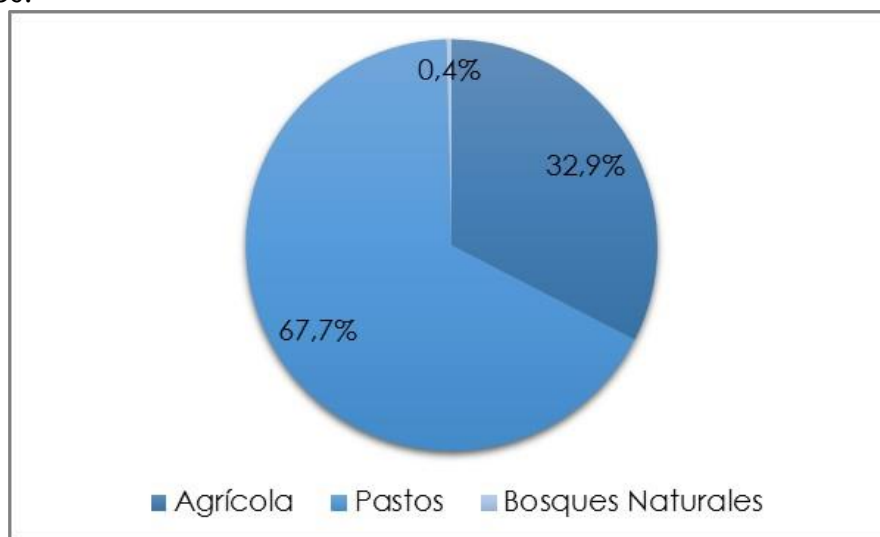
páramo, por tal razón, se viene promoviendo una consulta popular para frenar este tipo de actividades, pues ya han sido concesionadas 33.000 hectáreas para minería y 17.000 más están por concesionar, el 60.9% de Roncesvalles se encuentra con títulos mineros concedidos o solicitados.

Como acontecimiento importante de preservación ambiental, se resalta la delimitación en 2016 del páramo Chilí-Barragán con jurisdicción en los departamentos de Tolima, Quindío y Valle del Cauca, el cual beneficia actualmente a unos 3.198.439 habitantes y del cual también se han logrado beneficiar algunas personas por medio del programa Banco 2 de estímulos de pago por servicios ambientales.

5.3. CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA

5.3.1. Uso del suelo, Área de Influencia Indirecta (AII). El municipio de Roncesvalles se caracteriza por tener una vocación ganadera, ya que una parte considerable del suelo del municipio está destinado a dicha actividad económica (Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-) (Figura 5.1.).

Figura 5.2. Distribución porcentual del uso del suelo del municipio de Roncesvalles.



Fuente: Sistema de Consulta de Indicadores del Tercer Censo Nacional Agropecuario -DANE-.

En cuanto a la agricultura, dentro de los cultivos más representativos de la región se encuentran: el café, lulo, mora, papa, tomate de árbol, entre otros. Relacionado a lo anterior y de acuerdo con los datos reportados por el Ministerio

de Agricultura, se evidencia que para el periodo comprendido entre los años 2011 y 2016, los cultivos que presentaron el mayor aumento del área cosechada fueron los cultivos de papa, mora, lulo, con un incremento de 528%, 443% y 146% respectivamente (Ministerio de Agricultura, s.f.).

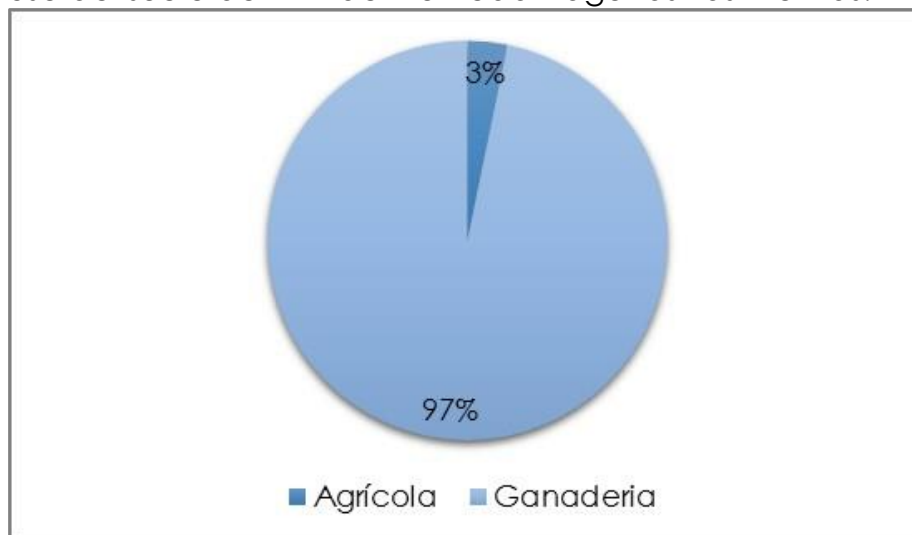
Por otro lado, la ganadería que se produce en el municipio de Roncesvalles está encaminada a la lechería y engorde. De acuerdo al censo bovino del Instituto Colombiano Agropecuario -ICA- se evidencia que la ganadería que se produce en Roncesvalles tiene una tendencia decreciente, ya que en los últimos seis años el número de bovinos disminuyó un 4%, pasando de 19.413 en el 2011 a 18.727 en el 2017 (Instituto Colombiano Agropecuario -ICA-, s.f.)

5.3.2. Actividad económica del Humedal Lagunas Las Mellizas, Área de Influencia Directa (AID). De acuerdo a la metodología utilizada, el equipo técnico determinó como Área de Influencia Directa -AID- los terrenos que limitan con el humedal, en el caso particular del Humedal Lagunas Las Mellizas se estableció como AID la finca las Mellizas en el cual se encuentra ubicado el humedal.

Por lo anterior, el análisis de las actividades económicas del AID solo se ciñe al predio las Mellizas que se encuentra ubicado en la vereda Orisol.

- **Uso del suelo y tenencia de la tierra:** La actividad económica que más predomina en el predio las Mellizas es la ganadería, ya que casi todas sus hectáreas están destinadas a dicha actividad (Figura 5.2.).

Figura 5.3. Uso del suelo del AID del Humedal Lagunas Las Mellizas.



Fuente: GIZ (2018)

En cuanto a la agricultura, se evidenció que los habitantes del predio las mellizas destinan aproximadamente una hectárea para cultivar hortalizas destinadas al

autoconsumo. Por otro lado, la ganadería que se realiza en el predio las Mellizas se hace de forma extensiva, ya que destinan en promedio 30 hectáreas para albergar quince cabezas de ganado. Adicionalmente, la producción del ganado está enfocada al engorde de la raza Normando. Finalmente, en cuanto a la tenencia de la tierra se evidenció que los terrenos que hacen parte del AID del Humedal Lagunas Las Mellizas son de propiedad privada.

- **Caracterización predial de AID:** El predio las Mellizas se caracteriza por tener aproximadamente 31 hectáreas, de igual forma, cuenta con suelos que tienen una vocación agrícola y ganadera. Para el caso particular de dicho predio, se determinó que el precio promedio de venta para una hectárea destinada a la ganadería es de \$5.000.000.
- **Intensidad laboral semanal:** En la actualidad en la finca donde se encuentra Humedal Lagunas Las Mellizas cuenta con tres trabajadores que laboran entre cinco y seis días a la semana, dependiendo de la cantidad de trabajo. Asimismo, se observó que en promedio un trabajador que trabaja todos los días de la semana puede llegar a devengar \$180.000.
- **Estructura económica familiar:** Particularmente en el AID el jefe del hogar es el hombre y es el principal responsable de cubrir las necesidades económicas del hogar, para ello se encarga de supervisar los cultivos de autoconsumo y la ganadería.

5.3.3. Relación económica-ambiental

- **Beneficios o perjuicios del humedal:** De acuerdo al trabajo de campo, se logró evidenciar que el Humedal Lagunas Las Mellizas genera grandes beneficios para la vereda Orisol y para la región, ya que este ecosistema surte de agua al río Chilí. De igual forma, de acuerdo a los pobladores del AID, habitantes de la zona suben al humedal a pescar trucha y algunas personas de otras regiones suben acampar con el objetivo de ver la belleza del paisaje.
- **Perjuicios:** De acuerdo al trabajo de campo se logró evidenciar que los habitantes del AID del Humedal Lagunas Las Mellizas no se han visto perjudicados por el humedal.
- **Responsabilidad tributaria:** Según la versión de los pobladores del Área de Influencia Directa -IAD- del Humedal Lagunas Las Mellizas, en la actualidad no pagan algún impuesto por hacer usufructo del humedal.
- **Responsabilidad y compromiso ambiental:** De acuerdo a los habitantes del Área de Influencia Directa del Humedal Lagunas Las Mellizas, siempre han estado

interesados en cuidarlo, ya que representa una fuente hídrica importante no solo para ellos sino para la vereda Orisol y el municipio de Roncesvalles. En este sentido, han tomado medidas encaminadas a la conservación y preservación del humedal.

5.4. CARACTERIZACIÓN SOCIAL

El Humedal Lagunas Las Mellizas se encuentra ubicado en el predio del mismo nombre que hace parte de la vereda Orisol del municipio de Roncesvalles-Tolima, en jurisdicción del parque nacional natural Las Hermosas y el páramo de Chilí, a 3400 metros sobre el nivel del mar; es un humedal natural de una extensión aproximada, según la comunidad, de unas 400 hectáreas y con una profundidad desconocida cuyas aguas van a alimentar el cauce del río Chilí.

Para llegar allí se atraviesa una carretera destapada desde el casco urbano del municipio de Roncesvalles por la vía Santa Elena-Volga-El Retorno, tras llegar al predio más cercano se inicia un camino a pie durante una hora para llegar finalmente a la zona donde se encuentran dos cuerpos de agua de similar extensión, conocidos en la zona como las Mellizas y que se encuentran en la propiedad de las señoras Ana Irma Forero y Rosalba Quintero.

Hace unos cinco años se encuentra en servicio una vía a las Mellizas desde Pijao-Quindío; desde Anaime, en Cajamarca, hay una vía en pésimo estado que solamente es transitable durante los fuertes veranos y que no puede ser arreglada por disposiciones ambientales de cuidado emanadas por CORTOLIMA; una vía más, para llegar al territorio, es la que proviene desde Tuluá y Sevilla en el Valle del Cauca y pasa por el páramo de Yerbabuena hasta llegar a Ronces, aunque se trata de distancias relativamente cortas, el estado de la carretera impide flujos normales por la zona.

El humedal ha sido usado tanto por los vecinos del sector como por foráneos, los primeros aprovechan sus aguas para la pesca de trucha y extraen agua para la actividad ganadera que se desarrolla en cercanías al humedal, en zonas más bajas; los segundos llegan a disfrutar de la belleza exótica de las lagunas y a acampar en los alrededores, situación que en ocasiones ha generado conflicto, pues los campistas atraviesan la zona sin permiso de los propietarios.

Marginalmente se ha presentado cacería en algunas zonas de la vereda, ante lo cual los vecinos del sector manifiestan estar en desacuerdo y atribuyen dicha actividad a personas ajenas a la región, para los habitantes de Orisol, con dicha actividad "Están acabando con este paraíso que nos ha dado Dios". La quema

y tala de bosques se suma también a los factores que han afectado el ecosistema.

A pesar de todo, los locales manifiestan que han visto un progreso en la laguna reflejado en el aumento de las aguas y la presencia de la “esponja” o “colchón” que ha mejorado su capacidad de retención de líquido; en ningún momento han considerado el cuerpo de agua como un problema, ni lo han vinculado a ningún tipo de enfermedad para la comunidad, y por el contrario se han beneficiado de su presencia allí de múltiples maneras.

Respecto a la fauna, los lugareños reconocen en primera medida la presencia de la danta de páramo, el oso de anteojos o careto, pato de páramo, venado, pava silvestre, pájaro yátaro, ardilla, colibrí, borugo, cusumbo, armadillo, entre otros; ya respecto a flora, las especies más reconocidas son el frailejón, palma de cera, semillo, aliso, pino, romerón y roble. La comunidad manifiesta que existen allí especies animales y vegetales que no se encuentran en ningún otro lugar del mundo, inclusive se habla de la presencia de un tipo de rana que se encuentra en peligro de extinción.

Frente a campañas de protección ambiental, la comunidad resalta que se han realizado esfuerzos de la mano con una corporación ambientalista de Cali, por medio de la cual se han llevado a cabo estudios y campañas con enfoque de agricultura conservacionista y protección, restauración y conservación de recursos naturales, pero manifiestan que falta avanzar en temas de cercamiento de las lagunas y reforestación, pues las quemas y la deforestación afectaron en el pasado al ecosistema y en alguna medida las secuelas se mantienen.

El papel de la institucionalidad política para ellos ha sido nulo, al ser interrogados al respecto manifestaron sin dudar que las instituciones públicas no han intervenido; a pesar de esto, hay un gran reconocimiento del ecosistema por parte de la comunidad y según ellos, también una sólida cultura de la preservación, una pequeña minoría manifiesta no saber cómo aprovechar y preservar mejor el humedal y tienen pocos conocimientos al respecto, sin embargo, la actividad turística ha permitido ampliar el rango de personas comprometidas con la preservación ambiental de las Mellizas.

- **Servicios Públicos:** Las cocinas de la vereda no cuentan con servicio de gas natural o propano, los lugareños llevan a cabo la preparación de su alimento por medio del uso de leña; el agua es tomada a través de mangueras de los nacimientos cercanos y de esas aguas se benefician varias fincas del territorio, no se cuenta con alcantarillado; el mantenimiento de las vías está a cargo de la

alcaldía, que cada cierto tiempo manda la máquina a afirmar el terreno, estas vías van a dar a Anaimé y a Pijao.

En la vereda hay una escuela, ésta se encuentra a unos 20 minutos del predio en donde se ubica el humedal; el centro médico más cercano se ubica en la inspección de Santa Elena, a dos horas de la vereda.

La interrupción del fluido eléctrico es constante en la vereda, mientras una situación similar se viene presentando con la señal de telefonía por el daño de antenas que tardan largos tiempos en ser reparadas.

5.5. PROSPECTIVA

Tabla 5.3. Limitantes y potencialidades del Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Limitantes	Potencialidades
- Cacería en proximidades al humedal, que afecta el equilibrio ambiental del ecosistema. - Deforestación y quemas en el territorio que ha dejado secuelas en la zona. - Ausencia de buena cerca que proteja al ecosistema y que evite la entrada de personas no autorizadas. - Ausencia de centros médicos en la vereda. - Falta de planeación y seguimiento por parte de las autoridades ambientales y la administración local. - Intereses extractivos sobre el territorio que ponen en peligro al páramo. - Presencia de ganadería en las proximidades. - Ausencia o precariedad de servicios públicos básicos.	- Ubicación estratégica del humedal, (entre Quindío, Valle y Tolima) y abundancia de recursos hídricos. - Cercanía a importantes nacederos de agua. - Belleza natural del humedal y presencia de patrimonio arqueológico. - Ubicación en páramo delimitado por el Ministerio de Medio Ambiente. - Compromiso de la comunidad con la preservación ambiental. - Reconocimiento del área gracias al turismo ecológico.

Fuente: GIZ (2018)

5.5.1. Escenarios Humedal Lagunas Las Mellizas: A partir de las entrevistas y las diferentes conversaciones con los actores relevantes (propietarios, trabajadores, representantes del gobierno municipal y otros miembros de la comunidad), a través de las cuales se ha permitido visibilizar la situación socioeconómica del

Humedal Lagunas Las Mellizas, se puede proceder a evaluar los limitantes y las potencialidades con el objetivo de identificar y analizar los posibles escenarios que permitan tomar decisiones sobre este territorio.

En ese sentido, se proponen a continuación tres escenarios que permiten visibilizar las problemáticas y las posibles soluciones y alternativas que vayan orientadas a mitigar los efectos negativos o que potencialicen los efectos positivos sobre el humedal en cuestión. Los escenarios se explican de la siguiente manera:

- El primer escenario se refiere a aquello que se ha identificado y que caracteriza el estado actual del humedal, es decir, el escenario tendencial.
- El segundo escenario se refiere a la toma de decisiones que posibiliten le mejoramiento del escenario inicial, esto es, el escenario Reactivo.
- Finalmente, un tercer escenario es el que se propone una mirada de largo plazo sobre las decisiones y las problemáticas analizadas, esto es, un escenario proactivo.

- **Escenario Tendencial:** La cacería, la deforestación, la ganadería, los intereses extractivos de multinacionales y la carencia de servicios públicos adecuados se suman a la falta de planeación institucional, como los principales problemas que atraviesa hoy por hoy el Humedal Lagunas Las Mellizas; la necesidad de un buen cercamiento, reforestación y desarrollo de la vereda se hacen evidentes y deben orientar las acciones que se emprendan a futuro para garantizar la sostenibilidad del territorio.

Otros factores permiten albergar la esperanza de un futuro prometedor para el humedal, se trata de su ubicación geográfica entre tres departamentos, su riqueza hídrica, su belleza natural, su ubicación en zona delimitada de páramo y el reconocimiento y voluntad de preservación por parte de amplios sectores de la sociedad.

- **Escenario Reactivo:** Se hace necesario un amplio esfuerzo de reforestación en la zona para garantizar la sostenibilidad del ecosistema, de la misma manera se necesita una cerca para mantener alejado el ganado que pasta en las proximidades del cuerpo de agua; finalmente, cabe resaltar el esfuerzo organizativo de la comunidad de Roncesvalles por mantener fuera del páramo la actividad minera, lo que podría conducir a futuro, como es su intención, a la realización de una consulta popular.

Las campañas de sensibilización y los programas de educación ambiental en colegios y otros escenarios de socialización son vitales para comprender la importancia del humedal, así como de otro tipo de fuentes hídricas, tanto para

el municipio como para otros territorios aledaños, en ese sentido se hace un llamado a la administración local y las autoridades ambientales para que fomenten la cultura de la preservación en este tipo de ecosistemas y para que se ejerza una vigilancia y control efectivo sobre aquellas actividades que pudieran tener impacto sobre su preservación.

- **Escenario Proactivo:** Se requiere articular las políticas de conservación ambiental que han venido siendo desarrolladas en los últimos años por el municipio y otras disposiciones emitidas a nivel nacional; lo anterior, tomando en cuenta las propuestas de la comunidad y vinculando no solo a las autoridades respectivas, sino también a los propietarios de los predios en donde se ubican los humedales.

En tal sentido, dicha articulación debe conducir a generar procesos de convergencia social y política en torno a la conservación y el mantenimiento de los ecosistemas dependientes del Humedal Lagunas Las Mellizas; la comunidad, las instituciones educativas y las entidades nacionales e internacionales, deben propiciar sinergias que visibilicen la importancia del humedal basados en la normatividad vigente para tal fin.

Al respecto, según (World Wildlife Fund, 2004), frente a la legislación ambiental colombiana:

Antes de 1997 no existían normas que consagraran y definieran legalmente el concepto específico de humedal, ya que ni el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y Protección al Medio Ambiente -CNRNR- (Decreto-Ley 2811 de 1974), ni la Ley 99 de 1993, contienen ninguna disposición que utilice esta denominación dentro de su texto (p. 5).

A finales de los noventa, la Ley 357 de 1997, referente a la aprobación de la Convención de Ramsar, precisa los ecosistemas que quedan incluidos bajo tal denominación; esta Ley es la única norma que de manera específica y concreta impone obligaciones al Estado colombiano para la conservación y protección de los humedales, considerados en su acepción genérica.

En relación con el tema de los incentivos para la conservación, es de anotar que éstos se encuentran contenidos en normas aisladas y dispersas, por lo cual es necesaria también su unificación, haciendo uso de la facultad contenida en la Ley 99 de 1993 (literal g, artículo 116), que autorizó al Presidente de la República para "establecer un régimen de incentivos, que incluya incentivos económicos, para el adecuado uso y aprovechamiento del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, así como para la recuperación y conservación de ecosistemas por parte de propietarios privados".

Con tal fin, el Sistema Nacional Ambiental (SINA), organizado en el marco de la misma ley, y que se define como el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en la Constitución Política de Colombia, es fundamental para el manejo responsable de este tipo de ecosistemas.

Finalmente, cabe resaltar que es sumamente importante el vigente proceso de construcción del Plan de Manejo Ambiental, que se constituye como ruta y punto de partida para las estrategias orientadas a la preservación y el desarrollo sostenible en el Humedal Lagunas Las Mellizas; de la misma forma ha sido importante la delimitación del páramo desde 2016 y el proceso organizativo que avanza desde abajo por el ejercicio democrático de la consulta popular para blindar el ecosistema de los daños ambientales generados por actividades extractivas.



CAPÍTULO 6, COMPONENTE AMBIENTAL

6. COMPONENTE AMBIENTAL

6.1. INTRODUCCIÓN

A partir de la definición de humedal adoptada por Colombia en el marco de la Convención Ramsar, desde el Instituto Humboldt, con la participación de IDEAM, IGAC, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la academia, se define operativamente a un humedal 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, industrial locales (artesanías) o para el autoconsumo (leña o materiales de construcción) (MMA, 2002).
- *Represamiento o inundación permanente.* Tiene su origen en actividades de fomento piscícola, como la construcción de estanques para

acuicultura, el represamiento de los flujos de agua en los pantanos para la creación de lagos con los mismos fines de recreación, lo que finalmente origina nuevos procesos ecológicos que pueden incluirse en el tipo de procesos típicos de humedales (MMA, 2002).

Los anteriores aspectos son fundamentales para la formulación de la Política Nacional de Humedales, puesto que la magnitud de las perturbaciones y la capacidad de resiliencia o respuesta de los mismos, están inversamente ligadas con las oportunidades de conservación, manejo y restauración.

6.3. CALIFICACIÓN DE IMPACTOS

6.3.1. Indicadores de la Matriz de Impacto. Se reconocen niveles jerárquicos o escalas espaciales de manifestación de los fenómenos ecosistémicos, que van desde el paisaje (cuenca hidrográfica), hasta unidades bióticas (comunidades o especies). La gestión de ecosistemas implica además la concurrencia en estos espacios de los actores y sectores involucrados, de tal suerte que los procesos de planificación o las evaluaciones ambientales de proyectos que los afectan, deben basarse en criterios múltiples (MMA, 2002).

De acuerdo con lo anterior, se han identificado diversos indicadores que permitirán reflejar el estado actual del humedal las Mellizas y permitirá establecer el plan de acción para la conservación y manejo del humedal (Tabla 6.1.).

Tabla 6.1. Propuesta general de atributos indicadores de estado y gestión para humedales, centrados en su biodiversidad asociada (MMA, 2002).

Nivel	Atributos	Indicadores de Estado	Indicadores Impacto de Gestión
Continental Nacional	Procesos ecológicos evolutivos ambientales globales. y	Superficie (%) de unidades biogeográficas de ecosistemas de agua dulce no perturbados por factores de afectación (Transformación total o perturbación severa)	Diversidad ecosistémica y biogeográfica en el sistema de áreas protegidas o de manejo especial (% de humedales). Cantidad (%) de diversidad ecosistémica al interior de las áreas protegidas o

			especiales. Cambios en el índice de riesgo por gestión de ecosistemas.
Regional Paisaje	Diversidad ecosistémica. Número y proporción de tipos o unidades funcionales de los ecosistemas de humedales. Heterogeneidad y conectividad. Dinámica de formación y regeneración de ecosistemas.	Índice de diversidad e integridad ecosistémica. Índice de riesgo. Índice de fragmentación. Índice de madurez (Proporción de etapas sucesionales en una unidad ecológica).	
Local Comunidad biótica	Diversidad de especies. Riesgo de pérdida de especies amenazadas o en peligro de extinción. Especies exóticas.	Lista de especies amenazadas. Riqueza de especies. Índice de diversidad y equitabilidad. Frecuencia de clases tróficas. Número y proporción de especies en categorías especiales. Presencia o abundancia de bioindicadores de estado.	Mantenimiento de las listas de especies por taxa seleccionados. Mantenimiento de riqueza de especies. Mantenimiento o aumento del índice de diversidad. Mantenimiento de frecuencia de clases tróficas indicadoras de estabilidad en el sistema.
Especie/ Población	Dinámica de las poblaciones.	Número de poblaciones o subpoblaciones. Índices de agregación espacial de poblaciones.	Mantenimiento o aumento del número de poblaciones o subpoblaciones. Estabilidad o aumento de

		Número de individuos. Índice de agregación espacial de individuos. Distribución de clases de edad. Tasa interna de crecimiento poblacional.	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 (2018)

6.3.2. Análisis cualitativo del Humedal Lagunas Las Mellizas. Una vez caracterizado biológicamente y socioeconómicamente el Humedal Lagunas Las Mellizas y teniendo en cuenta los lineamientos anteriormente expuestos, se procedió a establecer los factores de afectación que inciden en el cuerpo de agua, de acuerdo a lo definido en la Política Nacional de Humedales Interiores para Colombia.

En este sentido, para el análisis ambiental se tuvo en cuenta a nivel local la comunidad biótica, ya que se requiere hacer evaluaciones más detalladas y monitoreos de fauna y flora que permitan evaluar el aspecto poblacional de las especies y con ello tener una idea concisa sobre cómo se encuentran las diferentes poblaciones y cuáles son sus cambios en el tiempo y espacio.

En términos generales, se establece que el pastoreo del ganado vacuno de la finca las Mellizas y el cambio climático son los factores que amenazan la integridad ecológica del Humedal Lagunas Las Mellizas.

Uno de los componentes dentro del análisis del Plan de Manejo Ambiental del Humedal Lagunas Las Mellizas, es la identificación y valoración de aquellas actividades generadoras de modificaciones al medio y los posibles potenciales que puedan producir algún tipo de impacto y que inciden directamente sobre esta Área Natural Protegida. Esta identificación y evaluación se realizó mediante una matriz cualitativa de impacto ambiental, el objetivo buscado, es predecir la

magnitud y naturaleza de los impactos ocasionados actualmente e identificar los posibles cambios del entorno y predecir en lo posible la “nueva” situación que se presentaría con la ejecución de los nuevos proyectos desarrollados entorno al área de influencia directa del Humedal Lagunas Las Mellizas (Tabla 6.3.).

Para la valoración se utilizó, una matriz cualitativa de doble entrada en donde las abscisas describen todas aquellas actividades que están presentes o que se pueden generar en un futuro próximo y las ordenadas los componentes y elementos susceptibles de ser afectados. De esta manera es posible determinar cuáles actividades tienen una mayor influencia (positiva y/o negativa) sobre este ecosistema y a partir de allí establecer los programas de manejo para el control ambiental; para este caso en particular se indica la presencia de la perturbación como 1 y la ausencia como 0 (Tabla 6.2.).

Tabla 6.2. Matriz de cualitativa de impactos observados en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (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	1	1	0	0	0	1	0
Agua superficial temporal	0	0	1	0	0	0	1	0
Control de inundaciones	0	0	0	0	0	0	1	0
Canalización	0	0	0	0	0	0	1	0
Represamiento	0	0	0	0	0	0	1	0
2. Vegetación								
Vegetación leñosa	-	-	-	-	-	-	-	-
Vegetación herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-

Diversidad	-	-	-	-	-	-	-	-
Fitoplancton	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Fauna								
Riqueza zooplancton	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza macroinvertebrados acuáticos	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza peces	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza herpetos	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza aves	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza mamíferos	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Unidades ambientales/paisaje								
Suelos expuestos	0	0	0	0	0	0	1	0
Bosque de vega-bosque de galería	0	0	1	0	0	0	1	0
Pastizal	0	0	1	0	0	0	1	0
5. Uso de la tierra y capacidad de uso								
Producción	0	0	1	0	0	0	1	0
Ecoturismo	0	0	0	0	0	0	1	0

Fuente: GIZ (2018)

6.4. ANÁLISIS DEL COMPONENTE AMBIENTAL

Se observaron resultados relevantes durante la caracterización biológica realizada al humedal las Mellizas del Municipio de Villarrica, mostrando una representatividad sobresaliente en la riqueza de especies para esta zona de vida. Aunque no se registraron muchas especies en categorías de amenaza, o especies migratorias, si se entiende que esta área funciona como corredor biológico para el paso de vertebrados. Haciendo necesario el desarrollo de nuevos muestreos que permitan la comprensión y dinámica natural del humedal. A nivel de plancton se encontraron organismos resistentes a las bajas temperaturas, de capacidad cosmopolita, contribuyendo a la generación de recurso alimenticio, materia orgánica y producción de oxígeno. El humedal presento diversas especies de plantas propias de paramo, especies que en su mayoría brindan un servicio ecosistémico permitiendo la regeneración natural del bosque, alimento y refugio para distintos tipos de animales. Así como plantas con

usos medicinales, tradicionales o de carácter industrial o tecnológico. A nivel de vertebrados, se encontraron pocas especies de mamíferos, aves y herpetos, entendible frente a las condiciones climáticas y la disposición de recursos presentes en el páramo. La comunidad expresa un gran interés por la protección del humedal Laguna las Mellizas, promoviendo el ecoturismo como herramienta que permita la conservación, protección y el conocimiento este ecosistema. Teniendo en cuenta que es una ruta que diversos turistas y montañistas desean conocer, haciendo hincapié en su cuidado constante.

Transformación total del humedal

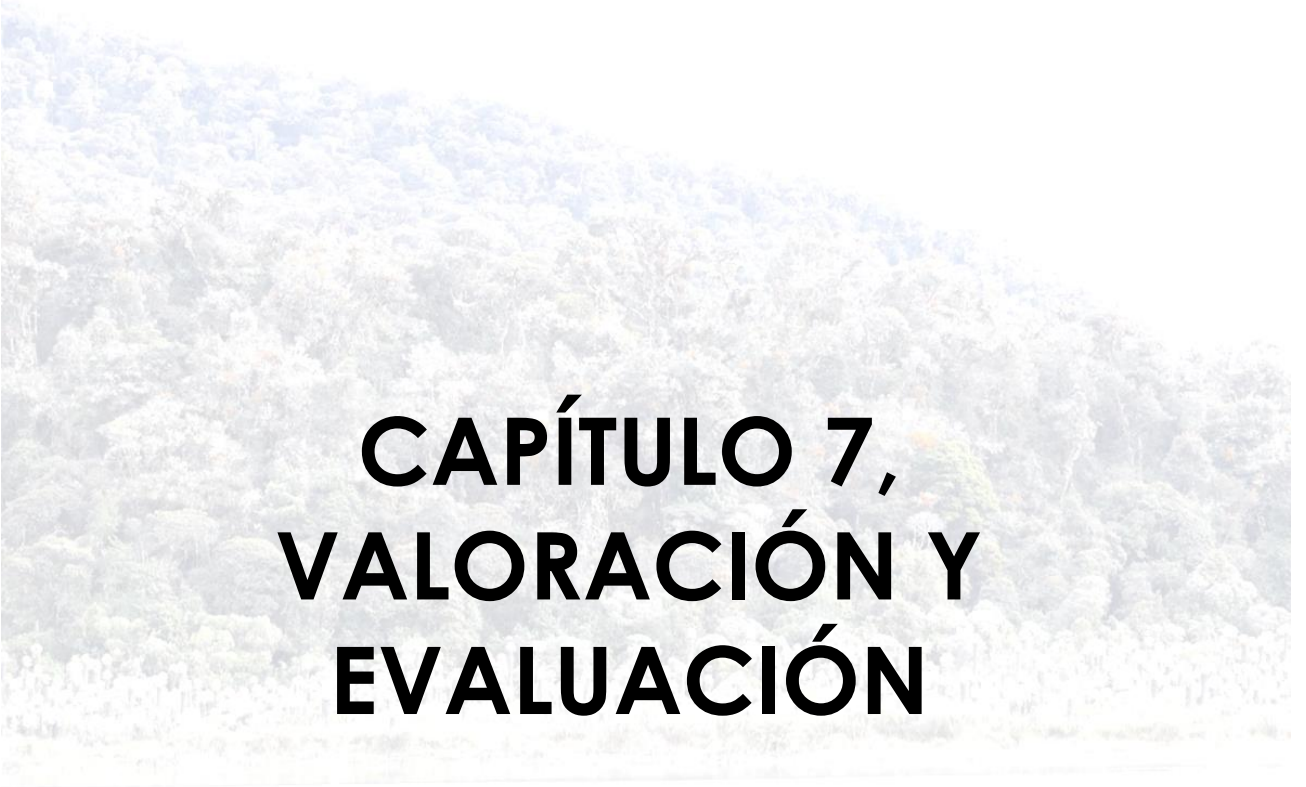
- *Reclamación de tierras.* Las zonas aledañas no son usadas para la extracción de maderera o ganadería.
- *Modificación completa de regímenes hidráulicos y reclamación del espacio físico del humedal.* El agua presente en el humedal no funciona como fuente principal de abastecimiento para hogares ni cultivos.
- *Introducción o trasplante de especies invasoras.* No se observa la presencia de especies invasoras que influyan sobre las dinámicas naturales del ecosistema.

Perturbación Severa al humedal

- *Control de inundaciones.* Topográficamente no se evidencia la capacidad de generar inundaciones producto del humedal.
- *Contaminación.* Se observa algunos descuidos de basuras, producto de montañistas que visitan la zona.
- *Canalizaciones.* No se registran obstrucciones en el flujo del agua para ningún propósito.
- *Urbanización.* No se presentan tensionantes de tipo urbano, industrial ni de infraestructura de recreación dado que el humedal se encuentra en un área privada y de difícil acceso.
- *Remoción de sedimentos o vegetación.* Se observa el uso del humedal con fines recreativos y alimenticios en la pesca de Trucha, a parte de este recurso, no se registran actividades de caza o extracción de material vegetal por parte de los pobladores de la región
- *Sobreexplotación de recursos biológicos.* No se observan niveles exagerados en la explotación de recursos biológicos como la pesca. Se

requieren más 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.



CAPÍTULO 7, VALORACIÓN Y EVALUACIÓN

7. Valoración y evaluación.

7.1. EVALUACIÓN ECOLÓGICA

El humedal Las Mellizas presenta una zona de alta influencia a nivel ecológico tanto para la fauna local como para las comunidades vinculadas directamente a esta localidad. Dadas sus condiciones históricas y naturales se ha convertido en un reservorio de agua, que contribuye por escorrentía a nutrir distintos afluentes de la vereda Orisol y del Río Chili, los cuales están bordeadas por un importante bosque virgen y por varias hectáreas de páramo que permite la conectividad y refugio para distintas especies de fauna.

7.1.1. Generalidades del humedal

Tamaño y posición: El humedal laguna Las Mellizas se encuentra ubicado en el predio del mismo nombre que hace parte de la vereda Orisol del municipio de Roncesvalles-Tolima, en jurisdicción del parque nacional natural Las Hermosas y el páramo de Chilí, a 3400 metros sobre el nivel del mar; es un humedal natural de una extensión aproximada, según la comunidad, de unas 400 hectáreas y con una profundidad desconocida cuyas aguas van a alimentar el cauce del río Chilí.

Conectividad ecológica: El humedal Las Mellizas dispone de un bosque virgen con baja intervención o nula, se constituye como un ecosistema único en Colombia por su riqueza en fuentes hídricas, su diversidad de fauna y flora, así como por constituirse en un corredor de protección natural dada la diversidad de flora presente y los reportes evidenciados de aves, reptiles, herpetos y mamíferos de la zona, como la danta de páramo, el oso de anteojos o careto, pato de páramo, venado, pava silvestre, pájaro yátaro, ardilla, colibrí, borugo, cusumbo, armadillo, y la ranita de páramo entre otros. Los cuales cumplen un papel fundamental en la dispersión de semillas, permitiendo así el crecimiento y conservación de dicho ambiente. Así mismo el humedal Las Mellizas presenta el potencial para ser utilizado como refugio y corredor biológico para distintas especies dado a su alto grado de grado de conectividad.

7.1.2. Diversidad biológica.

La caracterización de la diversidad realizada sobre el humedal laguna Las Mellizas, evidenció una representatividad significativa través de los diversos grupos analizados. A nivel de flora, se reportó un total de 32 especies de flora agrupadas en 22 familias; con respecto al plancton se registraron tres phyllums, tres clases, siete órdenes, ocho familias y 19 especies (fitoplancton) y seis phylum, cinco clases, cuatro órdenes, 17 familias y catorce géneros (zooplancton); en

relación con los macroinvertebrados acuáticos, se reportaron un total de once géneros de macroinvertebrados distribuidos en once familias y nueve órdenes, además de un morfo del grupo Unioinida para un total de diez órdenes.

En cuanto a la fauna vertebrada, se registró una especie de pez asociada al humedal Las Mellizas; la herpetofauna estuvo representada por dos familias y tres especies de anfibios. Respecto a las aves, se reportaron tres órdenes, ocho familias y diez especies, mientras que los mamíferos se representaron por cinco órdenes, seis familias, y siete especies.

7.1.3. Naturalidad.

El humedal Las Mellizas se muestra como un reservorio de agua de origen natural, compuesto de un bosque primario el cual se encuentra asociado al Ecosistema de páramo; presenta dos espejos de agua forma y tamaño similar, inmersos en un paisaje de alta montaña con relieve de lomas con usos de suelo correspondiente a Bosque Alto de Tierra Firme, Herbazal Denso y Pastos Limpios.

7.1.4. Rareza.

La rareza en el humedal esta mediada por la presencia de especies de gran interés, ya sea por sus categorías de amenaza, su endemismo o comportamientos migratorios; hecho representativo que contribuye a desarrollar alternativas de conservación asociadas a determinados ambientes (Ceballos, 2001). El humedal Las Mellizas, evidenció especies de gran importancia que contribuyen a reflejar el grado de conservación y servicio ecosistémico que viene brindando. Haciéndose necesario el llevar a cabo un mayor número de monitoreos biológicos a esperas de encontrar nuevas registros para la localidad y establecer el tamaño poblacional de las especies de interés (Tabla 7.1).

Tabla 7.1. Especies de gran importancia registradas en el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Grupo	Especie	Rareza
Flora	<i>Diplostephium alveolatum</i>	Endémica
	<i>Espeletia grandiflora</i>	Endémica
Herpetos	<i>Osornophryne percrassa</i>	Endémica- Vulnerable
	<i>Pristimantis dorsopictus</i>	
	<i>Pristimantis peraticus</i>	Endémica
Aves	<i>Myioborus ornatus</i>	Casi endémica
	<i>Caracara cheriway</i>	CITES II

Fuente: GIZ (2018)

7.1.5. Fragilidad.

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

El encontrar reportes de especies de mamíferos, indica la adecuada disponibilidad alimenticia que presenta el humedal, al ser catalogados en el CITES se comprende su importancia y funcionabilidad para las dinámicas naturales del bosque, haciéndolos esenciales en el desarrollo de alternativas de conservación, mitigando así, el impacto de agentes externos que puedan deteriorar este ecosistema, el cual a nivel nacional presenta gran importancia y es vulnerable a escenarios de cambio climático.

7.1.6. Posibilidades de mejoramiento .

Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más degradados y sufren una regresión significativa continua en su extensión y estado de conservación en las últimas décadas, con el riesgo de perjuicio para sus especies características y consecuentemente para la calidad del agua. Así mismo los páramos cumplen una función vital para la regulación del ciclo hidrológico del país (García y Van der Hammen, 2007), por lo que la restauración fluvial constituye en la actualidad una necesidad y herramienta de gestión imprescindible dado el avanzado estado de alteración de los cuerpos de agua (Elvira y Almodóvar, 2007).

Debido al interés científico y técnico por conocer mejor al humedal y sus procesos, el interés de los actores sociales del área de influencia del Humedal Las Mellizas por defender y proteger el ecosistema, reconociendo sus valores ecológicos y ambientales, a través de un mecanismo de participación ciudadana, se reconoce la relevancia que este humedal puede tener en un futuro. Estableciéndose propuestas referentes a las posibilidades de mejoramiento del mismo.

Existen diversas estrategias para la implementación del mejoramiento, reforestación o rehabilitación del humedal según su condición y grado de intervención ecológica, económica, socio cultural, institucional, urbanístico, biológico e hidrológico, por lo que a continuación se proponen diversas estrategias para aumentar las posibilidades de mejoramiento del humedal Las Mellizas.

Se le da gran importancia a la función educativa que el humedal puede proveer a la comunidad. Estableciendo la posibilidad de implementar un aula ambiental que permita la formación de una ciudadanía consciente de los valores ecológicos y biológicos, los cuales a su vez generarán una mayor conciencia y participación de las personas en los procesos de conservación de este ecosistema.

El humedal se constituye en un valioso espacio ecológico con posibilidades para el esparcimiento, la observación pasiva y escenario para la educación ambiental. Haciendo posible la armonización y búsqueda de sinergia entre las funciones urbanas, ambientales y el desarrollo del potencial de conservación paisajístico a fin de lograr una mejor apropiación y valoración social del mismo.

La recuperación de la configuración paisajística del Humedal Las Mellizas, debería tenerse en cuenta a partir del enriquecimiento y mejoramiento de hábitats, variables hidrológicas, sedimentológicas y balance hídrico, por medio de la conformación de grupos de investigación que formulen proyectos en busca de su conservación donde participe la comunidad en todos niveles (colegios, universidades y ONG's) y la comunidad en general, dado que se requieren inventarios completos y monitoreo de especies de fauna y flora para evidenciar el estado actual de las poblaciones.

Los diferentes grupos característicos de los humedales como aves, anfibios, murciélagos, etc, se deben tener en cuenta, para la creación de programas y planes de manejo considerándolos como puntos clave en la conservación a nivel nacional y mundial haciendo necesario contar con investigaciones que involucren a la comunidad y puedan obtener mayor aporte económico para la conservación de este ecosistema (Duque y Estupiñan, 2016).

7.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL

7.2.1. Conocimiento del Humedal Lagunas Las Mellizas por los habitantes aledaños

- **Conocimiento del Humedal Lagunas Las Mellizas:** Respecto al conocimiento del humedal, éste es ampliamente reconocido tanto en la vereda como en el municipio y en otros departamentos de los cuales llegan constantemente turistas; en ocasiones llegan personas a acampar o a las fincas cercanas y realizan caminatas hasta Las Mellizas, de allí extraen trucha o simplemente llegan para admirar el paisaje, para los lugareños sus usos son más instrumentales y son conscientes de su utilidad para garantizar el recurso hídrico.

- **Conocimiento de la Fauna y la Flora del Humedal Lagunas Las Mellizas:** La riqueza en flora y fauna se suma al atractivo de este territorio, respecto a la fauna, los lugareños reconocen en primera medida la presencia de la danta de páramo, el oso de anteojos o careto, pato de páramo, venado, pava silvestre, pájaro yátaro, ardilla, colibrí, borugo, cusumbo, armadillo, entre otros; ya respecto a flora, las especies más reconocidas son el frailejón, palma de cera, semillo, aliso, pino, romerón y roble. La comunidad manifiesta que existen allí especies animales y vegetales que no se encuentran en ningún otro lugar del mundo, inclusive se habla de la presencia de un tipo de rana que se encuentra en peligro de extinción.
- **Funciones del Humedal Lagunas Las Mellizas:** Para la comunidad de la vereda Orisol, el cuerpo de agua es fundamental como base de los nacimientos que alimentan distintos cuerpos de agua de donde se extrae el líquido para el uso diario en las fincas de la zona; por otro lado, este humedal es fundamental para el ecosistema, pues de él se abastecen distintas especies de animales que llegan hasta allí y la subsistencia de la flora local; finalmente, el humedal garantiza la actividad turística que en ocasiones beneficia a los lugareños.
- **Actitud frente al Humedal Lagunas Las Mellizas:** El interés en cuanto a la preservación del humedal ha sido evidente para los habitantes de la vereda y las personas que llegan hasta allí para hacer turismo ecológico, esto se deriva tanto de los servicios que el ecosistema les provee, como del valor sentimental que les representa el humedal por su belleza y su papel como base del flujo de agua de varias quebradas y ecosistemas en la zona.
- **Acciones para la recuperación del Humedal Lagunas Las Mellizas:** La principal acción de conservación se llevó a cabo en 2016 con la delimitación del páramo de Chilí-Barragán, en donde se logró la inclusión de 80.708, 31 hectáreas de los departamentos de Tolima, Quindío y Valle del Cauca; ahora avanza el proceso de promoción de la consulta popular por parte de la comunidad para frenar la actividad minera que ya cuenta con 17.342 hectáreas de títulos mineros concedidos, varios de ellos con incidencia en la zona de páramo.

7.2.2. Valoración económica. La valoración económica del Humedal Lagunas Las Mellizas está enfocada en la identificación de los diferentes tipos de valores que las personas que hacen parte del Área de Influencia Directa e Indirecta le asignan al humedal.

En este contexto y de acuerdo a la convención de Ramsar (Acreman, Knowler, y Barbier, 1997), la valoración económica está orientada a determinar los valores de uso directo e indirecto, valor de opción y el valor del no uso.

El valor de uso directo corresponde a los beneficios derivados de la explotación del humedal, ya sea por la agricultura, la pesca, recreación, explotación de fauna y flora, cría de animales, entre otros. Por lo general, el valor de uso se caracteriza por reflejar una interacción entre el ser humano y el humedal.

El valor de uso indirecto son aquellos beneficios producidos por las funciones ecológicas reguladoras del humedal. Dentro de ellas se pueden encontrar: la retención de nutrientes, control de inundaciones, reservorios de agua, entre otros. Por lo general, en este valor siempre se encontraran actividades que no tienen un valor comercial en el mercado, por lo cual se hace difícil su cuantificación monetaria.

El valor de opción está relacionado con los posibles usos futuros -ya sean directos e indirectos- que se piensan implementar en el humedal.

El valor del no uso se “deriva del conocimiento de que se mantiene un recurso, ya sea diversidad biológica, patrimonio cultural, sitio religioso y legado” (Lambert, 2003).

De acuerdo al trabajo de campo se establecieron los siguientes valores para la valoración económica del Humedal Lagunas Las Mellizas:

Tabla 6.3. Valoración económica del Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Valor de uso			Valor del no uso
Valor de uso directo	Valor de uso indirecto	Valor de opción	
- Reservorio de agua - Agua para el ganado y la agricultura - Pesca	Ambiental	-	-

Fuente: GIZ (2018)

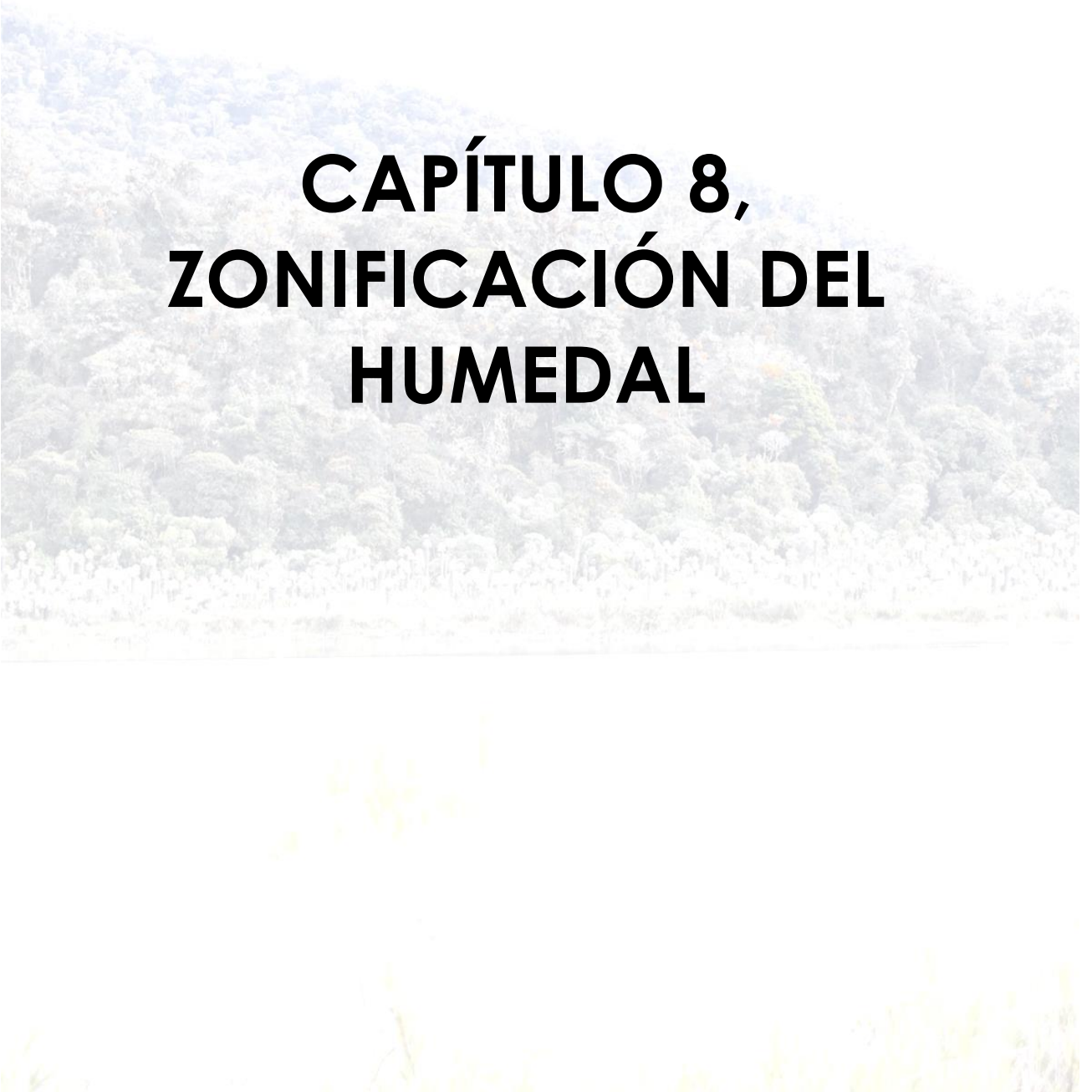
Valor de uso directo: De acuerdo al trabajo de campo se logró evidenciar que los habitantes del Área de Influencia Directa del Humedal Lagunas Las Mellizas, utilizan el humedal como fuente de agua para la ganadería y agricultura y como reservorio de agua, ya que surte del preciado líquido al río Chíli. Finalmente,

algunos habitantes del AID como los que no hacen parte, utilizan el humedal como un sitio para pescar y/o para desarrollar actividades ambientales.

Valor de uso indirecto: Los habitantes del AID se benefician de forma indirecta del humedal ya que cumple con las funciones propias de este ecosistema, dentro de ellas se destacan, el almacenamiento del carbono y la estabilización de nutrientes y el microclima.

Valor de opción: En la actualidad los habitantes que hacen parte del Área de Influencia Directa no tienen planeado explotar económicamente el humedal.

Valor del no uso: De acuerdo a los habitantes de la finca las Mellizas el no uso estaría enfocado a convertirlo en una zona de reserva y protección.



CAPÍTULO 8, ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL

8. ZONIFICACION

La zonificación ambiental es un proceso y herramienta de apoyo al ordenamiento territorial y ambiental del país, cuya elaboración se basa en la oferta de recursos de un determinado espacio geográfico, considerando las demandas de la población, dentro del marco del desarrollo sostenible. Esta zonificación constituye un instrumento fundamental, integrador y de apoyo a la gestión ambiental, que ayuda a la definición e identificación de espacios homogéneos y permite orientar la ubicación y el tipo de actividades más apropiadas para el área de consideración. Así mismo, estimula, facilita y apoya la labor de las instituciones para realizar el seguimiento de dicha actividad y la correspondiente supervisión (CONAM, 1999). La zonificación para la ordenación y manejo de los humedales, se constituye además en un ejercicio dinámico, flexible el cual debe ser revisado y ajustado, constantemente de acuerdo a las dinámicas sociales y a las eventualidades imprevistas como son las catástrofes naturales (Mamaskato, 2008).

En este capítulo se presenta la zonificación ambiental del Humedal Lagunas Las Mellizas, localizado en el municipio de Roncesvalles, departamento del Tolima; en el cual se establecen unidades de manejo que permiten concentrar a través de estrategias específicas acciones conducentes a la recuperación ecológica. Para ello se tuvo en cuenta los criterios y categorías de zonificación definidas por la Resolución VIII-14 (2002) de la Convención Ramsar, la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT], 2006).

En primer lugar, se presentan los aspectos conceptuales que guían la definición de la zonificación ambiental, seguidos por la metodología y los insumos necesarios dentro de este proceso y por último la zonificación de acuerdo a las unidades de manejo con los regímenes de uso propuestos para cada una de ellas.

8.1. ASPECTOS CONCEPTUALES.

La convención Ramsar, en la Resolución VIII.14, 2002 “Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales” propone algunas normas que deben ser tenidas en cuenta a la hora de definir la zonificación de un humedal: “Se ha de zonificar con la participación plena de los interesados directos, inclusive comunidades locales y pueblos indígenas; se han de explicar a fondo los motivos para establecer y delimitar zonas, lo que reviste

particular importancia a la hora de fijar los límites de las zonas de amortiguación; se ha de preparar una relación concisa de las funciones y/o descripciones de cada sector como parte del plan de manejo; las zonas debieran señalarse con un código o designación singular y, cuando se pueda, fácil de reconocer, aunque en algunos casos bastará con emplear un código numérico sencillo; se ha de levantar un mapa que indique los límites de todas las zonas; de ser posible, los límites de las zonas debieran ser fácilmente reconocibles e identificables sobre el terreno; los indicadores físicos, (por ejemplo, cercas o caminos) son los más apropiados para señalar los límites y los que consistan en rasgos dinámicos, como ríos, hábitat variables o costas inestables, debieran indicarse con alguna marca permanente; y en los sitios extensos y uniformes o en las zonas de hábitat homogéneo divididas por un límite entre zonas debieran emplearse marcas permanentes y levantarse mapas de los lugares con ayuda del sistema mundial de determinación de posición (GPS)."

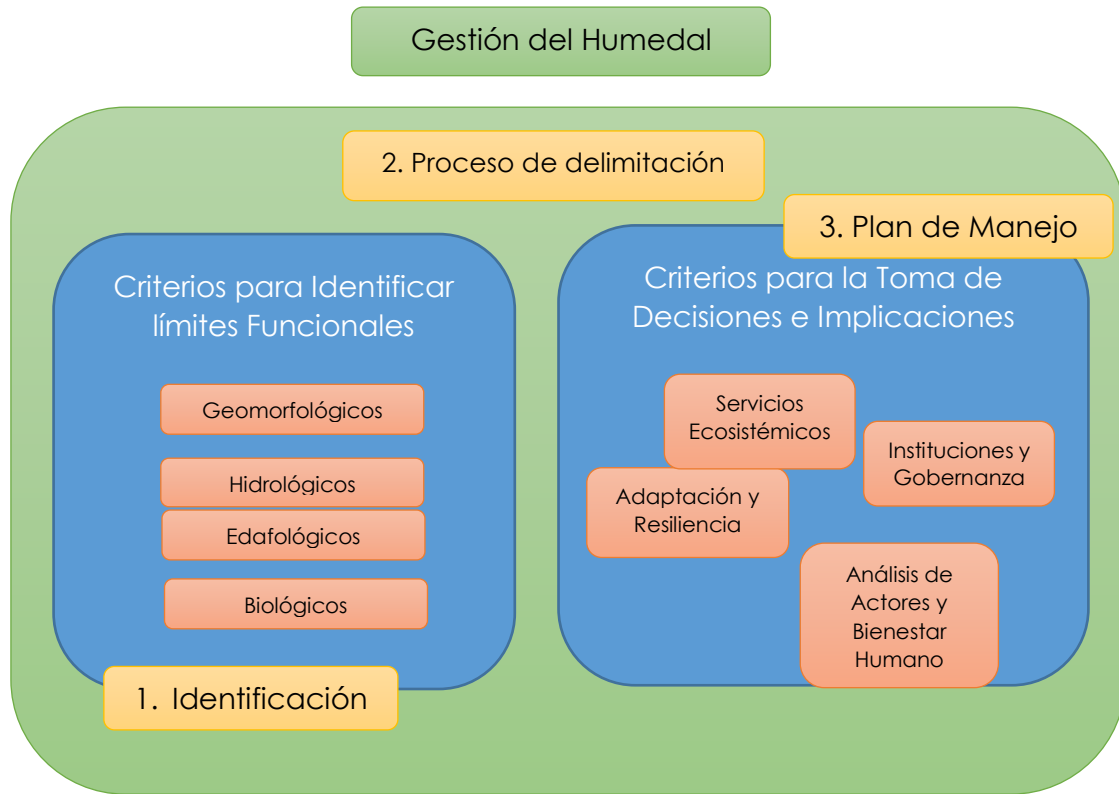
Según los principios y criterios para la delimitación de humedales continentales elaborado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2014). Se deben tener en cuenta dos criterios para la delimitación de humedales. a) Aquellos que determinan el límite funcional y garantizan su integridad ecológica; y b) Aquellos que permiten analizar implicaciones y direccionar la toma de decisiones sobre los procesos socioecológicos que suceden en el territorio del humedal (Figura 8.1.).

a. Criterios para la identificación del límite funcional del humedal

Se han considerado cuatro tipos de criterios para identificar el límite funcional de los humedales

- Geomorfológicos: Permiten identificar las principales formas del relieve que dejan que el agua se deposite y acumule.
- Hidrológicos: Permiten identificar la fuente de alimentación del agua y las dinámicas de inundación de manera multitemporal.
- Edafológicos: Permiten identificar los suelos que han evolucionado bajo condiciones de humedad (suelos hidromórficos).
- Biológicos: Permiten identificar comunidades altamente comprometidas con los procesos hidrogeomorfológicos y edafológicos característicos de los humedales. En especial se propone el uso de comunidades vegetales hidrofílicas.

Figura 8.1. Estructura para la gestión del humedal.



Fuente: GIZ (2016)

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

Se definen algunos criterios para analizar las implicaciones sociales, económicas y de gobernanza que se generarán a partir de la identificación del límite funcional de los humedales (Figura 8.2.); esto permitirá tener argumentos para la toma de decisiones teniendo en cuenta los principios enunciados.

Las unidades homogéneas de acuerdo a Andrade (1994), están compuestas principalmente por dos aspectos que materializan la síntesis de los procesos ecológicos: la geoforma, la cual se refiere a todos los elementos que tienen que ver con la morfología de la superficie terrestre (relieve, litología, geomorfología, suelos, entre otros) y la cobertura (vegetal y otras) que trata los elementos que forman parte del recubrimiento de la superficie terrestre, ya sea de origen natural o cultural".

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



Fuente: GIZ (2018)

Las unidades homogéneas de acuerdo a Andrade (1994), están compuestas principalmente por dos aspectos que materializan la síntesis de los procesos ecológicos: la geoforma, la cual se refiere a todos los elementos que tienen que ver con la morfología de la superficie terrestre (relieve, litología, geomorfología, suelos, entre otros) y la cobertura (vegetal y otras) que trata los elementos que forman parte del recubrimiento de la superficie terrestre, ya sea de origen natural o cultural”.

En relación a la definición de etapas para la zonificación, según resolución 196 de 2006, comprende cuatro etapas:

- **Etapla preparatoria**, consiste en la definición del área de estudio, ubicación físico-política y obtención de mapas base. Así mismo, incluye la recolección y evaluación de la información biótica y socioeconómica existente.
- **Etapla de actualización y generación de cartografía temática**, consiste en un “proceso de actualización y generación de cartografía, con trabajo de interpretación de fotografías aéreas y comprobación cartográfica en campo para originar los siguientes mapas: geológico, suelos, fisiográfico, cobertura vegetal, sistema hídrico, socio económico (sistemas productivos, población, infraestructura, servicios básicos), uso actual, demanda ambiental (información de campo, fotointerpretación, y los cruces del mapa de uso actual con el mapa

socio económico), oferta ambiental (correlación de los mapas de suelos, pendientes, fisiográfico, demanda ambiental, cobertura vegetal), procesos denudativos (correlación de los mapas base, pendientes, fisiográfico, geológico) amenazas naturales (correlación de los mapas geológico, hídrico, procesos denudativos y conflictos de uso), conflictos de uso (correlación de los mapas uso actual, vegetación, oferta ambiental) y unidades de manejo (producto final)."

- **Etapas "Criterios de Zonificación":** En esta etapa se deben identificar los aspectos de oferta, demanda y conflictos del humedal en particular, tomando como base los siguientes conceptos:

- **Oferta Ambiental:** capacidad actual y potencial para producir bienes y servicios ambientales y sociales del humedal con base en el conocimiento de las características ecológicas del mismo, identificadas anteriormente. En este sentido la oferta ambiental puede establecerse de acuerdo con las siguientes categorías:

- **Áreas de Aptitud Ambiental:**

Zonas de especial significancia ambiental: Áreas que hacen parte del humedal poco intervenidas, áreas de recarga hidrogeológica, zonas de nacimientos de corrientes de agua, zonas de ronda.

Zonas de alta fragilidad ambiental: Incluyen áreas del humedal donde existe un alto riesgo de degradación en su estructura o en sus características ecológicas por la acción humana o por fenómenos naturales.

- **Áreas para la producción sostenible y desarrollo socioeconómico:**

Corresponden a las zonas del humedal donde los suelos presentan aptitud para sustentar actividades productivas (agrícolas, ganaderas, forestales y faunísticas).

- **Demanda Ambiental:** Está representada por el uso actual y los requerimientos de las comunidades sobre el ambiente biofísico del humedal (Agua, aire, suelo, flora, fauna, insumos y servicios).
- **Conflictos Ambientales:** Se generan por la existencia de incompatibilidades o antagonismos entre las diferentes áreas de la oferta ambiental y los factores que caracterizan la demanda ambiental. Estos conflictos ambientales se presentan en las siguientes situaciones: cuando se destruyen o degradan los componentes bióticos del humedal por la explotación inadecuada y cuando hay sobreutilización de los componentes del humedal.

- **Etapas de “Zonificación Ambiental”:** Con los resultados obtenidos en las fases previas, se identifican y establecen las siguientes unidades de manejo para el humedal:
 - **Áreas de preservación ambiental:** corresponden a espacios que mantienen integridad en sus ecosistemas y tienen características de especial valor, en términos de singularidad, biodiversidad y utilidad para el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del humedal.
 - **Áreas de restauración ambiental:** corresponden a espacios que han sido sometidos por el ser humano a procesos intensivos e inadecuados de apropiación y utilización, o que por procesos naturales presentan fenómenos de erosión, sedimentación, inestabilidad, contaminación, entre otros.
 - **Áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos:** se refieren a espacios del humedal que pueden ser destinados al desarrollo de actividades productivas. Estas áreas deben ser sometidas a reglamentaciones encaminadas a prevenir y controlar los impactos ambientales generados por su explotación o uso. En el manejo ambiental de estas áreas se debe asegurar el desarrollo sustentable, para lo cual se requieren acciones dirigidas a prevenir, controlar, amortiguar, reparar o compensar los impactos ambientales desfavorables.

Como resultado de la zonificación se definen, por último, los usos y restricciones particulares para cada zona, así:

- **Uso principal:** uso deseable cuyo aprovechamiento corresponde a la función específica del área y ofrece las mejores ventajas o la mayor eficiencia desde los puntos de vista ecológico, económico y social.
- **Usos compatibles:** son aquellos que no se oponen al principal y concuerdan con la potencialidad, la productividad y demás recursos naturales conexos.
- **Usos condicionados:** aquellos que, por presentar algún grado de incompatibilidad con el uso principal y ciertos riesgos ambientales previsibles y controlables para la protección de los recursos naturales del humedal, están supeditados a permisos y/o autorizaciones previas y a condicionamientos específicos de manejo.
- **Usos prohibidos:** aquellos incompatibles con el uso principal del área en particular y con los propósitos de conservación y/o manejo. Entrañan graves riesgos de tipo ecológico y/o para la salud y la seguridad de la población.

8.2. ASPECTOS METODOLÓGICOS.

La zonificación del Humedal Lagunas Las Mellizas se realizó a partir de un análisis integrado de los diagnósticos físicos, biológicos y socioeconómicos del área de influencia del humedal. Esta información se obtuvo a partir de la recopilación de información secundaria e información primaria obtenida a partir de los aportes de la comunidad aledaña al humedal.

Como documentos base se tomaron los lineamientos generales de: La Convención Ramsar Resolución VIII-14 (2012). "Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales" y La Guía Técnica para formulación de Planes de Manejo para los humedales de Colombia Resolución 0196 de 2006 del MAVDT.

8.2.1. Etapas de la zonificación.

- **Análisis de información cartográfica e imágenes satelitales:** Esta etapa consistió en la recopilación de información secundaria y en la conformación de una base de datos con la cartografía obtenida a partir de estudios anteriores (Tabla 8.1.).

La base de datos se conformó a partir de los mapas temáticos que se nombran a continuación:

- Mapa de Geología de la Subzona Hidrográfica Río Prado (CORTOLIMA, 2006).
- Mapa de Geomorfología de la Subzona Hidrográfica Río Prado (CORTOLIMA, 2006).
- Mapa de Clasificación climática para el departamento del Tolima (CORTOLIMA, 2014).
- Mapa de Hidrología Superficial del departamento del Tolima (CORTOLIMA, 2014).

Tabla 8.1. Áreas de Coberturas Vegetales Asociadas al Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Tipo de Cobertura	Código Corine Land Cover (IDEAM, 2010)	Símbolo	Área (Ha)
Pastos Limpios	231	PL	24.76
Bosque Denso Alto de Tierra Firme	31111	BDATF	354.36

Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado	321111	HDTFNA	47.65
Herbazal Denso de Tierra Firme con Arbustos	31111	HDTFA	8.76
Lagunas, Lagos y Ciénagas Naturales	512	LLC	13.45
TOTAL			449

Fuente: GIZ (2018)

- **Verificación en Campo:** La verificación en campo se realizó mediante un recorrido perimetral del humedal y captura de información en las zonas de especial importancia mediante un receptor GPS (sistema de posicionamiento global) Garmin 60csx con un error de exactitud de +/- 3 metros horizontales. Con la información tomada en campo, se generó el polígono de delimitación del Humedal Lagunas Las Mellizas en origen Magna-Sirgas en formato Shapefile. Posteriormente, mediante el polígono y la cartografía base fue posible generar los mapas temáticos para la toma de decisiones correspondientes al Humedal Lagunas Las Mellizas.

- **Criterios de la zonificación ambiental**

Oferta ambiental: El humedal Lagunas las Mellizas en las condiciones actuales ofrece diversos servicios ambientales que satisfacen las necesidades de la comunidad, a continuación, se describen los servicios principales que se presenta actualmente, así como los potenciales (Tabla 8.2). Estos bienes y servicios se entienden como los beneficios directos o indirectos que las poblaciones humanas derivan de los atributos estructurales y funcionales del ecosistema (Márquez, 2003) y para el caso del humedal lagunas Las Mellizas se clasifican de acuerdo a la categorización establecida por la resolución 196 del 2006 y la cartilla de humedales publicada por el IAvH (2014).

Tabla 8.2. Bienes y servicios ambientales actuales y potenciales ofrecidos por el Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Servicios	Actual	Potencial
Abastecimiento	Provisión de Agua para Abastecimiento Animal. Provisión de Alimento mediante Pesca Artesanal	Provisión de agua para consumo humano

Regulación	Mejoramiento en Calidad de Agua Recarga de Acuíferos Regulación de Microclima Reducción de la Erosión Reservorio de diversidad genética. Captura de Carbono.	
Culturales	Valor Paisajístico Recreación	

Fuente: GIZ (2018)

8.3. ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA Y AMBIENTAL.

De acuerdo a la metodología propuesta por el documento de Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales (IAvH, 2014), se realizó la delimitación del humedal, tomándose como límite de este el área inundable y aquellas zonas donde se encuentre vegetación asociada al humedal, a su vez se toma en cuenta los históricos del nivel de agua en diferentes épocas del año; y se delimita la franja de protección a la que aluden los artículos 83 literal d), y 14 del Decreto 1541 de 1978, la cual se constituye en una franja de hasta 30 metros de ancho que involucra áreas inundables y las áreas necesarias para la amortiguación, protección y equilibrio del humedal.

Se definió un área de manejo correspondiente a áreas de preservación, acorde a lo establecido en el Decreto 1076 (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). Los cuerpos de agua, el bosque denso alto de tierra firme y los herbazales arbolados y no arbolados comprenden esta área de preservación. La descripción de esta unidad de manejo se puede observar en la figura 8.3, 8.4., y Tabla 8.3.

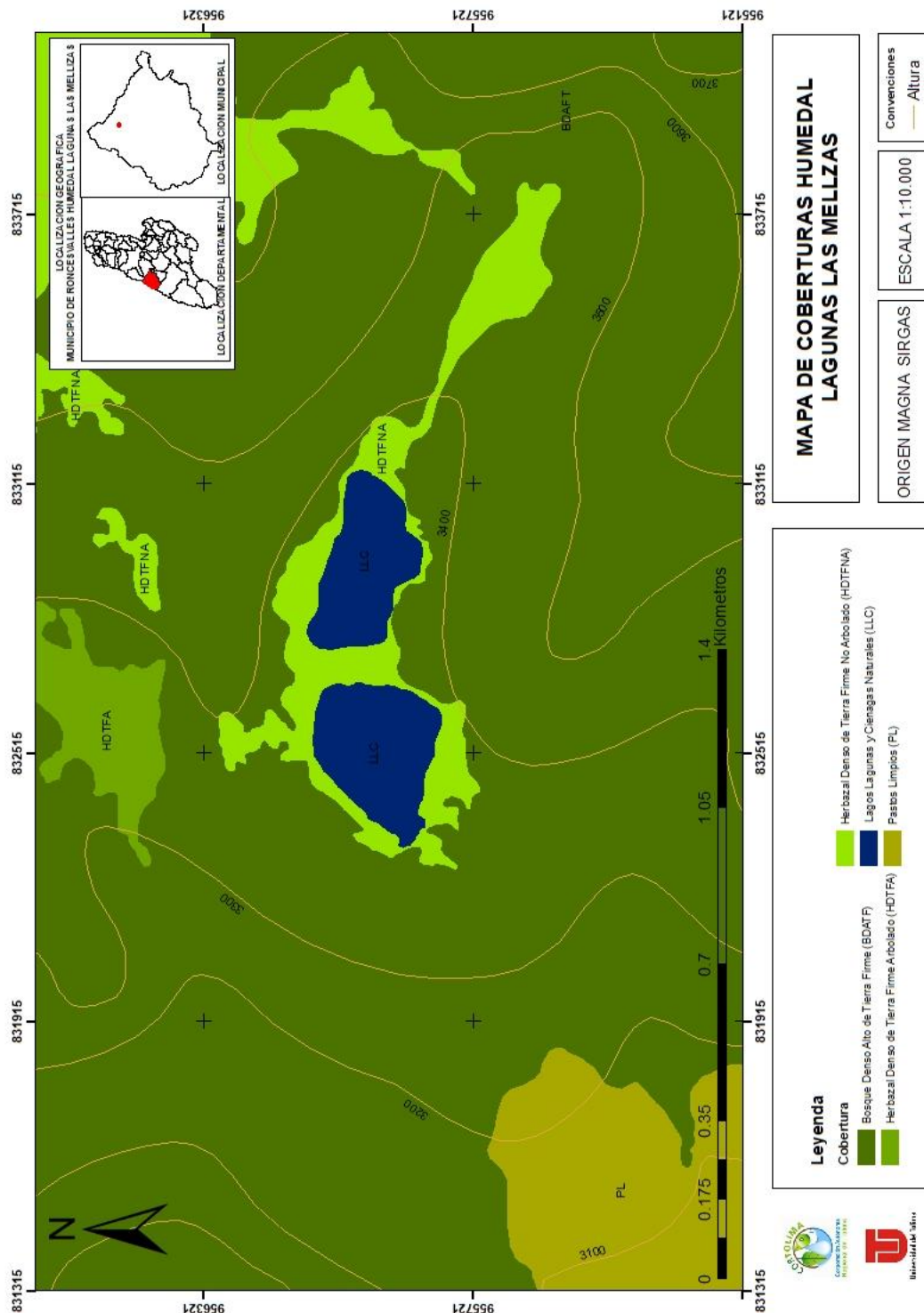
Tabla 8.3. Tabla de categorías y unidades de manejo del Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).

Categoría	Unidad de Manejo	Símbolo	Perímetro en M	Área en Ha
Áreas de Preservación	Bosque Denso	BD	10446	109.28
	Herbazales	HZ	5578	11.78
	Ronda Hídrica	RH	2534	7.06

	Cuerpos de Agua	CA	2175	13.45
TOTAL			20733	141.57

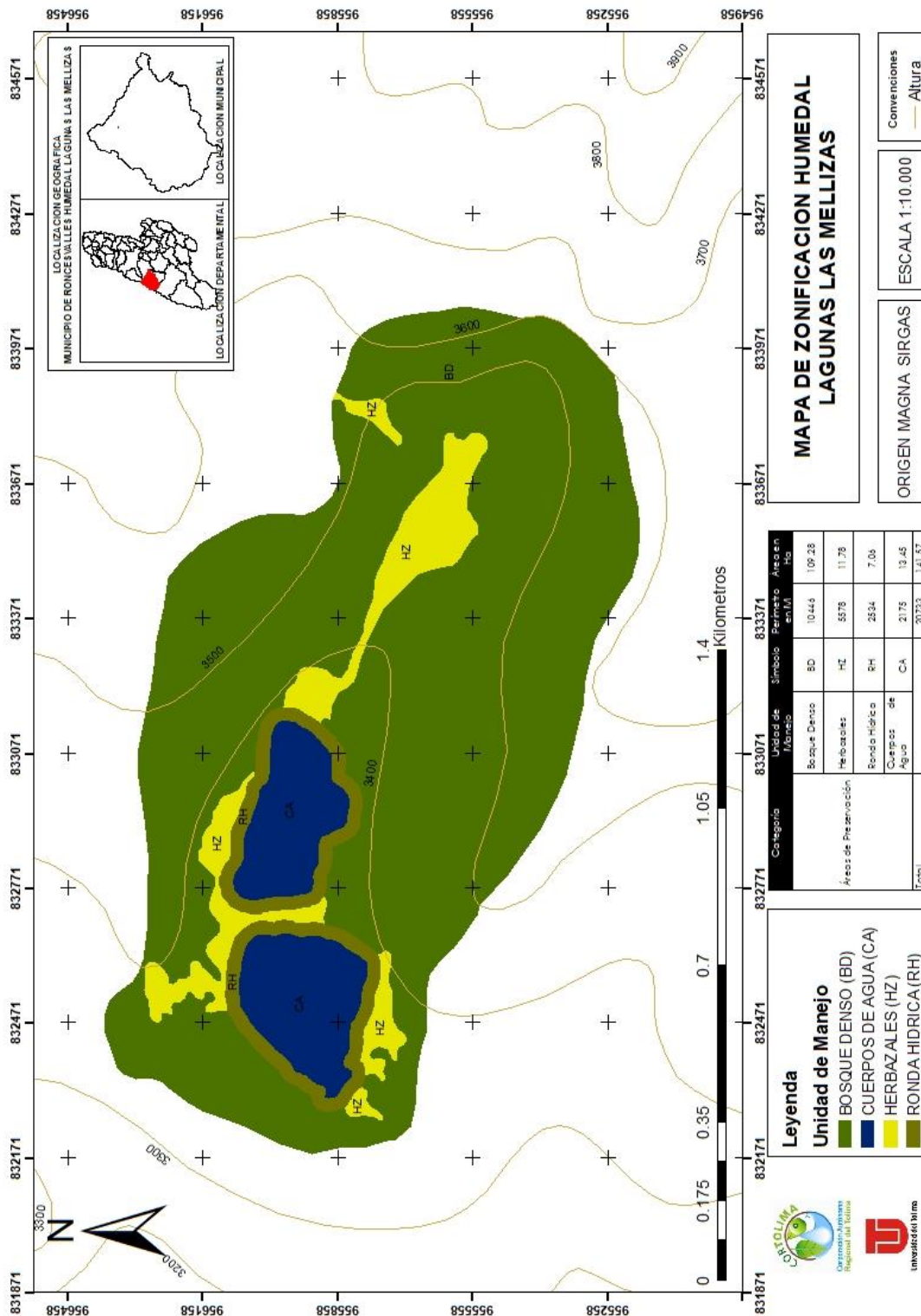
Fuente: GIZ (2018)

Figura 8.3. Mapa de Coberturas del Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

Figura 8.4 Mapa de Zonificación Ambiental del Humedal Lagunas Las Mellizas en el municipio de Roncesvalles (Tolima).



Fuente: GIZ (2018)

8.3.1. Áreas de Preservación: Estas zonas corresponden a espacios que mantienen integridad en sus ecosistemas y poseen características de importancia ecológica, son fundamentales para el mantenimiento de las condiciones ecológicas del humedal y de la cual hacen parte las siguientes áreas y unidades de manejo:

- *Cuerpos de Agua:* Corresponde básicamente a la zona del humedal que se encuentra temporal o permanentemente inundada y donde se desarrolla una vegetación típica de ambientes acuáticos. Ocupa un área de 7 Ha.
- *Herbazales:* Comprende las áreas que presentan coberturas de herbazales.
- *Bosque Denso:* Corresponde a las áreas que presentan coberturas de bosques.
- *Ronda Hídrica:* Definida como una franja arbolada de 30 metros a partir del límite inundable del humedal.

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

Uso principal

- Conservación de la estructura ecológica
- Conservación de la diversidad Biológica
- Conservación de las Fuentes Hídricas

Usos compatibles

- Investigación Biológica
- Educación ambiental
- Turismo Ecológico

Usos condicionados

- Captación del Recurso Hídrico para Ganadería
- Captación del Recurso Hídrico para Cultivos
- Recreación Pasiva
- Pesca Artesanal

Usos prohibidos

- Construcciones Permanentes
- Extracción de madera o actividades mineras
- Cacería de fauna.
- Pesca con explosivos o agentes químicos.
- Actividades de pastoreo extensivo.

- Tránsito de maquinaria para producción agrícola
- Quemaz.
- Disposición de Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos.
- Ocupación de la Ronda Hídrica por semovientes o cultivos.



CAPÍTULO 9, PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

9.1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se abordan los temas concernientes a la planificación de las actividades derivadas de la caracterización del Humedal Lagunas Las Mellizas del municipio de Roncesvalles, 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 Lagunas Las Mellizas, teniendo en cuenta la condición y la gran importancia que dicho ecosistemas reviste para la conservación de la biodiversidad, y la prestación de bienes y servicios ambientales; teniendo en cuenta esto se plasman diferentes actividades

relacionadas con la investigación, gestión y divulgación, cuyo propósito fundamental consiste en diseñar estrategias para la restauración y conservación ecológica del humedal, visualizando un plan realizable desde el punto de vista operativo y financiero.

9.2. METODOLOGÍA

La metodología para el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental (PMA), se llevó a cabo acorde con las características particulares del área, se identificaron los humedales que por sus características físicas son los más relevantes dentro del valle cálido de Magdalena en el departamento del Tolima, y a partir de sondeos iniciales a la zona se recopilaban datos que sirvieron para identificar los vacíos de información y así orientar los trabajos técnicos.

La información recopilada además de aportar elementos de análisis justificaba la implementación de acciones que desembocaran en la elaboración de un plan de manejo para preservar o usar de manera sostenible los recursos existentes y mejorar la calidad de vida de los implicados directos sobre los humedales; considerando la integralidad y relación existente entre los diferentes ecosistemas asociados al ciclo hidrológico y las dinámicas del desarrollo socioeconómico regionales.

La metodología utilizada en este documento se sustentó en analizar los resultados de la línea base, la caracterización del Humedal Lagunas Las Mellizas, 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 2016-2019.

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

Los humedales naturales del valle cálido del departamento del Tolima, se constituyen en los próximos quince años en ecosistemas estratégicos a nivel departamental, los cuales muestran condiciones ecológicas aceptables que permiten el mantenimiento de la biodiversidad y la generación de bienes y servicios ambientales a la comunidad.

Para el presente plan, considerando lo expuesto en el marco conceptual, la visión es: *“Para el 2026 se espera tener restaurado ecológicamente el 80% del Humedal Lagunas Las Mellizas, disminuyendo las amenazas que ponen en riesgo el recurso hídrico, fauna y flora, fomentando al mismo tiempo el compromiso*

conservación por parte de la comunidad e instituciones que se encuentran directamente relacionada con el humedal."

9.4. MISIÓN

Planteamiento, administración y ejecución de proyectos ambientales y sociales participativos, que tengan un aporte significativo en la mitigación y corrección de los procesos de degradación de los humedales naturales, mediante estrategias que permitan recuperar las condiciones naturales de estos ecosistemas, lo cual involucra realizar recomendaciones sobre el uso de los suelos, generar conciencia sobre la importancia de estos cuerpos de agua y realizar acciones directas para corregir los ecosistemas más afectados y mantener las condiciones de las zonas que aún conservan un importante potencial para la generación de bienes y servicios ambientales.

"Desarrollar una amplia gestión institucional con participación pública, privada y comunitaria que propenda por la conservación, recuperación y el uso sostenible de los recursos hídricos, flora, fauna y biodiversidad, con fundamento en la administración eficiente y eficaz, de los recursos naturales en los humedales naturales en el valle cálido del Magdalena del departamento del Tolima".

9.5. OBJETIVOS

9.5.1. Objetivo General del Plan de Manejo

Preservar las condiciones naturales que permitan el mantenimiento de la biodiversidad y la capacidad de regulación hídrica del Humedal Lagunas Las Mellizas.

9.5.2. Objetivos específicos

- Conservar las áreas de especial significancia ambiental con el fin de garantizar la provisión del recurso hídrico y mantenimiento de la biodiversidad.
- Mejorar las prácticas agrícolas con el fin de disminuir el uso potencial de insumos agrícolas que puedan afectar del humedal.
- Realizar un aprovechamiento ambientalmente sostenible de la riqueza hídrica del humedal.
- Conservar las zonas que aún no han sido afectadas por procesos de origen antrópico.

9.6. TIEMPOS DE EJECUCIÓN

Corto plazo: 1 a 3 años.

Mediano plazo: 3 a 6 años.

Largo plazo: 6 a 10 años.

9.7. ESTRATEGIAS

Las estrategias del Plan de Acción están direccionadas en cinco líneas, acordes con la Política Nacional de Humedales, las cuales se desarrollan en programas y proyectos específicos a cada uno de ellos.

I. Manejo y Uso Sostenible

Para Ramsar “El uso racional de los humedales consiste en su uso sostenible para beneficio de la humanidad de manera compatible con el mantenimiento de las propiedades naturales del ecosistema”. Se define uso sostenible como “el uso de un humedal por los seres humanos de modo tal que produzca el mayor beneficio continuo para las generaciones presentes, manteniendo al mismo tiempo su potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras”.

Esta estrategia está orientada a garantizar un aprovechamiento del ecosistema sin afectar sus propiedades ecológicas a largo plazo. De acuerdo al establecido en la Convención de Ramsar, el concepto de “Uso Racional” debe tenerse en cuenta en la planificación general que afecte los humedales. El enfoque de la presente estrategia tiene como principio la intervención para la recuperación y conservación de la diversidad biológica, promoviendo el uso público de valores, atributos y funciones que incluyen no sólo la riqueza biológica del humedal sino los procesos de ordenamiento territorial y ambiental.

II. Conservación y Recuperación

Para Ramsar, “el mantenimiento y la conservación de los humedales existentes siempre es preferible y menos dispendiosa que su restauración ulterior” y que “los planes de restauración no deben debilitar los esfuerzos para conservar los sistemas naturales existentes”. Los datos cuantitativos y las evaluaciones subjetivas ponen en evidencia que las técnicas de restauración hoy disponibles no redundan casi nunca en condiciones equivalentes a las de los ecosistemas naturales vírgenes. La conclusión de esto es que se ha de evitar el canje de hábitat o ecosistemas de alta calidad por promesas de restauración, excepto cuando intervengan intereses nacionales imperiosos. Con todo, la restauración

de sitios determinados puede contribuir a la gestión en curso de los humedales de elevada calidad existentes, por ejemplo, mejorando el estado general de la cuenca de captación, y mejorar la gestión respecto de la asignación de recursos hídricos.

La Convención de Ramsar no ha intentado proporcionar definiciones precisas de estos términos. Aunque cabría decir que “restauración” implica un regreso a una situación anterior a la perturbación y que “rehabilitación” entraña un mejoramiento de las funciones del humedal sin regresar necesariamente a la situación anterior a la perturbación, estas palabras se consideran a menudo intercambiables tanto en la documentación de Ramsar como en la documentación relativa a la conservación. Estos *Principios y lineamientos para la restauración de humedales* utilizan el término “restauración” en su sentido amplio, que incluye tanto los proyectos que promueven un regreso a la situación original como los proyectos que mejoran las funciones de los humedales sin promover necesariamente un regreso a la situación anterior a la perturbación.

La presente estrategia está orientada al conocimiento y manejo de la alteración del sistema acuático, conversión en los tipos de suelo y al uso actual del suelo de protección, las malas prácticas y los patrones de drenaje al humedal que reducen seriamente los beneficios ambientales y económicos del humedal Laguna Las Mellizas. 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 Lagunas Las Mellizas.

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 Laguna Las Mellizas. 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.

- **Programa de recuperación de las condiciones de vida del humedal y de su biodiversidad.** El Humedal Lagunas Las Mellizas, ha sido poco intervenido debido a la dificultad de acceso al mismo y a que las tierras circundantes han sido abandonadas debido a los hechos históricos plateados en capítulos anteriores. Pese a lo anterior, el humedal muestra la desaparición parcial de su cobertura vegetal litoral a causa de la poca actividad ganadera desarrollada en la región, la cual si no es tratada a tiempo podría conllevar a que el humedal sobrepase su capacidad de resiliencia, exigiendo una intervención activa del ser humano para encontrar el punto de retorno a una dinámica de auto-regeneración.
- **Programa de investigación, educación y concientización.** Este programa tiene como fundamento, el conocimiento del humedal, con la integración de distintas disciplinas, actores y procesos en cumplimiento de las necesidades expresadas en la gestión regional y local, aportando de esta manera a la comprensión de los procesos biofísicos y socioculturales que se desarrollan alrededor del humedal. Así mismo, este programa permitirá conocer las posibilidades que el ecosistema ofrece para la toma de decisiones frente a la conservación y la sostenibilidad tanto de sí mismo como de un sistema mayor como es la reserva Las Mellizas y la dinámica social que se desarrolla en su área de influencia directa.
- **Programa de manejo sostenible.** El presente programa, se fundamenta en la conservación y recuperación de la diversidad biológica del humedal, promoviendo el uso público de valores, atributos y funciones que involucren no sólo su riqueza biológica sino los procesos de ordenamiento territorial y ambiental y los procesos que se adelanten en las líneas de restauración del ecosistema especialmente en su zona de ronda.

9.8. PROGRAMAS Y PROYECTOS

PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.

Proyecto 1.1. Recuperación del Humedal Lagunas Las Mellizas

Justificación:

Los sistemas de agua dulce no son aislados o autónomos. Entran materiales y sustancias procedentes de la cuenca y salen otros por los cauces que drenan el humedal. Las sustancias como el carbono y el nitrógeno se procesan dentro del sistema, por lo que la calidad del agua dentro de un sistema húmedo es un factor crítico porque las concentraciones o la presencia/ ausencia de nutrientes, sustancias y compuestos influirá en la composición de la flora y fauna de su comunidad acuática.

La presencia de nutrientes en concentraciones superiores eventualmente cambiará el modo del sistema de uno donde predominen las plantas acuáticas a un sistema donde predomine el fitoplancton. Así mismo, los sedimentos que entran en un sistema provienen de la escorrentía, de la erosión de la orilla del humedal o de materia orgánica derivada de algas muertas, hojas y otra materia vegetal. La fuente del sedimento puede afectar a la calidad del agua porque aporta nutrientes y contaminantes que causan la eutrofización y efectos tóxicos mientras el sedimento permanece en suspensión. El mismo sedimento reduce la disponibilidad de luz.

Objetivo general:

- Mejorar el estado actual del humedal Lagunas Las Mellizas en su componente hídrico.

Objetivos específicos:

- Recuperar el espejo de agua del humedal.
- Mantener los niveles de profundidad del humedal.
- Mejorar la calidad de agua y las características fisicoquímicas y bacteriológicas del humedal.

Meta:

- Lograr que el cuerpo de agua del humedal Lagunas Las Mellizas alcance condiciones oligotróficas y a su vez presente valores fisicoquímicos y bacteriológicos favorables para la flora y fauna asociada a él.

Actividades:

- Jornadas de limpieza periódicas encaminadas a reducir la proliferación de macrófitas y detener la eutrofización del humedal.
- Inspecciones periódicas en las características del humedal que se relacionan con su porcentaje de espejo de agua recuperado, presencia/ausencia de basuras, presencia/ausencia de extracción de agua para usos agrícolas, presencia/ausencia de vertimientos de aguas domésticas o residuos provenientes de la actividad agrícola, entre otras.
- Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y la calidad del agua del humedal.

Indicadores:

- Porcentaje recuperado del humedal.
- Ausencia de basuras, extracción de agua para usos agrícolas, vertimientos de aguas domésticas o residuos provenientes de la actividad agrícola, entre otras.
- Valores de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos dentro del rango de la calidad de agua Buena-Excelente.
- Ausencia de macrófitas y presencia de aguas oligotróficas dentro del humedal.
- Informe técnico evidenciando los cambios temporales-espaciales del humedal.

Responsables:

1. Alcaldía
2. CORTOLIMA

Prioridad: Corto y Mediano Plazo.

Proyecto 1.2. Conservación y mantenimiento de la vegetación asociada a la ronda hídrica del humedal Lagunas Las Mellizas

Justificación:

Los efectos de la deforestación repercuten de diferentes formas en los ecosistemas de agua dulce, básicamente en el aumento de erosión, sedimentación y alteración en el caudal, así como en distintos procesos

ecológicos. Por ejemplo, la deforestación de las áreas circundantes a los humedales incrementa la velocidad de la escorrentía y la carga de sedimentos, afecta la calidad y cantidad de agua y disminuye la oferta de hábitat y recursos para las especies asociadas a los humedales.

Debido a que en el humedal Lagunas Las Mellizas se observa la pérdida de la cobertura vegetal en áreas cercanas al cuerpo de agua, principalmente como consecuencia de la actividad agrícola, es necesario implementar acciones de recuperación de las condiciones edáficas, así como medidas de manejo y control para el uso de la cobertura vegetal, reduciendo los procesos degradativos como las talas, las quemas y la erosión.

Objetivo general:

- Mejorar el estado del humedal lagunas Las Mellizas en su componente de flora a través la reforestación y el cuidado de la vegetación nativa localizada dentro de su ronda hídrica.

Objetivos específicos:

- Aumentar la cobertura vegetal alrededor del humedal especialmente dentro de su franja de protección y su ronda hídrica.
- Reducir la pérdida de especies forestales como consecuencias de las quemas y la tala.

Meta:

- Ronda hídrica totalmente reforestada y con evidencias de sucesión vegetal natural.
- Ausencia de procesos degradativos como quemas y talas dentro de la ronda hídrica del humedal.

Actividades:

- Reforestación con especies nativas de la ronda hídrica del humedal.
- Caracterización de las especies vegetales asociadas a la ronda hídrica en el tiempo cero.
- Formular planes de restauración ecológica en la ronda hídrica del humedal, en caso de ser necesarios.
- Asignar un guardabosque para que vigile constantemente la actividad dentro y alrededor de la laguna, evite el ingreso de turistas a través de caminos alternos y coordine algunas de las actividades previamente mencionadas.

Indicadores:

- Porcentaje de ronda hídrica reforestada con especies nativas.
- Inventario de las especies encontradas actualmente dentro del área de ronda hídrica del humedal.
- Porcentaje de reducción de procesos degradativos como quemas y talas dentro de la ronda hídrica del humedal.
- Guardabosque ejerciendo las funciones establecidas dentro de su contrato.

Responsables:

1. Alcaldía
2. CORTOLIMA

Prioridad: Mediano plazo.

Proyecto 1.3. Conservación de la fauna asociada al humedal Lagunas Las Mellizas

Justificación:

La diversidad biótica es un factor fundamental para el mantenimiento tanto de la estructura como de las funciones de los humedales. La pérdida de la diversidad está relacionada con las causas de la alteración de hábitat, entre las que se encuentran la deforestación, el cambio en la cobertura vegetal, la fragmentación, la contaminación, la desecación de los humedales, la introducción de especies, la cacería o el aprovechamiento insostenible que supera la tasa de reproducción de las especies, entre otras.

Debido a que los humedales se encuentran expuestos a amenazas antrópicas como la caza, el tráfico y la extracción ilegal de fauna, es necesario mantener su productividad y biodiversidad, implementando estrategias que promuevan el uso racional de los recursos bióticos por parte de las comunidades locales.

Objetivo general:

- Disminuir la cacería, el tráfico y la extracción de fauna silvestre dentro del humedal y las áreas adyacentes.

Objetivos específicos:

- Generar programas de educación ambiental que permitan la conservación de la fauna asociada al humedal.

- Implementar medidas sancionatorias a quienes realicen la extracción ilegal de fauna silvestre.

Metas:

- Socializar temáticas sobre la problemáticas de la cacería, el tráfico y la extracción ilegal de fauna silvestre a escala local, nacional y mundial.
- Diseñar resoluciones administrativas por parte de la autoridad ambiental con el fin de erradicar la cacería, el tráfico y la extracción ilegal de fauna silvestre en la localidad.

Actividades:

- Realizar talleres semestrales con la comunidad con el fin de tratar temas relacionado con temas como la cacería, el tráfico y la extracción ilegal de fauna silvestre a escala local, nacional y mundial
- Realizar la socialización de la resolución administrativa elaborada por parte de la autoridad ambiental con el fin de erradicar la cacería, el tráfico y la extracción ilegal de fauna silvestre en el humedal.
- Asignar un guardabosque para que vigile constantemente la actividad dentro y alrededor de la laguna, evite el ingreso de turistas a través de caminos alternos y coordine algunas de las actividades previamente mencionadas.

Indicadores:

- Número de personas informadas sobre los efectos de la cacería, el tráfico y la extracción ilegal de fauna silvestre.
- Número de eventos, talleres o reuniones realizados con el fin de difundir información relacionada los efectos de la cacería, el tráfico y la extracción ilegal de fauna silvestre.
- Documento normativo (resolución) emitido por la autoridad ambiental.
- Guardabosque ejerciendo las funciones establecidas dentro de su contrato.

Responsables:

1. Comunidad
2. CORTOLIMA
3. Alcaldía Municipal
4. Policía Ambiental

Prioridad: Mediano plazo.

PROGRAMA 2
INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN

Proyecto 2.1. Diseño de escenarios de conectividad estructural en los alrededores del humedal Lagunas Las Mellizas.

Justificación:

Los humedales son ambientes espacialmente dispersos y fluctuantes por naturaleza, de forma que la conectividad funcional entre ellos se torna esencial para los taxones que dependen de los mismos. Dicha permeabilidad puede obtenerse mediante el manejo del modelo paisajístico, lo cual implica considerar conexiones biológicas, no sólo en los humedales interiores sino también en toda la matriz circundante del ecosistema. Debido a que la conectividad involucra el mantenimiento de la interconexión y dinámica de las especies, los procesos ecológicos y los ecosistemas, así como de las funciones y servicios que brindan los mismos, los corredores ecológicos (en este caso los enlaces lineales) constituyen una de las herramientas a emplear con el fin de facilitar la conectividad entre el humedal, las áreas boscosas cercanas y otras áreas importantes para la conservación cercanas al cuerpo de agua.

Objetivo general:

- Diseñar enlaces lineales entre el humedal, las áreas boscosas cercanas y otras áreas importantes para la conservación.

Objetivos específicos:

- Identificar los posibles enlaces lineales o áreas de interconexión entre el humedal Lagunas Las Mellizas y sus alrededores.
- Evaluar la estructura horizontal y vertical de los enlaces lineales existentes en los alrededores del humedal.

Metas:

- Diseño de una red de conectividad estructural entre el humedal y sus alrededores.

Actividades:

- Identificación y valoración de los posibles enlaces lineales o áreas de interconexión cercanas al humedal.
- Inventario detallado de la flora y fauna presente en los posibles enlaces lineales y su relación con el humedal.

- Evaluación de la estructura vegetal vertical y horizontal dentro de los posibles enlaces lineales existentes en los alrededores del humedal.
- Diseño de enlaces lineales con su respectivo levantamiento cartográfico, predial y social.

Indicadores:

- Mapa con los posibles enlaces lineales detectados en las áreas circundantes al humedal.
- Informe técnico indicando los porcentaje de avance en el inventario de fauna y flora asociadas a los posibles enlaces lineales, así como evaluando la influencia del humedal sobre las especies detectadas y su dependencia al cuerpo de agua.
- Informe técnico relacionando los resultados obtenidos durante la caracterización de la estructura vertical y horizontal de los enlaces lineales potenciales.
- Porcentaje de avance del diseño y cartografía de los enlaces lineales propuestos.

Responsables:

1. Universidades
2. CORTOLIMA

Prioridad: Mediano plazo.

Proyecto 2.2. Ampliación del conocimiento sobre especies de fauna silvestre

Justificación:

La recuperación de la diversidad y el crecimiento de las poblaciones de fauna dependen directamente de las políticas de manejo implementadas y el conocimiento que tienen la comunidad sobre su ecología y función dentro de los ecosistemas. Debido a esto es necesario ampliar el conocimiento que se tiene sobre las especies de fauna silvestre con el fin de establecer lineamientos de manejo de las mismas y reducir las presiones antrópicas ejercidas sobre ella.

La información de línea base generada durante los diferentes proyectos y programas propuestos dentro de este plan de manejo, debe ser socializada y discutida con la comunidad en aras de desarrollar programas de control y protección de la fauna al punto de lograr establecer planes de manejo específicos para cada una de las especies registradas en la región con algún grado de vulnerabilidad o amenaza (UICN).

Objetivo general:

- Generar conocimiento sobre la fauna silvestre del humedal Lagunas Las Mellizas que permita conocer su estado, estructura y composición, a fin de establecer programas de manejo específicos para las especies amenazadas o vulnerables.

Objetivos específicos:

- Determinar la composición, estructura y tamaño poblacional de las especies de macroinvertebrados acuáticos, herpetofauna, aves y mamíferos que habitan en el humedal y su área circundante.
- Identificar las especies presentes en el área de estudio que se encuentran en contempladas dentro de alguna categoría de amenaza.

Metas:

- Conocer el estado actual de las poblaciones de fauna silvestre de los ecosistemas de humedal en el municipio de Roncesvalles.
- Sensibilizar a las comunidades y las autoridades frente a la fauna amenazada o vulnerable detectada dentro del humedal Lagunas Las Mellizas.

Actividades:

- Realización de monitoreos de fauna silvestre en la zona de influencia del humedal con el fin de obtener información sobre la composición, estructura y el tamaño poblacional de las especies registradas.
- Identificación de las especies amenazadas o vulnerables asociadas al humedal.
- Establecimiento de programas de manejo para reducir la presión sobre las especies amenazadas o vulnerables registradas en el área de influencia del humedal.
- Elaboración de políticas de manejo de fauna silvestre en los reglamentos internos de la comunidad.

Indicadores:

- Documento técnico con la información de la composición, estructura y el tamaño poblacional de las especies registradas en el área de influencia del humedal.
- Listado de especies amenazadas o vulnerables registradas dentro del área de influencia del humedal.

- Planes de manejo específicos para cada una de las especies de fauna amenazadas o vulnerables registradas dentro del área de influencia del humedal.
- Políticas de manejo establecidas e introducidas en los reglamentos internos de las comunidades.

Responsables:

1. Universidades
2. CORTOLIMA
3. Comunidad

Prioridad: Mediano y largo plazo

Proyecto 2.3. Ampliación del conocimiento sobre especies flora silvestre.

Justificación:

La alta demanda nacional e internacional del recurso forestal ha conllevado cada día a incrementar el número de especies objeto de uso, es por eso que es necesario realizar estudios para conocer la flora silvestre, establecer planes de manejo y controlar los aprovechamientos que se hagan ilegalmente. Todos estos estudios deben ser incluidos en los planes de desarrollo de los municipios y los planes trienales de las corporaciones a fin de tener un norte frente al control y uso de los recursos, lo cual permitirá la recuperación de las áreas degradadas y optimizará el uso de los recursos.

Objetivo general:

- Generar conocimiento sobre la flora silvestre encontrada a los alrededores del humedal Lagunas Las Mellizas con el fin de conocer su estado, estructura, composición y establecer programas de manejo para cada una de ellas.

Objetivos específicos:

- Determinar la composición y estructura de las comunidades de flora que se encuentran en el área de interés.
- Identificar las especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza presentes en el área de estudio.

Metas:

- Conocer el estado actual de las poblaciones de fauna silvestre de los ecosistemas de humedal en el municipio de Roncesvalles.

- Sensibilizar a las comunidades y las autoridades frente a la flora amenazada o vulnerable detectada dentro del humedal Lagunas Las Mellizas.

Actividades:

- Realización de inventarios y monitoreos del fitoplancton y la flora silvestre en la zona de influencia del humedal con el fin de obtener información sobre la composición y estructura de las especies registradas.
- Identificación de las especies amenazadas o vulnerables asociadas al humedal.
- Identificación de las especies de interés ecológico y comercial con el fin de establecer su aprovechamiento sostenible.
- Establecimiento de programas de manejo para reducir la presión sobre las especies de flora amenazadas o vulnerables registradas en el área de influencia del humedal.
- Elaboración de políticas de manejo de flora silvestre en los reglamentos internos de la comunidad.

Indicadores:

- Documento técnico con la información de la composición y estructura de las especies de flora registradas en el área de influencia del humedal.
- Listado de especies amenazadas o vulnerables registradas dentro del área de influencia del humedal.
- Planes de manejo específicos para cada una de las especies de flora amenazadas o vulnerables registradas dentro del área de influencia del humedal.
- Políticas de manejo establecidas e introducidas en los reglamentos internos de las comunidades.

Responsables:

1. Universidades
2. CORTOLIMA

Prioridad: Mediano plazo

Proyecto 2.4. Programa de educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.

Justificación:

La exigencia de poner en marcha un programa de educación y sensibilización ambiental comunitaria se basa en el propósito de informar, formar y sensibilizar a

la población de la necesidad de preservar el patrimonio ambiental, puesto que la responsabilidad no puede recaer única y exclusivamente en la administración, sino que será fruto de un proyecto de construcción colectiva.

En este marco se concibe la educación y sensibilización ambiental como una herramienta o instrumento para la gestión, coherente con los principios inspiradores de la mancomunidad. Siendo una acción complementaria y coherente con la gestión en propenda a la conservación del humedal.

La sensibilización combina integralmente acciones de transmisión directa y aprovechamiento, creando oportunidades para establecer un dialogo personal con la comunidad y los propietarios.

La educación ambiental formal y no formal ofrece un conjunto integrado de recursos materiales y humanos que puedan utilizarse para diseñar, adaptar, organizar y desarrollar sus propias actividades o programaciones de educación ambiental en torno al humedal.

Este proceso también involucra la comunidad estudiantil ya que desde las aulas de clase podría darle continuidad al proceso de sensibilización con el fin de que sus alumnos sean los multiplicadores y quienes lleven esta cultura ambiental para las generaciones futuras.

Objetivo general:

- Lograr comunidades organizadas y con capacidad de definir sus políticas y planes de desarrollo como respuesta a un modelo de gestión participativa y pedagógica para la conservación de los humedales.

Objetivos específicos:

- Fortalecer la organización comunitaria y la participación ciudadana.
- Contribuir a transformar hábitos culturales poco amigable con el medio ambiente y sus recursos naturales con el fin de generar conciencia sobre el valor del territorio como un bien comunitario e histórico.
- Logar que la comunidad implemente los conceptos y conocimientos obtenidos mediante la educación ambiental a la hora de valorar y hacer uso de los recursos naturales de forma eficiente y sostenible.

Metas:

- Establecer organizaciones comunitarias y grupos poblacionales involucrados e interactuando en el proceso de desarrollo sostenible.

- Comunidades con conocimiento de su territorio en términos de extensión, linderos, áreas estratégicas, bienes, servicios y potencialidades.
- Centros educativos implementando cátedras de educación ambiental.

Actividades:

- Construcción y socialización de un modelo de educación ambiental.
- Realización de talleres educativos a las personas interesadas en ingresar a la laguna.
- Asignar un guardabosque para que forme a las personas que deseen ingresar a la laguna y sus alrededores sobre temas relacionados con el manejo de residuos y el cuidado de flora y fauna asociada al cuerpo de agua.
- Realización de una cartilla educativa con participación de las comunidades.

Indicadores:

- Implementación del programa de educación ambiental en las escuelas y colegios de la región dentro de la asignatura de Ciencias Naturales.
- Número de talleres realizados con las comunidades
- Número de líderes y pobladores comprometidos con el manejo y el aprovechamiento de los recursos de los humedales y del territorio en general.
- Cartilla educativa.
- Número de personas formadas por el guardabosque.

Responsables:

1. CORTOLIMA
2. SENA
3. Alcaldía Municipal

Prioridad: Largo plazo

**PROGRAMA 3.
MANEJO SOSTENIBLE.**

Proyecto 3.1. Pago por Servicios Ambientales y reducción de impuestos

Justificación:

El concepto básico de PSA es que los usuarios de recursos o las comunidades que están en condiciones de proporcionar servicios ambientales deben recibir una compensación por los costos en que incurren y que quienes se benefician con

dichos servicios deben pagarlos utilizar un mecanismo de mercado para recompensar a los productores por las externalidades positivas que generan mediante el uso de la tierra, pero adecuado para mantener o mejorar los servicios ambientales. A pesar que en muchos países de la región no existe una normativa nacional que reglamente el PSA, éste puede ser adoptado a niveles político-administrativos inferiores.

En este sentido los servicios ambientales son funciones ecosistémicas que benefician al hombre y los bienes ambientales son las materias primas que utiliza el hombre en sus actividades productivas económicas, que para el caso del humedal, se evidencian en la belleza escénica, en la concentración de flora y fauna nativa y en el recurso agua que proveen.

Particularmente la compensación por pago de bienes y servicios ambientales para el ecosistema de humedal puede evidenciarse en la posibilidad de exención o rebaja en impuestos para propietarios del predio sobre el cual se encuentre ubicado; con lo cual se incentiva de manera eficaz la responsabilidad en el manejo y cuidado tanto para el humedal como para su área de influencia.

Objetivo general:

- Diseñar e implementar un sistema de compensación de pagos por servicios ambientales a propietarios y comunidades, con el propósito que mantengan y conserve el humedal existente y no realicen actividades productivas que generen impacto a los recursos naturales.

Objetivos específicos:

- Implementar el modelo de pago por bienes y servicios ambientales en el predio donde se localiza el humedal.
- Implementar el modelo de reducción de impuestos en el predio donde se localiza el humedal.

Metas:

- Establecer los modelos de pagos por servicios ambientales o de reducción en impuestos del predio donde se localiza el humedal natural y los que hacen parte de las áreas de preservación establecidas.

Actividades:

- Socialización del proyecto a la comunidad.
- Diseño y desarrollo del modelo de pago por servicios ambientales y reducción de impuestos.

Indicadores:

- Talleres con evidencia fotográfica de la socialización del proyecto.
- Acuerdos y documentos legales dentro de los cuales la autoridad ambiental establezca las fuentes, instrumentos, condiciones y demás requerimientos para el otorgamiento de incentivos a la conservación.

Responsables:

1. Comunidades
2. CORTOLIMA
3. Alcaldía

Prioridad: Mediano y largo plazo

Proyecto 3.2. Capacitación en la formulación y desarrollo de proyectos productivos.

Justificación

La formulación y el desarrollo de proyectos por parte de la comunidad son una herramienta de desarrollo para ellas mismas que facilita su integración, mediante el debate de sus diferentes puntos de vista que permite la construcción de ideas más sólidas para la atención de un problema o determinada situación y de esta manera avanzar hacia el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones.

De igual forma la reorientación en cuanto a las prácticas productivas por parte de pequeños propietarios debe plasmarse desde la aplicación de acciones que no vayan en contravía a la conservación de estos ecosistemas, para lo cual deben desarrollarse propuestas para el desarrollo de proyectos productivos teniendo en cuenta la riqueza de sus tierras.

Para que la gestión de proyectos por parte de las comunidades sea efectiva, es necesario en primer lugar que los interesados tengan acceso a capacitaciones que además de contemplar la parte formal de la elaboración de proyectos, incluya el conocimiento de los mecanismos de gestión de los mismos a instituciones públicas y privadas del orden nacional e instituciones internacionales, con el fin de aprovechar todas las posibilidades que en muchos casos se desconocen y por ende no se aprovechan por falta de su conocimiento.

Objetivo general

- Instruir a la comunidad en la implementación de estrategias productivas que contribuyan al bienestar de las comunidades locales y la promoción de la conservación del humedal.

Objetivos específicos:

- Capacitar a la comunidad sobre el aprovechamiento ecoturístico del humedal.

Metas:

- Capacitar a los propietarios, administradores e interesados en la formulación y gestión de proyectos ecoturísticos.

Actividades:

- Capacitaciones y talleres sobre la formulación y gestión de proyectos ecoturísticos dentro del área del humedal.

Indicadores:

- Número de talleres realizados con los propietarios, administradores e interesados en la formulación y gestión de proyectos productivos y ecoturísticos.
- Número de proyectos ecoturísticos formulados y ejecutados.
- Capacitaciones, visitas y monitoreos semestrales a quienes adopten los proyectos formulados.

Responsables:

1. CORTOLIMA
2. SENA
3. Alcaldía

Prioridad: Mediano plazo.

9.9. EVALUACIÓN DEL PLAN DE MANEJO

Para la planificación, seguimiento y evaluación del Plan integrado de manejo de los humedales de la zona baja del departamento del Tolima, se propone crear un comité interinstitucional conformado por:

1. La Corporación Autónoma del Tolima (CORTOLIMA).
2. Un delegado del municipio (Roncesvalles).

3. Un delegado del MAVDT.
4. Un delegado los predios en donde se encuentra el humedal.
5. Un delegado de la gobernación del Tolima.

Funciones:

1. Planificación.
2. Toma de decisiones
3. Seguimiento, ajuste y evaluación del plan de acción

Coordinación:

Responsabilidad de la Corporación Autónoma del Tolima (CORTOLIMA).

Revisión Trienal del Plan de Manejo:

Esta etapa se propone cada tres años, donde participará el comité coordinador, representantes de comunidades beneficiarias de los proyectos, las entidades ejecutoras y ONGs. El objetivo principal es evaluar la implementación del Plan de Manejo.

9.10. PLAN DE TRABAJO ANUAL

Programas y Proyectos	PLAN DE TRABAJO ANUAL									
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.										
Proyecto 1.1. Recuperación del Humedal Lagunas Las Mellizas.	X	X	X							
Proyecto 1.2. Conservación y mantenimiento de la vegetación asociada a la ronda hídrica del humedal Lagunas Las Mellizas.	X	X	X	X	X	X				
Proyecto 1.3. Conservación de la fauna asociada al humedal Lagunas Las Mellizas.	X	X	X	X	X	X				
PROGRAMA 2 INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
Proyecto 2.1. Diseño de escenarios de conectividad estructural en los alrededores del humedal Lagunas Las Mellizas.	X	X	X	X	X	X				
Proyecto 2.2. Ampliación del conocimiento sobre especies de fauna silvestre	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Proyecto 2.3. Ampliación del conocimiento sobre especies flora silvestre.	X	X	X	X	X	X				
Proyecto 2.4. Programa de educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.										
Proyecto 3.1. Pago por Servicios Ambientales y reducción de impuestos.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Proyecto 3.2. Capacitación en la formulación y desarrollo de proyectos productivos.	X	X	X	X	X	X				
COSTOS	\$1.000.000.000	\$1.000.000.000	\$1.000.000.000	\$1.000.000.000	\$1.000.000.000	\$1.000.000.000	\$150.000.000	\$150.000.000	\$150.000.000	\$150.000.000

Fuente: GIZ (2018)



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA

Acreman, M., Knowler, D., y Barbier, E. (1997). Valoración económica de los humedales. Convención de Ramsar.

Acosta-Galvis, A. (2011). Batrachia. Lista de Anfibios de Colombia. Recuperado de <https://www.batrachia.com/orden-anura>.

Adamus, P., Danielson, T. J., y Gonyaw, A. (1991). *Indicators for Monitoring Biological Integrity of Inland, Freshwater Wetlands*. Washington D.C., U.S.A.: Environmental Protection Agency.

Aguilar, V. (2003). Aguas continentales y diversidad biológica de México: un recuento actual. *Biodiversitas*, 48, 2-16. Recuperado de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2007/11/aguas%20continentales%20cuencas%20conabio.pdf>.

Alarcón-Pérez, B. A. L., y Ñique-Álvarez, M. Ñ. (2018). Índice de calidad del agua según NSF del humedal laguna Los Milagros (Tingo María, Perú). *INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*, 2(2), 98-107. Recuperado de <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/81/194>.

Alberico, M., Cadena, A., Hernández-Camacho, J., y Muñoz-Saba, Y. (2000). Mammals (Synapsida: Theria) of Colombia. *Biota Colombiana*, 1(1), 44-75.

Alonso-Garrido, E. (2009). *Manual de métodos de estudio y cuantificación de flujos hídricos en humedales* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Cartagena, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Civil, Cartagena, Colombia.

Alves da Silva, S. M., Pereira, V. C., Moreira, C. S., y Friedrich, F. (2011). The genus *Phacus* (Euglenophyceae), in a subtropical urban lake, in the Jardim Botânico of Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 25(3), 713-726. Doi: 10.1590/S0102-33062011000300024.

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

Anderson, E. P., y Maldonado-Ocampo, J. A. (2011). A regional perspective on the diversity and conservation of tropical Andean fishes. *Conservation Biology*, 25(1), 30-39. Doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.01568.x.

Andrade, A. (1994). La zonificación ecológica como base para el estudio integral del paisaje y planificación del uso de las tierras. *Revista SIG-PAFC*, 1(2), 28-31.

Andrade-C., M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ambiente-política. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(137), 491-507. Recuperado de http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_35/137/492-508.pdf.

Angulo A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V., y La Marca, E. (Eds.) (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de campo #2. Bogotá D.C., Colombia: Panamericana Formas e Impresos S.A.

APHA (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington D.C., U.S.A.: American Public Health Association.

Arcella. (2016). Arcella. Microworld world of amoeboid organisms. Recuperada de <https://www.arcella.nl/arcella>.

Arcella (2016). Centropyxis. *Microworld world of amoeboid organisms*. Recuperada de <https://www.arcella.nl/centropyxis>.

Arcella. (2016). Diffugia. *Microworld world of amoeboid organisms*. Recuperada de <https://www.arcella.nl/diffugia>.

Arita, H. T., Figueroa, F., Frisch, A., Rodríguez, P., y Santos-Del-Prado, K. (1997). Geographical range size and the conservation of Mexican mammals. *Conservation Biology*, 11, 92-100. Doi: 10.1046/j.1523-1739.1997.95274.x.

Asturnatura (2009). *Merismopedia elegans*. Asturnatura. Recuperado de <https://www.asturnatura.com/especie/merismopedia-elegans.html>

Bakker, R. (1971). Dinosaur physiology and the origin of mammals. *Evolution*, 25(4), 636-658. Doi: 10.1111/j.1558-5646.1971.tb01922.x.

Baker, A. L., et al. (2012). Phycokey -an image based key to Algae (PS Protista), Cyanobacteria, and other aquatic objects. Universidad de New Hampshire Centro para Biología de agua dulce. Recuperado de <http://cfb.unh.edu/phycokey/phycokey.htm>.

Balmori, A. (1999). La reproducción en los quirópteros. *Revisiones en Mastozoología. Galenas*, 11(2), 17-34. Recuperado de <http://www.secem.es/wp-content/uploads/2013/03/G-11-2-02-Balmori-17-34.pdf>.

Balslev, H. y Zuluaga, A. (2009). Juncaceae. *Flora de Colombia* No. 26, Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

Baptiste, M. P., y Múnera, C. (2010). Análisis de riesgo de vertebrados terrestres introducidos en Colombia. Baptiste, M. P., Castaño, N., Cárdenas, D., Gutiérrez, F. P., Gil, D. L., y Lasso, C. A. (Eds.), 149-199.

Basille, M., Calenge, C., Marboutinc, E., Andersend, R., y Gaillarda, J. (2008). Assessing Habitat selection using multivariate statistics: Some refinements of the ecological-niche factor analysis. *Ecological Modelling*, 211(1-2), 233-240. Doi: 10.1016/j.ecolmodel.2007.09.006.

Bellinger, E. G., y Sigee, D. C. (2015). *Freshwater algae: identification and use as bioindicators*. Oxford, U.K.: John Wiley y Sons Ltda.

Berenguer, J. G. (2007). Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos de interés sanitario. Barcelona, España: Edicions Universitat Barcelona.

Bernal, R., Gradstein, S. R., y Celis, M. (Eds.) (2015). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>.

Biblioteca digital. (2018). *Ageratina tinifolia*. Madrid, España: Biblioteca digital del Real Jardín Botánico. Recuperado de [http://bibdigital.rjb.csic.es/Imagenes/Ff\(8\)MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_46/MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_46_045.pdf](http://bibdigital.rjb.csic.es/Imagenes/Ff(8)MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_46/MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_46_045.pdf)

Biblioteca digital. (2018). *Espeletia grandiflora*. Madrid, España: Biblioteca digital del Real Jardín Botánico. Recuperado de [http://bibdigital.rjb.csic.es/Imagenes/Ff\(8\)MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_48/MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_48_091.pdf](http://bibdigital.rjb.csic.es/Imagenes/Ff(8)MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_48/MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_48_091.pdf).

Biblioteca digital. (2018). *Oritrophium*. Madrid, España: Biblioteca digital del Real Jardín Botánico. Recuperado de [http://bibdigital.rjb.csic.es/Imagenes/Ff\(8\)MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_47/MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_47_106.pdf](http://bibdigital.rjb.csic.es/Imagenes/Ff(8)MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_47/MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_47_106.pdf)

Biblioteca digital. (2018). *Tibouchina mollis*. Madrid, España: Biblioteca digital del Real Jardín Botánico. Recuperado de [http://bibdigital.rjb.csic.es/Imagenes/Ff\(8\)MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_31/MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_31_068.pdf](http://bibdigital.rjb.csic.es/Imagenes/Ff(8)MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_31/MUT_FI_Exp_Bot_N_Gra_31_068.pdf).

Bicudo, D. C. (1990). Considerações sobre metodologías de contagem de algas do perifiton. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 3(1), 459-475.

Bicudo, C. E. D. M., y Menezes, M. (2006). *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições*. Sao Paolo, Brasil: Rima.

Biodiversity Information System of Colombia [GBIF] (2017). Colombia data trends en: Change over time in data about species from Colombia Available from GBIF. Recuperado de <https://www.gbif.org/country/CO/summary>.

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

Bonilla, M. A. (Ed.). (2005). *Estrategias adaptativas de plantas del páramo y del bosque altoandino en la cordillera oriental de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.

Boyce, M., y McDonald, L. (1999). Relating populations to Hábitats using resource selection functions. *Trends in Ecology y Evolution*, 14(7), 268-272. Doi: 10.1016/S0169-5347(99)01593-1.

Boyce, M., Vernier, P., Nielsen, S., y Schmiegelow, F. (2002). Evaluating resource selection functions. *Ecological Modelling*, 157(2-3), 281-300. Doi: 10.1016/S0304-3800(02)00200-4.

Boyce, M. (2006). Scale for resource selection functions. *Diversity y Distributions*, 12(3), 269-276. Doi: 10.1111/j.1366-9516.2006.00243.x.

Bradshaw, A. D. (2002). Introduction and Philosophy. En M.R. Perrow y A. J. Davy (Eds.), *Handbook of Ecological Restoration Vol. 1 Principles of Restoration* (pp. 3-9). Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.

Bubb, P., May, I. A., Miles, L., y Sayer, J. (2004). *Cloud forest agenda*. Cambridge, U.K.: UNEP-WCMC.

Buitrago-Suárez, U. A. (1995). *Sistemática de las especies colombianas del género Astroblepus Humboldt 1805 (Pisces: Siluroidei: Astroblepidae)* (Tesis de Maestría). ICN-UNal, Colombia.

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

Calderón, E. G., Galeano, G., y García, N. (Eds.) (2005). *Libro rojo de Plantas de Colombia. Volumen 2, Palmas, Frailejones y Zamias*. Serie de libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente.

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

Calles, J. A. (2007). *Bioindicadores terrestres y acuáticos para las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, provincia Bolívar* (Tesis de Maestría). EcoCiencia, Quito, Ecuador.

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 Pregrado). Universidad Del Tolima, Ibagué.

Cantoral-Uriza, E. A., y Aboal-Sanjurjo, M. (2008). Diatomeas (Bacillariophyceae) del marjal Oliva-Pego (Comunidad Valenciana, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 65 (1), 111-128.

Caramujo, M. J. (2015). Orden Harpacticoida. *Revista IDE@*, 91,1-12. Recuperado de http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_91A.pdf.

Carpenter, S., y Cottingham, K. (1998). Resilience and Restoration of Lakes. *Conservation Ecology*, 1(1), 1-12. Recuperado de <https://www.ecologyandsociety.org/vol1/iss1/art2/>.

Castaño-Mora, O. V. (Ed.) (2002). *Libro rojo de reptiles de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del medio Ambiente, Conservación Internacional.

Castro, Á. M., Forero, E., y Guillot, G. (2004). Algunos Aspectos bioecológicos de la trucha arcoíris en el Embalse Pantano Redondo Cundinamarca, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 9(2), 89-90. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/27350/27617>.

Castro, F., La Marca, E., y Amézquita, A. (2010). *Leptodactylus colombiensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T57119A11584297. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T57119A11584297.en>. Consultado en 22 May 2018.

Catalogo of Life (2018). Species 2000 & ITIS Catalogue of Life. Recuperado de <http://www.catalogueoflife.org/col>.

Ceballos, G. (2001). Especies raras, el conocimiento de la diversidad biológica y la conservación. *Biodiversitas*, 38, 9-13. Recuperado de [http://www.ecologia.unam.mx/laboratorios/eycfs/last1/Publicaciones/Gerardo ceballos/gc2_files/AD10.pdf](http://www.ecologia.unam.mx/laboratorios/eycfs/last1/Publicaciones/Gerardo%20ceballos/gc2_files/AD10.pdf).

Chalar, G. (2009). The use of phytoplankton patterns of diversity for algal bloom management. *Limnologia-Ecology and Management of Inland Waters*, 39(3), 200-208. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0075951108000133>.

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. Recuperado de <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/289/287>.

Chapman, D. (1996). *Water quality assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. Londres, Inglaterra: E&FN Spon.

Collins, S. L., Perino, J. V., y Vankat, J. L. (1982). Woody vegetation and microtopography in the bog meadow association of Cedar Bog, a west central Ohio fen. *American Midland Naturalist*, 108(2), 245-249. Doi: 10.2307/2425484.

CONAM, I. (1999). *Estrategia Regional para la Conservación y Utilización Sostenible de la Diversidad Biológica*. Punto Focal San Martín.

Contraloría General de la República (2011). Evaluación de la implementación de la política nacional de humedales interiores de Colombia (2010-2011). En *Contraloría General de la República. Estado de los Recursos Naturales y Ambientales, Minería y Medio Ambiente* (pp. 196-336). Bogotá D.C., Colombia: Contraloría General de la República.

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. CARDER y WCS.

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

Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA (2010). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Lagunilla. Ibagué.

Corporación Autónoma Regional del Tolima y Grupo de Investigación en Zoología [CORTOLIMA y GIZ] (2010). Biodiversidad faunística de los humedales del departamento del Tolima: Informe técnico. Ibagué, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Tolima.

Corporación Autónoma Regional del Tolima [CORTOLIMA] (2014). Atlas Ambiental del Tolima. Ibagué.

Corporación Autónoma Regional del Tolima [CORTOLIMA] (2016a). Plan de manejo Ambiental del Humedal Turbera de Alfombrales. Recuperado de <https://www.cortolima.gov.co/>.

Corporación Autónoma Regional del Tolima [CORTOLIMA] (2016b). Plan de manejo Ambiental del Humedal El Meridiano. Recuperado de <https://www.cortolima.gov.co/>.

Corporación Autónoma Regional del Tolima [CORTOLIMA] (2016c). Plan de manejo Ambiental del Humedal La Linda. Recuperado de <https://www.cortolima.gov.co/>.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica] y Corporación Autónoma Regional del Tolima [CORTOLIMA] (2009). Informe final estudio de estado actual (EEA) y plan de manejo (PM) de los páramos del departamento del Tolima. Recuperado de http://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/estudio_del_estado_actual_de_los_paramos_en_el_epto.pdf.

Cortés-Duque, J., y Estupiñán-Suárez, L. (Eds.) (2016). Las huellas del agua, propuesta metodológica para identificar y comprender el límite de los humedales de Colombia. Bogotá D.C., Colombia: Fondo Adaptación.

Cowardin, L. M., Carter, V., Golet, F. C., y LaRoe, E. T. (1979). Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States. FWS/OBS-79/31.

Cox, E. J. (1996). Identification of Freshwater Diatoms from Live Material. Chapman & Hall, Londres.

Craticula (S.f). Eunotia. Diatomeas de agua dulce comunes de Gran Bretaña e Irlanda Una clave de acceso múltiple. Recuperado de <http://craticula.ncl.ac.uk/EADiatomKey/html/Eunotia.html>

Craticula (S.f). Frustulia. Diatomeas de agua dulce comunes de Gran Bretaña e Irlanda Una clave de acceso múltiple. Recuperado de <http://craticula.ncl.ac.uk/EADiatomKey/html/Frustulia.html>

Craticula (S.f). Surirella. Diatomeas de agua dulce comunes de Gran Bretaña e Irlanda Una clave de acceso múltiple. Recuperado de <http://craticula.ncl.ac.uk/EADiatomKey/html/Surirella.html>

Darrigran, G., Vilches, A., Legarralde, T., y Damborenea, C. (2007). *Guía para el estudio de macroinvertebrados. Métodos de colecta y técnicas de fijación*. La plata, Argentina: ASFA C.S.A.

Da Silva, W. J., Ruwer, D., Nogueira, I., y Dunck, B. (2016). The genus *Pinnularia* (Bacillariophyta, Pinnulariaceae) from Lago dos Tigres, Britânia, Goiás, Brazil. *Biota Neotropica*, 16(1), 1-26. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/bn/v16n1/1676-0611-bn-1676-0611-2015-0028.pdf>.

DeColibus, D. (2013). *Tabellaria flocculosa*. In *Diatoms of North America*. Recuperado de https://diatoms.org/species/tabellaria_flocculosa

Departamento Nacional de Planeación (2014). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/programas/ambiente/Paginas/plan-nacional-de-adaptacion.aspx>.

Diavanera, A. (2006). *Plan de manejo de la trucha (Oncorhynchus mykiss y Salmo trutta) en el Parque Nacional Natural Chingaza*. Lineamientos para el manejo de una especie exótica invasora. Instituto Alexander von Humboldt.

Díaz, A., y Payán, E. (2012). *Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia.

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

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.

Dugan, P. (1992). Conservación de humedales. Un análisis de temas de actualidad y acción inmediata. Gland, Suiza: UICN.

Duque, M., y Estupiñán, S. (2016). *Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia: Análisis Costo-Beneficio de Medidas de Adaptación*. Monografía. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C.

Eccardi, F., y Becerra, R. (2003). Las orquídeas en la CITES, entrevista a Eric Hágsater. *Biodiversitas*, 49, 12-15.

Elmoor-Loureiro, L. M. (1997). *Manual de Identificação de Cladóceros Limnéticos do Brasil*. Brasília, Brasil: Universa.

Elvira, B., y Almodóvar, A. (2007). Restauración de ríos y humedales. *Trofeo Pesca*, 153, 164-165. Recuperado de <http://www.ucm.es/data/cont/docs/568-2013-12-15-153-2007.pdf>.

Escobar, J., Martínez, J. I., y Parra, L. N. (2005). Thecamoebians (*Testaceous rhizopods*) from a tropical lake: la fe reservoir, Antioquia, Colombia. *Caldasia*, 27(2), 293-298. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-52322005000200013.

Esquivel, H. E. (1997). *Herbarios en los jardines botánicos*. Ibagué, Colombia: Ministerio del Medio Ambiente, Red Nacional de Jardines Botánicos.

Esteves, F. A. (1999). *Fundamentos de Limnología*. Río de Janeiro, Brasil: FINEP/ Interciência.

Estrada, S., Pérez, J., y Stevenson, P. (2007). Dispersión de semillas por murciélagos en un borde de bosque montano. *Ecotropicos*, 20(1), 1-14.

Faña, B. (2000). Evaluación Rápida de la Contaminación Hídrica. Ediciones GHeN. Recuperado de <http://www.ambiente-ecologico.com/067-02-2000/juannicolasfania67.htm>.

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

Flórez-Ayala, C., Estupiñán-Suárez, L., Rojas, C., Aponte, M., Quiñones, S., Vildary, P., y Jaramillo, U. (2015). Colombia y su naturaleza anfibia. El entramado

anfibio. En U. Jaramillo, J. Cortés-Duque y C. Flórez (Eds.). *Colombia Anfibia. Un país de humedales. Volumen I*. Bogotá D.C., Colombia: IAvH.

Fmp. conncoll. (S.f.). *Staurastrum*. Green Algae. Recuperado de http://fmp.conncoll.edu/Silicasecchidisk/LucidKeys3.5/Keys_v3.5/Carolina35_Key/Media/Html/Staurastrum_Main.html.

Froese, R., y Pauly (2005). *Fish Base*. World Wide Web electronic publication. Especies invasoras de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt- Serie especies colombianas: Bogotá, Colombia.

Froese, R., y Pauly, D. (Eds.) (2018). *FishBase*. *Oncorhynchus mykiss*. Recuperado de www.fishbase.org/summary/oncorhynchus-mykiss.html

Frost, D. «*Osornophryne percrassa*». *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6.0. (en inglés). Nueva York, EEUU: Museo Americano de Historia Natural. Consultado el 5 de mayo de 2015.

Galindo-González, J. (1998). Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana*, 73, 57-74. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/575/57507304.pdf>.

Galindo, R., Betancur, J., y Cadena, J. J. (2003). Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna Guanentá-Alto río Fonce, cordillera oriental colombiana. *Caldasia*, 25(2), 313-335.

Galindo, E., Gutiérrez, K., y Reinoso, G. (2010). Lista de los quirópteros del departamento del Tolima, Colombia. *Biota colombiana*, 1(2), 107-116.

García, L., Ramírez, L., y Reinoso-Flórez, G. (2015). Mamíferos en relictos de bosque seco tropical del Tolima, Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 22(1), 11-21. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-93832015000100002.

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

Gobernación del Tolima. (2010). Roncesvalles en cifras 2000 - 2010.

Gómez, R., Tovilla, C., Barba, E., Castañeda, O., Valle, F. J., Romero, E. I., y Ramos, E. (2014). "Índices tróficos de importancia ecológica y su relación con algunas variables físico-químicas en el sistema lagunar estuarino Chantuto-

Panzacola, Chiapas, México". *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 31, 47-57.

Gómez, S., Salazar, C., y Longo, M. (2016). *Use of Macroinvertebrates to Identify Cultivated Wetlands in the Prairie Pothole Region*. University of Nebraska: Lincoln.

González, G. (1993). Los humedales. Ambientes amenazados y olvidados. *Chile Forestal*, 208, 34-35.

Green, A. J., Hamzaoui, M., Agbani, M. A., y Franchimont, J. (2002). The conservation status of Moroccan wetlands with particular reference to waterbirds and to changes since 1978. *Biological Conservation*, 104, 71-82. Doi: 10.1016/S0006-3207(01)00155-0.

Green, A. J., y Figuerola, J. (2003). *Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales*. En M. Paracuellos (Ed.), *Ecología, manejo y conservación de los humedales* (pp. 47-60). Almería, España: Instituto de Estudios Almerienses.

Greenberg A. E., Clesceri L. S., y Eaton, A. D. (1992). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. U.S.A.: APHA-AWWA-WEF.

Guillen A. (2010). Euastrum. Mundo microscópico. Tomado de <http://www.biodiversidadvirtual.org/micro/Euastrum-oblongum-img96.html>.

Guillen A. (2010). Euchlanis. Mundo microscópico. Tomado de <http://www.biodiversidadvirtual.org/micro/Euchlanis-dilatata-img2428.html>.

Guillen A. (2010). Eunotia. Mundo microscópico. Tomado de <https://www.biodiversidadvirtual.org/micro/Eunotia-img223.html>

Guillen A. (2010). Frustulia. Mundo microscópico. Tomado de <https://www.biodiversidadvirtual.org/micro/LAGO-DE-SANABRIA-Frustulia-rhomboides-img2790.search.html>

Guillen A. (2010). Micrasterias. Mundo microscópico. Tomado de <https://www.biodiversidadvirtual.org/micro/Micrasterias-thomasiana-img34.html>

Guillen A. (2016). Docidium. Mundo microscópico. Tomado de <https://www.biodiversidadvirtual.org/micro/Docidium-baculum-img1528.html>

Guiry, M. D., y Guiry, G. M. (2018). *AlgaeBase*. Publicación electrónica mundial, Universidad Nacional de Irlanda, Galway. Recuperado de <http://www.algaebase.org>; buscado el 07 de febrero de 2018.

Hammer, Ø., Harper, D. A., y Ryan, P. D. (2001). *PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Education*, 4(1), 1-9.

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

Hauenstein, E., Muñoz-Pedrerros, A., Peña, F., Encina, F., y González, M. (1999). Humedales: Ecosistemas de alta biodiversidad con problemas de conservación. *El Árbol... Nuestro Amigo*, 13, 8-12.

Herbario Distrital UDBC (2010) Guía para la recolección y preservación de muestras botánicas en campo. Universidad distrital Francisco José de Caldas, Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de <http://herbario.udistrital.edu.co>.

Hernández, P. A. C. (2010). Inventario florístico preliminar de plantas angiospermas presentes en el ecosistema de paramo del parque nacional natural el Cocuy, Boyacá (Tesis). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C

Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid R. W., Hayek, L. C., y Foster, M. S. (1994). *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Washington, D.C., U.S.A.: Smithsonian Institution Press.

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

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

ICN- Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia (2004 y continuamente actualizado). Colecciones Científicas en Línea. Publicado en Internet <http://www.biovirtual.unal.edu.co> [1 de julio de 2018].

Instituto Colombiano Agropecuario -ICA-. (s.f.). Censo Pecuario Nacional - 2017. Recuperado el 28 de Mayo de 2018, de <https://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Epidemiologia-Veterinaria/Censos-2016/Censo-2017.aspx>.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC] (2015). Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Tolima. Ibagué, Colombia: IGAC.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología Corine Lan Cover Adaptada para Colombia a Escala 1,100.000*. Bogotá, Colombia: IDEAM.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia a Escala 1,100.000*. Bogotá, Colombia: IDEAM.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] (2013). *Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM.

International Union for Conservation of Nature [IUCN] (2018). *Procyon cancrivorus*. Recuperado de <http://www.iucnredlist.org/details/41685/0>.

International Union for Conservation of Nature [IUCN] (2018). *Sylvilagus brasiliensis*. Recuperado de <http://www.iucnredlist.org/details/41298/0>

IUCN (2017). The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2017-3. Recuperado de <http://www.iucnredlist.org>.

Koopman, K. (1984). A synopsis of the families of bats, Part VII. *Bat Research News*, 25, 25-27.

Koopman, K. (1994). *Chiroptera: Systematics*. Berlín, Alemania: W. de Gruyter.

Koppen, J. D. (1975). A morphological and taxonomic consideration of Tabellaria (Bacillariophyceae) from the northcentral United States. *Journal of Phycology*, 11(2), 236-244.

Kudo, R. R. (1980). *Protozoology*. México D.F., México: Compañía Editorial Continental S.A.

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

Kunz, T., Braun, E., Bauer, D., Lobova, T., y Fleming, H. (2011). Ecosystem service provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, (1223), 1-38.

Kusler, J. A., Mitsch, W. J., y Larson, J.S. (1994). Humedales. *Investigación y Ciencia* 210, 6-13.

La Barbera, M. (1987). Body size as a factor in ecology and evolution. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20, 97-117. Doi: 10.1146/annurev.es.20.110189.000525.

Lambert, A. (2003). Valoración económica de los humedales: un componente importante de las estrategias de gestión de los humedales a nivel de las cuencas fluviales. Recuperado de <http://www.portalces.org/sites/default/files/migrated/docs/1118.pdf>.

Lasso, C. A., Gutiérrez, F. de P., y Morales-B., D. (Eds.) (2014). X. *Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos*. Bogotá, D.C., Colombia: Serie editorial Recursos Hidrobiológicos y pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Lindenmayer, D. B. (1999). Future directions for biodiversity conservation in managed forests: indicator species, impact studies and monitoring programs. *Forest Ecology and Management*, 115(2-3), 277-287. Doi: 10.1016/S0378-1127(98)00406-X.

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

Longo, M., y Lasso, C. (2014). Uso de la biota acuática en la identificación, caracterización y establecimiento de límites en humedales interiores (macroinvertebrados acuáticos). En Lasso, C., Gutierrez, F., y Morales-B, D. (Eds.). X. *Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá, D.C., Colombia: Serie editorial Recursos Hidrobiológicos y pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

López, C. (2012). Cartografía social: instrumento de gestión social e indicador ambiental. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Lopretto, E. C., y Tell, G. (1995). *Ecosistemas de aguas continentales. Métodos para su estudio, Tomos I, II y III*. La Plata, Argentina: Ediciones Sur.

Losada-Prado, S., Molina-Martínez, Y.G., González, A.M., Carvaja, A.M., y Franco, M. (2003). Aves. En: F. Villa, G. Reinoso, M. H. Bernal Y S. Losada- Prado (Eds.), *Biodiversidad faunística de la Cuenca del Río Coello*. Biodiversidad

Regional Fase I. Tomo III. Documento Técnico (pp. 578-898). Ibagué, Colombia: CORTOLIMA y Universidad del Tolima.

Losada-Prado, S., Carvajal-Lozano, A.M., y Molina-Martínez, Y.G. (2005a). Listado de especies de aves de la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Biota Colombiana*, 6(1), 101-115. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/491/49106103.pdf>.

Losada-Prado, S., Murillo-Feria, J., Carvajal-Lozano, A.M., y Parra-Hernández, R. (2005b). Aves. En F. A. Villa, G. Reinoso y S. Losada (Eds.). *Biodiversidad faunística y florística de las Cuencas de los ríos Prado y Amoyá. Biodiversidad Regional Fase II. Documento Técnico* (pp. 78 – 898). Ibagué, Colombia: CORTOLIMA y Universidad del Tolima.

Losada-Prado, S., y Molina-Martínez, Y. (2011). Avifauna del Bosque Seco Tropical en el departamento del Tolima (Colombia): análisis de la comunidad. *Caldasia*, 33(1), 271-294. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/1677410737?pq-origsite=gscholar>.

Lozano, J., y Reinoso, G. (2014). Macroinvertebrados acuáticos presentes en el complejo de humedales Paz de Ariporo-hato corozal, departamento del Casanare. Datos no publicados.

Luther, H. E. (1994). A guide to the species of Tillandsia regulated by Appendix II of CITES. *Selbyana*, 15(1), 112-131.

Luteyn, J. L. (1983). *Cavendishia* (Ericaceae: Vaccinieae). Flora Neotropica; monograph no. 35. New York, U.S.A: Organization for Flora Neotropica. New York Botanical Garden.

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.

Mahecha, G., Ovalle, A., Camelo, D., Roza, A., y Barrero, D. (2004). Vegetación del territorio CAR: 450 especies de sus llanuras y montañas. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR.

Maldonado-Ocampo, J. A., Ortega-Lara, A., Usma, J. S., Galvis, G., Villa-Navarro, F., Vásquez, L., Prada-Pedrerros, S., et al., (2005). *Peces de los Andes de Colombia 1a Edición*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Mamaskato, F. (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. Recuperado de <http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POMCH/Rio%20Sambingo-Hatoviejo/Prospectiva.pdf>.

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.

Margalef, R. (1983). *Limnología* (Vol. 1009). Barcelona, España: Omega.

Márquez, G. (2003). Ecosistemas estratégicos de Colombia. *Revista de la Sociedad Geográfica de Colombia*, 133, 87-103.

Marradi, A., Archenti, N., y Piovani, J. (2007). *Metodología de las Ciencias Sociales*. Buenos Aires, Argentina: Emecé Editores.

Martins, M. (2010). *Oxyrhopus occipitalis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T177433A7435451. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-4.RLTS.T177433A7435451.en>. Consultado el 22 May 2018.

Matthews, S. (2005). Sudamérica invadida: el creciente peligro de las especies exóticas invasoras (No. 504.7 MAT). Programa Mundial sobre Especies Invasoras.

McAlice, B. J. (1971). Phytoplankton sampling with the Sedgwick-Rafter cell. *Limnology and Oceanography*, 16(1), 19-28. Recuperado de <https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.4319/lo.1971.16.1.0019>.

McCafferty, W. P. (1981). *Aquatic entomology: the fisherman's and ecologist's illustrated guide to insects and their relatives*. Boston, U.S.A.: Science Book International.

McDiarmid, R. (1994). *Preparing amphibians as scientific specimens*. En R., Heyer, M., Donnelly, R. W., McDiarmid, L., Hayek y M. S., Foster (Eds.), *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians*. Washington D.C., U.S.A.: Smithsonian Institution Press- Editorial Universitaria de la Patagonia.

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

Medina, W., Macana, C., y Sánchez, F. (2015). Aves y mamíferos de bosque altoandino-páramo en el páramo de Rabanal (Boyacá-Colombia). *Revista Ciencia en Desarrollo*, 6(2), 185-198.

Medina-Tombé, M. F., Sala, S. E., Vouilloud, A. A., y Ramírez-Restrepo, J. J. (2017). Comparación morfológica y distribución geográfica de las especies *Tabellaria fenestrata* y *Tabellaria flocculosa* (Bacillariophyceae) en sistemas lóticos y lénticos de Colombia. *Actualidades Biológicas*, 39(107), 43-50. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/acbi/v39n107/0304-3584-acbi-39-107-00043.pdf>.

Melo, V., y Vargas, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué, Colombia: Universidad del Tolima. CRQ-CARDER-CORPOCALDAS-CORTOLIMA.

Méndez-Narváez, J. (2014). Diversidad de anfibios y reptiles en hábitats altoandinos y paramunos de la cuenca del río Fúquene, Cundinamarca, Colombia. *Biota Colombiana* [en línea] 2014, 15 (Enero-Junio).

Merrit, R. W., y Cummins, K. W. (Eds.) (2008). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. U.S.A.: Kendall/Hunt Publishing Company.

Metcalf, y Heddly Inc (1991). *Wastewater Engineering. Collection and pumping of wastewater*. Nueva York, U.S.A.: G. Tchobanoglous Ed MacGraw-Hill, Inc.

Middleton, B. (1999). *Wetland Restoration, Flood Pulsing and Disturbance Dynamics*. Nueva York, U.S.A.: John Wiley and Sons.

Milesi, F. A., Marone, L., Lopez de Casenave, L., Cueto, V. R., y Mezquida, E. T. (2002). Gremios de manejo como indicadores de las condiciones del ambiente: un estudio de caso con aves y perturbaciones del hábitat en el Monte Central, Argentina. *Ecología Austral*, 12(2), 149-161. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/ecoaus/v12n2/v12n2a09.pdf>.

Millenium Ecosystem Assessment (2007). *A Toolkit for understanding and action, protecting nature's services. Protecting Ourselves*. Washington D.C., U.S.A.: Island Press.

Ministerio de Agricultura. (s.f.). Agronet. Recuperado el 28 de Mayo de 2018, de <http://www.agronet.gov.co/Paginas/default.aspx>

Ministerio de Agricultura (1978) Decreto 154, "Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974, De las aguas no marítimas y parcialmente la Ley 23 de 1973". Bogotá.

Ministerio del Medio Ambiente [MMA] (2002). Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia: Estrategia para su Conservación y Uso Sostenible. En W. Mitsch y G. Gosselink. *Wetlands* (pp. 582). N.Y., U.S.A.: John Willey y Sons Inc.

Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT] (2004). Resolución 865 del 2004. Bogotá, Colombia: MAVDT.

Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT] (2006). Resolución 196 de 01 de Febrero de 2006. "Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia". Bogotá, 31 pág.

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Decreto 1076 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible". Bogotá, 654 pág.

Mistry, J., Berardi, A., y Simpson, M. (2008). Birds as indicators of Wetland status and change in the North Rupununi, Guyana. *Biodiversity and Conservation*, 17(10), 2383-2409.

Molina-Martínez, Y. G. (2002). *Composición y estructura trófica de la comunidad aviaria de la Reserva Natural los Yalcones (San Agustín - Huila) y su posible relación con la vegetación arbórea y arbustiva* (Tesis de pregrado). Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

Moreno-Guerrero, J., y., Fonseca-Patarroyo, N. & Rodríguez-Ramírez, H. (2006). *La importancia del uso de los bioindicadores en los estudios* (Tesis de especialización). Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Química, Bogotá D.C.

Moreno-Palacios, M., y Losada-Prado, S. (2016). Avifauna del complejo de páramos Chilí-Barragán (Tolima, Colombia). *Biota Colombiana*, 17(2), 114-133. Recuperado de www.redalyc.org/articulo.oa?id=49148414008 > ISSN 0124-5376.

Morris, D. (2003). Toward an ecological synthesis: A case for Hábitat selection. *Oecologia*, 136(1), 1-13.

Morrison, M., Marcot, B., y Mannan, W. (2006). *Wildlife-Hábitat relationships concepts and applications*. Washington D.C., U.S.A.: Island Press.

Mostacedo, B., y Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Santa Cruz, Bolivia: El País.

Muñoz, M., y Vélez, I. (2007). Redescrición y algunos aspectos ecológicos de *Girardia tigrina*, *G. cameliae* y *G. paramensis* (Dugesiiidae, Tricladida) en Antioquia, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78(2): 291- 301. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000200006.

Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Tree*, 10(2), 58-62. Doi: 10.1016/S0169-5347(00)88977-6.

Naranjo, L. G. (1997). Humedales de Colombia. Ecosistemas amenazados. En c. López-Perilla (Ed.), *Sabanas, vegas y palmares. El uso del agua en la Orinoquia colombiana*. Bogotá D.C., Colombia: Universidad Javeriana - CIPAV.

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*. Bogotá D.C., Colombia: Ministerio del Medio Ambiente [MMA]- WWF Colombia.

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*. Bogotá, D.C., Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible- WWF Colombia.

Needham, J. G., y Needham, P. R. (1991). *Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*. Barcelona, España: Reverté.

Nelson, J. (2006). *Fishes of the World*. New Jersey, U.S.A.: John Wiley & Sons, Inc.

Neville, L. A., Christie, D. G., McCarthy, F. M., y MacKinnon, M. D. (2010). Biogeographic variation in Thecamoebian (*Testate amoeba*) assemblages in lakes within various vegetation zones of Alberta, Canada. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 2(8), 215-224. Recuperado de <http://www.academicjournals.org/journal/IJBC/article-full-text-pdf/C6FCB4712761>.

North American Banding Council (NABC) (2003). *Manual para anillar Passeriformes y cuasi-Passeriformes del anillador de Norteamérica (excluyendo colibríes y búhos)*. California, U.S.A.: The North American Banding Council, point Reyes station.

Observatorio Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible - CIMAS-. (2009). *Manual Metodologías Participativas*. Madrid, España: CIMAS.

Oliveira, I. B., Bicudo, C. E. D. M., y Moura, C. W. (2011). New records of *Cosmarium* (Desmidiaceae) to Brazil. *Phytotaxa*, 26(1), 25-38. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Moura7/publication/290685530_New_records_of_Cosmarium_Desmidiaceae_to_Brazil/links/56cfafdb08aeb52500c9ad72/New-records-of-Cosmarium-Desmidiaceae-to-Brazil.pdf.

Oliveira, I. B., Bicudo, C. E. D. M., y Moura, C. W. (2013). Novos registros e raros táxons de *Closterium* e *Spinoclosterium* (Closteriaceae, Zygnematophyceae) para a Bahía, Brasil. *Iheringia. Série Botânica*, 68(1), 115-138. Recuperado de <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/43/48>.

Orúe, M. E., Booman, G. C., y Laterra, P. (2011). *Uso de la tierra, configuración del paisaje y el filtrado de sedimentos y nutrientes por humedales y vegetación ribereña. Valoración de Servicios Ecosistémicos: Conceptos, Herramientas y Aplicaciones Para el Ordenamiento Territorial*. Buenos Aires, Argentina: INTA Ediciones.

Otálora-Ardila, A. (2003). Mamíferos de los bosques de roble. *Acta Biológica Colombiana*, 8(2), 57-71. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/26671/28601>.

Pacheco, J., y Cabrera, A. (2003). "Fuentes principales de nitrógeno de nitratos en aguas subterráneas". *Ingeniería*, 7, 47-54.

Parra, J. L. (2014) Uso de la biota acuática en la identificación, caracterización y establecimiento de límites en humedales interiores: Aves. En C.A. Lasso, F. Gutiérrez y B. D. Morales (Eds.), *X. Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos* (pp. 150-155). Bogotá, D.C., Colombia: Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Penalta-Rodríguez, M., y López-Rodríguez, M. C. (2007). Diatomeas y calidad del agua de los ríos del Macizo Central Gallego (Ourense, NO España) mediante la aplicación de índices diatomológicos. *Limnetica*, 26(2), 351-358. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/33158185.pdf>.

Perdomo, G., y Gómez, M. (2000). Estatuto de aguas para el área de jurisdicción de la corporación autónoma regional del Tolima. Ibagué, Colombia: CORTOLIMA.

Pérez-Castillo, A. G., y Rodríguez, A. (2008). Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. *Revista de Biología Tropical*, 56(4), 1905-1918.

Peterson, C. G. (1996). Response of benthic algal communities to natural physical disturbances. En R. J. Stevenson, M. L. Bothwell, y R. L. Lowe (Eds.). *Algal Ecology. Freshwater benthic Ecosystems*.

Posada-García, J., Abril-Ramírez, G., y Parra-Sánchez, L. (2008). Diversidad de los macroinvertebrados acuáticos del páramo de frontino (Antioquia, Colombia). *Caldasia*, 30(2): 441-455.

Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., y Rieradevall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de las aguas. En E. Domínguez y H. R. Fernández (Ed.), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología* (pp. 631-51). Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.

Prendergast, J. R., y Eversham, B. C. (1997). Species richness covariance in higher taxa: empirical tests of the biodiversity indicator concept. *Ecography*, 20, 210-216. Doi: 10.1111/j.1600-0587.1997.tb00363.x.

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., y Desante, D. F. (1993). *Handbook of field methods for monitoring landbirds*. Albany, California, U.S.A.: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

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*. Albany, California, U.S.A.: Pacific Southwest Research Station, Forest service, U.S. Department of agriculture.

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*. Arcata, California, U.S.A.: U.S. Forest Service, Redwood Sciences Laboratory.

Ramírez, A. (2000). Utilidad de las aves como indicadores de la riqueza específica regional de otros taxones. *Ardeola*, 47(2), 221-226. Recuperado de https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-33469/2000_Ardeola_47_221.pdf.

Ramírez, H., y Pérez, W. (2007). Mamíferos del departamento del Cauca (Colombia). *Biota Colombiana*, 11(1-2), 141-171. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49120969011>.

Ramírez, D., y Mendoza, E. (2010). El papel funcional de la interacción planta-mamífero en el mantenimiento de la diversidad tropical. *Biológicas*, 12(1), 8-13. Recuperado de <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Ramirez-y-Mendoza-2010.pdf>.

Ramírez, H., Suárez, A., y Gonzáles, J. (2016). Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. *Mammalogy notes*, 3(1), 1-5. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/303313338_Cambios_recientes_a_la_lista_de_mamiferos_de_Colombia.

Ramsar (1971). *Convención sobre los Humedales. Resolución VIII.16. 8va. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes: -Agua Vida y Cultura*. Valencia, España.

Ramsar (2000). *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales. Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la lista de humedales de importancia internacional*.

Ramsar (2002). *Compendio del inventario de humedales. CRQ*.

Ramsar (2015). Importancia de los humedales. Recuperado de <http://www.RAMSAR.org/es/acerca-de/la-importancia-de-los-humedales>.

Reinoso, G., Villa-Navarro, F., Losada, S., Gracia-Melo, J., y Vejarano, M. (2010). *Biodiversidad Faunística de los Humedales del Departamento del Tolima*. Universidad del Tolima.

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. Versión [06/04/2018]. 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 Lopez-Lanús, B. (2002). *Libro rojo de aves de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente.

Renjifo, L. M., Gómez, M. F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, A. M., Kattan, G. H., Amaya-Espinel, J. D., y Burbano-Girón, J. (2014). *Libro rojo de las aves de Colombia Volumen 1, bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica*. Bogotá D.C., Colombia: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto von Humboldt.

Restrepo, C., y Naranjo, L. (1987). Recuento histórico de la disminución de humedales y la desaparición de la avifauna acuática en el Valle del Cauca,

Colombia. En H. Álvarez, G. Kattan y C. Murcia (Eds.). *Memorias III*. Cali, Colombia: Congreso de Ornitología Neotropical.

Ricaurte, L., Patiño, J., Arias, G., Acevedo, O., Restrepo, D., Jaramillo-Villa, U., Flórez-Ayala, C., Estupiñán-Suárez, L., et al. (2015). La pluralidad del agua, tipos de humedales de Colombia - Sistema de clasificación de humedales. En U. Jaramillo, J. Cortés y C. Flórez (Eds.), *Colombia Anfibia. Un país de humedales. Volumen 1* (pp. 140). Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos.

Rivera, P., Parra, O., Gonzáles, M., Dellarosa, V., y Orellana, M. (1982). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. IV Bacillariophyceae*. Chile: Universidad de Concepción.

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*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Rodríguez, J., Alberico, M., Trujillo, F., y Jorgenson, J. (Eds.) (2006). *Libro rojo de los mamíferos de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia.

Roldán, G. (Ed.) (1988). *Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados del Departamento de Antioquia, Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Editorial Presencia LTDA.

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

Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

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

Romero, J. A. (2009). *Calidad del agua* (3ra ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Rosemberg, D. M., y Resh, V. H. (1993). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York, U.S.A.: Chapman y Hill.

Round, F. E., Crawford, R. M., y Mann, D. G. (1990). *Diatoms: biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press.

Rueda-Almonacid, J. V., Lynch, J. D., y Amézquita, A. (2004). *Libro rojo de los Anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. Bogotá, Colombia: Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.

Rueda, J.V., y Amézquita, A. (2004). *Dendropsophus padreluna*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004, e.T55584A11323080. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T55584A11323080.en>. Consultado en 22 May 2018.

Ruíz, E. (2002). *Métodos para el estudio de las características físico-químicas del agua. Manual de Métodos en Limnología*. Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Limnología, Pen Clips Publicidad y Diseño.

Ter Braak, C. & Smilauer, P. (2004). *Canoco for Windows (Version Trial Version)*. Wageningen, The Netherlands.

Samper, D. (1999) *Colombia Caminos del agua*. Bogotá, Colombia: Ed Banco de Occidente.

Samper, C. (2000). *Ecosistemas Naturales, Restauración Ecológica e Investigación*. Bogotá, Colombia: Ed Banco de Occidente.

Sánchez, H. (1998). Generalidades respecto a la convención RAMSAR. En E. Guerrero (Ed.), *Una aproximación a los humedales en Colombia* (pp. 24-30) Colombia: FEN.

Sánchez, C., Botello, F., Flores, J., Gómez, R., Gutiérrez, L., y Rodríguez, A. (2014). Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(1), 496-504. Recuperado de https://ac.els-cdn.com/S1870345314707262/1-s2.0-S1870345314707262-main.pdf?_tid=f6fc2396-7fa9-4e70-8077-b0d771756c5c&acdnat=1528463984_c522eb0c43b5c3782c2f0dcc26f1e66c.

Santos-Moreno, A., Briones-Salas, M., y Sánchez-Cordero, V. (2005). Diversidad de murciélagos en el gradiente altitudinal de la Sierra Mazateca, Oaxaca, México. En V, Sánchez-Cordero y R, Medellín (Eds.). *Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Sarmiento, C. (2016). Presentación. En J. Cortés-Duque y L. M. Estupiñán-Suárez (Eds.), *Las huellas del agua. Propuesta metodológica para identificar y comprender el límite de los humedales de Colombia* (pp. 340). Bogotá D.C., Colombia: Fondo Adaptación- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Scott, D. A., y Carbonell, M. (1986). Inventario de humedales de la Región Neotropical. Slimbirdge, UK. Bogotá D.C., Colombia: IWRB. Sección de Piscicultura, Pesca y Caza.

Scott, D. A., y Jones, T. A. (1995). Classification and Inventory of Wetlands. A Global Overview. *Vegetation*, 118(6), 3-1.

Secretaría de la Convención de Ramsar (2013). *Manual de la Convención de RAMSAR: Guía a la Convención sobre los Humedales (RAMSAR, Irán, 1971)*, 6a. edición. Gland, Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar.

Segnini, S., Correa, I., y Chacón, M. (2009). Tema 14. Evaluación de la calidad del agua de ríos en los andes venezolanos usando el índice biótico BMWP. ENFOQUES Y TEMÁTICAS EN ENTOMOLOGÍA, 217.

Sendoya, S. F., y Bonilla, M. A. (2005). La necromasa de *Espeletia grandiflora* como habitat para la artropofauna del páramo. Estrategias adaptativas de plantas del páramo y del bosque altoandino en la cordillera oriental de Colombia.

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

SiB Colombia. Catálogo de Biodiversidad de Colombia. (2018). *Chusquea tessellata*. Recuperado de <http://catalogo.biodiversidad.co/file/56d9c5ce3c16479905cba9bc/details>.

SiB Colombia (2017). Biodiversidad en cifras. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. Disponible en: <http://www.sibcolombia.net/biodiversidad-en-cifras/>.

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*, 20(2), 301-365. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-93832013000200008.

Stiassny, M. L. (1996). An overview of freshwater biodiversity: with some lessons from African fishes. *Fisheries*, 21(9), 7-13. Doi: 10.1577/1548-8446(1996)021<0007,AOOFB>2.0.CO;2.

Stiles, F. G., y Bohórquez, C. I. (2000). Evaluando el estado de la biodiversidad: el caso de la avifauna de la Serranía de la Quinchas, Boyacá, Colombia. *Caldasia*, 22(1), 61-92. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/download/17551/18402>.

Tabilo-Valdivieso, E. (2006). Avifauna del humedal Tambo-Puquios. Geoecológica de los Andes desérticos. En J. Cepeda, F. Squeo, A. Cortés, J. Oyarzun y H. Zavala (Eds.), *Humedal tambo-puquios en la Alta Montaña del Valle del Equil* (pp. 355-379). La Serena, Chile: Ediciones Universidad de la Serena.

Tamayo, M. (2000). Nematodos. Monografías. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos5/nemato/nemato.shtml>.

Tamisier, A., y Grillas, P. (1994). A review of Hábitat changes in the Camargue: an assessment of the effects of the loss of biological diversity on the wintering waterfowl community. *Biological Conservation*, 70(1), 39-47. Doi: 10.1016/0006-3207(94)90297-6.

Ten Brink, P., Badura, T., Farmer, A., y Russi, D. (2012). *The economics of ecosystem and biodiversity for water and wetlands. A Briefing Note*. London, United Kingdom: IEEP.

Ter Braak, C. J. K., y Smilauer, P. (1998). *CANOCO reference manual and user's guide to CANOCO for windows: software for Canonical Community Ordination version 4*. Ithaca, New York, U.S.A.: Microcomputer Power.

The Nature Conservancy [TNC] (1992). *Evaluación Ecológica Rápida*. Arlington, USA: Programa de Ciencias para América Latina.

The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 07 May 2018.

Thorp, J. H., y Covich, A.P. (Eds.) (2001). *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. San Diego, U.S.A: Academic press.

Titus, J. H. (1990). Microtopography and woody plant regeneration in a hardwood floodplain swamp in Florida. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 117(4), 429-437. Recuperado de https://www.jstor.org/stable/2996840?seq=2#page_scan_tab_contents.

TNC (2002). *Un Enfoque en la Naturaleza: Evaluaciones ecológicas rápidas*. Arlington, U.S.A: Programa de Ciencias para América Latina.

Toledo, L., y Comas, A. (2011). Especies dulceacuícolas del género *Pinnularia* (Bacillariophyceae) de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 32(33), 285-292. Recuperado de <http://www.uh.cu/centros/jbn/descargas/rjbn/xxxii/27.pdf>.

Torres, J., y Guevara, L. (2010). Perspectivas sobre el origen y la filogenia de los murciélagos. *ContactoS*, 77, 5-9. Recuperado de <http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n77ne/murcielago.pdf>.

Traylor, M. A. (1977). A classification of the Tyrant Flycatchers (Tyrannidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 148, 129-184.

Tremarin, P. I. (2005). *Diatomáceas (Ochrophyta) do rio Guaraguaçu, litoral do Paraná, Brasil* (Doctoral dissertation). Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.

Tremarin, P. I., Moreira-Filho, H., y Ludwig, T. A. (2010). Pinnulariaceae (Bacillariophyceae) do rio Guaraguaçu, bacia hidrográfica litorânea paranaense, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 24(2), 335-353. Doi: 10.1590/S0102-33062010000200005.

Tremel, B., Frey, S., Yan, N. D., Somers, K. M., y Pawon, T. W. (2000). Habitat specificity of littoral Chydoridae (Crustacea, Branchiopoda, Anomopoda) in Plastic Lake, Ontario, Canada. *Hydrobiologia*, 432 (1-3), 195-205. Doi: 10.1023/A:1004023003179.

Tropicos. (2018). Catalogue of the Vascular Plants of the Department of Antioquia (Colombia). Missouri, Estados Unidos: Tropicos.org. Recuperado de <http://www.tropicos.org/Project/Catalogo-de-Antioquia>.

UCO (2008). Catálogo Virtual de la Flora del Oriente Antioqueño. Universidad Católica de Oriente. Recuperado de <http://www.uco.edu.co/floraorienteantioquia/hypericaceae/Vismia-baccifera-Triana-Planch/Paginas/default.aspx>.

UICN (2017). Red List of Threatened Species. Version 2017-1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 13 Mayo 2018.

Useful Tropical Plants Database. (2018). *Disterigma empetrifolium*. Recuperado de <http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Disterigma+empetrifolium>.

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

VCA Partners (2008) Rapid Assessment Program (RAP) Logistics Manual. Recuperado de <http://conserveareas.org>.

Vercellino, I. S., y Bicudo, D. D. C. (2006). Sucessão da comunidade de algas perifíticas em reservatório oligotrófico tropical (São Paulo, Brasil): comparação entre período seco e chuvoso. *Brazilian Journal of Botany*, 29(3), 363-377. Doi: 10.1590/S0100-84042006000300004.

Verhelst-Montenegro, J. C., y Salaman, P. (2015) Checklist of the Birds of Colombia / Lista de las Aves de Colombia. Electronic list, version '18 May 2015'. Atlas of the Birds of Colombia. Available from <https://sites.google.com/site/haariehbamidbar/atlas-of-the-birds-of-colombia> [Accessed 12/05/2016].

Verhoeven, J. T. A., y Liefveld, W. M. (1997). The ecological significance of organochemical compounds in Sphagnum. *Acta Botanica Neerlandica*, 46(2), 117-130. Recuperado de <http://natuurtijdschriften.nl/download?type=document&docid=541086>.

Vilardy, S., Jaramillo, Ú., Flórez, C., Cortés-Duque, J., Estupiñán, L., Rodríguez, J.,... y Aponte, C. (2014). *Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales: una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: Bogotá, Colombia.

Villa-Navarro, F. A., García-Melo, L., García-Melo, J., Briñez-Vásquez, N., y Zúñiga-Upegui, P. (2003). Biodiversidad Faunística de la cuenca del río Coello- Biodiversidad Regional Fase I. Informe final, 1.

Villalba-Saavedra, A. D. P. (2017). Hábitos alimenticios de la trucha arcoíris, *Oncorhynchus mykiss* (Salmoniformes: Salmonidae) en el parque forestal Embalse del Sisga (Tesis). Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.

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*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

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. Recuperado de <http://ecologiaenbolivia.com/documents/Villegas432.pdf>.

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.

Wayne-Nelson, R., y Weller, E. (1984). A better rationale for wetland management. *Environmental Management*, 8(4), 295-308.

Wehr, J., y Sheath, R. (1981). *Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification*. Primera Edición. Boston, U.S.A.: Academic Press.

Wilson, D., Cole, F., Nichols, J., Rudran, R., y Foster., M. (1996). *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals*. Washington, United States: Smithsonian Institution.

Wilson, D. E., y Reeder, D. M. (Eds.) (2005). *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Baltimore, U.S.A.: JHS Press.

Winemiller, K. O. (1996). *Dynamic Diversity in Fish Assemblages of Tropical. Long-term studies of vertebrate communities*. San Diego, U.S.A.: Academic Press.

World Wildlife Fund. (2004). *Humedales Designación de sitios Ramsar en territorios de grupos étnicos en Colombia*. Santiago de Cali - Colombia.

Wunderle, J. M. Jr. (1994). *Census methods for Caribbean land birds*. New Orleans, Louisiana, U.S.A.: Southern forest experiment Station, Forest service, U.S. Department of agriculture.

A photograph of a wetland landscape. In the foreground, there is a grassy field with some small pools of water. In the background, there is a dense forest of tall palm trees. The word "ANEXOS" is overlaid in the center of the image.

ANEXOS



ANEXO A. FICHA INFORMATIVA DEL HUMEDAL

PROYECTO: PLANES DE MANEJO HUMEDALES DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

Fecha actualización FIR	Código Humedal	Nombre del Humedal HUMEDAL LAGUNAS LAS MELLIZAS								
Otros nombres:		Latitud	4°	11'	51.63''	Longitud	75°	35'	0.51''	Altitud: 3370 m
Municipio: Roncesvalles	Vereda: Orisol	Cuenca: Río Chili, subcuenta río Cucuana				Complejo:				
Área 13.45 ha	Tipo de humedal NATURAL	Código				Descripción		Topónimo		
Descripción resumida del Humedal: El humedal Lagunas las Mellizas se encuentra ubicado en la vereda Orisol del municipio de Roncesvalles, departamento del Tolima. Pertenecce a la unidad hidrográfica río Chili, tributaria de la subzona hidrográfica río Cucuana; comprende un área inundable aproximada de 13.45 hectáreas y una altura promedio de 3370 metros. Lagos Dulces Permanentes.										
Características físicas: El Humedal Lagunas Las Mellizas se encuentra asociado a un paisaje de montaña con relieve ligeramente ondulado a fuertemente quebrado, con suelos superficiales a moderadamente profundo. Además, se asocia al Bosque Alto de Tierra Firme, Herbazal Denso y Pastos Limpios, mostrando una temperatura promedio anual entre los 6 y 12 °C y una precipitación media anual superior a los 2000 mm y dentro de la clasificación de Ecosistemas según Holdridge se encuentra identificado como bosque pluvial Montano (bp-M).										
Características ecológicas: Presenta una riqueza alta. La flora se compone de 32 especies de plantas, agrupadas en 22 familias con 29 géneros, y 3 phylum, 3 clases, 7 órdenes, 8 familias, 19 especies de organismos fitoplanctónicos. En cuanto a la fauna, el zooplancton se compone de 6 phylum, 5 clases, 4 órdenes, 17 familias y 14 géneros, los macroinvertebrados acuáticos por 11 géneros distribuidos en 11 familias y 9 órdenes; los anfibios estuvieron representados por 3 especies; las aves por 3 órdenes, 8 familias y 10 especies, y los mamíferos por 2 especies confirmadas y 7 posibles especies reportadas por la comunidad.										
Principales especies de flora: La mayoría de las especies encontradas presentan uno o más usos, por lo cual podrían considerarse como especies importantes para las poblaciones humanas aledañas. Se registran dos especies endémicas: <i>Diplostephium alveolatum</i> y <i>Espeletia grandiflora</i> .						Principales especies de fauna: Se registraron las especies endémicas y vulnerables <i>Osornophryne percrassa</i> , <i>Pristimantis dorsopictus</i> y <i>Pristimantis peraticus</i> (Anfibios), y la especie casi endémica <i>Myioborus ornatus</i> (Aves). Sólo se registra a la especie <i>Caracara cheriway</i> dentro del apéndice II del CITES.				
Valores sociales y culturales: El humedal representa un valor paisajístico y ecosistémico para la comunidad del área circundante, de manera que es considerada un reservorio natural de biodiversidad, agua y otros servicios ecosistémicos.						Tenencia de la tierra: El predio dentro del cual se ubica el humedal Laguna Las Mellizas es de propiedad privada.				
Uso de suelo actual: Los suelos se encuentran asociados al Bosque Alto de Tierra Firme, Herbazal Denso y Pastos Limpios. No se desarrolla la actividad ganadera cerca al humedal.						Factores adversos que afectan el humedal: La presencia de turistas en la zona.				
Medidas de conservación propuestas y/o adoptadas										
Plan de acción. I. Manejo y uso sostenible. II. Conservación y Recuperación. III. Comunicación, formación y concienciación. IV. Investigación, seguimiento y monitoreo										
Actividades de investigación en curso e infraestructura existente										

No reportada
Actividades turísticas y recreativas
No reportada
Autoridades e instituciones responsables de la gestión/manejo del humedal.
CORTOLIMA