

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL HUMEDAL LA HERRERUNA



República de Colombia

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Corporación Autónoma Regional del Tolima, CORTOLIMA

OLGA LUCIA ALFONSO LANNINI

Directora General

JOSÉ ALEXANDER GRIJALBA CASTRO

Subdirector de Planificación Ambiental y Desarrollo Sostenible

LUIS FERNANDO POVEDA CABEZAS

Profesional Especializado- Gestión Integral de la Biodiversidad

Subdirección de Planificación Ambiental y Desarrollo Sostenible

CORTOLIMA

Nit: 890.704.536-7.

PBX: +57(8) 265 5378-2654553

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

NESTOR FABIAN TORRES

Representante Legal

LEIDY TATIANA ORTEGON TORRES

Directora del proyecto

VIVIAN TATIAN FLOREZ

Fotografía

UNION TEMPORAL CORTOLIMA

901635232-6

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
PREAMBULO	13
LOS HUMEDALES	14
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y REHABILITACIÓN AMBIENTAL	15
ESTRATEGIAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LOS HUMEDALES	17
NORMATIVIDAD	19
OBJETIVOS	25
OBJETIVO GENERAL	25
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
DESCRIPCION	26
1. LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN	27
1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	27
1.2. CLASIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DEL HUMEDAL	28
2. COMPONENTE FÍSICO	30
2.1. GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS	30
2.2. HIDROGRAFÍA	31
2.3. GEOLOGÍA	32
2.4. CLIMA	32
2.5. HIDROLOGÍA	34
2.5.1 RONDA HÍDRICA	37
3. COMPONENTE BIÓTICO	38
3.1. FLORA	38
3.1.1. FITOPLANCTON.	38
3.1.2. FLORA ASOCIADA AL HUMEDAL:	39

3.2	METODOLOGÍA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES DE FLORA	41
3.2.1	FITOPLANCTON.	41
3.2.2	FLORA DEL HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA	43
3.3	FAUNA	46
3.3.1	ZOOPLANCTON	46
3.3.2	MACROINVERTEBRADOS.	47
3.3.3	ICTIOFAUNA.	48
3.3.4	HERPETOFAUNA	50
3.3.5	AVIFAUNA.	53
3.4	METODOLOGÍA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES DEL HUMEDAL	56
3.4.1.	ZOOPLANCTON.	56
3.4.2.	MACROINVERTEBRADOS	58
3.4.3.	ICTIOFAUNA.	61
3.4.4.	HERPETOFAUNA	62
3.4.5.	AVIFAUNA.	66
4.	<u>CALIDAD DEL AGUA</u>	77
4.1	MARCO CONCEPTUAL	77
4.1.1	FACTORES FISICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DE LOS HUMEDALES.	77
4.2	ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA)	80
4.3	METODOLOGÍA	81
4.3.1	MÉTODOS DE CAMPO.	81
4.3.2	MÉTODOS DE LABORATORIO.	81
4.4	ANÁLISIS DE RESULTADOS	82
5.	<u>VALORES DE USO Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS</u>	85
5.1	SERVICIOS ECOSISTEMICOS	85
5.2	LOCALIDAD DE INFLUENCIA	87
5.2.1	ACTIVIDADES ECONÓMICAS PRINCIPALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID).	87
5.3	METODOLOGIA	87
5.4	RESULTADOS	88
5.4.1	RELACIÓN ECONÓMICA-AMBIENTAL	89
5.4.2	ALTERACIÓN HISTÓRICA EN EL HUMEDAL	90

5.4.3 INCORPORACIÓN DE LA VALORACIÓN SOCIOCULTURAL A LAS ESTRATEGIAS DE MANEJO DE HUMEDALES -----90

6.COMPONENTE AMBIENTAL 91

6.1 INTRODUCCIÓN -----91

6.2 METODOLOGÍA-----93

6.2.1 TRANSFORMACIÓN TOTAL (ORDEN DE MAGNITUD 1).-----93

6.2.2 PERTURBACIÓN SEVERA (ORDEN DE MAGNITUD 2).-----94

6.3 CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS-----95

6.3.1ANÁLISIS CUALITATIVO DEL HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA. -----96

6.4 ANÁLISIS DEL COMPONENTE AMBIENTAL. -----98

7. VALORACION Y EVALUACION 102

7.1 EVALUACIÓN ECOLÓGICA----- 102

7.1.1 GENERALIDADES DEL HUMEDAL. ----- 102

DIVERSIDAD BIOLÓGICA. ----- 102

NATURALIDAD. ----- 103

RAREZA. ----- 103

FRAGILIDAD. ----- 105

POSIBILIDADES DE RESTAURACIÓN, RECUPERACIÓN Y/O REHABILITACIÓN.----- 106

7.2 EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL ----- 107

7.3 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y CONFRONTACIÓN DE INTERESES ----- 110

8. ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL 119

8.1 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL----- 119

8.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS. ----- 123

8.2.1 ESCALA DE EDICIÓN----- 125

8.2.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA ----- 125

8.2.3 CONSERVACIÓN DE LOS HUMEDALES ----- 126

8.3 ZONIFICACIÓN PRINCIPAL ----- 127

ÁREAS DE ESPECIAL SIGNIFICADO AMBIENTAL (AESA) ----- 127

8.3.1 ÁREAS DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL (ARA) ----- 127

8.3.2 ÁREAS DE IMPORTANCIA SOCIAL (AIS)----- 127

8.4 CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN INTERMEDIA	127
8.4.1 HUMEDALES (Z1)	127
8.4.2 VEGETACIÓN DE CRECIMIENTO SECUNDARIO (Z2)	128
8.4.3 INFRAESTRUCTURA (Z3)	128
8.4.4 RASTROJO (Z4)	128
8.4.5 ARBORIZACIÓN URBANA (Z5)	128
8.5 RESULTADOS	129
8.5.1 ZONIFICACIÓN PRINCIPAL	129
8.5.2 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL INTERMEDIA	130
8.5.3 RONDAS HÍDRICAS	132
8.6 AJUSTE A LA ZONIFICACION EN EL PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	133
9.1 OBJETIVO GENERAL DEL PLAN DE MANEJO	137
9.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	137
 10. PLAN DE ACCION	 139
10.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	139
10.1.1 INTRODUCCIÓN	139
10.1.2 METODOLOGÍA	140
VISIÓN	141
MISIÓN	141
TIEMPOS DE EJECUCIÓN	142
ESTRATEGIAS	142
10.2 PROGRAMAS Y PROYECTOS	145
PROGRAMA 1.	145
RECUPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL HUMEDAL Y SU BIODIVERSIDAD.	145
PROGRAMA 2	147
INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN	147
PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.	152
PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.	153
PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.	153
PROYECTO 3.1. CONTROL Y SEGUIMIENTO.	153
9.9 PLAN DE TRABAJO ANUAL	154
9.10 COSTOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	155

ANEXOS	156
---------------	------------

BIBLIOGRAFÍA	178
---------------------	------------

INDICE DE TABLAS

INDICE DE TABLAS	7
-------------------------	----------

TABLA 1. MARCO LEGAL DE HUMEDALES	20
--	-----------

TABLA 2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA, GUAMO-TOLIMA.	27
--	-----------

TABLA 3. CLASIFICACIÓN HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA, SEGÚN LA CONVENCIÓN RAMSAR	29
---	-----------

TABLA 4. ABUNDANCIA RELATIVA FITOPLANCTON HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA, 2022.	43
---	-----------

TABLA 5. COMPOSICION ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA.	44
--	-----------

TABLA 6. ABUNDANCIA RELATIVA ZOOPLANCTON HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA, GUAMO-TOLIMA.	57
--	-----------

TABLA 7. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA (OCTUBRE, 2009).	60
---	-----------

TABLA 8. ABUNDANCIA RELATIVA HERPETOS HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA, GUAMO-TOLIMA.	63
---	-----------

TABLA 9. ESPECIES PARA LA CONSERVACIÓN DE HERPETOS HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA,	65
--	-----------

TABLA 10. ABUNDANCIA RELATIVA ESPECIES DE AVES HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA.	67
--	-----------

TABLA 11. LISTADO GENERAL DE ESPECIES DE AVIFAUNA REGISTRADAS EN EL AÑO 2016 Y 2022 EN EL HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA.	70
---	-----------

TABLA 12. CATEGORÍAS CITES, ENDEMISMOS Y STATUS MIGRATORIO DE AVES HUMEDAL LA HERRERUNA.	76
---	-----------

TABLA 13. VALORES DE CLASIFICACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA SEGÚN EL ÍNDICE ICA DEL HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA, GUAMO-TOLIMA.	81
--	-----------

TABLA 14.	RESULTADO DE LOS PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS HUMEDAL LA HERRERUNA	83
TABLA 15.	ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) PARA EL HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA.	84
TABLA 16.	TIPOS DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS QUE PRESTAN LOS HUMEDALES	85
TABLA 17.	VALORES ECOSISTÉMICO HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA	88
TABLA 18.	PROPUESTA GENERAL DE ATRIBUTOS INDICADORES DE ESTADO Y GESTIÓN PARA HUMEDALES, CENTRADOS EN SU BIODIVERSIDAD ASOCIADA (MMA, 2002).	95
TABLA 19.	MATRIZ CUALITATIVA DE IMPACTOS OBSERVADOS HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA.	97
TABLA 20.	GRUPOS TAXONÓMICOS OBSERVADOS AÑOS 2015 Y 2022.	103
TABLA 21.	ESPECIES DE GRAN IMPORTANCIA REGISTRADAS EN EL HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA 2016 , GUAMO-TOLIMA.	104
TABLA 22.	ESPECIES DE GRAN IMPORTANCIA REGISTRADAS HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA 2022.	104
TABLA 23.	VERTIMIENTOS DEL HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA GUAMO TOLIMA	112
TABLA 24.	RESULTADOS DE FRAGMENTOS ZONIFICACIÓN PRINCIPAL	129
TABLA 25.	RESULTADOS DE FRAGMENTOS ZONIFICACIÓN INTERMEDIA	131
TABLA 26.	AREAS DE CONSERVACIÓN DE HUMEDALES CON RONDA HÍDRICA	132

INTRODUCCIÓN

Según la Política Nacional de humedales interiores de Colombia (2001), los humedales son considerados un elemento vital dentro del amplio grupo de ecosistemas con que cuenta el país y se constituyen, por su oferta de bienes y prestación de servicios ambientales, en un renglón importante de la economía nacional, regional y local. Desde el ciclo hidrológico juegan un rol crítico en el mantenimiento de la salud y regulación hídrica de las cuencas hidrográficas, estuarios y las aguas costeras, desarrollando, entre otras, funciones de mitigación de impactos por inundaciones, absorción de contaminantes, retención de sedimentos, recarga de acuíferos y proveyendo hábitats para animales y plantas, incluyendo un número representativo de especies amenazadas y en vías de extinción.

Los humedales se han denotado como una parte fundamental de los asentamientos humanos en todo el mundo, en razón a que ellos albergan recursos naturales fundamentales y permiten que se desarrollen procesos importantes para la supervivencia humana, vinculados a los humedales las comunidades han obtenido sustento mediante la pesca, cultivos de arroz y frutos entre otros, hasta la producción de madera, y paralelamente han recibido de estos acciones relacionadas a la captura de carbono, la purificación del agua y la creación (hace millones de años) de reservas de combustible fósil (Mitsch y Gosselink 2000). Así mismo se pueden destacar a los humedales como reguladores de los regímenes hídricos y se resaltan por el papel que juegan para los procesos de adaptación al cambio climático (CAR, 11); teniendo en cuenta la capacidad calórica del agua, el efecto de la vegetación sobre el ambiente y su alta productividad, los humedales, actúan como reguladores de emisiones atmosféricas y contriuyen a atenuar los efectos climáticos (Lopez et al).

Siempre y cuando las condiciones ecológicas de los ambientes acuáticos no tengan alteraciones drásticas e irreversibles, los humedales presentan una compleja red trófica, que se desarrolla a través del tiempo y del espacio; la base de tal red se apoya en la existencia de determinadas especies vegetales muchas de ellas de característica endémicas, y que propician un hábitat atractivo para diversas especies de fauna silvestre que buscan la oferta de refugio y concentración constante de alimento en la zona. Es muy probable que en cada uno de estos sistemas se encuentre algún nivel de endemismo biológico (organismos cuya distribución geográfica es restringida), situación que incrementa la importancia de los ecosistemas de los humedales. (Castellanos 2006).

Teniendo en cuenta los múltiples beneficios de los humedales a nivel mundial es de destacar que para Colombia El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible estipula que la extensión de humedales de aproximadamente 2.589.839 Hectáreas, representadas en áreas de cobertura de cuerpos de agua naturales continentales, hidrófitas continentales, lagunas costeras y manglares.

Aunque son muchos los beneficios de los humedales, se ha demostrado que en la mayoría de ellos existe una fuerte problemática que se enmarca en la degradación

y pérdida de los ecosistemas (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013; Ruiz, 2014). Los humedales son afectados por diferentes factores, entre los que se encuentran: planificación y técnicas de manejo inadecuadas y políticas de desarrollos sectoriales inconsistentes y desarticuladas. Teniendo en cuenta la presión sobre estos ecosistemas es importante establecer estudios claros que permitan conocer los humedales y sus problemáticas y de tal forma se establezca una ruta con estrategias de planificación que conduzcan al manejo integral de los humedales, y por ende se logre conservar y proteger los mismos Ruiz (2014)

La importancia de conservar los humedales en Colombia radica en que estudios, como el realizado por Senhadji et al, 2017 acerca del estado de algunos humedales de Colombia, demostró que uno de los principales factores que afectan a los humedales son los procesos urbanísticos, seguido de los vertimientos por aguas residuales, la actividad agrícola y en menor proporción el vertimiento de residuos sólidos. Los autores encontraron que de las problemáticas más frecuente la contaminación hídrica que representa un 43.3%, en segunda instancia encontraron que los cambios en la dinámica hídrica, la desecación del humedal y aparición de especies invasoras es una problemática que en menor proporción se evidencia. Finalmente, y dentro los impactos ambientales producidos como consecuencia de los factores el de mayor frecuencia en los humedales es la pérdida de fauna y flora, seguido de la pérdida de biodiversidad y anoxia en el humedal, así mismo se encontró que los problemas de contaminación y deterioro ambiental en los humedales coinciden con zonas y municipios con altos niveles de pobreza.

Para Colombia el manejo de los humedales interiores se dirige a partir de la Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia (Ministerio de Medio Ambiente – MMA 2002), en donde se establece un diagnóstico general, principios y objetivos, estrategias, líneas programáticas, metas, acciones, instrumentos para su implementación, estrategia financiera y visión sobre su implementación a 2014. Sin embargo, y aunque existes varios planes de manejo para los humedales no se evidencian notorios impactos positivos sobre las condiciones de estos ecosistemas en términos generales, impactos positivos sobre las condiciones de los humedales. (Lasso et al, 2014).

La falta de manejo y acciones de conservación de los humedales en el territorio colombiano genera que estos ecosistemas no presenten una adaptación eficaz al cambio climático. Las sequías extremas asociadas al fenómeno del Niño, generaron por ejemplo durante los años 2009 y 2010 un déficit de lluvias de hasta el 80% y un incremento de temperatura de 3 o C (Corporinoquia 2014), y para el primer trimestres del año 2014, nuevamente se registraron altas temperaturas en la zona norte y oriente del país, así como lluvias que no llegaron a los niveles habituales en el occidente, generando problemas en la producción agropecuaria y en el abastecimiento de agua en varios municipios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS 2014).

Para llevar a cabo la gestión ambiental de los humedales se debe tener en cuenta estudios como los realizados por Senhadji 2007 quien demostró que las actividades antropicas que se relacionan con el aumento de la población y el desarrollo urbanístico ha logrado tener un alto impacto sobre estos ecosistemas y ha generado

fuerzas transformaciones ecológicas que han llevado al deterioro drástico o a la desaparición de los humedales. El mismo autor menciona que existen otros factores a tener en cuenta que también aparecieron como relativamente frecuentes en la alteración de los humedales como los vertimientos de aguas residuales, el vertimiento de residuos sólidos, la actividad agrícola y la deforestación, siendo estos dos últimos factores de alta afectación pero que son los mas regulables y por lo tanto ante su influencia se puede planificar a corto y mediano plazo acciones de protección y/o recuperación. (Senhadji et al 2007)

Frente a la problemática que presentan los humedales, el país ha tomado importantes medidas entre las cuales se destacan la creación de la Política para los Humedales Interiores del país, teniendo en cuenta los principios ambientales establecidos en la Constitución Política y los elementos citados en la ley 99 de 1993 que fundamenta la política ambiental colombiana y establece las medidas para llevar a cabo la conservación y el manejo de los ecosistemas hídricos incluyendo las ciénagas, pantanos, lagos y lagunas. Así mismo y teniendo en cuenta las acciones internacionales, 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, adoptada mediante la Ley 357 del 21 de enero de 1997, y entrando en vigencia para el país a partir del 18 de octubre de 1998. (Ministerio del medio ambiente 2001)

En concordancia con las mencionadas políticas y la adopción de la convención Ramsar, se da paso a la resolución 157 del 12 de febrero de 2004, Por la cual se reglamentan el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la Convención Ramsar, dispone que las autoridades ambientales competentes en relación con el Plan de Manejo Ambiental, que las Autoridades Ambientales competentes serán los encargados de elaborar y ejecutar los planes de manejo ambiental para los humedales prioritarios de su jurisdicción, con el propósito de garantizar el uso sostenible y el mantenimiento de su diversidad y productividad biológica

La Corporación Autónoma Regional del Tolima "CORTOLIMA" en su Plan de Acción Cuatrienal "Siembra tu futuro 2020 – 2023", identifico que en el departamento del Tolima se tienen caracterizados como ecosistemas estratégicos 373.173 (has) que abarcan páramos, bosque seco tropical y los humedales, es decir el 15,8% del territorio en el departamento son ecosistemas estratégicos de los cuales los humedales y espejos de agua abarcan 6.281 (has). El mismo plan de acción de la corporación para el año 2020-2023, menciona que en la cartografía base del IGAC se relacionan 744 Humedales que se localizan en zonas protegidas y páramos y 659 humedales localizados en zonas bajas, Valle del Magdalena. A la fecha se encuentran formulados 38 Planes de Manejo Ambiental PMA, basados en los criterios de priorización por importancia dentro de áreas protegidas y por solicitud y necesidad comunitaria asentada en el área de influencia respectiva, de estos PMA se proyecta en este periodo realizar el ajuste, revisión y batimetría a los planes de manejo de 16 humedales, por lo tanto la presente actualización del plan de manejo del Humedal Laguna La Herreruna (Guamo) corresponde a una de las metas trazadas de las acciones de la corporación y la normatividad vigente.

El presente documento es una actualización del PMA elaborado por la Universidad del Tolima–GIZ y conserva la base documental del plan de manejo ambiental realizado en el año 2016 especialmente en el componente biótico para los grupos de flora, macroinvertebrados e ictiofauna y calidad del agua. Cabe anotar que se realizó el ajuste y renovación de la información pertinente, e en la parte biótica, donde se escogieron cuatro (4) grupos taxonómicos para realizar la actualización, teniendo en cuenta que son representativos como indicadores, estos fueron aves, herpetos, zooplancton y fitoplancton; así mismo se realizó el estudio batimétrico y análisis del comportamiento de la lámina de agua, se establecieron valores de uso en término de servicios de los ecosistemas percibidos por la comunidad, se plantearon ajustes a la zonificación y la actualización de las actividades, indicadores y presupuesto del plan de manejo.

PREAMBULO



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, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros*» (Scott y Carbonell, 1986).

A partir de esta definición de humedal adoptada por Colombia en el marco de la Convención Ramsar, el Instituto Alexander Von Humboldt, IDEAM, IGAC, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la academia, construyeron una definición operativa que entiende a los humedales 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*”. (Vilardy et al. 2014).

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

Las funciones ecológicas y ambientales de los humedales colombianos representan numerosos beneficios para la sociedad. En primer término, son sistemas naturales de soporte vital, y base de actividades productivas y socioculturales, tales como economías extractivas basadas en el uso de muchas especies, a través de la pesca artesanal y de sustento, caza y recolección y el pastoreo y la agricultura en épocas de estiaje (MMA-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, existen razones que fundamentan iniciar actividades de restauración y rehabilitación de los 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 para la sociedad. La importancia social de las funciones y valores de un humedal se define como el valor que la sociedad le asigna a una función o valor evidenciado por su valor económico o reconocimiento oficial (Adamus *et al.*, 1991).

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

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y REHABILITACIÓN AMBIENTAL

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

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

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

recuperación después de un disturbio (resistencia a disturbios y resiliencia), lo cual garantiza su sostenibilidad.

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

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

- **Restauración ecológica.** La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SERI por sus siglas en inglés) define la restauración ecológica como “el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido” (SER, 2004). En otras palabras, la restauración ecológica es el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región.

Se entiende que las dinámicas naturales deben estar dirigidas a la recuperación, no de la totalidad sino de los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies, de acuerdo a las condiciones actuales en que se encuentra el ecosistema que se va a restaurar (SER, 2004).

La visión ecosistémica implica que lo que debe retornar a un estado pre-disturbio 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 restablezca, solamente que algún tipo de vegetación ahora ocupa el sitio. Por ejemplo, muchas áreas que sufren disturbios son ocupadas por especies invasoras que desvían las sucesiones a coberturas vegetales diferentes a las originales (Vargas, 2007).

ESTRATEGIAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LOS HUMEDALES

La convención sobre humedales Ramsar estableció en la Resolución VIII 14 los principios y lineamientos a tener en cuenta para la restauración de humedales, algunos de los descritos son:

- Comprensión y declaración clara de metas, objetivos y criterios de rendimiento.
- Planificación detenida para reducir las posibilidades de efectos secundarios indeseados.
- Examen de procesos naturales y condiciones reinantes durante la selección, preparación y elaboración de proyectos.
- No debilitar los esfuerzos para conservar los sistemas naturales existentes.
- 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 los humedales.
- Tomar en cuenta los 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.
- Involucrar a todos los interesados directos en un proceso abierto abierto de discusión e implementación de acciones sobre los humedales.
- 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 oxidorreducción y temperatura, y/o la distribución y establecimiento de las especies. Las especies vegetales de los humedales son susceptibles a variaciones pequeñas en el relieve del sustrato en escalas de centímetros a metros (Collins *et al.*, 1982; Titus, 1990). La reconformación física del humedal involucra técnicas de empleo de maquinaria y manuales para estabilizar la geoforma y al mismo tiempo propiciar la heterogeneidad en el relieve.

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

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

A. *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. Además, enfatiza aproximaciones intervencionistas basadas en resultados predecibles ya que involucra la selección e introducción de especies con implementación de medidas necesarias para su permanencia.

B. *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 los humedales se reconocen los siguientes (Callaway *et al.*, 2001):

- *Hidrología.* Régimen de inundación, nivel freático, tiempo de retención de agua, caudales de entradas y salidas, tasas de flujo, elevación, sedimentación y erosión.
- *Calidad del agua.* Temperatura del agua y oxígeno disuelto, pH, turbidez y estratificación de la columna de agua y 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, períodos de migración, anidación y cuidado de crías, relación reptil/mamíferos. Entre los grupos considerados como indicadores biológicos para realizar el seguimiento de estos parámetros se encuentran los macroinvertebrados acuáticos, peces y aves acuáticas.

NORMATIVIDAD

Teniendo en cuenta la pérdida a nivel mundial de los Humedales, se dio el reconocimiento a nivel mundial sobre la importancia y los beneficios que ofrecen los ecosistemas de Humedal 1971 en donde la comunidad internacional estableció en Ramsar, Irán, la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de aves acuáticas, lo que comúnmente se denomina Convención RAMSAR o de Humedales de RAMSAR se creó con la misión de llevar a cabo la conservación y uso racional de los humedales a través de la acción nacional y la cooperación internacional, a fin de contribuir al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo. La convención llegó a ser el primer tratado ambiental

a nivel mundial que trataba las problemáticas de los humedales y su importancia y definió en primer lugar la utilización sostenible para beneficio de la humanidad de forma compatible con el mantenimiento de las propiedades naturales del ecosistema; así mismo reconoció que los humedales proporcionan servicios, productos y beneficios a las poblaciones humanas y les dan sustento mediante sus propias sus funciones ecológicas e hidrológicas poniendo estos valores para el uso y servicio de las generaciones futuras, y abriéndose paso para la conservación de la diversidad biológica.

Colombia inició su participación en la Convención Ramsar en el año 1998, época desde la cual se designó a la Ciénaga Grande de Santa Marta como sitio Ramsar y a partir ahí a diferentes ecosistemas estratégicos que corresponden a Humedales de especial valor e importancia en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos e hidrológicos. En la tabla No 1, se relaciona el marco legal de humedales en Colombia y el marco legal regional de humedales del Tolima.

TABLA 1. Marco legal de humedales

Año	Nombre	Institución	Descripción
1971	Convención RAMSAR	Convención de Ramsar	Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.
1974	Decreto 2811 - Código de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	El 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.
1978	Decreto 1541	Ministerio de Agricultura	Por el cual se reglamenta la parte III del libro II del Decreto Ley 2811 de 1974; «De las aguas no marítimas» y parcialmente la Ley 23 de 1973. Normas relacionadas con el recurso agua. Dominio, ocupación, restricciones, limitaciones, condiciones de obras hidráulicas, conservación y cargas pecuniarias de aguas, cauces y riberas.
1984	Decreto 1594	Ministerio de Agricultura	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título 1 de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI-Parte III-Libro II y el Título III de la parte III-Libro I-del

			Decreto 2811 de 1974 en cuanto a Usos del Agua y Residuos Líquidos. Los usos de agua en los humedales, dados sus parámetros físico-químicos son: Preservación de Flora y Fauna, agrícola, pecuario y recreativo.
1991	Constitución política de 1991	Gobierno de Colombia	Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
1993	Ley 99	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Art. 5 numeral 24 establece la responsabilidad del Ministerio del Medio Ambiente en la regulación de los recursos hídricos y de los ecosistemas con ellos relacionados. Ordenándosele “regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales”.
1994	Ley 165	Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992. Esta ley responsabiliza al estado de la conservación de su diversidad biológica y de la utilización sostenible de sus recursos biológicos. Teniendo en cuenta que los humedales son reguladores de los regímenes hidrológicos y hábitat de una fauna y flora característica, especialmente de aves acuáticas, algunas migratorias, hace de estos un hábitat relevante con importancia por su alta riqueza, diversidad biológica y servicios ecosistémicos para las comunidades locales.

1995	Política para el Manejo Integral del Agua	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	El Ministerio de Ambiente elaboró el documento "Lineamientos para la construcción colectiva de una cultura del agua". Uno de sus objetivos es proteger acuíferos, humedales y otros reservorios importantes de agua.
1997	Ley 357	Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. 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.
1997	Ley 614	Congreso de Colombia	Por medio de la cual se adiciona la Ley 388 de 1997 y se crean los comités de integración territorial para la adopción de los planes de ordenamiento territorial. Los municipios y los distritos son los responsables de la elaboración de los planes y esquemas de ordenamiento territorial.
1999	Resolución VII COP 7 Convención Ramsar	Convención Ramsar	La Conferencia de las Partes Contratantes 11. INSTA a todas las Partes Contratantes que no han ultimado aún inventarios nacionales exhaustivos de sus recursos de humedales y que abarquen, cuando quiera que sea posible, las pérdidas de humedales y los humedales susceptibles de restaurarse (Resolución VII 17), a que confieran la más alta prioridad en el próximo trienio a la compilación de inventarios nacionales exhaustivos
2001	Política Nacional para humedales	Ministerio del Medio Ambiente	Propender por la conservación y el uso sostenible de los humedales

	interiores de Colombia		interiores de Colombia con el fin de mantener y obtener beneficios ecológicos, económicos y socioculturales, como parte integral del desarrollo del país”.
2002	Resolución VIII. Ramsar	Convención de Ramsar	Por medio de la cual se establecen los nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales.
2004	Res. 157	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la convención Ramsar.
2006	Res. 196	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia.
2006	Res. 1128	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se modifica el artículo 12 de la resolución 157 de 2004 y se dictan otras disposiciones. Artículo 12. Aprobación del Plan de Manejo. El Plan de Manejo del Humedal elaborado con base en la guía técnica a que se refiere la presente Resolución, será aprobado por el Consejo o Junta Directiva de la respectiva autoridad ambiental competente.
2007	Decreto 3600	Ministerio de Ambiente Vivienda y desarrollo Territorial	Artículo 4. Categorías de protección en suelo rural. Las categorías del suelo rural que se determinan en este artículo constituyen suelo de protección en los términos del artículo 35 de la Ley 388 de 1997 y son normas urbanísticas de carácter estructural de conformidad con lo establecido en el artículo 15 de la misma ley:..... 3. Restaurar o rehabilitar los humedales degradados de tal manera que se permita recuperar y mantener sus funciones, productos y atributos.

2008	Resolución X. 31 Ramsar	Convención de Ramsar	Por medio de la cual se establecen lineamientos para mejorar la Biodiversidad en los arrozales como sistemas de Humedales
2012	Resolución XI	Convención de Ramsar	"Los humedales: hogares y destinos turísticos"
2015	Resolución XII	Convención de Ramsar	"Los humedales se conservan, se utilizan de forma racional y se restauran y sus beneficios son reconocidos y valorados por todos"
2015	Resolucion 970	CORTOLIMA	Por medio de la cual se adopta el Plan de Manejo Ambiental del Humedal La Garcera municipio de Saldaña departamento del Tolima"
2016	Resolucion 307	CORTOLIMA	Por la cual se adoptan Planes de Manejo Ambiental para los Humedales ubicados en las zonas altas y partes bajas del Valle Cálido del Magdalena, en el departamentodel Tolima - Fase I"
2017	Resolución 205	CORTOLIMA	Por la cual se adoptan Planes de Manejo Ambiental para los Humedales ubicados en las zonas altas y partes bajas del Valle Cálido del Magdalena, en el departamento del Tolima Fase II
2017	Resolución 206	CORTOLIMA	Por la cual se adoptan Planes de Manejo Ambiental para los Humedales ubicados en las zonas altas y partes bajas del Valle Cálido del Magdalena, en el departamento del Tolima Fase III
2018	Resolución XIII	Convención de Ramsar	"Humedales para un futuro urbano sostenible"

Fuente: El Autor (2022)

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar el ajuste al Plan de Manejo Ambiental del Humedal Laguna La Herreruna del municipio del Guamo en el departamento del Tolima.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la identificación de las especies de flora y fauna que se encuentren, incluida las de categoría de estado de amenaza.
- Realizar el estudio batimétrico y análisis del comportamiento de la lámina de agua del Humedal Laguna La Herreruna.
- Establecer los valores de uso en términos de servicios de los ecosistemas percibidos por los pobladores colindantes del Humedal Laguna La Herreruna.
- Realizar los ajustes de las actividades de las líneas de acción del plan de manejo ambiental del Humedal Laguna La Herreruna.

DESCRIPCION



1. LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN

1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El humedal Laguna La Herreruna se encuentra localizado en la zona urbana del municipio del Guamo Tolima y abarca los barrios de Pablo VI y San Martín, se encuentra a una altura aproximada de 330 m.s.n.m y ocupa una extensión de 3.03 ha y un perímetro de 1.032 kms (Foto 1 y Fig. 1). El humedal pertenece a la Subzona hidrográfica del Bajo Saldaña y está comprendido dentro del polígono formado por las siguientes coordenadas geográficas (Tabla 2)

TABLA 2. Localización geográfica del Humedal Laguna La Herreruna, Guamo-Tolima.

Extremo	Norte	Oeste
Norte	4° 1' 42.11"	74° 58' 17.42"
Sur	4° 1' 34.09"	74° 58' 18.23"
Oriente	4° 1' 34.09"	74° 58' 18.23"
Occidente	4° 1' 34.09"	74° 58' 18.23"

Fuente: El Autor (2022)

Al humedal se puede llegar desde la vía intermunicipal que lleva al municipio del Espinal, hacia el sur occidente del casco urbano en una distancia promedio de 358 ms desde la vía intermunicipal. El humedal limita al norte, oriente y occidente con el barrio Pablo VI y hacia el sur – occidente con el barrio San Martín y se puede observar que que eta rodeado por 53 predios, de los cuales 42 predios presentan influencia directa sobre el área de la ronda hídrica del humedal.



Foto 1. Humedal Laguna La Herreruna – Guamo Tolima

Fuente: El Autor (2022)



Figura 1 Localización del Humedal laguna La Herreruna, Guamo-Tolima.

Fuente: Cortolima (2021)

1.2. CLASIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DEL HUMEDAL

Ramsar adoptó un sistema de niveles jerárquicos de tipos de humedales (Scott 1989 el cual es similar a la clasificación norteamericana (Cowardin et al. 1979) y a la del MedWet (Farinha et al. 1996), y de acuerdo con ello, la sección aplicable a los humedales de interiores como el Humedal Laguna La Herreruna incluye los siguientes niveles jerárquicos

-Ambito: Es la naturaleza ecosistémica más amplia en su origen y funcionamiento.

-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.

-Subsistema: Los humedales naturales se subdividen dependiendo del patrón de circulación del agua.

-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

A partir de los niveles jerárquicos se realiza la clasificación del Humedal Laguna La Herreruna (Tabla 3)

TABLA 3. Clasificación Humedal Laguna La Herreruna, según la Convención Ramsar

Sistema jerárquico (niveles)	Clasificación Humedal LA HERRERUNA
Ámbito	Interior
Sistema	Lacustre
Subsistema	Permanente
Clase	Emergente
Subclase	Lagos dulces permanentes

Fuente: El autor (2022)

2. COMPONENTE FÍSICO

La caracterización física del Humedal Laguna La Herreruna, fue construida a partir de información secundaria disponible, analizando aspectos como la forma de la superficie terrestre, distribución y composición litológica, comportamiento climático, hidrografía existente e hidrología, descritos a continuación:

2.1. GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS

De acuerdo con la información recopilada, la zona correspondiente al humedal se caracteriza por una topografía plana a ligeramente ondulada perteneciente a la subzona hidrográfica del bajo saldaña. Los alrededores de la laguna son aptos para el desarrollo de pequeños cultivos de autosustento mediante implementación de huertas caseras de acuerdo a lo observado en campo.

La zona alrededor del humedal Laguna La Herreruna hace parte de paisajes de piedemonte en un relieve tipo abanicos los cuales tienen una extensión de 69.78 ha equivalentes al 50% de la zona conformada por los barrios de Pablo VI y San Martín así como las zonas alrededor de la Qda Ivema al sur de la laguna, este tipo de relieve se caracteriza por ser plano a ligeramente ondulado. El material parental de los suelos es tobas, que derivan en suelos muy superficiales, excesivamente drenados, de reacción neutra y fertilidad baja.

Los principales tipos de suelos encontrados sobre el Humedal Laguna La Herreruna son los siguientes:

Unidad pwk

El relieve es plano a ligeramente plano con pendientes inferiores a 7% y el clima es cálido seco y corresponde a la zona de vida de bosque seco tropical. El material parental está constituido por sedimentos aluviales recientes que cubren depósitos de toba.

Son suelos con características de moderadamente profundos bien drenados. Tienen un horizonte A de textura franca a franco arcillosa, color pardo grisáceo oscuro y estructura en bloques subangulares moderados; el horizonte B es de color pardo con manchas pardo-amarillentas oscuras, textura franco arcillosa y estructura en bloques subangulares gruesos y moderados. Químicamente son suelos ligeramente ácidos a neutros, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases muy alta y disponibilidad de fósforo para las plantas baja en la superficie y muy alta en los horizontes inferiores. La fertilidad es moderada

Unidad pwh

Esta unidad hace parte del abanico de Guamo compuesto por materiales tobáceos, cantos y bloques de roca volcánica y se localiza a lo largo del río Luisa en los municipios de Guamo y Saldaña principalmente. Se extiende sobre altitudes comprendidas entre 300 a 700 m y corresponde a la zona de vida del bosque seco tropical. El relieve es plano a fuertemente ondulado con pendientes inferiores a 25%. Los suelos están afectados por erosión ligera a moderada y por fenómenos de escurrimiento difuso y concentrado, que originan surcos y cárcavas. La vegetación natural ha sido destruida y las tierras utilizadas en ganadería extensiva y en cultivos cuando disponen de riego. Esta unidad cartográfica

es una asociación integrada por los suelos Typic Ustorthents en un 40%, Lithic Ustorthents en un 30% y Typic Natrustalfs en un 20%.

Esta unidad presenta suelos desarrollados, con un perfil A/C, de textura franco arenosa con gravilla color pardo a pardo oscuro en los primeros 80 cm. Y gris oliva en profundidad, la estructura es blocosa y débilmente desarrollada. Desde el punto de vista químico son suelos ligeramente alcalinos con abundantes carbonatos; pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de intercambio baja, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio, magnesio y potasio muy altas y disponibilidad de fósforo para las plantas, baja. La fertilidad es baja

2.2. HIDROGRAFÍA

El humedal Laguna La Herreruna es un cuerpo de agua permanente que se encuentra dentro del nivel subsiguiente 1 Quebrada Lemaya perteneciente a la subzona hidrografica del Bajo Saldaña. Sus aguas no son utilizadas para ningún tipo de actividad, por lo tanto, su oferta se limita a ser una zona de control de inundaciones, donde las aguas lluvias predominantemente que drenan por las calles de los barrios se depositan en el humedal y son evacuadas por un canal en el sector conocido como La Cruz en el barrio Pablo VI y de allí conducidas por tubería hasta la quebrada Lemaya. En la foto 2 y 3 se puede apreciar la zona de ingreso de las aguas lluvias al humedal que trae consigo un aporte considerable de sedimentos y en la foto 3, la zona el canal por donde drena sus aguas.



Foto 2. Zona de ingreso aguas lluvias Humedal Laguna La Herreruna



Foto 3. Canal de drenaje Humedal Laguna La Herreruna

2.3. GEOLOGÍA

La caracterización geológica se tomó a partir de los levantamientos cartográficos realizados por el Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear (INGEOMINAS), hoy Servicio Geológico Colombiano (SGC), a escala 1:100.000 los cuales abordan los principales rasgos estructurales e identificación de posibles amenazas geológicas para la región.

Geológicamente, el municipio del Guamo, donde se localiza el Humedal Laguna La Herreruna, está enmarcado en la región conocida como Valle Superior del Magdalena, en la parte norte de la subcuenca sedimentaria de Girardot. En cuanto a la Geología estructural, son muy pocas las manifestaciones tectónicas por estar cubierto en su gran mayoría por los depósitos fluvio-volcánicos relativamente recientes conocidos como los Abanicos del Guamo y El Espinal, que cubren otras unidades más antiguas; sin embargo, el área donde se encuentra el municipio hace parte de una gran cuenca sedimentaria en la cual se ha presentado una gran cantidad de eventos tectónicos que han incidido en su formación.

2.4. CLIMA

Para el análisis del comportamiento climático para el Humedal Laguna La Herreruna, se consideraron los registros disponibles de la red de monitoreo meteorológico del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Para ello, se seleccionó la estación de monitoreo más cercana al humedal la cual cumpliera con los criterios de completitud (menos del 10% de los datos faltantes), extensión de los registros (más de 20 años de información) y variables medidas (precipitación y temperatura).

El municipio hace parte de la formación de bosque seco tropical la cual está distribuida entre 0 - 1000 m de altitud, presenta precipitaciones entre los 250 y 2000 mm anuales, su temperatura oscila entre 17 y 24 °C, anualmente se presentan uno o dos periodos marcados de sequía y un solo régimen de lluvia y la evapotranspiración supera en forma amplia la precipitación durante la mayor parte del año.

Precipitación: La precipitación opera como el componente más importante del ciclo hidrológico, garantizando la recarga de los acuíferos, la escorrentía superficial y la evaporación, y permitiendo el desarrollo de los seres vivos sobre el planeta. Se origina en la atmósfera, a partir de las nubes, cargadas de humedad que alcanzan su punto de condensación, y se precipitan ayudadas por la fuerza de la gravedad. Cuando la velocidad del viento ascendente es alta, evita que las gotas de agua precipiten, y las puede elevar hasta que se forma el granizo, y si vence la fuerza de gravedad, éste se precipita en forma sólida. (POMCA Río Luisa)

La precipitación media anual del municipio del Guamo es 1488.82 mm. Según la clasificación de Caldas Lang, el municipio del Guamo presenta un piso Térmico (Cálido) y dos clases de clima: (Semihúmedo y Semiárido). El clima Cálido semihúmedo comprende la región oriental con un área de 12.570 Ha. El clima Cálido Semiárido comprende la mayor área con una extensión de: 37.620 has con 71 m². (IDEAM-2022)

Considerando los criterios anteriormente expuestos para el análisis de la precipitación, la estación meteorológica Guamo (21185030) cumple con los criterios de proximidad y continuidad de los registros. (Fig 2).

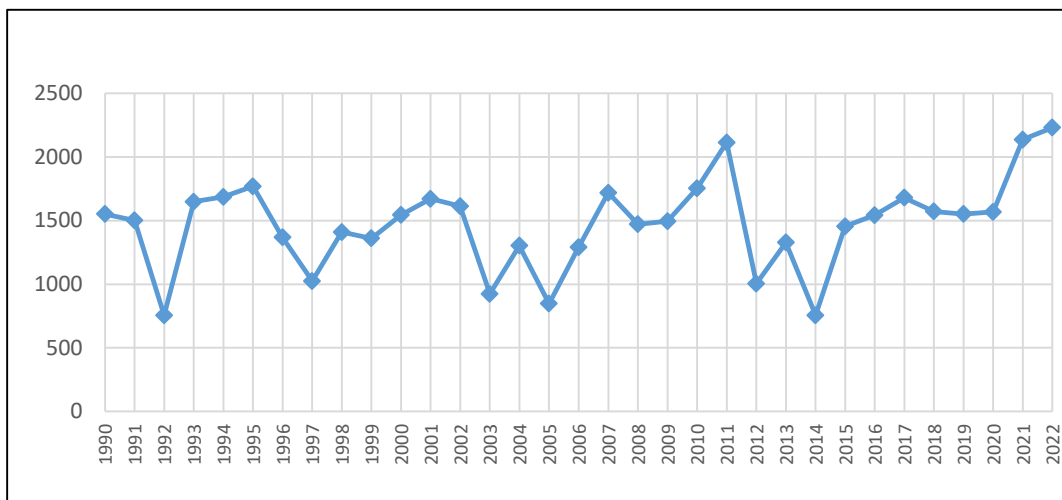


Figura 2 Precipitación total anual para la Estación Guamo (21185030), período 1990-2022.

Fuente: El Autor(2022)

De los registros obtenidos se puede apreciar que en el año 2011 se presentó la mayor precipitación, en tanto en los últimos 8 años la menor precipitación anual se evidenció en el año 2014, así mismo es notorio que del 2015 al 2020 existió una constante en la precipitación y en el año 2021 se registró nuevamente un incremento de la misma.

Para el municipio del Guamo se tiene que durante el año 2022 se presentó un periodo de menor precipitación entre los meses de agosto y octubre y entre enero y febrero y una temporada de lluvias de marzo a julio siendo el periodo de más lluvias el mes de abril con 456,2 mm seguido del mes de noviembre con un valor de 273,3 mm. (Fig. 3)

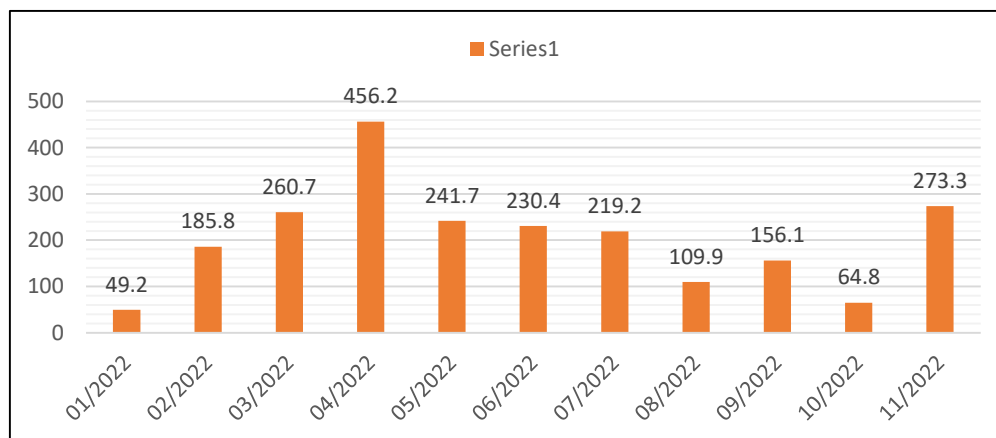


Figura 3. Variación de la precipitación año 2022 municipio del Guamo Tolima

Fuente: El autor (2022)

Temperatura. El análisis de las temperaturas medias, máximas y mínimas igualmente consideró los registros generados en la ERA para el departamento del Tolima (CORTOLIMA, 2021), debido a la no presencia de estaciones para el monitoreo de la temperatura por parte del IDEAM en zonas cercanas a la ubicación del humedal. Por lo anterior, se selecciona el período 1990 al 2021 como período de análisis para el presente estudio (Fig 4).

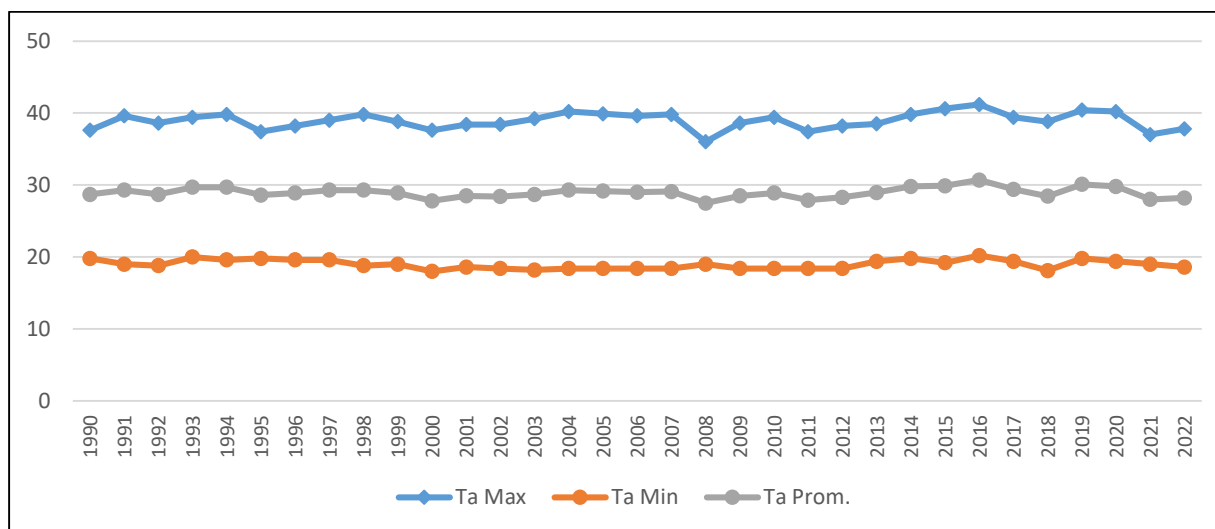


Figura 4. Temperaturas medias, máximas y mínimas Estación Guamo Período 1990-2022.

Fuente: El Autor (2022)

Las temperaturas varían en promedio entre los 28.7°C y 30°C a lo largo de los años 1990 y 2022, siendo 28.9°C la temperatura media anual para el Humedal Laguna La Herreruna. En cuanto a la temperatura máximas se observa un alto valor para el año 2016 llegando a los 41.2°C y una temperatura mínima de 20,2°C para ese mismo año, los años 2015, 2019 y 2020 presentaron temperaturas máximas de 40.6, 40.4 y 40.2 respectivamente.

2.5 HIDROLOGÍA

El estudio Batimetrico del Humedal Laguna La Herreruna se realizo mediante el método de RTK es una técnica utilizada para mejorar la exactitud de un receptor GNSS autónomo. Los receptores GNSS tradicionales, como el de un smartphone, solo pueden determinar la posición con una exactitud de 2 a 4 metros (7-13 pies). El RTK puede proporcionarte una precisión centimétrica. (Fotos 4 y 5).

Los receptores GNSS miden el tiempo que tarda una señal en viajar desde un satélite hasta el receptor. Las señales transmitidas viajan a través de la ionosfera y la atmósfera y se ven ralentizadas y distorsionadas en el camino. Por ejemplo, el tiempo de viaje podría diferir si hay un día nublado o si hay condiciones de cielo despejado. Por eso es difícil para un receptor autónomo determinar con exactitud su posición. El RTK es una tecnología que resuelve este problema.

En el RTK se utilizan dos receptores. Uno de ellos está inmóvil, el otro se mueve libremente. Se llaman estación base y rover.

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Laguna La Herreruna

La misión de la base es permanecer en un lugar y enviar correcciones a un receptor en movimiento. El rover utiliza esos datos para obtener una posición de precisión centimétrica. Se puede conectar cualquier número de rovers a una base si sus ajustes de entrada coinciden con la salida de la base.



Foto 4 y Foto 5.- Metodología de Batimetria Humedal Laguna La Herreruna

Fuente: El Autor (2022)

Teniendo en cuenta esta metodología y apartir de la información tomada en campo se realizo el levantamiento topográfico del Humedal Laguna La Herreruna y del cual se obtuvo que el área total es de 3,03 m² y la altura promedio es de 306.998 msnm.(Fig. 5). Anexo 1

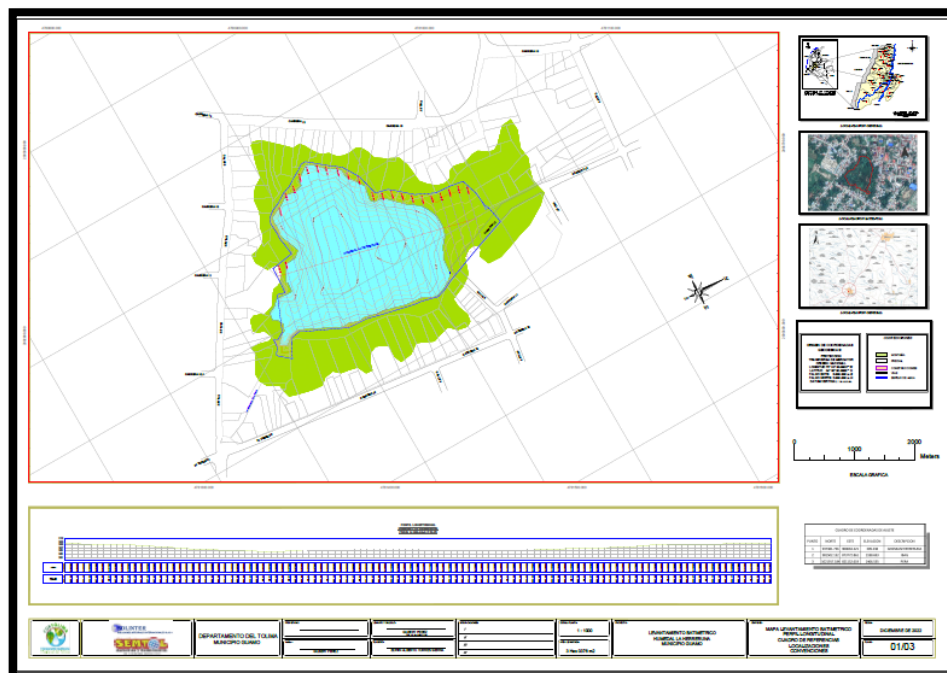


Figura 5. Levantamiento topobatimétrico Humedal Laguna La Herreruna, Guamo-Tolima.
Fuente: El Autor (2022)

La batimetría para el Humedal Laguna La Herreruna realizada a partir de la definición y espacialización de sitios de medición distribuidos sobre la superficie de la lámina de agua del humedal. Las mediciones en campo se desarrollaron tomando como principales variables la profundidad de la lámina al lecho del humedal y su georreferenciación cubriendo en su totalidad la superficie húmeda. Con la espacialización de los sitios de medición sobre los sistemas de información geográfica (SIG), se logra representar la topografía sobre el lecho del humedal, definiendo no solo la altura de la lámina de agua sino sus posibles fluctuaciones en área y volumen sobre este (Fig.6). Anexo 2.

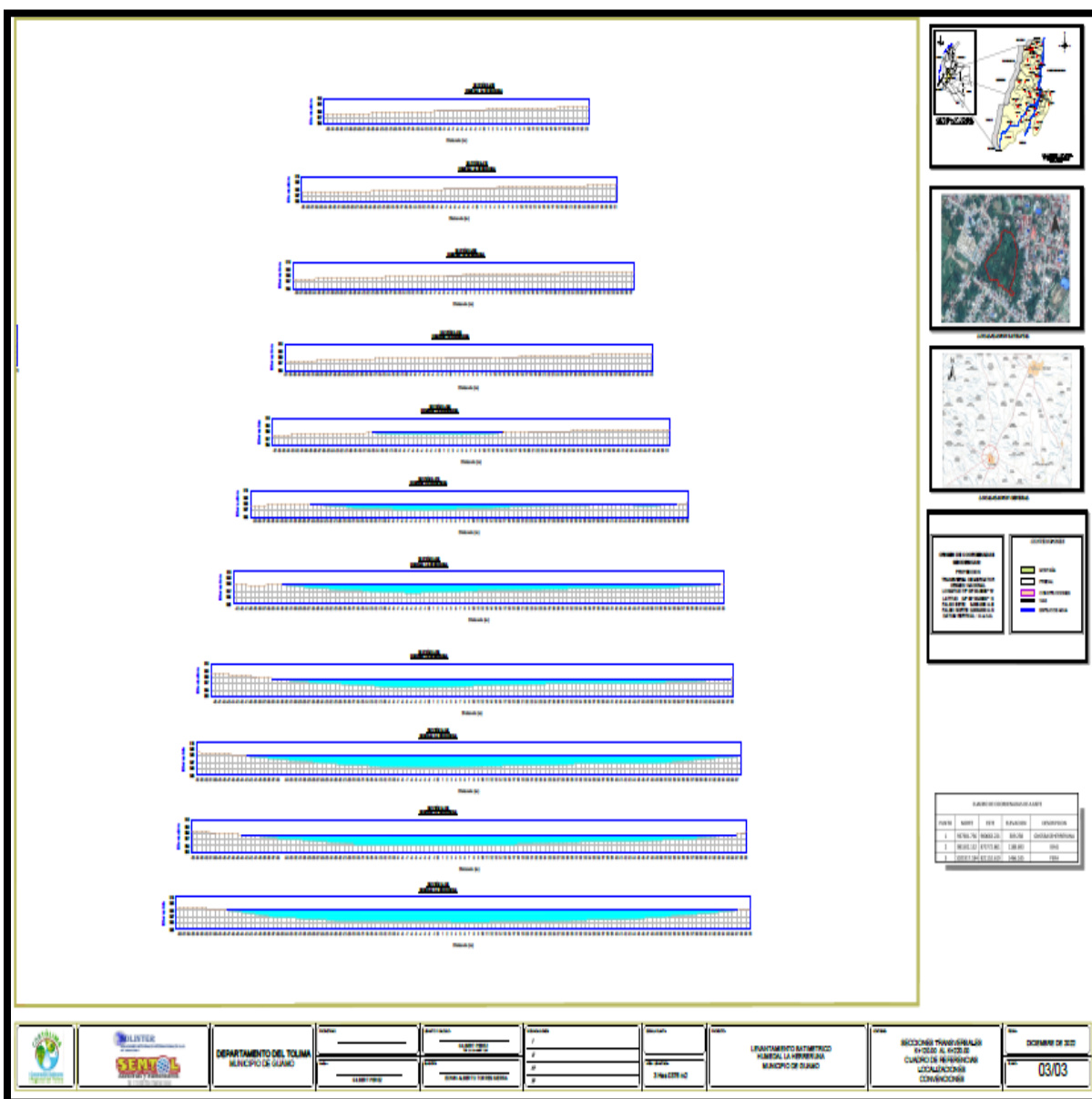


Figura 6. Modelo Topobatimétrico y distribución de perfiles (transectos) Humedal Laguna La Herreruna.

Fuente: El Autor (2022)

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

Para la Humedal Laguna La Herreruna parte de la ronda hídrica se encuentra aislada con una cerca que recorre 806,35 metros, que busca separar los patios de las viviendas del área del humedal (Fig 7)

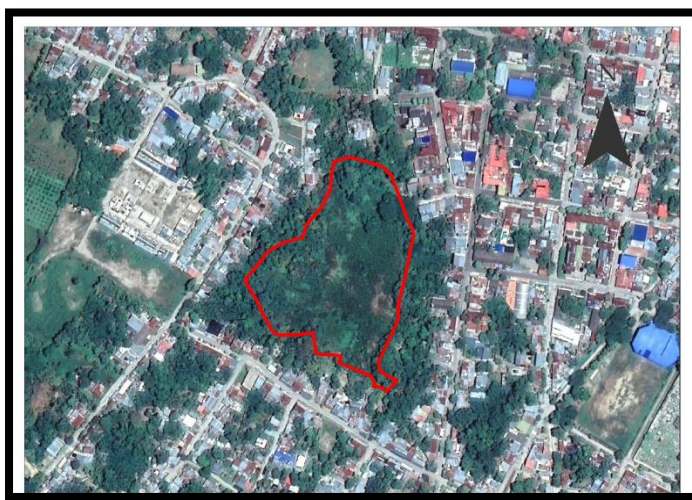


Figura 7. Aislamiento Ronda Hídrica Humedal Laguna La Herreruna,

Fuente: El Autor (2022)

3. COMPONENTE BIÓTICO

3.1. FLORA

3.1.1. Fitoplancton.

El fitoplancton constituye un ensamble de organismos planctónicos en su mayoría fotoautotróficos, adaptados a la suspensión en aguas abiertas de los ecosistemas lénticos, lóticos y marinos, sometido a movimiento pasivo por el viento y las corrientes, que comúnmente se presentan la superficie del agua o completan una porción de sus ciclos vitales en dicha zona. la mayoría de estos organismos son utilizados como indicadores de la calidad del agua (roldan y ramírez, 2008). este grupo presenta 5 grupos que se clasifica en:

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

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

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

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

Poseen diferentes formas de nutrición: holofítica, holozoica o saprofítica. En todos los casos, el material de reserva se denomina paramilon y se almacena en corpúsculos, llamados pirenoides, de forma característica para cada especie dada. Muchas especies tienen uno o dos pirenoides, otras poseen en la parte delantera de la célula una mancha ocular llamada estigma, la cual les sirve en la orientación (Ramírez, 2000). En general, se considera que las euglenofitas cumplen un papel menor en los lagos tropicales, donde se hallan normalmente varias especies de Trachelomonas (Lewis, 1978).

División Chrysophyta. Las crisofitas se conocen también como algas pardoamarillas. Son organismos unicelulares, coloniales o filamentosos, y sus células pueden estar incluidas dentro de una pared celular a veces rodeada de silicio o pueden permanecer desnudas. Almacenan una serie de sustancias de reserva: crisosa, crisolaminarina, leucosina y

lípidos, pero nunca almidón. De las seis clases que posee la división, Chrysophyceae y Bacillariophyceae son las más importantes, desde el punto de vista cuantitativo, en los ecosistemas lacustres dulceacuícolas (Ramírez, 2000).

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

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

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

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

Las células son, en su mayoría, uninucleadas, pero existen formas multinucleadas o cenocíticas. Su organela más conspicua es el cloroplasto el cual, aunque posee una gran variedad, casi siempre adopta dos formas básicas (Ramírez, 2000). Para las algas verdes el punto óptimo de temperatura se encuentra entre 30 y 35°C y el pH óptimo para cada especie es variable, dada la complejidad del grupo como tal. Pueden hallarse organismos que crecen en gran número bajo un pH ácido, como en el caso de las desmidiáceas, cuyo pH está entre 5.4 y 6.8; o con un pH básico, como en las pertenecientes al orden Chlorococcales.

3.1.2. Flora asociada al humedal:

La gran variedad de plantas asociadas a los diferentes ambientes acuáticos de agua dulce, ya sean naturales y/o artificiales, constituyen un componente importante en la dinámica y mantenimiento de dichos ecosistemas (Arana & Salinas, 2003 citado en Prada, 2005), y de igual forma:

Influyen en la estructura trófica del sistema dado que como productores primarios aportan buena parte de la energía y de nutrientes del sistema mediante el proceso de descomposición.

Juegan un papel importante en el proceso de sucesión ecológica.

Determinan el crecimiento explosivo de las plantas acuáticas, principalmente flotantes y emergentes, y la desaparición de especies sumergidas, en respuesta al proceso de eutrofización originado por la actividad humana. Los problemas que generan este crecimiento excesivo de estas plantas en los humedales, entre otros, están la anoxia del agua y la desaparición de especies de peces y otros organismos.

La vegetación de una región está influenciada por las características climáticas de la misma, por los suelos y topografía del lugar. Los humedales como sistemas de alta productividad para los organismos que en ellos habitan, en especial las plantas, son terrenos adaptados a condiciones de saturación o inundación hídrica. Sus suelos, denominados suelos hídricos, se componen primordialmente de sedimentos anaeróbicos.

A diferencia de los terrenos firmes, el oxígeno presente en los sustratos de los humedales está disuelto en el agua que ocupa los espacios de los poros entre las partículas que componen el suelo (Terneus, 2002 citado en Prada, 2005).

Podemos encontrar en los humedales vegetación acuática también llamada helófitas que hace referencia a plantas superiores que se encuentran tanto en el agua como en la tierra durante la época seca, como los juncos (*Typha angustifolia*)

Vegetación de ribera. Bosques y matorrales que rodean las márgenes del cuerpo de agua. Soportan inundación en ciertos momentos o crecen en suelos con mucha humedad que pueden inundarse o no.

Macrófitas acuáticas en los humedales: Constituyen formas macroscópicas de vegetación acuática. Comprenden las macroalgas, las pteridofitas (musgos y helechos) adaptadas a la vida acuática y las angiospermas. Presentan adaptaciones a este tipo de vida (Arana & Salinas, 2003 citado en Prada, 2005).

Las Macrófitas acuáticas son parte constitutiva de la biocenosis de los humedales, pues cumplen funciones importantes como la oferta de alimento y refugio a un gran número de especies, aportan oxígeno al aire y al agua y limpian el agua de excesos de nutrientes y sustancias tóxicas, siendo utilizadas como filtros biológicos para la depuración del agua (Arana & Salinas, 2003 citado en Prada, 2005).

Macrófitas sumergidas: comprende algunos helechos, numerosos musgos y muchas angiospermas. Se encuentran en toda la zona fótica (a la cual llega la luz solar), aunque las angiospermas vasculares solo viven hasta los 10m de profundidad aproximadamente.

Macrófitas Flotantes Libres: Presentan formas muy diversas desde plantas de gran tamaño con hojas áreas y con raíces sumergidas bien desarrolladas a pequeñas plantas que flotan en la superficie, con muy pocas raíces o ninguna.

La vegetación en los humedales y su importancia

La flora acuática de cualquier humedal responde al ciclo hidrológico y depende de la integridad de los cuerpos de agua en los que habita.

Las plantas acuáticas son importantes componentes biológicos en los cuerpos de agua tanto por su papel ecológico como por los usos y costos económicos que representan para la población humana. Son de interés por ser en algunos casos fijadores de nitrógeno, por su valor decorativo, por ser comestibles y por ser depuradoras del agua. Otras especies se encuentran entre las malezas de mayor impacto económico en el mundo (KAHN et al, 1993).

La vegetación acuática constituye un peldaño importante en estos ecosistemas y es principal productor de los humedales continentales, convirtiéndose en un componente biológico indispensable para el sustento de aves (locales y migratorias), mamíferos, reptiles, peces, macroinvertebrados e incluso algas, al ofrecer hábitat y alimento, este servicio que brinda es eje fundamental para la biodiversidad en los humedales adicionalmente su presencia en los ecosistemas cumplen funciones para que intervienen en la regulación, transporte y retención de contaminantes y sedimentos, y ejercen también actividades para el control de la erosión y regulación de los nutrientes. (Camelo, et al, 2016) Por tal razón se han considerado las macrófitas como promotoras de los servicios ecosistémicos que provee los humedales al ser humano (Engelhardt y Ritchie 2001).

3.2 METODOLOGÍA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES DE FLORA

3.2.1 Fitoplancton.

Se utilizó una red de malla fina con tamaño de poro definido para fitoplancton de 25 μ , que permiten observar de manera cualitativa las comunidades de plancton existentes en la zona, con la red los organismos se obtienen por filtración y la selección se realiza según sea el tamaño del poro. (Foto 6).

La red arrojadiza consta de un tronco con un diámetro de aproximadamente 25 cm y una longitud de un metro, el poro de la red es de 25 μ y un vaso receptor de un litro de capacidad.

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



Foto 6. Método de muestreo colecta de fitoplancton
Fuente: El autor (2022)

Composición y abundancia de especies de Fitoplancton

Para el Humedal Laguna La Herreruna se determinó que existe un bajo número de organismos, posiblemente relacionado con la intervención antrópica que presencia el ecosistema, condición que afecta considerablemente los índices de riqueza y de diversidad, al ubicarse el humedal en una zona urbana puede llegar a sufrir distintas perturbaciones que son evidentes en el cuerpo de agua, se debe tener en cuenta que la presencia de pequeños cultivos de pantofo en la zona aledaña y el abundante número de macrófitas, pueden llegar a deteriorar considerablemente las condiciones del humedal (Reinoso et al., 2010).

En la tabla 4, se puede apreciar los géneros más representativos para el humedal, *Phormidium* y *Spirulina* con 6 individuos cada uno; estas cianobacterias son algas verdeazules o azul verdosas, se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno – fósforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Las cianobacterias pueden considerarse indicadores de aguas eutróficas ya que dichos organismos son más abundantes en este tipo de aguas que en aguas oligotróficas, así mismo el género *Navicula*, con presencia de 3 individuos, se relaciona con ecosistemas altamente intervenidos y algunas especies son heterotróficas facultativas, por lo que pueden reproducirse en ecosistemas extremos, (Morales & Salazar, 2012).

La alta cantidad de las macrófitas en el humedal que cubrían la totalidad del espejo de agua, afecta el fitoplancton en la zona, reduciendo la abundancia de esta comunidad.

TABLA 4. Abundancia relativa Fitoplancton Humedal Laguna La Herreruna, 2022.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Abundancia	Abundancia relativa
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i>	6	31,58
				<i>Oscillatoria</i>	1	5,26
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina</i>	6	31,58
		Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i>	1	5,16
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i>	1	5,26
		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>	1	5,26
			Naviculaceae	<i>Navicula</i>	3	15,79
TOTAL					19	100

Fuente: El autor (2022)

3.2.2 Flora del Humedal Laguna La Herreruna

La colecta del material biológico se realizó mediante el uso de la técnica propuesta por Villareal *et al.* (2004), RAP (Rapid Assessment Program). Se trazaron transectos de 50 x 2 metros, teniendo presente a los individuos con DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) ≥ 1 centímetro a lo largo, altura total, número de colección y observaciones generales. Se colectaron muestras botánicas provenientes de especies herbáceas, arbustivas y leñosas presentes. (Foto 7).



Foto 7. Metodología de colecta de Flora

Fuente: GIZ (2016)

Composición de especies de flora

El humedal cuenta con un total de 15 especies distribuidas en 12 familias (Tabla 5), destacándose las familias Anacardiaceae, Fabaceae y Malvaceae, por agrupar el mayor número de especies.

TABLA 5. Composición especies de flora registradas Humedal Laguna La Herreruna.

FAMILIA	ESPECIE	USOS
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Ornamental, comestible, medicinal
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	Mantenimiento de cuencas, construcciones rurales
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	*****
Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i>	Techado, artesanías, comestible
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>	Arbusto. Potreros, áreas abiertas, matorrales
Fabaceae	<i>Albizia guachapele</i>	Ebanistería, construcciones rurales, cerca viva, sombrío
Fabaceae	<i>Samanea saman</i>	Medicinal, forraje, ebanistería, ornamental
Heliconiaceae	<i>Heliconia sp.</i>	Ornamental. Áreas abiertas, zonas urbanas
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Ornamental, sombrío, medicinal, forraje
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ornamental, melífera, pulpa para papel, construcciones rurales
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea sp.</i>	Ornamental
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Abono verde, fertilizante, forraje, ornamental
Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp.</i>	*****
Typhaceae	<i>Typha sp.</i>	*****
Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>	Restauración, medicinal

Fuente: GIZ (2016)

La abundancia y diversidad presentada por la familia Fabaceae es debido a que es una de las familias de plantas superiores más numerosas, agrupando a distintos tipos de especies como árboles, arbustos, lianas y plantas herbáceas, de extensa distribución mundial. Esta familia presenta gran abundancia y se encuentran bien diversificada en clima cálido donde sus especies presentan preferencia por hábitat que presenten gran luminosidad como bordes de bosques y zonas abiertas (Praderas) donde sus representantes presentan un gran desarrollo. (Figura 8)

Especies como *Guazuma ulmifolia* (guázimo) y *Samanea saman* (saman) pueden permitir la adopción de un sistema silvopastoril debido a que sus forrajes y frutos son altamente nutritivos y apetecidos por el ganado (CATIE, 2003). *Albizia guachapale* es una especie pionera, de rápido crecimiento y muy abundante en bosque seco secundario; sus usos más importantes son como árbol de sombra, las hojas son un forraje para ganado de alta calidad y al descomponerse pueden ser usadas como abono verde para fijación de nitrógeno (CATIE, 2003). La especie *Mangifera indica* es un frutal por excelencia y Morales (1998 citado en Esquivel, 2009) afirma que los frutos son ricos en hierro, proteínas, azúcares, calcio, fósforo y vitaminas; además tiene un uso medicinal para la tos, dolor de muelas, vitíligo y el paludismo (Mahecha et al, 2004 citado en Esquivel, 2009). *Ceiba pentandra* es una especie usada para restauración, ornamental y medicinal, construcciones ligeras, hace parte de la cosmovisión indígena y representa un símbolo de progreso en los lugares donde se conserva (Lopez et al., 2006; Esquivel, 2009).

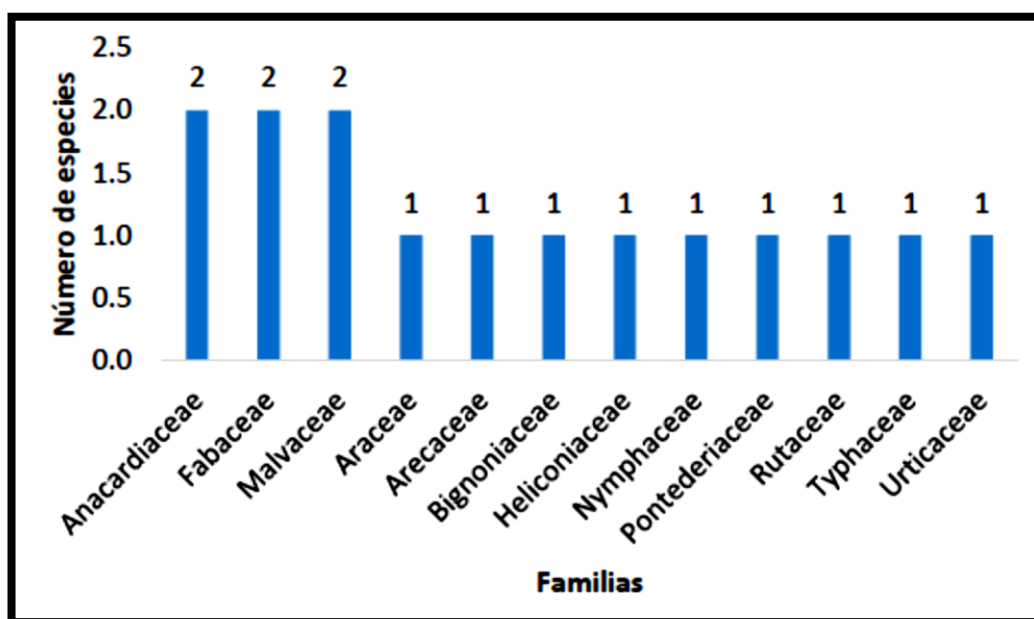


Figura 8. Número de especies por familia, Humedal Laguna La Herreruna,

Fuente: GIZ (2016)

Se encuentra la especie *Pistia stratiotes* (lechuga de agua) la cual está reportada en la categoría de preocupación menor (LC) a nivel global; también se reporta la presencia de las especies *Ceiba pentandra* (ceiba), *Attalea butyracea* (palma de vino) y *Anacardium excelsum* (caracolí) las cuáles se encuentran en categoría de LC a nivel nacional y casi amenazada (NT) para el caso del caracolí, el cual ha sido utilizado para la fabricación de materiales como aisladores, cajones, tabla, canoas (Rojas, 2011), entre otros, a pesar de que según Arbeláez (1956 citado en Esquivel, 2009), esta especie tiene una madera que no sirve para ebanistería por ser susceptible al ataque de varias plagas; su principal importancia consiste en que ecológicamente es indicador de nacimientos de agua y muy importante para el mantenimiento de las cuencas hidrográficas (Esquivel, 2009).

Este humedal presenta afectación por actividad antropica, lo cual modifica las coberturas por perdida de vegetación y aumento de herbáceas; el espejo de agua presenta 4 especies acuáticas cuales que cubren la mayor parte de la superficie, generándose un problema de manejo y aprovechamiento de esta fuente.

3.3 FAUNA

3.3.1 Zooplancton

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

Con respecto a las especies que habitan las aguas dulces, se ha observado una característica muy peculiar y es que la mayoría son cosmopolitas; por tanto, es frecuente encontrar algunas especies en latitudes y climas muy diferentes. Así se ha comprobado que existen muchas especies que se encuentran en los lagos de Europa que se encuentran también en los lagos de Norteamérica. Muchas especies de aguas dulces templadas que se encuentran también en aguas tropicales. Los grupos de seres vivos que presentan especies con mayor grado de cosmopolismo son: las diatomeas, los dinoflagelados, las clorofíceas, los protozoarios y los copépodos (Marcano, 2003).

A. *Rotíferos*. Los rotíferos son un filo de animales metazoarios invertebrados, microscópicos, con simetría bilateral, segmentación aparente, porción caudal ahorquillados y cubiertos las hembras de una cutícula endurecida, la loriga. Lo más llamativo de estos animales es un órgano distorcional en el extremo anterior, con muchas pestañas o cilios, que produce un movimiento aparentemente rotatorio y que utiliza para nadar o atraer el alimento. Son unisexuales; los machos carecen de loriga, son diminutos o degenerados o faltan, en cuyo caso la reproducción es partenogénica estacional. Abundan en las aguas estancadas y atraviesan, cuando las condiciones son desfavorables, estados de enquistamiento y vida latente.

B. *Cladóceros*. Se han denominado comúnmente pulgas de agua y son predominantemente dulceacuícolas. Abundan en la zona litoral de los lagos, pero también están ampliamente representados en el plancton. Se reproducen partenogénicamente por desarrollo directo a partir de un número variable de huevos. También poseen uno o varios períodos de reproducción sexual, ciclomorfosis muy evidentes y gran capacidad migratoria (Gonzales, 1988).

Son filtradores y se considera que en aguas eutróficas hay más cladóceros y rotíferos que copépodos. En los cladóceros adultos el número de mudas es más variable que en los estadios juveniles, variando desde unos pocos mudas hasta más de veinte (Wetzel, 1981).

C. *Copépodos*. Se distribuyen tanto a nivel litoral como pelágico bentónico. Presentan metamorfosis completa: huevo, larva naupliar con tres pares de apéndices y que sufre mudas sucesivas (diez en los ciclopoideos). Los cinco o seis primeros estadios larvales se denominan nauplios y los restantes copepoditos, siendo el último de ellos en adulto (Gonzales, 1988). Los organismos de este orden se pueden dividir en tres subórdenes: Calanoides, Ciclopoideos y Harpaticoides, estos tres órdenes se distinguen por la estructura del primer par de antenas, por el urosoma y el quinto par de patas.

- **Producción secundaria del zooplancton.** La producción secundaria de los cuerpos de agua está sustentada por el zooplancton, el zoobentos y los peces. Participan en ella tanto vertebrados como invertebrados que interactúan de manera compleja en el aspecto trófico porque sus relaciones pueden cambiar durante el ciclo de vida o de un lugar a otro. La producción secundaria puede definirse como la biomasa acumulada por las poblaciones heterotróficas por unidad de tiempo. Esta definición se refiere a la producción neta. El incremento puede medirse como número y biomasa o puede expresarse como energía o cantidad de un elemento constituyente, por lo general en carbono. La medición exacta de la biomasa es básica para calcular la producción secundaria, lo que se hace es estimar el volumen tomando las dimensiones del animal. Por último, para la biomasa el volumen se expresa como peso (González, 1988).

3.3.2 Macroinvertebrados.

- **Generalidades y diversidad:** 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, hidrozooos, turbelarios, oligoquetos, hirudíneos, insectos, arácnidos, crustáceos, gasterópodos y bivalvos. El Phylum Arthropoda representa el grupo más abundante, dentro del cual se encuentran las clases Crustácea, Insecta y Arachnoidea (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 dulces presentan una gran variedad de adaptaciones, las cuales incluyen diferencias en sus ciclos de vida. Algunos macroinvertebrados desarrollan su ciclo de vida completo en el agua y otros sólo una parte de él, además el tiempo de desarrollo es altamente variable (depende de la especie y los factores ambientales), algunos con varias generaciones al año (multivoltinos) principalmente en la región tropical, otros con una generación (univoltinos) y una o dos generaciones (semivoltinos) (Hanson *et al.*, 2010).

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

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

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

3.3.3 Ictiofauna.

Generalidades y diversidad: La gran riqueza hídrica representada en una amplia variedad de ecosistemas acuáticos en Colombia, tanto marinos como de agua dulce, ha permitido el desarrollo de una gran diversidad íctica. En Colombia se estima la presencia de aproximadamente 4100 especies de las cuales aproximadamente el 63% 589 habitan en ecosistemas marinos y estuarinos 590 (Acero & Polanco, 2017), mientras el restante en ambientes dulceacuícolas (Hincapié *et al.*)

Los peces llevan a cabo una múltiples funciones en los ecosistemas acuáticos, entre ellas se destacan la transferencia de energía a través del entramado trófico, allí constituyen una fuente importante de alimento para otros animales. Igualmente, juegan un papel como bioindicadores de los ecosistemas acuáticos ya que su presencia y/o ausencia brindan información de la condición ecológica y ambiental, debido a su sensibilidad frente a contaminantes de naturaleza biológica o química, como metales pesados. (Valdelamar *et al.* 2020)

Orden Charciformes: constituye el principal grupo de peces dulceacuícolas de la región neotropical (Buckup, 2004), se encuentra distribuido en Norte América (desde Texas hasta México), Centroamérica, Sudamérica y África (Moyle & Cech, 1988). Las especies de este orden son morfológicamente diversas dadas las variaciones en la forma del cuerpo, estructura de la mandíbula, número y disposición de los dientes y la anatomía interna; Entre sus particularidades se destacan su cuerpo cubierto de escamas, cabeza sin barbillones, ni escamas, una aleta adiposa en su mayoría, una boca provista de dientes (generalmente), una mancha humeral en la mayoría de las especies y la presencia del aparato Weber. La mayoría son depredadores diurnos y suelen vivir en lugares poco profundos (Moyle & Cech, 1988).

Orden Perciformes: Poseen cerca de 7800 especies (Moyle, 1988) y se caracterizan por poseer dos aletas dorsales, la primera con espinas verdaderas; las segunda con radios blandos. Este orden no presenta aleta adiposa y la gran mayoría posee escamas ctenoideas, aletas pélvicas en posición torácica, con una espina y un máximo de cinco radios blandos. La vejiga no está conectada con el intestino.

Orden Siluriformes: Conjunto de peces compuesto por más de 30 familias y de aproximadamente 2400 especies lo cual conforma el grupo de mayor diversidad y distribución de peces dulceacuícolas a nivel mundial (Nelson, 2006; de Pinna, 1998). De igual manera, las especies de este orden pueden alcanzar hasta los tres metros de longitud y se caracterizan externamente por presentar en su cuerpo piel o un conjunto de placas óseas en vez de escamas, frecuentemente con cuatro pares de barbicelos y generalmente con el primer radio endurecido (espina) de la aletas dorsal y pectorales (Nelson, 2006).

Orden Cyprinodontiformes: Se encuentra distribuido en aguas de casi todo el mundo (Rosado & Erazo, 2001) incluye 10 familias (Anablepidae, Aplocheilidae, Cyprinodontidae, Fundulidae, Goodeidae, Nothobranchiidae, Poeciliidae, Profundulidae, Rivulidae y Valenciidae) (Froese & Pauly, 2007), 109 géneros y aproximadamente 1013 especies (Joseph, 2006). Los miembros de este orden se caracterizan por presentar tallas pequeñas (máximo 15 cm), poseer una sola aleta dorsal, cuerpo alargado y la zona más elevada de su cabeza aplanada; boca protráctil y generalmente dirigida hacia arriba, posibilitando la obtención de alimento en la superficie, dimorfismo sexual marcado, siendo los machos de aletas más largas y de colores vistosos (Rosado & Erazo, 2001). Se destacan por habitar ambientes adversos, tales como aguas salinas; o muy cálidas; o de mala calidad; o situaciones ambientales malas donde no se adaptan otros tipos de peces. Por lo general son omnívoros, y suelen vivir cerca de la superficie, donde el agua rica en oxígeno compensa los inconvenientes ambientales

- **Peces en los humedales de zonas bajas del Tolima.** El departamento del Tolima se encuentra en la zona hidrográfica del Magdalena-Cauca. Existen reportadas 235 especies para esta zona hidrográfica, se distribuyen en siete órdenes y 33 familias.

El orden Siluriformes es el más dominante con 115 especies (49%), el orden Characiformes le sigue con 88 especies (38%). Con relación a las familias las más diversas son Characidae con 57 especies, seguida de Trichomycteridae con 34, Loricariidae con 32 y Astroblepidae con 21 (García-Alzate *et al.*, 2020).

3.3.4 Herpetofauna.

- **Generalidades y diversidad:** Colombia es considerada como uno de los países con mayor número de especies de anfibios en el mundo (Ruiz-Carranza *et al.* 1996, Lynch 1998, AcostaGalvis 2000, Young *et al.* 2004), sin embargo, también cuenta con el mayor número de especies bajo categoría de amenaza, siendo la alteración y destrucción de los hábitats naturales una de las principales causas de amenaza para las poblaciones de anfibios. Sin embargo, es tal vez la fauna de hábitats andinos (bosques montanos, premontanos) y amazónicos la más vulnerable, ya que en estas regiones se han presentado los procesos más fuertes de transformación en la cobertura vegetal (Kattan y Álvarez-López 1996, Cabrera *et al.* 2011).

Los anfibios tienen una piel “desnuda” semipermeable; estos animales cumplen una parte de su ciclo de vida en el agua y otra parte fuera de ella, al terminar la metamorfosis (cuando presentan formas larvales) (Wells, 2007). Están organizados en tres clados (grupos): Anura (ranas y sapos), Caudata (salamandras) y Gymnophiona (caecilias).

Los anuros presentan un cuerpo aplanado (dorso-ventral) sin cola, cabeza plana con boca grande y las extremidades posteriores tienen una musculatura robusta adaptada para una locomoción en saltos; suelen encontrarse en hábitats terrestres y acuáticos, exceptuando cuerpos de agua salobres. Los caudados se caracterizan por sus extremidades cortas respecto a su cuerpo cilíndrico y presentan cola; se encuentran en hábitats húmedos, como bosques tropicales, arroyos y lagos. (Muñoz *et al.*, 2018)

Las caecilidos, superficialmente parecen gusanos de tierra, debido a la reducción completa de sus extremidades, a surcos cilíndricos a lo largo de su cuerpo y una cola corta; son de hábitos fosoriales en los suelos húmedos de arroyos, lagos y pantanos (Zug *et al.*, 2001; Pough *et al.*, 2004; Wells, 2007). Los reptiles son organismos poiquiloterms que poseen escamas, reptan o se arrastran dependiendo del clado, los cuáles son: Archosauria (cocodrilos y aves), Testudines (tortugas) y Lepidosaurios (lagartos). (Muñoz *et al.*, 2018)

Los cocodrilos tienen un cuerpo robusto cubierto de una piel gruesa queratinizada (escamas), hocico largo, con mandíbulas dentadas, extremidades cortas, pero bien desarrolladas y una cola comprimida lateralmente; son de hábitos semiacuáticos y por lo general construyen nidos en la tierra (Vitt *et al.*, 2014; Pough *et al.*, 2004). Las tortugas son un grupo diverso, se encuentran en hábitats terrestres, acuáticos salobres y dulceacuícolas, con modificaciones morfológicas de acuerdo al hábitat, como un caparazón aero

La clase Amphibia se agrupa en tres grandes órdenes: Anura, Caudata, y Gymnophiona. Dentro de este grupo el orden Anura, está conformado por los llamados sapos y ranas, los cuales se caracterizan por carecer de cola y presentar extremidades traseras muy

desarrolladas (Ročková y Roček, 2005). Caudata, esta constituidos por las denominadas salamandras, las cuales poseen un cuerpo alargado con cuatro extremidades cortas y presencia de cola, son organismos susceptibles a cambios bruscos en el ambiente, y dependen fuertemente a las variaciones de temperatura y humedad (Cruz *et al.*, 2016).

El orden Gymnophiona, es un grupo con hábitos principalmente fosoriales, son animales alargados carentes de extremidades, pero presentan un sistema de detección a través tentáculos dispuestos lateralmente en el rostro, que les permite encontrar alimento debajo de la tierra (Lynch, 1999). A nivel mundial se registran potencialmente 8, 360 especies de anfibios, en términos de riqueza el orden Anura contiene 7, 381 especies, seguido por el orden Caudata con 766 especies y Gymnophiona 213 especies, siendo las áreas con mayor diversidad y riqueza en el América del Sur y África del Oeste tropical (Frost, 2019). Se ha identificado que, a nivel latinoamericano, Brasil presenta la mayor diversidad con 1, 220 especies, seguido por Colombia con aproximadamente 853 especies, descritas hasta la fecha. El departamento del Tolima registra 85 especies de ranas y sapos (Anura), cinco de cecilias o ciegas (Gymnophiona) y tres salamandras (urodela) (Clavijo-Garzón *et al.*, 2018).

La clase Reptilia está constituida por vertebrados ectotermos, es decir dependientes de la temperatura ambiental para regular su metabolismo. Se caracteriza por presentar un desarrollo que se encuentra ligado a huevos con cáscara verdadera, lo que les confiere registrar especies ovíparas, ovivíparas y vivíparas (Packard *et al.*, 1977), dentro de las características más importantes se tiene, piel cubierta de escamas, función fisiológica que les permite protegerse de las condiciones adversas del ambiente, también les permite establecer una impermeabilidad y resistencia a ecosistemas extremos, se caracterizan por mudas periódicas de su piel con respecto a la tasa de crecimiento, lo que les permite la eliminación de toxinas. Sus adaptaciones fisiológicas les permiten habitar distintos ambientes, se encuentran condicionados por la oferta de alimento y recursos hídricos, algunos grupos poseen estructuras especializadas para la inyección de sustancias químicas destinadas a la protección y depredación (Muñoz *et al.*, 2018)

Los reptiles son organismos poiquilotermos que poseen escamas, reptan o se arrastran dependiendo del clado, los cuáles son: Archosauria (cocodrilos y aves), Testudines (tortugas) y Lepidosaurios (lagartos). Los cocodrilos tienen un cuerpo robusto cubierto de una piel gruesa queratinizada (escamas), hocico largo, con mandíbulas dentadas, extremidades cortas, pero bien desarrolladas y una cola comprimida lateralmente; son de hábitos semiacuáticos y por lo general construyen nidos en la tierra (Vitt *et al.*, 2014; Pough *et al.*, 2004). Las tortugas son un grupo diverso, se encuentran en hábitats terrestres, acuáticos salobres y dulceacuícolas, con modificaciones morfológicas de acuerdo al hábitat, como un caparazón aero dinámico y aletas para hábitats acuáticos; su locomoción es lenta al igual que su desarrollo, viven durante largos periodos de tiempo y tienen la capacidad de retraer su cabeza, cuello, extremidades y cola dentro del caparazón (Vitt *et al.*, 2014; Pough *et al.*, 2004). En el grupo de lepidosaurios se encuentran las tuataras, lagartos y serpientes; una característica compartida por el grupo es la ecdisis completa (cambio de piel) (Vitt *et al.*, 2014; Pough *et al.*, 2004). Los lagartos y serpientes (Squamata) comparten ciertos caracteres morfológicos, como el desarrollo de órganos para copular (hemipenes); pero morfológicamente son bien diferenciados, ya que las serpientes no tienen extremidades (Vitt *et al.*, 2014; Pough *et al.*, 2004).

Los reptiles en Colombia se están distribuidos en tres grupos: Los órdenes que mejor están representados por Crocodylia (caimanes y cocodrilos), Testudines (Tortugas) y Squamata (lagartos y serpientes), los cuales poseen diversas adaptaciones morfológicas especializadas en la detección y captura de su alimento, así como una amplia motilidad (Sánchez *et al.*, 1995). Para la clase Reptilia se han descrito aproximadamente ~11, 570 especies a nivel mundial, Colombia ocupa los países con mayor riqueza potencial de 635 especies, seguido de 593 especies, de Squamata, 36 especies, Testudines y seis de Crocodylia, este último presenta tres especies, que están al borde de la extinción (Galvis-Rizo *et al.*, 2015; Uetz *et al.*, 2019).

- **Aspectos ecológicos y especies de interés para la conservación.** Colombia cuenta con 723 especies de anfibios que han sido evaluadas por la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), para actualizar la evaluación del riesgo de extinción de los reptiles en nuestro país, se aplicaron los criterios de categorización UICN a 510 especies y dos subespecies de reptiles, incluyendo tortugas (32 sp. y dos subespecies), crocodílidos (6 sp.), lagartos (211 sp.) y serpientes (261 sp.), de las cuales el 10% (50 sp.) se listaron bajo alguna categoría de amenaza: 11 en peligro crítico, 16 en peligro y 17 vulnerables. Las tortugas y los lagartos fueron los grupos con el mayor número de especies amenazadas. Sin embargo, los más afectados –porcentaje de especies amenazadas sobre el total de especies para el grupo- fueron los crocodílidos con el 50% de especies amenazadas, seguidos de las tortugas con el 37%. Las amenazas a este importante grupo biológico aún persisten y el panorama es poco alentador, por lo que se requieren medidas urgentes para garantizar su conservación.

- **Herpetos asociados a los humedales de zonas bajas del Tolima.** El estudio realizado por Llano-Mejía *et al.* (2010) demostraron que el departamento, con un área equivalente solo al 2,1% del territorio nacional y al 8,9% de la Región Andina, alberga aproximadamente un 13% de las especies de anfibios y 18% de las especies de reptiles del país; de este registro en el Tolima se registro un total de 98 especies de anfibios, de las cuales 91 son ranas y sapos, cuatro caecilias y tres salamandras. Los reptiles reportados son 102, representados por 60 serpientes, 36 lagartos, cuatro tortugas y dos caimanes.

Actualmentes el departamento del Tolima cuenta con 122 especies de anfibios, que representan el 13,63 % del país, y su presencia es un indicador del estado de los ecosistemas debido a que son muy sensibles a la deforestación y el cambio climático; de los anfibios reportados se tienen que seis (6) especies se encuentran amenazadas a nivel nacional, 25 especies amenazadas a nivel internacional, , tres (3) especies CITES y una (1) especie exótica.

Para el caso de reptiles se encuentran reportados 142 especies, representando el 18,66% del país y su presencia que juegan un papel importante en la regulación de

poblaciones de otras especies; de este grupo cinco (5) especies están amenazadas a nivel nacional, cuatro (4) especies amenazadas a nivel internacional, 11 especies CITES y dos (2) especie exóticas.

Además de las especies que están catalogadas en algún grado de amenaza es importante considerar que la herpetofauna en el Tolima, se encuentra bajo una fuerte presión, a causa de la cacería, la reducción, la destrucción de los bosques. Las principales amenazas que afrontan están dirigidos a cambios en el ambiente, la aparición de especies invasoras, el aumento de la temperatura, la fragmentación de los bosques, la propagación de patógenos como el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, que atenta a los anfibios alterando su capacidad de respiración cutánea y el calentamiento global (Rueda-Almoacid *et al.*, 2004; Angulo *et al.*, 2006).

La alteración de hábitats afecta directamente los microhábitats donde se encuentran los anfibios y reptiles, ya que estos dependen fisiológicamente de la temperatura, la cual es regulada a través de la exposición directa a la radiación solar (heliotermia), superficies cálidas (tigmotermia), zonas o cuevas de protección, recursos hídricos y microhábitats húmedos que afectan su metabolismo, con lo cual pueden ganar o perder calor, controlando su temperatura corporal dentro de intervalos relativamente estrechos (Ríos y Aidé, 2007; Wells, 2007). De esta manera, los anfibios y los reptiles dependen directamente de las condiciones medioambientales, siendo propensos a la extinción local después de un disturbio

3.3.5 Avifauna.

- **Generalidades y diversidad:** Las aves constituyen uno de los grupos vertebrados más diversos, comprendiendo cerca de 11, 000 especies a nivel mundial y entre 1954 (ACO, 2020) y 2362 (SiB, 2022) especies a nivel nacional (pertenecientes a 31 órdenes, 94 familias, 741 géneros y más de 3000 subespecies), de las cuales 1887 cuentan con registros en el territorio continental, mientras 17 han sido reportadas únicamente para la región insular (Donegan *et al.*, 2013; Donegan *et al.*, 2014; Donegan *et al.*, 2015; Verhelst-Montenegro y Salaman, 2015; Avendaño *et al.*, 2017).

Pese a que mundialmente el país es considerado el más diverso en avifauna (SiB, 2022) y que este grupo taxonómico cumple importantes roles ecológicos como controladoras de insectos, dispersoras de semillas, polinizadoras, entre otras funciones (Molina-Martínez, 2002), se estima que el 7-9% de las especies están inscritas en alguna categoría de amenaza (Renjifo *et al.*, 2002; Andrade-C., 2011; SiB, 2022) y poco más del 4.5% del total de especies presentes en el país son endémicas (Avendaño *et al.*, 2017). Así, según los reportes del Sistemas de información sobre biodiversidad en Colombia (SiB, 2022) y con base en los datos de Renjifo *et al.* (2014), obtenidos a partir de la evaluación de 118 especies registradas en los bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica, se reporta que 68 (actualmente 133) de ellas se encuentran en diferentes categorías de amenaza de las cuales seis se encuentran en peligro crítico (16 según el SiB), 26 en peligro (54 según el SiB) y 36 vulnerables (63 según el SiB).

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

La importancia de este grupo no solo radica en su carácter carismático, sino también se basa en el hecho de que proporciona un medio rápido, confiable y replicable de evaluación del estado de la mayoría de hábitats terrestres y acuáticos, facilitando la realización de comparaciones a lo largo de gradientes climáticos y ecológicos en cuanto a su riqueza, recambio y abundancia de especies (Osorio-Huamaní, 2014). Además, proporciona un medio rápido, confiable y replicable para monitorear y conocer de forma indirecta algunas características de los ecosistemas que habitan. De hecho, algunos investigadores han encontrado que las características del paisaje influyen en la composición y abundancia de las aves, facilitando o impidiendo el mantenimiento de algunas especies (Gillespie y Walter, 2001).

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

Pese a estas bondades, solo algunas especies pueden funcionar como indicadoras de condiciones biológicas particulares del hábitat, ya que “no necesariamente las aves pueden reflejar la salud de otros taxones que viven en el mismo hábitat” (Ramírez, 2000; Gregory, 2006 citado en Villegas y Garitano, 2008, p. 149), y “pueden tener respuestas diferenciales a los disturbios en relación a otros grupos de organismos” (Lindenmayer, 1999; Milesi *et al.*, 2002 citados en Villegas y Garitano, 2008, p. 149). Así mismo, Green y Figuerola (2003) plantean que a pesar de que la idea de las aves como “paraguas protectores de la diversidad global” ha sido ampliamente extendida, no ha sido apoyada por los análisis a escala nacional, y la distribución de los “hotspots” de diversidad para aves es importante en sí misma pero no se encuentra justificada por la diversidad de otros grupos.

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

establecer las acciones y decisiones a tomar en caso de que ocurran cambios drásticos en ellos.

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

- **Aves asociadas a los humedales de zonas bajas del Tolima.** La alta diversidad de aves asociada a los humedales y el considerable número de linajes endémicos en algunos de ellos, son reflejo de una larga asociación entre la avifauna y estos ecosistemas (Andrade, 1998 citado por Parra, 2014). El uso de este ecosistema por parte de la avifauna se hace evidente con el carácter residencial permanente o temporal que muestran las aves acuáticas (Castellanos, 2006) en el país, de modo que algunas especies han desarrollado adaptaciones morfológicas, fisiológicas y etológicas para hacer un uso más eficiente de los recursos (refugio y alimento).

Sin embargo, gracias a su mayor flexibilidad, otras tantas especies emplean estos hábitats durante parte del año o para cubrir determinada etapa de su ciclo anual (nidificación, cría o muda del plumaje) (Blanco, 1999). En este sentido, no todas las especies de aves que utilizan humedales tienen una preferencia particular por ellos, y en realidad se asocian al ecosistema en gran parte influenciadas por factores físicos como el área del humedal, la calidad del agua, la vegetación circundante, el grado de aislamiento o el contexto del paisaje donde se encuentran inmersos (Green y Figuerola, 2003; Briggs *et al.*, 1997; Rosselli y Stiles, 2012; Quesnelle *et al.*, 2013 citados por Parra, 2014).

Así mismo, las aves registradas dentro o en inmediaciones a humedales hacen parte de sistemas conectados con procesos y funciones ecosistémicas, por lo que es usual que su diversidad y abundancia aumente con la proximidad a otros humedales, así mismo que los humedales grandes alberguen mayor número de especies de aves respecto a las encontradas en sitios más pequeños las cuales se esperan que sean las especies más abundantes y ubicuas (Elmberg *et al.*, 1994).

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

En la actualidad el departamento del Tolima cuenta con 906 especies de aves, equivalente al 38.34 % del país, que contribuyen en la dispersión de semillas, en la polinización de las flores y además son importantes en actividades de turismo de naturaleza y están representadas, así: : 46 especies amenazadas a nivel nacional, 32 especies a nivel internacional, 151 especies en CITES, 27 especies endémica, 10

especies exóticas, y 84 especies migratorias, que contribuyen en la dispersión de semillas, en la polinización de las flores y además son importantes en actividades de turismo de naturaleza

3.4 METODOLOGÍA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES DEL HUMEDAL

3.4.1. Zooplancton.

Se utilizó una red de malla fina con tamaño de poro definido para zooplancton de 55 μ , que permiten observar de manera cualitativa las comunidades de plancton existentes en la zona, con la red los organismos se obtienen por filtración y la selección se realiza según sea el tamaño del poro (Foto 8).

La red arrojadiza consta de un tronco con un diámetro de aproximadamente 25 cm y una longitud de un metro, el poro de la red es de 25 μ y un vaso receptor de un litro de capacidad. La red se mantiene de manera subsuperficial por un tiempo de cinco minutos y a una velocidad constante y arrastres lineales (Figura 9), en total en el humedal se hicieron tres arrastres en áreas distintas (Borde 1, Borde 2 y Centro).

Las muestras fueron depositadas en frascos de 500 ml y preservadas con formol buferizado al 10% para ser analizadas en el laboratorio



Foto 8. Método de colecta de zooplancton Humedal Laguna La Herreruna, Guamo-Tolima.

Fuente: El autor (2022)

Composición y abundancia de especies de zooplancton

Para el Humedal Laguna La Herreruna se colectaron 257 organismos siendo el phylum rotifera el de mayor representación con un total de 199 individuos (Tabla 6). La clase Bdelloidea (Rotífera), fue la que obtuvo mayor número de organismos con una abundancia relativa de 19,24%, con el genero rotaria. En segundo lugar, se encontró la clase Monogonta con 39 especímenes del genero Lecane (fig 9).

TABLA 6. Abundancia relativa Zooplancton Humedal Laguna La Herreruna, Guamo-Tolima.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Abundancia	Abundancia
						Relativa %
Rotifera	Monogonta	Ploima	Mytilinidae	<i>Mytilina</i>	21	8.17
			Brachionidae	<i>Platyias</i>	2	0.78
			Brachionidae	<i>Brachionus</i>	10	3.89
			Lecanidae	<i>Monostyla</i>	3	1.17
			Lecanidae	<i>Lecane</i>	39	15.18
			Lepadellidae	<i>Lepadella</i>	7	2.72
			Scaridiidae	<i>Scaridium</i>	30	11.67
	Bdelloidea	Bdelloida	Philodinidae	<i>Rotaria</i>	56	21.79
			Adinetidae	<i>Adineta</i>	31	12.06
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Nauplio</i>	6	2.33
			Cyclopidae	<i>Cyclopidae sp.</i>	10	3.89
	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i>	3	1.17
			Sididae	<i>Diaphanosoma</i>	2	0.78
Ciliophora	Ciliatea	Oligotrichida	Stentoridae	<i>Stentor</i>	21	8.17
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i>	16	6.23
TOTAL					257	100.00

Fuente: El autor 2022

El phylum rotíferos según Barnes (1995) son animales microscópicos entre 80 y 1700 µm de longitud, junto con los crustáceos, ostrácodos pequeños; se consideran organismos activos depredadores en el mundo del plancton al consumir altas concentraciones de microorganismos, con alta tasa de reproducción y su afloramiento permite rápidamente la concentración de oxígeno (Conde et al., 2004). Es por ello que su localización en ambientes acuáticos permite indicar la presencia de materia orgánica (medios eutróficos) constituyéndose de interés en estudios de ecología y contaminación. (Mawency 2015)

Para Gallo, 2009, los rotíferos son de alta importancia ecológica, debido a que son organismos filtradores de material en suspensión de diferente tamaño, cuentan con variedad de piezas bucales que adapta al organismo a diferentes tipos de alimento y costumbres alimenticias y son altamente tolerantes a fluctuaciones y perturbaciones de las condiciones ambientales, por lo tanto tienen la capacidad de sobrevivir y desarrollarse en diversos ecosistemas.

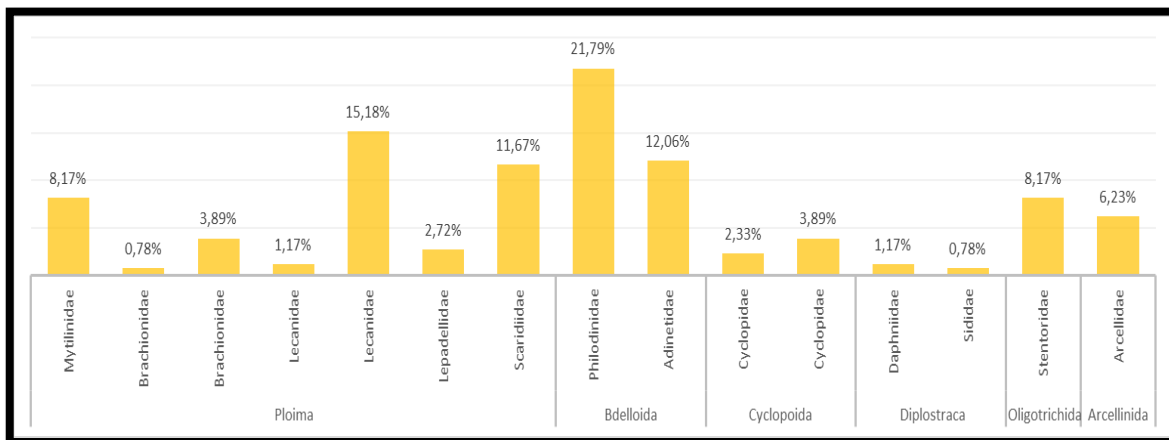


Figura 9. Abundancia relativa y familias de zooplankton Humedal Laguna La Herreruna, 2022

Fuente: El autor (2022)

Según los reportes de Pejler (1977) y Green (1971) la presencia de una mayor densidad de especies del orden Ploima, es un aspecto general de las aguas tropicales y subtropicales, Brachionidae y Lecanidae se han considerado característicos de la zona tropical (Fernando 1980) y en la lista de chequeo proporcionada por Robertson y Hardy (1984) para los rotíferos en lagos y ríos especialmente los amazónicos.

Los rotíferos son particularmente importantes en el análisis de los efectos de la dinámica fluvial, ya que presentan cortos intervalos de renovación poblacional y altas tasas de crecimiento intrínseco y con frecuencia alta tolerancia a una variedad de factores ambientales (Allan, 1976).

Brachionidae, Trichotriidae, Euchlanidae y Lecanidae, familias del orden Ploima suelen ser ricos en ambientes someros y su mayor diversidad se manifiesta en lagos con vegetación flotante (Serger, 2007). Las especies de la familia Moinidae por lo general tolera un amplio rango de turbidez y posee una amplia plasticidad trófica, pues consume detritos, algas unicelulares, y bacterias entre 0.5-20 µm (Kerner *et al.*, 2004).

3.4.2. Macroinvertebrados

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

Se extrajo la vegetación macrófita flotante y emergente ubicada al interior de un cuadrante de 0.25 m² (Foto 9), posteriormente se realizó el lavado de dicho material (raíces, troncos y hojas sumergidas) haciendo pasar el agua que arrastró a los organismos a través de un tamiz de 0.3 mm de apertura, de manera que los organismos y el material particulado quedaron atrapados allí para obtener la muestra final.



Foto 9. Cuadrante de macrófitas para la recolección de macroinvertebrados acuáticos
Fuente: Giz 2016

Recolección de fauna béntica: Los macroinvertebrados bentónicos se recolectaron a partir del material sedimentado en el fondo del cuerpo de agua, de cual se extrajeron 2.5 litros que fueron lavados en un juego de tamices con un orden de aperturas de 2 mm, 1 mm, 0.5mm y 0.3 mm (Fotos 10 y 11).



Foto 10 y Foto 11. Lavado de sedimentos en tamiz para la recolección de macroinvertebrados acuáticos

Fuente: GIZ-UT 2016

Composición y abundancia de especies. Se tiene el registro de una comunidad con diversidad media en comparación con otros humedales de zonas bajas del departamento, la cual está representada en 3 phylum (Arthropoda, Mollusca y Platyhelminthes), 4 clases (Crustacea, Insecta, Gastropoda y Turbellaria), 8 órdenes y 17 familias (Tabla 7) (Reinoso et al. 2010).

De acuerdo con el índice de calidad de agua BMWP/Col (Roldan, 2003), éste humedal se ubicó dentro de la categoría de calidad aceptable con un total de 81 puntos, lo que significa que sus aguas se encuentran ligeramente contaminadas (Reinoso et al. 2010).

El Humedal presenta familias en su mayoría con tolerancia media a la contaminación, cuyos puntajes para la obtención del índice BMWP/Col (Roldán 1999, 2003), oscilan entre 5-7 y corresponden a Coenagrionidae (6), Libellulidae (6), Corixidae, Scirtidae y Hyalellidae (7). Sin embargo, también se registraron algunas familias de tolerancia alta cuya puntuación está entre 2-4, tales como Chironomidae, Culicidae (2), Hydrophilidae, Planorbiidae, Physidae (3), Psychodidae, Stratiomyidae y Tipulidae (4).

En términos de abundancia relativa, Reinoso et al. (2010) reportan a Arthropoda con 94.92%, Crustacea y Hyalellidae con 70%, como el phylum, la clase y la familia más abundantes respectivamente. De la misma manera, es importante resaltar la representatividad del Orden Díptera (Clase Arthropoda), por presentar una mayor contribución de familias, dentro de las cuales Chironomidae es la segunda familia con mayor abundancia (5.6%). Estas dos familias abundantes (Hyalellidae y Chironomidae), están relacionadas con cuerpos de agua en donde la disponibilidad de materia orgánica en descomposición les proporciona el sustrato adecuado para mantenerse, y en el caso de Hyalellidae le permite establecer densas poblaciones (Roldán 1996, 2003). De acuerdo con lo anterior Reinoso et al. (2010), proponen en el componente macroinvertebrados acuáticos al Humedal Laguna La Herreruna (Guamo) como sitio de interés para la conservación debido a su aporte importante en diversidad (número de familias) y sugieren que debe ser tenido en cuenta como sitio importante en los procesos de restauración.

TABLA 7. Macroinvertebrados acuáticos Humedal Laguna La Herreruna (octubre, 2009).

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae
	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae
			Hydrophilidae
			Scirtidae
		Collembola	*****
		Diptera	Chironomidae
			Culicidae
			Psychodidae
			Stratiomyidae
			Syrphidae
			Tipulidae
		Hemiptera	Corixidae
		Odonata	Coenagrionidae
			Libellulidae

Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Physidae
			Planorbidae
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Planariidae

Fuente: GIZ (2016)

Según la información existente, el Humedal Laguna La Herreruna puede considerarse como un sitio de interés para conservación por su aporte en diversidad de familias de macroinvertebrados acuáticos y presentar una calidad de agua aceptable.

3.4.3. Ictiofauna.

Para la colecta del material biológico se evaluó un área de 100 metros de largo y ancho variable dependiendo de la disponibilidad y acceso al espejo de agua, en el Humedal Laguna La Herreruna solo fue posible acceder a una de las orillas debido a que al momento del muestreo el humedal se había desbordado, producto de las fuertes lluvias de los días anteriores.

Se emplearon tres métodos: electropesca, red de arrastre y atarraya (Fotos 12 y 13). La combinación de estos tres métodos permite evaluar de una manera más precisa la diversidad de la fauna íctica en los humedales. El método de electropesca es una técnica no selectiva que permite la captura de individuos de diferente tamaño produciendo un estado de electrotaxis (natación de forma obligada), electrotétano (contracción muscular) y electronarcosis (relajación muscular) facilitando su captura (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005).

En cada punto de muestreo se realizaron tres arrastres en las orillas del humedal, comenzando en las zonas profundas en dirección hacia la orilla. Esto se realizó con una red ojo de malla de dos milímetros y 1.5 metros de altura y tres metros de longitud. Adicionalmente, se realizaron diez lances con la atarraya en cada sitio de muestreo (cuatro metros x dos metros con ojo de malla de un centímetro) (diez lances/estación).



Foto 12 y Foto 13. Métodos de colecta de peces Humedal Laguna La Herreruna,
Fuente: GIZ (2016)

El material colectado se fijó con una solución de formol al 10%, se depositaron en bolsas plásticas de sello hermético con la correspondiente etiqueta de campo y fueron transportados en canecas herméticas para su posterior análisis en el laboratorio

Composición y abundancia de especies de Ictiofauna

No fue colectado el componente ictiológico, probablemente debido a la alta intervención antrópica que modifica las condiciones óptimas para el desarrollo de este grupo.

3.4.4. Herpetofauna.

La metodología de campo utilizada para la búsqueda y captura de anfibios fue la propuesta por García-González et al. (2014), que consiste en Muestreo de Encuentro Visual (MEV), en áreas con buena cobertura vegetal y de mayor grado de conservación posible, principalmente en sitios fitotelmaticos, donde se observara permanencia constante de agua (troncos podridos, humedales); así como otros microhábitats y posibles lugares de encuentro para la herpetofauna (huecos en tierra, desagües, debajo de rocas, troncos). Se empleó la técnica de búsqueda libre, sin restricciones, por encuentro casual y auditivo (Angulo et al., 2006), en donde se buscan y detectan vocalizaciones o cantos de anuros para su captura. El muestreo tuvo una periodicidad alternada en los distintos momentos del día: en horas de la mañana, entre las 8:00 y 10:00 horas, con el fin de detectar aquellas especies de hábitos diurnos y aquellos reptiles, principalmente lagartos, que se exhiben y termorregulan. Y en la tarde-noche entre las 14:00 y las 21:00 horas, para organismos que demuestran una mayor actividad nocturna y crepuscular, como serpientes y anuros (Angulo et al., 2006), para un esfuerzo de muestreo total de 11 horas/día/hombre (Foto 14).

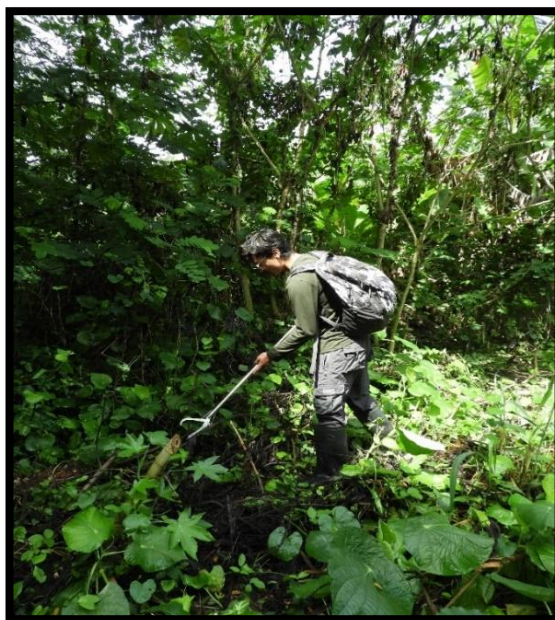


Foto 14. Metodología de campo herpetos Humedal Laguna La Herreruna.

Fuente: EL Autor (2022)

Composición y abundancia de especies de Herpetos.

A partir de la evaluación del Humedal Laguna La Herreruna y con un esfuerzo de muestreo de 11 horas/día/hombre, se registró un total 31 individuos, representados en ocho especies de anfibios y 5 de reptiles, agrupados en cuatro órdenes, nueve familias, y trece especies (Tabla 8). La clase Reptilia presento la mayor riqueza (diecisiete especies) presentando mayor abundancia relativa el orden Squamata y la familia Teiidae con abundancia relativa (32%), seguido de la clase Amphibia con 14 individuos siendo el mas representativo la familia Leptodactylidae (Fig 10 y 11).

TABLA 8. Abundancia relativa Herpetos Humedal Laguna La Herreruna, Guamo-Tolima.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
Reptilia	Squamata	Polychrotidae	<i>Polychrus marmoratus</i>	1	3%
	Crocodylia	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	1	3%
	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	10	32%
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albugularis</i>	3	10%
		Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	2	6%
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus colombiensis</i>	5	16%
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	2	6%
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus insularum</i>	2	6%
		Leptodactylidae	<i>Engystomops pustulosus</i>	1	3%
		Bufonidae	<i>Rhinella</i>	1	3%
		Bufonidae	<i>Rhinella humboldti</i>	1	3%
		Hylidae	<i>Boana platanera</i>	1	3%
		Hylidae	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	1	3%
TOTAL				31	100 %

Fuente: El Aautor (2022)

Según Reinoso-Flórez et al. (2010), Leptodactylidae es la familia más representativa dentro de los anfibios. Además, ese estudio establece que este ecosistema dentro del casco urbano de municipio de Guamo puede corresponder a un área con fragilidad ambiental, por presentar valores bajos de riqueza y diversidad, lo que indica ambientes muy alterados que deben ser recuperados.). Las especies de anfibios evidencian la composición faunística típica de esta zona baja del departamento, donde se encuentran los sapos comunes y ranas asociadas a cuerpos permanentes de agua. Así mismo y

teniendo en cuenta la distribución de las especies se catalogaron según su estado de conservación. (Tabla 9).

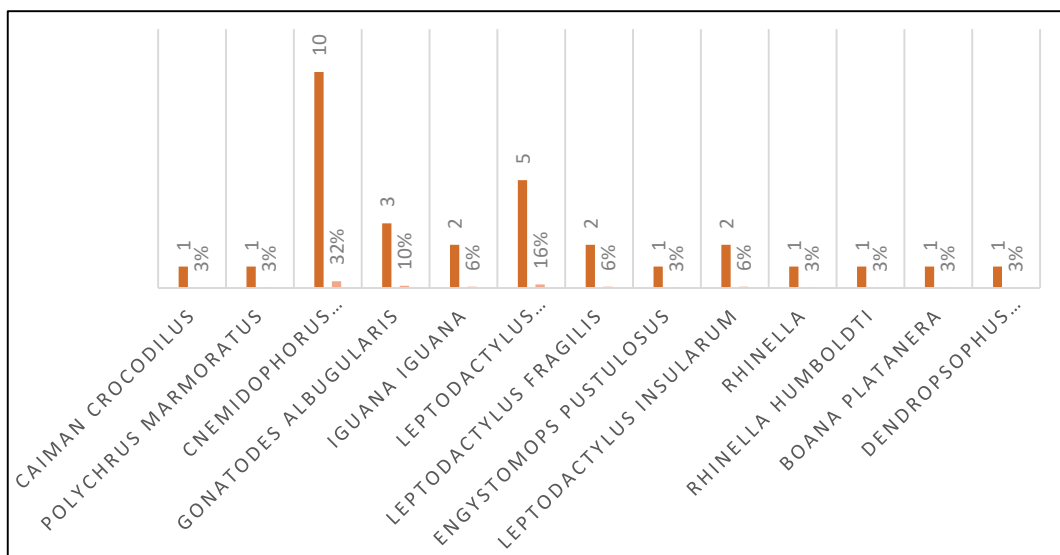


Figura 10. Abundancia relativa y número de especies de la Herpetofauna (anfibios y reptiles)
Humedal Laguna La Herreruna, Guamo-Tolima.

Fuente: Autor (2022)

En ese sentido, la baja abundancia de reptiles permite suponer que hay condiciones adversas más permanentes que dificultan su permanencia en el área o humedal lo que afectó que no fueran identificadas en el muestreo, como el auge de construcciones de gran altura y alta capacidad de poblamiento en las inmediaciones del Humedal Laguna La Herreruna, adicional a ello, algunas actividades antropogénicas que alteran el paisaje creando un mosaico de ambientes, en muchos casos que no favorecen el establecimiento de esta fauna (Urbina-Cardona *et al.*, 2006).

Es de resaltar que los cambios en composición y diversidad funcional se pueden explicar en mayor medida por cambios en la cobertura de dosel y profundidad de hojarasca. Los cultivos y humedales proveen hábitat para los anfibios del género *Leptodactylus*, dado que como parte del manejo se mantiene la capa de hojarasca en el suelo (Duré y Kehr, 2004), información que se vuelve primordial para la evaluación y conservación de las especies que habitan y utilizan los humedales en las zonas bajas asociadas a fragmentos de Bs-T en el departamento del Tolima.

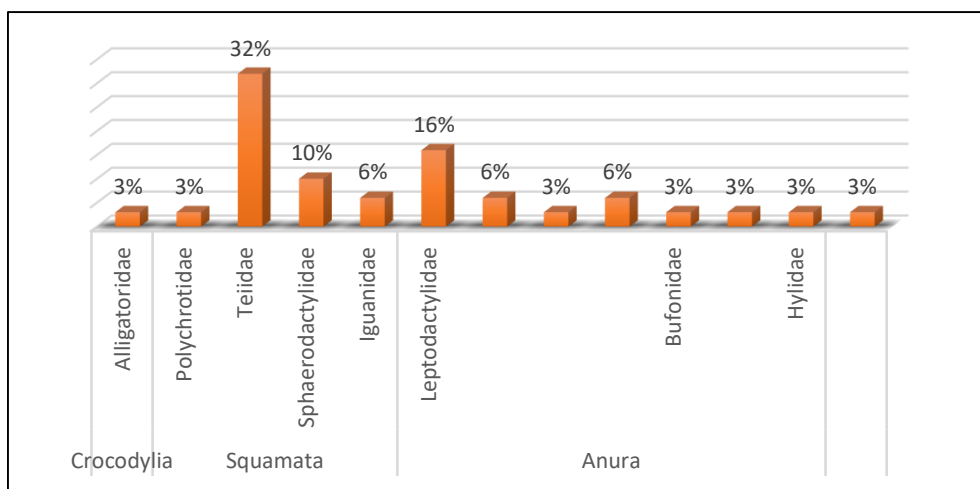


Figura 11. Abundancia relativa y número de familias y ordenes del Humedal Laguna La Herreruna, Guamo Tolima.

Fuente: Autor (2022)

TABLA 9. Especies para la conservación de Herpetos Humedal Laguna La Herreruna,

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	UICN	CITES	Res 1912-2017
Reptilia	Crocodylia	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	LC	Apendice I y II	N.A
	Squamata	Polychrotidae	<i>Polychrus marmoratus</i>	LC	N.A	N.A
		Teiidae	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	LC	N.A	N.A
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albugularis</i>	LC	N.A	N.A
		Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	LC	Apendice II	N.A
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus colombiensis</i>	LC	N.A	N.A
			<i>Leptodactylus fragilis</i>	LC	N.A	N.A
			<i>Engystomops pustulosus</i>	LC	N.A	N.A
			<i>Leptodactylus insularum</i>	LC	N.A	N.A
		Bufonidae	<i>Rhinella</i>	LC	N.A	N.A
			<i>Rhinella humboldti</i>	LC	N.A	N.A
		Hylidae	<i>Boana platanera</i>	LC	N.A	N.A
			<i>Dendropsophus microcephalus</i>	LC	N.A	N.A

*Las abreviaturas corresponden a las descritas en La Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN, 2022. Preocupación menor (LC), Estatus de conservación: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES); N.A: No aplica.

Fuente: El autor (2022)

Se resalta que en el Humedal Laguna La Herreruna se encuentra la especie *Caiman crocodilus* que se encuentra catalogada en categoría CITES I y II y la especie *Iguana iguana* que se encuentra en el apéndice II.

3.4.5. Avifauna.

Los registros de avifauna se realizaron mediante recorridos libres de observación dependiendo de la facilidad de acceso y desplazamiento alrededor del humedal y en los predios en los cuales se permitió el ingreso. Las observaciones se realizaron durante un día con un esfuerzo de muestreo de 06:00 a 11:00 y 14:00 a 19:00 h con el fin de observar tanto las especies de actividad diurna como nocturna, (Foto 15).

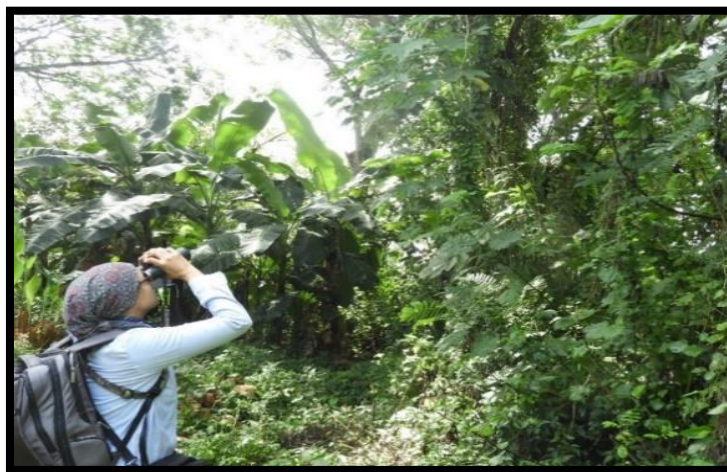


Foto 15. Observación de aves Humedal Laguna La Herreruna, Guamo-Tolima.

Fuente: El autor (2022)

Durante los recorridos de observación se contaron todas las aves avistadas y escuchadas, anotándolas en el orden en que fueron detectadas, junto con los datos correspondientes a localidad, fecha, hora, coordenadas, tipo de registro (visual y/o auditivo), nombre de la especie, número de individuos, hábitat.

La identificación taxonómica de los individuos registrados se realizó mediante el uso de guías ilustradas de aves (Hilty, 2021 y Restall *et al.* 2006).

La composición de la avifauna fue actualizada siguiendo la taxonomía de las especies propuesta por Remsen *et al.* (2022) del Comité para las aves de Suramérica (SACC).

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

- I. Especies de bosque: a. Especies restringidas al bosque primario o poco alterado. b. Especies no restringidas al bosque primario o poco alterado.
- II. Especies de bosque secundario o bordes de bosque, o de amplia tolerancia.
- III. Especies de áreas abiertas.

IV. Especies acuáticas: a. Especies asociadas a cuerpos de agua sombreadas o con la vegetación densa al borde del agua. 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: a. Especies que requieren por lo menos parches de bosque. b. Especies indiferentes a la presencia de bosque, o que prefieren áreas más abiertas.

Para las especies amenazadas se consultó apéndices CITES, categorías UICN y Resolución 1912 -2017

Composición y abundancia de especies.

Se realizaron aproximadamente 600 minutos de observación, durante los cuales se registró un total de 184 individuos, distribuidos en 15 órdenes, 26 familias y 55 especies. (ver Tabla 10)

TABLA 10. Abundancia relativa especies de aves Humedal Laguna La Herreruna.

No.	TAXON	NOMBRE COMÚN	AB	AR%		CE
	ANSERIFORMES					
	Anatidae					
1	<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	Pato pisingo	6	3,26		IVb
	COLUMBIFORMES					
	Columbidae					
2	<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1809)	Tortolita común	8	4,35		III
3	<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	Torcaza naguiblanca	3	1,63		III
	CUCULIFORMES					
	Cuculidae					
4	<i>Crotophaga ani</i> (Linnaeus, 1758)	Garrapatero común	5	2,72		III
5	<i>Crotophaga major</i> (Gmelin, 1788)	Garrapatero mayor	2	1,09		II
	GRUIFORMES					
	Rallidae					
6	<i>Porphyrio martinicus</i> (Linnaeus, 1766)	Polla azul	6	3,26		IVb
	APODIFORMES					
	Trochilidae					
7	<i>Amazilia tzacatl</i> (de la Llave, 1833)	Amazilia colirrufa	1	0,54		II
8	<i>Anthracothorax nigricollis</i> (Vieillot, 1817)	Mango pechinegro	2	1,09		II
9	<i>Chalybura buffonii</i> (Lesson, 1832)	Colibrí bufón	1	0,54		II
10	<i>Phaethornis guy</i> (Lesson, 1833)	Ermitaño verde	3	1,63		II
	PELECANIFORMES					
	Threskiornithidae					
11	<i>Phimosus infuscatus</i> (Lichtenstein, 1823)	Ibis negro, coquito	6	3,26		IVb
	Ardeidae					
12	<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	Garcita bueyera	5	2,72		III
13	<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	Garcita rayada	2	1,09		IVa
	CHARADRIIFORMES					

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Laguna La Herreruna

No.	TAXON	NOMBRE COMÚN	AB	AR%		CE
	Jacanidae					
14	<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	Gallito de ciénaga	14	7,61		IVb
	CATHARTIFORMES					
	Cathartidae					
15	<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	Guala cabecirroja	2	1,09		III
16	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1783)	Gallinazo común	9	4,89		III
	ACCIPITRIFORMES					
	Accipitridae					
17	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	Gavilán pollero	1	0,54		III
	CORACIIFORMES					
	Alcedinidae					
18	<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	Martín pescador chico	1	0,54		IVb
	STRIGIFORMES					
	Strigidae					
19	<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	Curru cutú común	1	0,54		II
	PICIFORMES					
	Galbulidae					
20	<i>Galbula ruficauda</i> (Cuvier, 1816)	Jacamar colirrufo	3	1,63		II
	Picidae					
21	<i>Melanerpes rubricapillus</i> (Cabanis, 1862)	Carpintero habado	1	0,54		II
22	<i>Dryobates kirkii</i> (Malherbe, 1845)	Carpintero culirrojo	1	0,54		II
	FALCONIFORMES					
	Falconidae					
23	<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	Pigua	2	1,09		III
	PSITTACIFORMES					
	Psittacidae					
24	<i>Amazona ochrocephala</i> (Gmelin, 1788)	Lora común	2	1,09		II
25	<i>Brotogeris jugularis</i> (Müller, 1776)	Periquito bronceado	7	3,80		II
26	<i>Forpus conspicillatus</i> (Lafresnaye, 1848)	Periquito de anteojos	5	2,72		II
	PASSERIFORMES					
	Thamnophilidae					
27	<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764)	Batará barrado	4	2,17		III
	Furnariidae					
28	<i>Dendroplex picus</i> (Gmelin, 1788)	Trepador pico de lanza	1	0,54		II
29	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	Rastrojero barbiamarillo	11	5,98		IVb
	Tyrannidae					
30	<i>Contopus virens</i> (Linnaeus, 1766)	Pibí oriental	1	0,54		II
31	<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	Elaenia copetona	2	1,09		II
32	<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	Bichofué picudo	2	1,09		II
33	<i>Myiozetetes cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	Suelda crestinegra	1	0,54		III

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Laguna La Herreruna

No.	TAXON	NOMBRE COMÚN	AB	AR%		CE
34	<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	Suelda social	4	2,17		III
35	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Bichofué	3	1,63		III
36	<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819)	Sirirí común	4	2,17		III
37	<i>Tyrannus savana</i> (Vieillot, 1808)	Sirirí tijereta	1	0,54		III
38	<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	Espatulilla común	2	1,09		III
	Hirundinidae					
39	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	Golondrina barranquera	2	1,09		Vb
	Troglodytidae					
40	<i>Troglodytes aedon</i> (Vieillot, 1809)	Cucarachero común	4	2,17		II
	Turdidae					
41	<i>Turdus ignobilis</i> (Sclater, 1857)	Mirla ollera	3	1,63		II
42	<i>Turdus leucomelas</i> (Vieillot, 1818)	Mirla ventriblanca	1	0,54		II
	Fringillidae					
43	<i>Euphonia lanirostris</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Eufonia gorjiamarilla	4	2,17		II
	Passerellidae					
44	<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	Sabanero rayado	1	0,54		III
	Icteridae					
45	<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	Chamón común	9	4,89		III
	Thraupidae					
46	<i>Asemospiza obscura</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Espiguero pardo	2	1,09		III
47	<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	Mielero común	3	1,63		II
48	<i>Ramphocelus dimidiatus</i> (Lafresnaye, 1837)	Toche pico de plata	2	1,09		II
49	<i>Saltator coerulescens</i> (Vieillot, 1817)	Saltador gris	2	1,09		II
50	<i>Saltator striatipectus</i> (Lafresnaye, 1847)	Saltador pio judío	1	0,54		III
51	<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	Canario coronado	6	3,26		III
52	<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	Semillero capuchino	1	0,54		III
53	<i>Sporophila minuta</i> (Linnaeus, 1758)	Espiguero ladrillo	2	1,09		III
54	<i>Thraupis episcopus</i> (Linnaeus, 1766)	Azulejo común	4	2,17		II
55	<i>Thraupis palmarum</i> (Wied, 1821)	Azulejo palmero	2	1,09		II

*CE: Categoría ecológica.

Fuente: El autor (2022)

De acuerdo con la información obtenida por la Universidad del Tolima y registrada en el PMA del humedal (CORTOLIMA, 2016), el listado de especies de avifauna asociada al Humedal Laguna La Herreruna de 51 especies, paso a 67 especies en total, dado que se registraron 16 especies nuevas durante el muestreo llevado a cabo en noviembre de 2022 (Tabla 11).

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Laguna La Herreruna

TABLA 11. Listado general de especies de avifauna registradas en el año 2016 y 2022 en el Humedal Laguna La Herreruna.

No.	TAXON	NOMBRE COMUN	2016	2022
	ANSERIFORMES			
	Anatidae			
1	<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	Pato pisingo		X
	COLUMBIFORMES			
	Columbidae			
2	<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1809)	Tortolita común	X	X
3	<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	Torcaza naguiblanca	X	X
	CUCULIFORMES			
	Cuculidae			
4	<i>Crotophaga ani</i> (Linnaeus, 1758)	Garrapatero común	X	X
5	<i>Crotophaga major</i> (Gmelin, 1788)	Garrapatero mayor	X	X
	GRUIFORMES			
	Rallidae			
6	<i>Laterallus albigularis</i> (Lawrence, 1861)	Pollela carrasqueadora	X	
7	<i>Porphyrio martinicus</i> (Linnaeus, 1766)	Polla azul	X	X
	APODIFORMES			
	Trochilidae			
8	<i>Amazilia tzacatl</i> (de la Llave, 1833)	Amazilia colirrufa	X	X
9	<i>Anthracothorax nigricollis</i> (Vieillot, 1817)	Mango pechinegro	X	X
10	<i>Chalybura buffonii</i> (Lesson, 1832)	Colibrí bufón	X	X
11	<i>Phaethornis anthophilus</i> (Bourcier, 1843)	Ermitaño carinegro	X	
12	<i>Phaethornis guy</i> (Lesson, 1833)	Ermitaño verde		X
	PELECANIFORMES			
	Threskiornithidae			
13	<i>Phimosus infuscatus</i> (Lichtenstein, 1823)	Ibis negro, coquito	X	X
	Ardeidae			
14	<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	Garcita bueyera		X
15	<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	Garcita rayada	X	X
	CHARADRIIFORMES			
	Jacaniidae			
16	<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	Gallito de ciénaga	X	X
	CATHARTIFORMES			
	Cathartidae			
17	<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	Guala cabecirroja		X
18	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1783)	Gallinazo común	X	X
	ACCIPITRIFORMES			

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Laguna La Herreruna

No.	TAXON	NOMBRE COMUN	2016	2022
	Accipitridae			
19	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	Gavilán pollero	X	X
	CORACIIFORMES			
	Alcedinidae			
20	<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	Martín pescador chico		X
	STRIGIFORMES			
	Strigidae			
21	<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	Curru cutú común	X	X
	PICIFORMES			
	Galbulidae			
22	<i>Galbula ruficauda</i> (Cuvier, 1816)	Jacamar colirrufo	X	X
	Picidae			
23	<i>Melanerpes rubricapillus</i> (Cabanis, 1862)	Carpintero habado	X	X
24	<i>Picumnus olivaceus</i> (Lafresnaye, 1845)	Carpintero oliváceo	X	
25	<i>Dryobates kirkii</i> (Malherbe, 1845)	Carpintero culirrojo		X
	FALCONIFORMES			
	Falconidae			
26	<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	Pigua	X	X
	PSITTACIFORMES			
	Psittacidae			
27	<i>Amazona ochrocephala</i> (Gmelin, 1788)	Lora común		X
28	<i>Brotogeris jugularis</i> (Müller, 1776)	Periquito bronceado		X
29	<i>Forpus conspicillatus</i> (Lafresnaye, 1848)	Periquito de anteojos	X	X
	PASSERIFORMES			
	Thamnophilidae			
30	<i>Cercomacra nigricans</i> (Sclater, 1858)	Hormiguero azabache	X	
31	<i>Thamnophilus atrinucha</i> (Salvin & Godman, 1892)	Batará occidental	X	
32	<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764)	Batará barrado	X	X
	Furnariidae			
33	<i>Dendroplex picus</i> (Gmelin, 1788)	Trepador pico de lanza	X	X
34	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	Rastrojero barbiamarillo	X	X
	Tyrannidae			
35	<i>Contopus virens</i> (Linnaeus, 1766)	Pibí oriental		X
36	<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	Elaenia copetona	X	X
37	<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	Bichofué picudo		X
38	<i>Myiozetetes cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	Suelda crestinegra		X

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Laguna La Herreruna

No.	TAXON	NOMBRE COMUN	2016	2022
39	<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	Suelda social	X	X
40	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Bichofué	X	X
41	<i>Poecilatriccus sylvia</i> (Desmarest, 1806)	Espatulilla gris	X	
42	<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819)	Sirirí común	X	X
43	<i>Tyrannus savana</i> (Vieillot, 1808)	Sirirí tijereta		X
44	<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	Espatulilla comun	X	X
45	<i>Zimmerius chrysops</i> (Sclater, 1859)	Mosquerito caridorado	X	
	Vireonidae			
46	<i>Hylophilus flavipes</i> (Lafresnaye, 1845)	Verderón rastrojero	X	
	Corvidae			
47	<i>Cyanocorax affinis</i> (Pelzeln, 1856)	Carriquí pechiblanco	X	
	Hirundinidae			
48	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	Golondrina barranquera	X	X
	Troglodytidae			
49	<i>Troglodytes aedon</i> (Vieillot, 1809)	Cucarachero común	X	X
	Turdidae			
50	<i>Turdus ignobilis</i> (Sclater, 1857)	Mirla ollera	X	X
51	<i>Turdus leucomelas</i> (Vieillot, 1818)	Mirla ventriblanca		X
	Fringillidae			
52	<i>Euphonia lanirostris</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Eufonia gorjiamarilla	X	X
	Passerellidae			
53	<i>Arremonops conirostris</i> (Bonaparte, 1850)	Pinzón conirrostro	X	
54	<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	Sabanero rayado		X
	Icteridae			
55	<i>Chrysomus icterocephalus</i> (Linnaeus, 1766)	Monjita cabeciamarilla	X	
56	<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	Chamon común		X
	Thraupidae			
57	<i>Asemospiza obscura</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Espiguero pardo	X	X
58	<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	Mielero común	X	X
59	<i>Ramphocelus dimidiatus</i> (Lafresnaye, 1837)	Toche pico de plata	X	X
60	<i>Saltator coerulescens</i> (Vieillot, 1817)	Saltador gris	X	X
61	<i>Saltator striatipectus</i> (Lafresnaye, 1847)	Saltador pio judío	X	X
62	<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	Canario coronado	X	X
63	<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	Semillero capuchino	X	X
64	<i>Sporophila minuta</i> (Linnaeus, 1758)	Espiguero ladrillo		X

No.	TAXON	NOMBRE COMUN	2016	2022
65	<i>Sporophila schistacea</i> (Lawrence, 1862)	Espiguero pizarra	X	
66	<i>Thraupis episcopus</i> (Linnaeus, 1766)	Azulejo común	X	X
67	<i>Thraupis palmarum</i> (Wied, 1821)	Azulejo palmero	X	X

Fuente: El autor (2022)

El orden más representativo fue el Passeriformes siendo éste el que más abarca familias de aves para Colombia, con 10 familias registradas equivalente al 38,4%, seguido por los órdenes Pelecaniformes y Piciformes representados cada uno por 2 familias lo que equivale en cada caso al 7,6%; los demás órdenes tuvieron una representatividad menor del 4% (Figura 12).

El orden Passeriformes desempeña un papel ecológico importante puesto que las especies que lo conforman cumplen funciones como controladores de poblaciones de insectos, dispersores de semillas y polinizadores, por lo cual se les considera un componente importante en la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales (Kattan & Serrano, 1996).

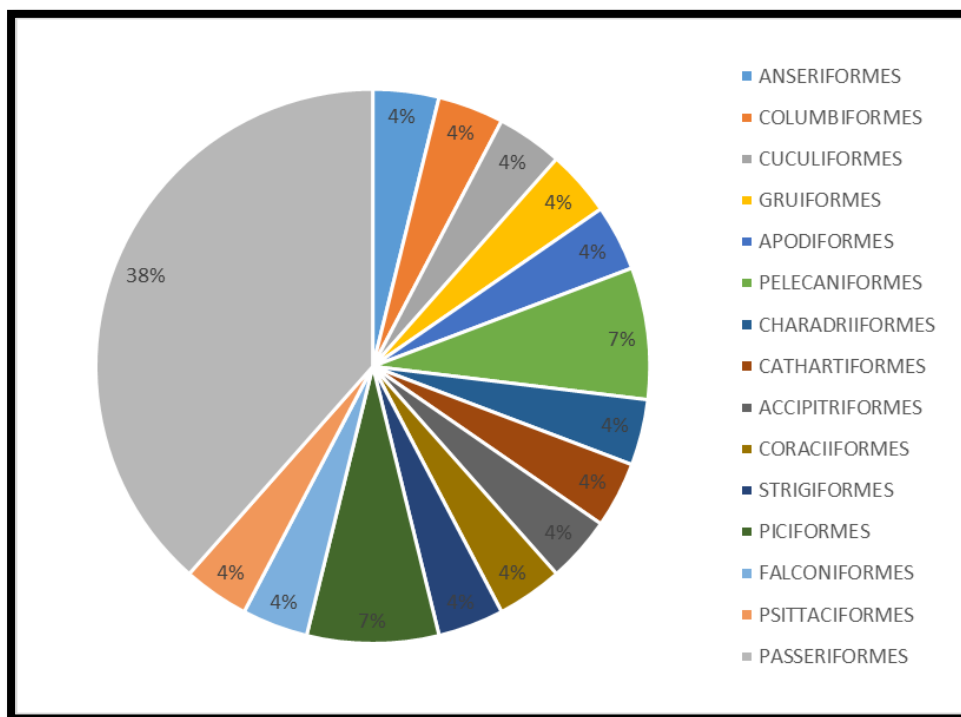


Figura 12. Abundancia relativa de los órdenes por familias registradas durante el estudio.

Fuente: El autor (2022)

La familia más representativa fue la Thraupidae con 10 especies registradas seguida por la familia Tyrannidae, con 9 especies, lo cual representa el 18% y 16% respectivamente de las especies registradas, la familia Trochilidae con 4 especies registradas representa

el 7,2%; la familia Psittacidae con 3 especies registradas representa el 5,4%; las demás familias tuvieron una representatividad menor al 5% (Figura 13).

Es preciso anotar que la mayor representatividad de las familias Thraupidae y Tyrannidae se debe a que la alta demanda de alimentos se satisfacen por el hábitat debido a la gran disponibilidad del recurso principal de la dieta de estas especies, que consisten en frutos, suplementada en cantidades variables de insectos; y estas a su vez son indicadoras de calidad de hábitat dado a la gran dependencia que presentan estas poblaciones a la composición y estructura de la vegetación (Hilty & Brown 2001). Dichas familias presentan una gran diversidad en Colombia anotado por Arango (1995), Stiles (1993) y Naranjo y Chacón (1997) donde estas familias sobresalieron como las más diversas en estudios realizados en otros bosques tropicales de Colombia citado por Córdoba y Cuesta (2003).

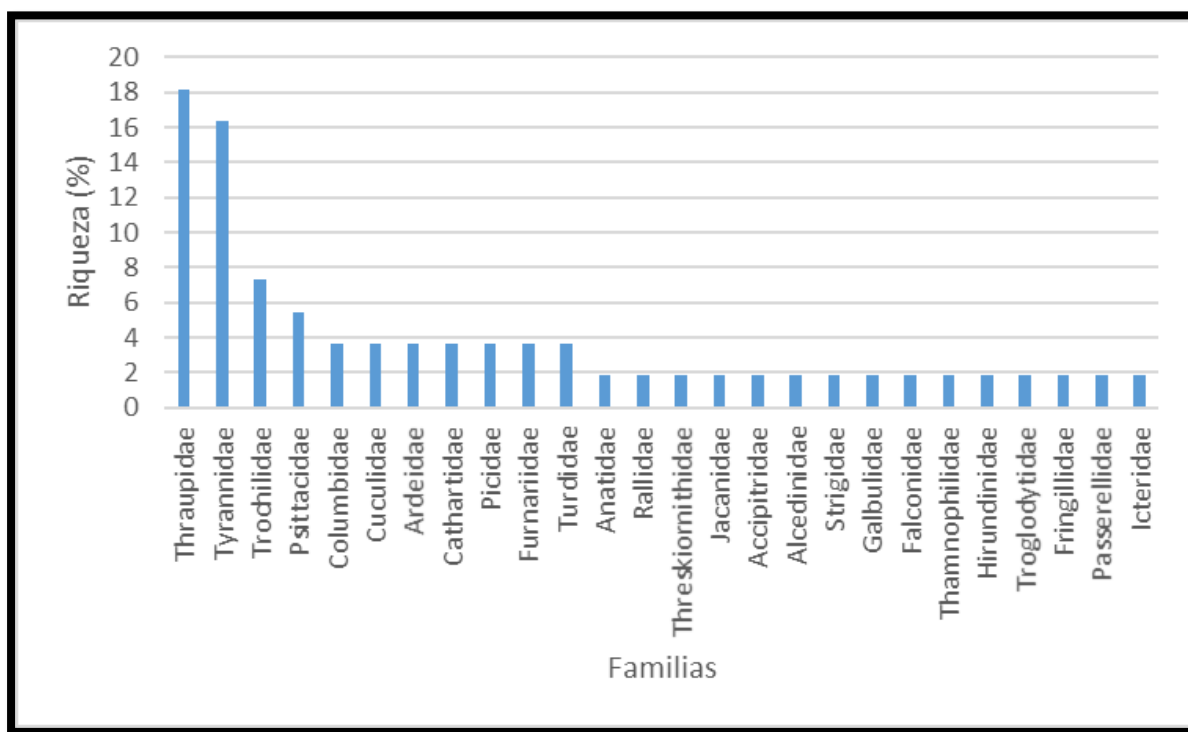


Figura 13. Riqueza de especies de aves por familias registradas en el Humedal Laguna La Herreruna.

Fuente: El autor (2022)

Categorías ecológicas y especies de interés para la conservación. Las categorías ecológicas que más especies e individuos registraron en el Humedal Laguna La Herreruna fueron la II (25 especies) y la III (22 especies), dentro de las cuales se agrupan aquellas especies con alta tolerancia a la intervención humana y bajos requerimientos de hábitat (Stiles y Bohórquez, 2000)(Figura 14).

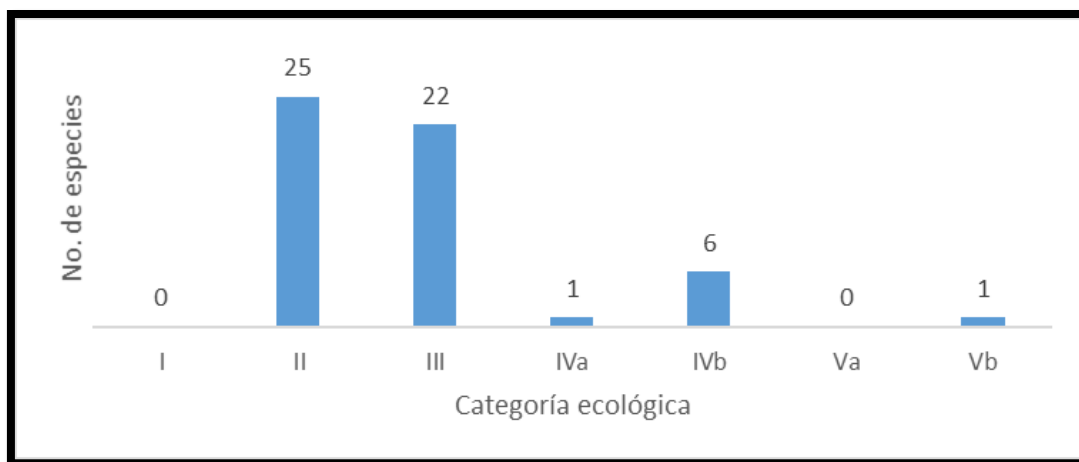


Figura 14. Categorías ecológicas de las especies registradas Humedal Laguna La Herreruna.

Fuente: El autor (2022)

A pesar de las características del Humedal Laguna La Herreruna, el cual presenta un alto grado de intervención antropogénica por ser un humedal de tipo urbano, con viviendas que en su mayoría comprometen la ronda hídrica del humedal, este presenta una matriz heterogénea del paisaje que favorece la presencia de especies generalistas a la cuál pertenecen las categorías ecológicas II y III.

A partir de las especies registradas en el humedal, se identificaron y resaltaron aquellas que se encuentran enlistadas en CITES y en las listas rojas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Endemismo y Status migratorio.

Amenazadas (UICN, CITES): según las listas rojas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) todas las especies registradas se encuentran en la categoría LC (Preocupación Menor).

Según la revisión para el análisis de presiones, en el Humedal Laguna La Herreruna no se encontraron especies registradas en el Apéndice I y III, mientras en el Apéndice II se encontraron 10 especies: *Amazilia tzacatl* (*Amazilia colirrufa*), *Anthracothorax nigricollis* (*Mango pechinegro*), *Chalybura buffonii* (*Colibrí bufón*), *Phaethornis guy* (*Ermitaño verde*), *Rupornis magnirostris* (*Gavilán pollero*), *Megascops choliba* (*Currucutú común*), *Milvago chimachima* (*Pigua*), *Amazona ochrocephala* (*Lora común*), *Brotogeris jugularis* (*Periquito bronceado*), *Forpus conspicillatus* (*Periquito de anteojos*). (Tabla 12)

Endémicas: Endémico (End) que hace referencia a aquellas especies de distribución restringida a Colombia, Casi endémico (C. End.) aquellas cuya distribución geográfica alcanza alguno de los países vecinos.

Migratorias: se emplearon categorías presentadas en el Plan Nacional de Especies Migratorias (MAVDT & WWF 2009): migratorio altitudinal (MAlt), migratorio latitudinal (MLat), migratorio longitudinal (MLon), migratorio local (MLoc) y migratorio transfronterizo (MTrans) y se consultó la Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en

Colombia. Aves (Vol. 1) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia (2012).

TABLA 12. Categorías CITES, Endemismos y Status migratorio de aves Humedal La Herreruna.

No.	TAXON	NOMBRE COMÚN	CITES (2022)	Endemismo	Status migratorio
1	<i>Amazilia tzacatl</i> (de la Llave, 1833)	Amazilia colirrufa	II	-	-
2	<i>Anthracothorax nigricollis</i> (Vieillot, 1817)	Mango pechinegro	II	-	-
3	<i>Chalybura buffonii</i> (Lesson, 1832)	Colibrí bufón	II	-	-
4	<i>Phaethornis guy</i> (Lesson, 1833)	Ermitaño verde	II	-	-
5	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	Gavilán pollero	II	-	-
6	<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	Currucutú común	II	-	-
7	<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	Pigua	II	-	-
8	<i>Amazona ochrocephala</i> (Gmelin, 1788)	Lora común	II	-	-
9	<i>Brotogeris jugularis</i> (Müller, 1776)	Periquito bronceado	II	-	-
10	<i>Forpus conspicillatus</i> (Lafresnaye, 1848)	Periquito de anteojos	II	-	-
11	<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	Pato piscingo	-	-	MLoc
12	<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	Garcita bueyera	-	-	MLat MTrans MLoc
13	<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	Guala cabecirroja	-	-	MLat MTrans
14	<i>Porphyrio martinicus</i> (Linnaeus, 1766)	Polla azul	-	-	MLat MLoc
15	<i>Phaethornis guy</i> (Lesson, 1833)	Ermitaño verde	-	-	MAlt MLoc
16	<i>Contopus virens</i> (Linnaeus, 1766)	Pibí oriental	-	-	MLat MTrans
17	<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	Suelda social	-	-	MAlt MLoc
18	<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819)	Sirirí común	-	-	MLoc
19	<i>Tyrannus savana</i> (Vieillot, 1808)	Sirirí tijereta	-	-	MLat
20	<i>Forpus conspicillatus</i> (Lafresnaye, 1848)	Periquito de anteojos	-	CEnd	-
21	<i>Ramphocelus dimidiatus</i> (Lafresnaye, 1837)	Toche pico de plata	-	CEnd	-

Fuente: El autor (2022)

4. CALIDAD DEL AGUA

4.1 MARCO CONCEPTUAL

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

Por esta razón se determinó que los estudios limnológicos en estos ecosistemas deben ser realizados con una perspectiva a escala de cuenca, lo que permitirá relacionar las características biológicas de los ríos con los principales factores de perturbación antrópicos, adicionalmente deben estar orientados hacia la comprensión de la biodiversidad y determinar la utilidad de los modelos existentes en las zonas templadas para describir la estructura y función de los ríos tropicales (Segnini & Chacón, 2005). Desde cualquier punto de vista físico y químico, en cualquier estudio sobre caracterización de aguas, es necesario contar con un programa de muestreo cuidadosamente diseñado y supervisado en los diferentes cuerpos de agua seleccionados para su estudio. Este diseño estará en función de los objetivos del estudio o tipo de caracterización, es decir que se debe programar el muestreo de acuerdo a las variables de carácter físico y químico a medir (Ruíz, 2002).

Los criterios de calidad de agua y las medidas de integridad biológica forman parte de la determinación de la integridad ecológica del sistema acuático. La calidad del agua se puede determinar mediante el análisis fisicoquímico, junto con los bacteriológicos y biológicos. Dentro de los primeros se incluyen la temperatura ambiental y del agua, el oxígeno disuelto, el pH, el nitrógeno, el fósforo, la alcalinidad, la dureza, los iones totales disueltos y los contaminantes industriales y domésticos que pueda tener, conductividad eléctrica, caudal, nitritos, nitratos, DBO, DQO, entre otros (Ruíz, 2002).

4.1.1 Factores fisicoquímicos y bacteriológicos de los humedales.

4.1.1.1 Temperatura. La radiación solar determina la calidad y cantidad de luz y además afecta la temperatura del agua (Roldán, 2003). Las propiedades lumínicas y calóricas de un cuerpo de agua están influidas por el clima y la topografía tanto como por las características del propio cuerpo de agua: su composición química, suspensión de sedimentos y su productividad de algas. La temperatura del agua regula en forma directa la concentración de oxígeno, la tasa metabólica de los organismos acuáticos y los procesos vitales asociados como el crecimiento, la maduración y la reproducción.

4.1.1.2 Oxígeno disuelto. El oxígeno disuelto es uno de los indicadores más importantes de la calidad del agua. Sólo tiene valor si se mide con la temperatura, para poder así establecer el porcentaje de saturación. Las fuentes de oxígeno son la precipitación pluvial, la difusión del aire en el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada.

La solubilidad del oxígeno en el agua depende de la temperatura, la presión atmosférica, la salinidad, la contaminación, la altitud, las condiciones meteorológicas y la presión hidrostática (Roldán y Ramírez, 2008). 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.

4.1.1.3 Porcentaje de saturación de oxígeno (% O₂). Es el porcentaje máximo de oxígeno que puede disolverse en el agua a una presión y temperatura determinadas (Roldán y Ramírez, 2008). 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).

4.1.1.4 Demanda biológica de oxígeno (DBO₅). Es una medida de la concentración de oxígeno usada por los microorganismos para degradar y estabilizar la materia orgánica biodegradable o materia carbonácea en condiciones 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).

4.1.1.5 Demanda química de oxígeno (DQO). Es el parámetro analítico de contaminación que mide el contenido de materia orgánica en una muestra de agua mediante oxidación química. Permite determinar las condiciones de biodegradabilidad, así como la eficacia de las plantas de tratamiento (Roldán y Ramírez, 2008).

4.1.1.6 pH. Es una abreviatura para representar potencial de hidrogeniones (H⁺) e indica la concentración de estos iones en el agua. El pH expresa la intensidad de la condición ácida o básica de una solución, este parámetro está íntimamente relacionado con los cambios de acidez 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).

4.1.1.7 Conductividad eléctrica. Es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y la temperatura de medición. La variación de la conductividad proporciona información acerca de la productividad primaria y descomposición de la materia orgánica, e igualmente contribuye a la detección de fuentes de contaminación, a la evaluación de la actitud del agua para riego y a la evaluación de la naturaleza geoquímica del terreno (Faña, 2000).

4.1.1.8 Turbidez. Es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra.

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

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.

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

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

4.1.1.11 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).

4.1.1.12 Fósforo 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).

4.1.1.13 Sólidos suspendidos. Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición.

4.1.1.14 Sólidos totales. Se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter el agua a un proceso de evaporación entre 103-105°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).

4.1.1.15 Coliformes totales y fecales. El análisis bacteriológico es vital en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación de agua, el ensayo se basa en que todas las aguas contaminadas por aguas residuales son potencialmente peligrosas, por 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 ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA)

Un índice de calidad de agua consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros, el cual sirve como representación de la calidad del agua. El índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso, un color (Fernández *et al.*, 2003). Si el diseño del ICA es adecuado, el valor arrojado puede ser representativo e indicativo del nivel de contaminación y comparable con otros para enmarcar rangos y detectar tendencias.

Estos índices facilitan el manejo de datos, evitan que las fluctuaciones en las mediciones invisibilicen las tendencias ambientales y permiten comunicar, en forma simple y veraz, la condición del agua para un uso deseado o efectuar comparaciones temporales y espaciales entre cuerpos de agua (House, 1990; Alberti y Parker, 1991). Por lo tanto, resultan útiles o accesibles para las autoridades políticas y el público en general (Pérez y Rodríguez, 2008).

El Índice de Calidad Ambiental (ICA) o WQI por sus siglas en inglés (Water Quality Index) mide la calidad fisicoquímica del agua en una escala de 0 a 100 (Tabla 13), donde a mayor valor mejor es la calidad del recurso, este valor se refiere principalmente para potabilización. Es el índice de uso más extensivo en los trabajos de este tipo a nivel mundial con ciertas restricciones en Europa y fue creado por la NSF (National Sanitation Foundation), entidad gubernamental de los Estados Unidos. Para su empleo se toma en cuenta los valores de nueve variables: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, DQO, temperatura del agua fósforo total, nitratos, turbiedad y sólidos totales reunidos en una suma lineal ponderada.

TABLA 13. Valores de clasificación de Calidad del agua según el índice ICA del Humedal Laguna La Herreruna, Guamo-Tolima.

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

Fuente: Adaptado de Ramírez y Viña (1998)

4.3 METODOLOGÍA

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

4.3.1.1 *Parámetros fisicoquímicos.* Las muestras fueron colectadas en frascos plásticos con capacidad de 1000 ml, superficialmente y en contra corriente. Fueron debidamente rotuladas y preservadas para su transporte a la Universidad del Tolima (Foto 15).

4.3.1.2 *Parámetros bacteriológicos.* Se tomaron las muestras de agua en frascos de vidrio esterilizados con capacidad para 600 ml, superficialmente y en contra corriente. Fueron debidamente rotuladas y preservadas para su transporte a la Universidad del Tolima (Foto 16).

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



Foto 16. Medición de variables fisicoquímicas y toma de muestras *in situ* Humedal Laguna La Herreruna, -Guamo Tolima .

Fuente: GIZ (2016)

4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para el Humedal Laguna La Herreruna el análisis de los parámetros fisicoquímicos (Tabla 14) reportaron los siguientes resultados:

Un pH de 6,82 unidades valor próximo a la neutralidad, lo cual es importante para el desarrollo de organismos en el cuerpo de agua, quienes prefieren aguas con pH con un rango entre 6.6 y 8 (Roldan, 2003).

La conductividad eléctrica registro un valor de 733 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que concuerda con los cuerpos de agua lenticos que generalmente presentan altos valores de este parámetro, pues recoge la mayor escorrentía, incrementando el contenido de iones en el agua (Roldán & Ramírez, 2008); por tal razón los humedales de zonas bajas posiblemente presentan valores mayores de conductividad (Tabla 4.2).

Oxígeno disuelto con un valor de 1.49 mg O₂/L, este es un valor bajo que puede ser un factor limitante para el desarrollo de la biota acuática. El oxígeno disuelto constituye uno de los elementos de mayor importancia en los ecosistemas acuáticos, ya que su presencia y concentración determina las especies, de acuerdo a su tolerancia y rango de adaptación, estableciendo la estructura y funcionamiento biótico de estos sistemas (Ramírez & Viña, 1998).

Turbiedad de 603 UNT, solidos totales de 2072 mg/L y 1219mg/L para solidos suspendidos. Estas variables se pueden relacionar con la disminución de la densidad del fitoplancton en el cuerpo de agua (Ramírez y Viña, 1998), lo que afecta la producción primaria del mismo, como consecuencia de la disminución de la radiación solar que penetra en el agua, factor importante en el proceso fotosintético.

TABLA 14. Resultado de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos Humedal La Herreruna

Parámetro	Unidades	Humedal Laguna La Herreruna
pH	Unidades	6.82
Conductividad eléctrica	µS/cm	733
Oxígeno disuelto.	mg O ₂ /L	1.49
Turbiedad	UNT	603
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	355
Dureza	mg CaCO ₃ /L	279
Cloruros	mg Cl/L	61.5
Nitratos	mg NO ₃ /L	<0,05
Fosfatos	mg PO ₄ /L	11.70
Sólidos Suspendidos.	mg/L	1219
Sólidos Totales	mg/L	2072
DBO ₅	mgO ₂ /L	27.9
DQO	mgO ₂ /L	466
Coliformes. Totales	Colif/100ml	11199000
Coliformes Fecales	Colif/100ml	557000

Fuente: GIZ (2016)

La DBO₅ registro un valor de 27,9 mgO₂/L registrando una alta carga de materia orgánica (Roldán & Ramírez, 2008), así mismo valor de la DQO fue 466 mgO₂/L, siendo un valor alto que puede contribuir a la disminución de la capacidad de depuración de las fuentes hídricas, disminución del oxígeno disuelto, salinización de los suelos, y pérdida de la biodiversidad acuática y calidad del uso (Beltrán & Trujillo, 1999).

El humedal registro un valor bajo de nitratos con un valor de <0.05 mg NO₃/L mientras que para fosfatos registro un valor alto con 11.70 mg PO₄/L, esto probablemente esta causado por que en zonas bajas el valor de los nutrientes aumenta considerablemente por el arrastre de los sedimentos a causa de las lluvias en los suelos erosionados y del vertimiento de contaminantes domésticos e industriales (Roldán & Ramírez, 2008).

Los cloruros en el agua están representados por lo regular en forma de cloruro de sodio, por lo tanto, estos expresan en gran parte la salinidad (Roldán & Ramírez, 2008); el humedal registro una alta salinidad con un valor 61.5 mg Cl/L. También registro una alta alcalinidad con un valor de 355 mg CaCO₃/L y una dureza de 279 mg CaCO₃/L, catalogando el agua como dura. Los resultados de estas variables permiten evidenciar un proceso de mineralización para el humedal (Ramírez y Viña, 1998), que posiblemente se relacione con procesos de intervención antrópica y/o con las características geomorfológicas propias de los cuerpos de agua en zonas bajas.

Para coliformes fecales se registro un valor de 11199000 UFC/100ml de coliformes totales y 557000 UFC/100ml de coliformes fecales. Su identificación en las fuentes sugiere fallas en la eficiencia del tratamiento y la integridad del sistema de distribución. El aumento de coliformes fecales esta relacionado con cambios dramáticos en el ambiente y en la población incrementados por los procesos de urbanización, la expansión de la pobreza, la ocupación de regiones no habitadas anteriormente, las migraciones no controladas con gran número de refugiados y desplazados, la facilidad y

rapidez en los desplazamientos y el movimiento creciente de animales y de productos de origen animal (Díaz et al 2003)

El índice de calidad de aguas ICA señala que el Humedal Laguna La Herreruna registro una calidad mala (Tabla 15.) indicando fuertes procesos de intervención antrópica: descargas urbanas, agropecuarias, industriales, dragados, remoción de tierras, deforestación, cambios en la escorrentía, entre otros (Ramírez & Viña, 1998), que pueden poner en riesgo el establecimiento de la fauna y flora acuática. El Humedal Laguna La Herreruna, se caracterizó por presentar datos extremos en todos los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados, indicando alteración del cuerpo de agua, hecho evidenciado en el resultado del ICA el cual dio mala calidad, valor relacionado con una alta intervención antrópica a la que se encuentra sometido el humedal, lo que hace necesario diseñar estrategias de conservación que permitan mitigar su perturbación.

TABLA 15. Índice de calidad de agua (ICA) para el Humedal Laguna La Herreruna.

HUMEDAL	ICA	CALIDAD
Herreruna	30	Mala

Fuente: Giz 2016

5. VALORES DE USO Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS

5.1 SERVICIOS ECOSISTEMICOS

Los antecedentes del concepto de se pueden trazarse desde las últimas cuatro décadas del pasado siglo xx; cuando surge este término inexorablemente ligado por un lado a la preocupación de la contaminación y por otro a la incertidumbre entre la vinculación del buen estado de los ecosistemas y el bienestar humano

El interés sobre los servicios ecosistémicos y su relación con las poblaciones ha permitido que se lleguen a diversas definiciones, entre ellas se encuentra la de Westman (1977) quien es quien formaliza científicamente el término de SE y los define como los servicios de la naturaleza para las sociedades;

Binning et al., (2001) definen a los SE como el flujo de bienes naturales y clasifican ese flujo en beneficios de tres tipos: financieros, ecológicos y culturales.

Mas recientemente y llegando al concepto de la evaluación de los ecosistemas del Milenio los servicios ecosistmicos se consideran como los beneficios que las sociedades obtienen de los ecosistemas y establecen una relación entre el SE y el funcionamiento del ecosistema; con una clara referencia a los aspectos medioambiental y sociocultural, y según estos beneficios los SE se clasifigan en 4 grandes categorías

1. Aprovisionamiento
2. Regulación
3. Culturales
4. Soporte

En la tabla 3 donde se concentran de los diversos se que brindan los humedales y algunos ejemplos de estos beneficios.

Estos servicios ecosistémicos hacen referencia a los conceptos mencionados anteriormente teniendo en cuenta que Las sociedades obtienen beneficios como consecuencia de la comercialización de la enorme biodiversidad existente en los humedales; los humedales brindan beneficios a través de la flora, la fauna y los minerales; suministrando alimento, agua dulce, madera, fibra o recursos genéticos

TABLA 16. Tipos de servicios ecosistémicos que prestan los humedales

DE APROVISIONAMIENTO	
Alimento	Producción de pescado, caza, frutas y granos
Agua Dulce*	Almacenamiento y retención de agua para uso doméstico, industrial y agrícola.
Fibra y combustible	Producción de troncos, leña, turba, forraje.

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Laguna La Herreruna

Bioquímicos	Extracción de medicinas y otros materiales desde la biota.
Materiales genéticos	Genes para resistencia y patógenos de plantas, especies ornamentales, etc.
	DE REGULACIÓN
Regulación del clima	Fuente y sumidero de gases de efecto invernadero, influencia sobre temperatura, precipitación y otros procesos.
Regulación de agua	Recarga y descarga de agua subterránea.
Purificación y tratamiento de residuos	Retención, recuperación y eliminación del exceso de nutrientes y otros contaminantes.
Regulación de la erosión	Retención de suelos y sedimentos.
Regulación de desastres naturales	Control de inundaciones, protección contra tormentas.
Polinización	Hábitat de polinizadores.
	CULTURALES
Espirituales	Proyección de valores espirituales vinculados a los ecosistemas de humedales.
Recreativos	Entorno propicio para ocio.
Estéticos	Paisaje atractivo y valores estéticos.
Educacionales	Sensibilización medio ambiental y socio-cultural.
	DE APOYO
Formación de suelos	Retención de sedimentos y acumulación de materia orgánica.
Ciclo de nutrientes	Almacenaje, reciclaje, procesamiento y adquisición de nutrientes.
* También puede ser un Se de Regulación	

Como es posible identificar en la tabla, los SE de Aprovechamiento son de los más valiosos para las sociedades, no porque los demás sean poco importantes, pero los SE de Aprovechamiento están vinculados con un número significativo de necesidades básicas para las sociedades, particularmente las de tipo rural que no siempre cuenta con otras opciones para obtener los beneficios brindados por los humedales si éstos llegan a deteriorarse (Kakuru et al., 2013).

Con relación a la regulación del clima y el manejo-retención del carbono, ha sido reconocida la capacidad de estos ecosistemas para regular el clima y retener grandes cantidades de dióxido de carbono (Frolking y Roulet, 2007); incluso la Convención de

Ramsar ha considerado la posibilidad de que los humedales en buen estado, puedan funcionar como una red global en la tarea de mitigación de los impactos generados como consecuencia del cambio climático por calentamiento global (Convention on Wetlands, 2009).

El mejoramiento de la calidad del agua es otro de los SE de Regulación que proveen los humedales, diversas investigaciones han evidenciado que estos ecosistemas son capaces de eliminar o reducir hasta en un 80% nitratos y fósforo contenido en las descargas superficiales y subterráneas de las aguas de uso agrícola (Fisher y Acreman, 2004).

La función de los humedales para paliar las situaciones de riesgo y vulnerabilidad de las poblaciones es también reconocida, al funcionar como barreras naturales son un factor clave para incrementar la resiliencia ya sea disminuyendo la velocidad, altura y fuerza del agua de inundación o bien actuando como contenedores naturales del flujo inundado para ir liberándose poco a poco, aunque esta función no se presente de manera generalizada en todos los humedales (Gedan *et al.*, 2011).

5.2 LOCALIDAD DE INFLUENCIA

El Humedal Laguna La Herreruna se ubica en el centro poblado del municipio del Guamo departamento del Tolima, está en medio de los barrios Pablo VI y San Martín por la conocida entrada de la cruz. Este ecosistema es más conocido entre la comunidad como la Laguna La Herreruna. Se observan 53 predios, de los cuales 42 presentan influencia directa sobre el área de la ronda hídrica del humedal.

5.2.1 Actividades económicas principales en el Área de Influencia Directa (AID).

La actividad económica en un centro poblado es naturalmente diversa y con tendencia al comercio en su mayoría. El uso del suelo en los límites con el humedal es de carácter agrícola (huertas). Hay presencia de pequeños cultivos de plátano, yuca, papaya en las orillas directamente relacionados con el ecosistema. En términos coloquiales la laguna es para muchas familias el patio de su casa, y en realidad al dar un recorrido por la parte interna de las viviendas se identifica que no hay límite entre el ecosistema y el área habitacional. Esta caracterización económica sirve como fundamento para justificar los altos niveles de contaminación por la invasión de los habitantes al humedal.

5.3 METODOLOGIA

Para establecer los valores de uso del humedal Laguna La Herreruna se estableció una encuesta semiestructurada con 15 preguntas que permitieron conocer la percepción de la comunidad aledaña al humedal sobre la importancia y servicios de los humedales, la encuesta se aplicó a 30 personas que se encuentran sobre el área de influencia directa del humedal.

5.4 RESULTADOS

Teniendo en cuenta la información suministrada la comunidad percibe que el Humedal Laguna la Herreruna es importante y presta algunos servicios que se enmarcan en la categoría de regulación, cultural y de apoyo, en cambio el servicio de aprovisionamiento no es percibido por la comunidad, ya que se presentan malos olores y contaminación por vertimientos (Tabla 17)

TABLA 17. Valores Ecosistémico Humedal Laguna La Herreruna

DE APROVISIONAMIENTO		Humedal la Herreruna
Alimento	Producción de pescado, caza, frutas y granos	NO
Agua Dulce*	Almacenamiento y retención de agua para uso doméstico, industrial y agrícola.	NO
Fibra y combustible	Producción de troncos, leña, turba, forraje.	NO
Bioquímicos	Extracción de medicinas y otros materiales desde la biota.	NO
Materiales genéticos	Genes para resistencia y patógenos de plantas, especies ornamentales, etc.	NO
DE REGULACIÓN		
Regulación del clima	Fuente y sumidero de gases de efecto invernadero, influencia sobre temperatura, precipitación y otros procesos.	SI
Regulación de agua	Recarga y descarga de agua subterránea.	SI
Purificación y tratamiento de residuos	Retención, recuperación y eliminación del exceso de nutrientes y otros contaminantes.	NO
Regulación de la erosión	Retención de suelos y sedimentos.	SI
Regulación de desastres naturales	Control de inundaciones, protección contra tormentas.	SI
Polinización	Hábitat de polinizadores.	SI
CULTURALES		
Espirituales	Proyección de valores espirituales vinculados a los ecosistemas de humedales.	SI

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Laguna La Herreruna

Recreativos	Entorno propicio para ocio.	NO
Estéticos	Paisaje atractivo y valores estéticos.	NO
Educacionales	Sensibilización medio ambiental y socio-cultural.	NO
	DE APOYO	
Formación de suelos	Retención de sedimentos y acumulación de materia orgánica.	SI
Ciclo de nutrientes	Almacenaje, reciclaje, procesamiento y adquisición de nutrientes.	NO
Biodiversidad- Refugio de especies	Hábitat para avifauna residente y migrante	SI
* También puede ser un Se de Regulación		

Fuente: El autor (2022)

La comunidad reconoce que el humedal presta servicios de regulación ya que perciben que en su entorno el clima, es mas fresco y consideran que el humedal ayuda a purificar el aire de su entorno, así mismo son conocedores de que el humedal alberga y es hogar de paso de muchas especies de aves y otros organismos como anfibios y reptiles. En cuanto al control de inundaciones la comunidad es conciente que, a pesar del incremento de las lluvias, nunca se han visto afectados por inundaciones dado que el humedal es un reservorio activo.

Dentro de los valores culturales, si bien el humedal no es considerado apto para prestar un servicio de recreación, algunas personas mencionaron que hace mas de 10 años si se podía usar para recreación y paisaje ya que se encontraba en mejores condiciones, sin embargo, resaltan que les gustaría que el humedal fuera un atractivo turístico para el municipio del Guamo.

La comunidad presenta un interés marcado en que se mejoren las condiciones y calidad del humedal, es claro para ellos que los vertimientos generan contaminación y malos olores y que se deben iniciar procesos que detengan el deterioro del mismo, por lo tanto, se requiere de intervención institucional y de procesos de educación y sensibilización para conservar el humedal

5.4.1 Relación Económica-Ambiental

Esta relación muestra la interacción existente entre los sistemas productivos pero dado el caso particular puede ir más encaminada a mostrar la convivencia del ecosistema con las familias que habitan en su entorno. La herramienta estadística nos muestra que el total de la población encuestada (habitantes Barrio Pablo VI y San Martín) se siente perjudicada por el humedal debido a sus altos niveles de contaminación por el arrojo de

basuras, desechos sólidos, aguas negras, animales muertos y ningún proceso de capacitación ambiental o la mitigación del perjuicio que causan estas actividades.

5.4.2 Alteración histórica en el humedal

Según refieren habitantes del sector, hasta hace poco más de 15 o 20 años aproximadamente, el humedal se encontraba en aceptables condiciones, aunque ya venía siendo víctima de la invasión de sus orillas por la construcción de viviendas de los barrios ya mencionados, muchos de los habitantes lo cuidaban y procuraban su mantenimiento ya que ahí se podía pescar y ellos se beneficiaban de esta práctica.

El Humedal Laguna La Herreruna es de los humedales mas impactados debido a las acciones que se han ejecutado progresivamente sobre él, pues si bien no son de carácter económico o productivo, son procesos de urbanización que han venido ocupando espacio sobre la laguna, debido a la infraestructura de vivienda construida que no discrimina zona de protección, el sector sobre el cual se ha llevado este proceso de asentamiento poblacional y el área establecida para los dos barrios sobre los que tienen injerencia la laguna, equivalen a 100 ha.

5.4.3 Incorporación de la valoración sociocultural a las estrategias de manejo de humedales

El Humedal Laguna la Herreruna cuenta con un comité interinstitucional, conformado por 5 integrantes (Gobernación del Tolima, CORTOLIMA, Alcaldía Municipal de Guamo, Universidad del Tolima y representante de la Comunidad) que dan a conocer sobre las acciones que se realizan sobre el humedal. Actualmente, el interés del comité, se centra en que se controlen los vertimientos de aguas grises y negras que a la fecha realizan sus descargas sobre el humedal. Teniendo en cuenta el interés de la comunidad, de la veeduría, es necesario que se implementen estrategias que permitan el acionar interinstitucional en apoyo con la comunidad que permitan la conservación del Humedal.

Teniendo en cuenta la situación de este humedal cabe destacar que Ramsar y otros instrumentos de conservación de humedales han alertado sobre el creciente deterioro al que están sujetos estos ecosistemas, y han indicado que están en riesgo los diversos servicios que brindan a las personas y a la sociedad en general.

La inclusión de los diversos valores junto a la participación social puede guiar la búsqueda de estrategias alternativas para el manejo y conservación de los humedales. Es importante que las estrategias a implementar sean locales, ya que la presencia de humedales y de otros ecosistemas en general está ligada al territorio, dentro del cual las personas han creado y recreado una historia, además de estar ligado a su identidad y a su sentido de bienestar.

6.COMPONENTE AMBIENTAL

6.1 INTRODUCCIÓN

Un humedal es un tipo de ecosistema que se presenta donde las condiciones geomorfológicas e hidrológicas permiten la acumulación de agua durante un tiempo suficiente para la formación de suelos hídricos y la proliferación de vegetación hidrófila y de otros organismos adaptados a estas condiciones (Patiño 2016) Los humedales están entre los ecosistemas más productivos del mundo, dan sustento directo a millones de personas y proveen bienes y servicios más allá del límite visible del cuerpo de agua, entre los que se destacan el mejoramiento de la calidad del agua, la regulación de crecientes y amortiguación de inundaciones, el soporte de altos valores de diversidad biológica y de productividad secundaria, y la provisión de hábitats para la vida silvestre (Yuan y Zhang 2010)

Jackson et al. (2014), mencionan que desde una perspectiva de tiempo geológico, los humedales se crean, cambian de lugar y desaparecen constantemente, y casi todos los humedales en el mundo tienen menos de 12000 años de antigüedad. En esta dinámica de los humedales se ha encontrado que los principales impulsores del cambio natural en ellos son la subsidencia, la sedimentación, la eutrofización, la erosión, la glaciación, el cambio climático, los cambios en el nivel freático, el aumento de la temperatura y los cambios en el nivel del mar y adicionalmente a la dinámica natural de cambio en los humedales se le suma el impacto que tienen sobre ellos las actividades humanas, lo que hace que sean sometidos a altas presiones ya que frecuentemente son considerados como áreas que prestan servicios de poco valor (Patiño 2016)

En el año 1997 Colombia se adhirió a la convención RAMSAR mediante la Ley 357 con el objetivo de reconocer a los humedales por su valor como ecosistemas estructurantes del territorio en diversas escalas temporales y geográficas por su integridad ecológica, de la que dependen la biodiversidad y procesos ecológicos como el del ciclo del agua y de nutrientes, entre otros (Herrera et al., 2008; Ruiz, 2014; Vilardy et al., 2014). Además, se tuvo en cuenta que los humedales hacen parte del acervo cultural del pueblo colombiano, por lo que la gestión y el manejo de estos ecosistemas está representada por los aspectos intrínsecos necesarios para el desarrollo sostenible del país (Navarro et al 2017)

Para el país la agricultura intensiva, la ganadería, la urbanización y la contaminación por residuos sólidos y químicos son factores que pueden deteriorar la calidad del recurso hídrico en los humedales y frente a esta problemática el Ministerio del Medio Ambiente estableció en el 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 (Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

Los humedales urbanos en Colombia no son ajenos a la situación mundial y presentan procesos significativos de cambio causados directa o indirectamente por los patrones de distribución de los asentamientos humanos en el país (Ministerio del Medio Ambiente, 2002), las principales modificaciones en los humedales principalmente se han presentado en las regiones Andina, Caribe y al suroccidente del país, mediante una progresiva conurbación y metropolización alrededor de las grandes ciudades (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008). Adicionalmente, se encuentra que la falta de conocimiento sobre la función, composición y valor de los humedales, y la concepción negativa de espacios insalubres, peligrosos y opuestos al desarrollo (común entre las culturas de montaña), representan condiciones que afectan la conservación de estos ecosistemas (Fuentes y Lopez 2019)

Información presentada en la política de humedales del país menciona que las funciones ecológicas y ambientales de los humedales representan numerosos beneficios para la sociedad. (Tabla 16). En primer lugar, 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).

Investigaciones de Navarro y otros en el año 2017 identificaron que aparte de las presiones a las que se encuentran sometidos los humedales, existen otros factores que impactan directamente sobre los mismos, entre ellos se encuentran los que se encuentran la planificación y técnicas de manejo inadecuadas y políticas de desarrollos sectoriales inconsistentes y desarticuladas. Por lo anterior, Ruiz (2014) propone que se deben establecer estrategias de planificación y manejo integral para conocer los humedales y sus problemas, esto con el fin de fortalecer los procesos que actualmente se adelantan en ellos y divulgar las acciones emprendidas y por emprender para su protección y conservación. Por su parte, la prospectiva es una forma de planificar y de encarar proyectos que están relacionados con un futuro “deseable” (Rodríguez, 2001), incluso algunos países han creado entidades específicas dedicadas a realizar estudios de prospectiva sobre diferentes aspectos que se proyectan hacia el futuro, tal como lo refieren Martín (1995) y Rodríguez (2001). En este sentido, se considera que el desarrollo de un territorio solo puede ser fruto del dinamismo endógeno, de ahí que sus procedimientos se basen en tres criterios de la prospectiva: anticipación, acción y apropiación (Farrés & Toro, 2014).

La Política Nacional de Humedales Interiores de Colombia (PNHIC) 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).

6.2 METODOLOGÍA

La propia naturaleza de los humedales los convierte en ecosistemas altamente dinámicos, que corresponden a la presencia de diversos factores naturales que determinan su modificación en el tiempo aún cuando no existan factores de perturbación. Los 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.

Las propiedades químicas y biológicas también pueden presentar algún tipo de variación en el tiempo que pueden corresponder al proceso de evolución del humedal o por la acumulación de material orgánico, los procesos de eutroficación y acidificación y la invasión de especies que atraviesan barreras biogeográficas de manera accidental o introducidas por el hombre. Todas las perturbaciones que actúan 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 ordenes de magnitud, jerárquicamente organizados (Wayne-Nelson & Sélser 1984) y de acuerdo a estos ordenes el Instituto Alexander Von Humboldt - Ministerio del Medio Ambiente, 1999, realizó la identificación de los factores de cambio en los humedales interiores colombianos, especialmente por impacto antrópico y encontró que la Transformación Total, y la Perturbación Severa son los que generan mayor impacto sobre estos sistemas, y consecuentemente se palnatearon como de prioridad para tomar medidas desde la Política de humedales

Entendiéndose como la transformación total del humedal (orden de magnitud 1) y factores de perturbación severa que corresponden al orden de magnitud 2. Por lo anterior, se realizó un análisis de transformación del humedal con base en 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 los humedales, si se produce en la mayoría del área del humedal. Esta alteración se presenta por el mantenimiento de valores como la navegabilidad o por la extracción de materiales en los mismos (actividades mineras) (MMA, 2002).
- **Sobreexplotación de recursos biológicos.** Se produce por el exceso de uso de especies de fauna mediante la caza o la pesca, la recolección de nidos, la extracción de materiales para usos domésticos, industriales, locales (artesanías) o para el autoconsumo (leña o materiales de construcción) (MMA, 2002).
- **Represamiento o inundación permanente.** Tiene su origen en actividades de fomento piscícola, como la construcción de estanques para acuicultura, el represamiento de los flujos de agua en los pantanos para la creación de lagos con los mismos fines de recreación, lo que finalmente, origina nuevos procesos ecológicos que pueden incluirse en el tipo de procesos típicos de los humedales (MMA, 2002).

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

6.3 CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS

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

De acuerdo con lo anterior, se han identificado diversos indicadores que permitirán reflejar el estado actual del Humedal Laguna La Herreruna y establecer el plan de acción para la conservación y manejo del humedal (Tabla 18).

TABLA 18. Propuesta general de atributos indicadores de estado y gestión para humedales, centrados en su biodiversidad asociada (MMA, 2002).

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

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Laguna La Herreruna

			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. Número de individuos. Índice de agregación espacial de individuos. Distribución de clases de edad. Tasa interna de crecimiento poblacional.	Mantenimiento o aumento del número de poblaciones o subpoblaciones. Estabilidad o aumento de número de individuos. Mantenimiento o mejoramiento de la distribución de clases de edad. Aumento o estabilidad en la tasa interna de crecimiento poblacional.
Genético	Número y proporciones de alelos. Variabilidad genética	Coefficiente de entrecruzamiento (inbreeding) Tasa de mutación vs Tasa de pérdida.	Disminución del coeficiente de entrecruzamiento (inbreeding) Equilibrio entre tasa de mutación vs Tasa de pérdida.

Fuente MMA 2002

6.3.1 Análisis cualitativo del Humedal Laguna La Herreruna.

Una vez caracterizado-biológica y socioeconómicamente el Humedal Laguna La Herreruna, se establecieron los factores de afectación para el cuerpo de agua de acuerdo con lo definido en la Política Nacional de Humedales Interiores para Colombia teniendo en cuenta los lineamientos anteriormente expuestos.

De esta manera se tuvo en cuenta el nivel local comunidad biótica para el análisis ambiental del humedal, ya que se requiere hacer evaluaciones más detalladas y monitoreos de fauna y flora para evaluar el aspecto poblacional de las especies, y tener una idea concisa sobre cómo se encuentran las diferentes poblaciones y cuáles son sus cambios en el tiempo y espacio.

En términos generales, los factores que amenazan la integridad ecológica de los Humedales por las actividades humanas están:

- Destrucción de la vegetación de ronda por talas, rozas o quemas y rellenos.
- Introducción (accidental o premeditada) de fauna y flora exóticas.
- Depredación de la fauna silvestre por acciones de caza o por animales domésticos, perros y gatos principalmente.
- Desagüe inducido para el secamiento
- Vertimientos de aguas residuales

Uno de los componentes dentro del análisis del Plan de Manejo Ambiental del Humedal Laguna La Herreruna, es la identificación y valoración de aquellas actividades generadoras de modificaciones al medio y los posibles potenciales que pueden 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 en y entorno al área de influencia directa del Humedal (Tabla 19).

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 se establecen los programas de manejo para el control ambiental; para este caso se indica la presencia de la perturbación como 1 y la ausencia como 0.

TABLA 19. Matriz cualitativa de impactos observados Humedal Laguna La Herreruna.

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	1	1	0	0	0	0	0	1
Agua superficial temporal	1	0	0	0	0	0	0	1
Control de inundaciones	0	0	0	0	0	0	0	1
Canalización	0	0	0	0	0	0	0	1
Represamiento	0	0	0	0	0	0	0	1

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Laguna La Herreruna

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

Fuente: El autor (2022)

6.4 ANÁLISIS DEL COMPONENTE AMBIENTAL.

De acuerdo a la evaluación realizada del impacto ambiental generado en este humedal, se obtuvo un valor de 228 puntos porcentuales, (Anexo), lo que indica que la disposición de residuos sólidos genera un impacto de tipo severo.

Entre las problemáticas que más afectan la biodiversidad del Humedal Laguna La Herreruna se encuentra la invasión del humedal por vegetación que cubre el cuerpo de agua. La vegetación proporciona superficies para la formación de películas bacterianas, facilita la filtración y la adsorción de los constituyentes del agua residual, permite la transferencia de oxígeno a la columna de agua y controla el crecimiento de algas al limitar la penetración de luz solar, sin embargo, se requiere de programas de limpieza para evitar que la vegetación invada por completo la superficie del agua.

Se hace necesario realizar monitoreos de las especies de los diferentes grupos faunísticos para evidenciar el mantenimiento de las listas de especies y evidenciar el estado poblacional de diferentes especies de interés, tales como aves migratorias, mamíferos medianos y grandes, macroinvertebrados bioindicadores del estado de calidad del agua, así como anfibios y reptiles presentes en el humedal.

Se evidencia la disminución de la capacidad de regulación hídrica por la desecación, colmatación, así como la disminución de las condiciones ambientales como hábitat de fauna. Otras afecciones se relacionan con la disminución de la capacidad de resiliencia por disminución de su cuerpo de agua, eutrofización baja y contaminación del humedal.

Malos olores por acción de vertimientos que incrementan la actividad de bacterias anóxicas e intervienen en la disminución de biodiversidad por contaminación y cambio

negativo de componentes bióticos del humedal, contaminación visual alta por intervención humana en el ecosistema.

El área de ronda fue invadida por procesos de urbanización que se encuentran sobre la ronda hídrica, por tanto, perdió su capacidad de ser zona de desborde de los ríos, actualmente se generan impactos negativos por la ocupación de la ronda, la destrucción de flora y el relleno con escombros.

Entre los beneficios esperados con la implementación del PMA para este humedal se espera:

- Conservar la humedad y recuperar el espejo de agua del Humedal Laguna La Herreruna
- Regular la escorrentía
- Controlar la propagación de vegetación sobre la superficie del agua
- Consolidar riberas y mantener los bordes como hábitat de fauna silvestre residente o migratoria (anidación, alimento, refugio y reproducción)
- Protección del humedal
- Atracción y conservación de fauna silvestre
- Ornamentación por características de floración y colorido
- Eliminar los vertimientos que ingresan al humedal

Transformación total del humedal

Reclamación de tierras: las zonas aledañas están invadidas por procesos de urbanización, en él se observan algunos residuos sólidos, sin embargo, se ha iniciado un proceso de recolección de residuos reciclables con la asociación de recicladores del municipio.

Modificación completa de regímenes hidráulicos y Reclamación del espacio físico del humedal. La dinámica natural del humedal se ve alterando su por la construcción y operación de obras civiles de regulación hídrica, se evidencia afectaciones por áreas urbanas o suburbanas y obras con el fin de ampliar el espacio para el desarrollo de infraestructura urbana, industrial o de recreación.

Introducción o trasplante de especies invasoras. Se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.

Perturbación Severa.

Control de inundaciones. Se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.

Contaminación. Se pueden presentar cambios severos en la calidad de las aguas (química o por cargas de sólidos), y el aumento de malos olores a causa de vertimientos que son descargados en el humedal lo cual desencadena cambios biológicos.

Urbanización. Como consecuencia del desarrollo urbano, industrial y de infraestructura de recreación se han producido zonas críticas (vegetación riparia, transición con sistemas terrestres), por lo tanto, se afecta la dinámica regular del humedal.

Sobreexplotación de recursos biológicos. Los pobladores de la región dan a conocer que no existe el uso en exceso de especies de fauna mediante la caza o la pesca, ni la recolección de nidos o extracción de materiales para usos domésticos, industrial locales (artesanías) o para el autoconsumo (leña o materiales de construcción), sin embargo, se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.

Represamiento o inundación permanente. No se evidencias construcción de estanques para acuicultura ni represamiento de los flujos de agua en los pantanos para la creación de lagos con fines de recreación.

EVALUACIÓN



7. VALORACION Y EVALUACION

7.1 EVALUACIÓN ECOLÓGICA

7.1.1 Generalidades del humedal.

Tamaño y posición

El Humedal Laguna La Herreruna se encuentra ubicado en el casco urbano barrios de Pablo VI y San Martín en la zona urbana en el municipio de Guamo, en las coordenadas N 4°1'42.11'' W 74°58'17.42'', comprende un área aproximada de 3.03 hectáreas en una altura promedio de 330 m.

Conectividad ecológica.

No se evidencia posibilidades de realizar actividades de conectividad ecológica dada las condiciones del humedal al encontrarse inmerso en el casco urbano del municipio; uno de los factores que condiciona la diversidad en los humedales es principalmente las actividades antrópicas (ampliación de la frontera agrícola, pecuaria y adaptación de terrenos para la construcción de vivienda), ya que dichas las perturbaciones cambian las condiciones naturales del ecosistema como calidad del agua, del suelo y la estructura de la vegetación.

Diversidad biológica. Con el fin de caracterizar la diversidad biológica del Humedal Laguna La Herreruna, durante el año 2016, se trabajaron diferentes grupos de flora y fauna los cuales se determinaron hasta el mínimo nivel taxonómico posible. Para el año 2022, se trabajo con cuatro (4) grupos representativos del humedal y que son indicadores del estado del mismo, por lo tanto, se incluyo para la presente actualización solamente muestreos de fitoplancton, zooplancton, herpetos y aves (Tabla 20).

En el año 2016 se obtuvo un total aproximado de 8 géneros de fitoplancton, 3 Clases de zooplancton, 16 familias de macroinvertebrados acuáticos y un total de 72 especies de las cuales 15 corresponde a flora y 57 son atribuidos a la fauna silvestre vertebrada de los cuales se tienen:

- 4 especies de anfibios
- 2 especies de reptiles
- 51 especies de aves
- No se evaluó el componente mamíferos
- No se registro ictiofauna

Por su parte, durante el presente estudio (año 2022), y de los grupos representativos se obtuvo un total de:

- 9 especies de fitoplancton, y 7 generos
- 257 individuos de zooplancton, distribuidos en 15 generos,
- 31 individuos de herpetos, correspondiente a 13 especies,
- 184 individuos de aves distribuidos en 15 órdenes, 26 familias y 55 especies, de las cuales 16 especies no se habían reportado en muestreos anteriores

TABLA 20. Grupos taxonómicos observados años 2015 y 2022.

<i>GRUPO</i>	<i>2015</i>	<i>2022</i>
FLORA	15 especies	15 especies
FITOPLANCTON	8 Generos, 44 organismos	7 Generos 19 organismos
ZOOPLANCTON	3 generos 25 organismos	15 generos, 257 organismos
MACROINVERTEBRADOS	16 familias	16 familias
ANFIBIOS	4 especies	5 especies
REPTILES	2 especies	8 especies
AVES	51 especies	55 especies

Fuente: El Autor (2022)

Estas cifras son importantes a la hora de evidenciar el estado de conservación del humedal, sin embargo, es necesario realizar inventarios y monitoreos periódicos en el área para verificar los verdaderos valores de diversidad en la zona.

Naturalidad. Como ya se mencionó en el Humedal Laguna La Herreruna, la formación del espejo de agua se dio de forma natural, por la evolución y servicios que prestan los humedales, se desarrolló el municipio del Guamo alrededor del mismo. Por lo tanto, cuando se inició la construcción de viviendas y barrios, alrededor del humedal, como parte de los patios traseros de las viviendas, se puede evidenciar la invasión en el cuerpo de agua de abundantes macrófitas acuáticas, y el inicio notorio de la sedimentación del humedal en diversas áreas, que se pueden asociar tanto a factores naturales como lluvias y escorrentía como a factores antrópicos por la invasión de la ronda hídrica del humedal y vertimientos que afectan la naturalidad del sistema.

Pese a la ubicación y acción antrópica del humedal Laguna La Herreruna se puede apreciar vegetación leñosa y vegetación característica del humedal como pastos del género *typha* y se pudo evidenciar la presencia de especies de aves y herpetos asociados al humedal aun cuando existen perturbaciones antrópicas por ruido, vertimientos y presencia de animales domésticos.

Rareza. La rareza del humedal está dada por la presencia de algunas especies endémicas, migratorias y categorizadas como amenazadas nacional o globalmente (Tablas 21 y 22).

EL Humedal Laguna La Herreruna presenta desde el 2016 especies catalogadas en el Apéndice II (Tabla 21) lo que sugiere que son especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle

estrictamente su comercio y para los muestreos realizados en el año 2022 esta situación no fue ajena tanto para aves como para reptiles como es el caso de la iguana catalogada en el Apéndice II, se resalta entre los reptiles la presencia del orden Crocodylia un orden con una baja representatividad para el Tolima y con la especie *Caiman crocodilus* que se encuentra en el Apéndice I y II (Tabla 22) lo que se traduce en que el humedal alberga una especie catalogada como en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales por ejemplo, para la investigación científica.

Debido a esto, es necesario realizar monitoreos de seguimiento de estas poblaciones a lo largo del tiempo, los cuales permitan conocer el tamaño poblacional de las mismas y su estado a lo largo del tiempo en el humedal. Así mismo, en el caso de la avifauna, se recomienda realizar monitoreos adicionales durante el período de migración con el fin de obtener un inventario más completo de las aves de la región.

TABLA 21. Especies de gran importancia registradas en el Humedal Laguna La Herreruna 2016, Guamo-Tolima.

Especie	2016
<i>Euphonia concinna</i>	Especie endémica
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Categoría CITES III
<i>Glaucis hirsutus</i>	Categoría CITES II
<i>Brotogeris jugularis</i>	
<i>Amazona ochrocephala</i>	
<i>Arremonops conirostris</i>	
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	
<i>Forpus conspicillatus</i>	
<i>Milvago chimachima</i>	
<i>Amazilia tzacatl</i>	
<i>Chalybura buffonii</i>	
<i>Anthracothorax nigricollis</i>	
<i>Phaethornis anthophilus</i>	
<i>Megascops choliba</i>	
<i>Rupornis magnirostris</i>	

Fuente: El Autor 2022

TABLA 22. Especies de gran importancia registradas Humedal Laguna La Herreruna 2022.

Especie	Potencialidad
<i>Caiman crocodilus</i>	APENDICE 1
<i>Iguana iguana</i>	APENDICE II

<i>Dendrocygna autumnalis</i>	APENDICE III
<i>Amazilia tzacatl</i> (de la Llave, 1833)	APENDICE II
<i>Anthracothorax nigricollis</i> (Vieillot, 1817)	APENDICE II
<i>Chalybura buffonii</i> (Lesson, 1832)	APENDICE II
<i>Phaethornis guy</i> (Lesson, 1833)	APENDICE II
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	APENDICE II
<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	APENDICE II
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	APENDICE II
<i>Amazona ochrocephala</i> (Gmelin, 1788)	APENDICE II
<i>Brotogeris jugularis</i> (Müller, 1776)	APENDICE II
<i>Forpus conspicillatus</i> (Lafresnaye, 1848)	APENDICE II

Fuente: El Autor 2022

Fragilidad.

La fragilidad hace referencia a que tan vulnerable es un humedal o especies a perturbaciones factores naturales como el fuego, inundaciones o inducidos por el hombre (desección cacería, deforestación etc.

En Colombia, los humedales urbanos presentan procesos significativos de cambio causados directa o indirectamente por los patrones de distribución de los asentamientos humanos en el país (Ministerio del Medio Ambiente, 2002), los cuales se han localizado principalmente en las regiones Andina, Caribe y al suroccidente del país, mediante una progresiva conurbación y metropolización alrededor de las grandes ciudades (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008). Sumado a lo anterior, se encuentra que la falta de conocimiento sobre la función, composición y valor de los humedales, la concepción negativa de espacios insalubres, peligrosos y opuestos al desarrollo (común entre las culturas de montaña), representan condiciones que afectan la conservación de estos ecosistemas (Van der Hammen et al., 2008). La fragilidad del complejo de humedales se refleja en la vulnerabilidad de sus ecosistemas y especies frente a las siguientes perturbaciones:

Naturales: Las temporadas de lluvia, intensificadas por fenómenos asociados al cambio climático, ha provocado un incremento en la precipitación del municipio del Guamo y por lo tanto puede aporta una mayor cantidad de sedimentos afectando el humedal por procesos de colmatación, activando la invasión por macrofitas y la eutrofización.

Inducidas por el hombre: El principal componente de la degradación de los humedales es la reducción en número y extensión para dar paso a la expansión de las actividades antrópicas, como el urbanismo y la consecuente expansión de las viviendas sobre la franja hídrica del humedal, como consecuencia de esta dinámica se genera una mala disposición de los residuos sólidos, incluyendo escombros que son arrojados directamente al humedal y vertimientos de aguas residuales domésticas.

Posibilidades de restauración, recuperación y/o rehabilitación.

Entendiendo las posibilidades de restauración la Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA, aprobó mediante la resolución 0572 del 16 de marzo del 2020 el plan de compensación para la concesionaria AUTOVIAS que se llevaron a cabo en el año 2021 (fotos 17,18,19 y 20) y que incluyeron la siguiente actividad:

- Extracción de especies invasoras (Buchón de agua) y la limpieza del espejo de agua en área de 2,0 hectáreas.
- La limpieza de vegetación marginal alrededor de la laguna, sobre la ronda hídrica.
- Demarcación y Aislamiento de la ronda hídrica mediante cercamiento en un perímetro de 1000 metros lineales.
- Señalización del humedal mediante vallas.

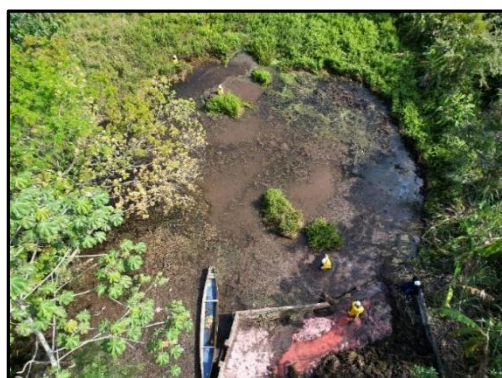
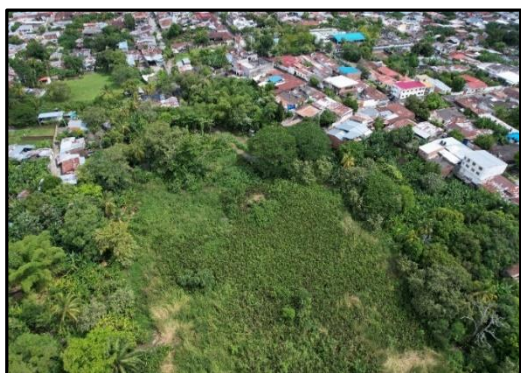


Foto 17, 18, 19, 20. Estado inicial del Humedal y acciones espejo de agua Humedal Laguna La Herreruna.

Fuente: El Autovi 2022

Mediante las acciones realizadas por el concesionario AUTOVIA NEIVA GIRARDOT y supervisadas por CORTOLIMA se logro reahabilitar el humedal mediante la extracción de la vegetación que permitió despejar el espejo de agua en un área al neso de 2.0 Hectareas dando paso a una mayor oxigenación del mismo. Así mismo se realizo la delimitación, la instalación de la cerca y de las señales informativas sobre el humedal. (Fotos 21,22,23 y24).



Foto 21, 22, 23, 24 – Aislamiento y señalización Humedal Laguna La Herreruna

Fuente: Autovias 2022

7.2 EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL

Para el año 2015 se obtuvo la siguiente información sobre el conocimiento del humedal por los habitantes aledaños, así:

-Conocimiento del humedal: La población aledaña, correspondiente al Barrio Pablo IV, consideran que el humedal se ha convertido en una problemática ambiental para la localidad, dado que ha perdido gran parte de su espejo de agua y los pobladores desechan gran cantidad de basuras, por lo que existe una alta proliferación de insectos y roedores que transmiten enfermedades.

Conocimiento de la Fauna y la Flora del Humedal: La gran mayoría de habitantes desconoce la riqueza faunística del humedal, sobretodo la presencia de aves endémicas y flora. En el taller realizado sobre divulgación de las acciones del plan de manejo, se socializaron los resultados de la caracterización biológica; es importante realizar talleres de capacitación sobre fauna y flora, la pérdida de la biodiversidad y la importancia de su conservación tanto regional y mundial, para generar una conciencia de conservación en el municipio del Guamo.

Funciones del Humedal: la comunidad desconoce las principales funciones del humedal. Se percibe como sitio que recoge aguas y que es perjudicial al cuando se inunda e invade los patios de la casa.

Actitud frente al humedal: Se evidencia actualmente un cambio de interés por parte de la comunidad, ya que se iniciaron jornadas de limpieza y por la apertura de espejo de agua e interés por la preservación de este ecosistema. Dado que, para ellos, sigue siendo un problema ambiental, sabiendo y reconociendo que ellos mismos han causado estas condiciones.

Acciones para la recuperación del Humedal: Se evidencia el gran interés por parte de las autoridades locales y de CORTOLIMA, para la recuperación del humedal. Sin embargo, poco ha mejorado la asistencia por parte de la comunidad, a los talleres de educación ambiental que se han realizado por parte de CORTOLIMA.

Cabe anotar, que para el año 2022 en el marco de la actualización del plan de manejo ambiental se pudo determinar que los habitantes aledaños al humedal cambiaron su percepción y conocimiento del humedal. Para ello, se realizaron visitas aleatorias a varias viviendas que se encuentran en la ronda hídrica del humedal y poder para socializar y conocer el estado del humedal y las actividades que se han desarrollado por parte del municipio y la comunidad. Se realizó una reunión con algunos voceros de la comunidad y logro escuchar a la comunidad interesada en las acciones a realizarse sobre el humedal y finalmente. Por ultimo se realizó una encuesta digital sobre la percepción sobre los usos y problemáticas del humedal (Fotos 25 y 26), obteniendo como resultado las siguientes conclusiones:

-El 43% de los encuestados obtienen del humedal algún tipo de alimento para su subsistencia, principalmente de pequeños cultivos como el plátano y el cachacho.

-El 56% de los encuestados considera que el humedal puede llegar a evitar inundaciones en sus hogares a causa del humedal, len tanto el 44% cree que el humedal puede

afectarlos por inundaciones, sin embargo y a la fecha ningún inmueble de los encuestados a sufrido inundaciones aun cuando se encuentran en la ronda hídrica, esta situación puede relacionarse con la función del humedal como reservorio.

-Para el 100% de los encuestados la presencia del humedal trae un beneficio en términos de mejorar la temperatura para que en este sector perciban una temperatura mas agradable en las épocas secas y de mayor temperatura.

-El 82% de la comunidad aledaña al humedal considera que el principal problema del humedal es la contaminación por aguas negras, lo que es notorio por la presencia de malos olores,

-El 15% considera que la problemática se da por la contaminación por residuos solidos

-El 3% considera que la presencia de animales silvestres es un problema ambiental asociado al humedal.

-El 100% consideran que el humedal es importante para el municipio y contribuye a limpiar el aire de agentes contaminantes, situación que se relaciona con los bienes y servicios que ofrecen los humedales.

-El 59% de la comunidad que vive en la ronda hídrica se siente intranquilo por las condiciones ambientales y de contaminación del humedal, ya que son numerosas las quejas por los malos olores y los vertimientos de aguas residuales.

-El 91% de los encuestados les gustaría que el humedal se adecuara correctamente para ser un atractivo turístico del municipio, dado que el municipio recibe turistas y esto permite que se genere una dinámica económica que beneficia a la comunidad



Foto 25



Foto 26

Fotos 25 y 26. Realización de encuestas casa a casa Humedal Laguna La Hereruna.

Fuente: El Autor (2022)

De acuerdo con las actividades desarrollados y que demandan el uso de los recursos del ecosistema, existe una clara interacción entre las diferentes actividades de la

comunidad con el recurso suelo y agua principalmente. En este sentido se puede apreciar que los suelos alrededor del humedal son utilizados para la implementación de pequeños cultivos para autosustento siendo el principal el plátano, en patios o solares de algunas viviendas, en el año 2015 se logro observar una alta cantidad de residuos solidos dispuestos en las cercas que actúan como divisorias entre el humedal y los predios de las viviendas. En el año 2022, se observo que la comunidad se encuentra realizando labores de reciclaje, en conjunto con la asociación de recicladores del municipio. (Fotos 27, 28)



Fotos 27 y 28 Cultivo de plátano y actividad de reciclaje de envases plásticos implementado por la comunidad aledaña al Humedal Laguna La Herreruna

Fuente: El Autor (2022)

7.3 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y CONFRONTACIÓN DE INTERESES

Los humedales son uno de los ecosistemas más productivos del planeta puesto que albergan especies de flora y fauna necesarias para el sostenimiento de la biodiversidad, son base de sustento para las comunidades asentadas en sus márgenes representando áreas de significancia para las economías locales y regionales (Maltby, 2009; Ramsar, 2010; Springate-Baginski, Allen, & Darwall, 2009) y además son espacios necesarios y deben estar en el ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres como medida para la regulación hídrica.

Una característica importante, es su dinámica natural, pues aún en ausencia de perturbaciones, usualmente presentan transformaciones y cambios temporales. Esta dinámica incluye procesos de sedimentación, colmatación, inundación y en algunos casos de desecación. La degradación y la pérdida de humedales y de su biodiversidad, ocasiona costos sociales importantes para las poblaciones humanas asentadas en las

cuencas pues se dejan de percibir valores terapéuticos, recreativos, de patrimonio, espirituales y de existencia (Ramsar No. 3, 2007).

Las principales problemáticas ambientales identificadas en el Humedal Laguna La Hereruna son:

1- Urbanismo y expansión de las viviendas sobre la ronda hidrica del humedal: Actualmente se relacionan 53 predios de viviendas alrededor del humedal, de los 42 predios presentan influencia directa sobre la ronda hídrica del humedal. (Figura 15)



Figuras 15 . Ubicación lotes prediales Humedal Laguna la Hereruna-Guamo
Fuente: CORTOLIMA -SPADS

Como consecuencia de esta dinámica, se determino que el humedal ha perdido aproximadamente un 12.62 % del área delimitada, es decir unos 3823 m², reduciendo en esa área el espejo de agua natural del humedal. (Figura 16)

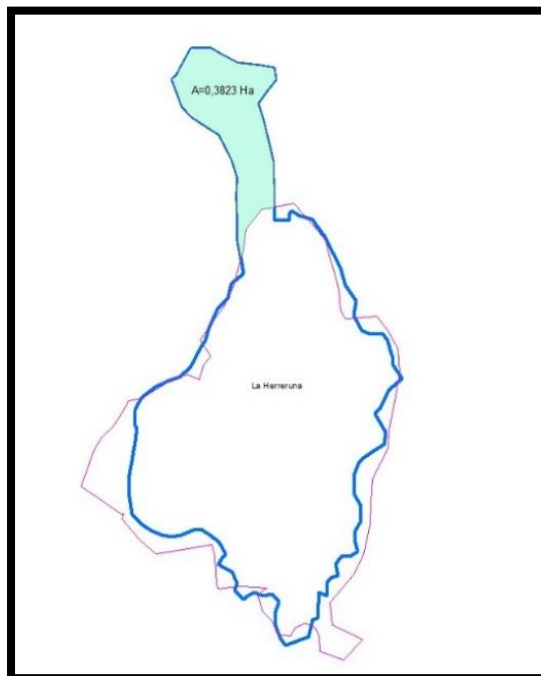


Figura 16 . Reduccion del área del Humedal Laguna la Hereruna-Guamo
Fuente: CORTOLIMA -SPADS

2-Contaminación del humedal por la presencia directa de nueve (9) vertimientos de aguas residuales. CORTOLIMA en el periodo de los años 2021-2022, identifico seis (6) vertimientos directos puntuales de viviendas y tres (3) vertimientos directos de colectores de aguas lluvias combinadas con aguas residuales (Tabla 23).

TABLA 23. Vertimientos del humedal Laguna la Herreruna Guamo Tolima

NO	LOTE-NO PREDIO	NOMENCLATURA	FICHA CATASTRAL	TIPO DE VERTIMIENTO
1	2	Carrera 12 No. 6 - 25 San Martin	0 10200230113000	Aguas grises-negras
2	3	Carrera 12 No. 6 - 63 San Martin	0 10200230112000	Aguas grises-negras
3	27	Calle 2 No. 11 - 28 Pablo Sexto	0 10200230038000	Aguas grises-negras
4	36	carrera 13 No 2 - 64 San Martin	0 10200230053000	Aguas grises-negras
5	42	Carrera 13 No. 3 - 63/64/70	0 10200230091000	Aguas grises-negras
6	43	Carrera 13 No. 3 - 64 San Martin	0 10200230059000	Aguas grises-negras

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Laguna La Herreruna

7	45	Carrera 13 No. 3 – 84	0 10200230060000	Aguas lluvias-aguas grises-negras
8	51	Carrera 12a No 6 – 68	0 10200230066000	Aguas lluvias-aguas grises-negras
9	Frente Lote 4	Descole aguas lluvias	No aplica	Aguas lluvias-Aguas grises

Fuente: CORTOLIMA SPADS 2022

Los vertimientos de las aguas residuales de tipo doméstico que han penetrado al humedal, desde hace mas de 10 años han generado la sedimentación y su colmatación de humedal, generando disminución en la capacidad de resiliencia del humedal delimitada de 3.03 Ha. Lo anterior, ha perjudicado de manera directa la fauna y flora característica de este ecosistema, por tanto, es importante que se eliminen estos vertimientos para la conservación de este humedal en el municipio de Guamo. La presencia de los vertimientos también genera un impacto social, ambiental y generan un problema a la solubridad de la comunidad circunvecina que percibe constantemente los malos olores.



Fotos 29, 30, 31. Algunos vertimientos del Humedal laguna La Herreruna

Fuente: El Autor (2022)

2-Crecimiento de vegetación de macrofitas sobre el cuerpo de agua , generalmente de especies acuaticas invasoras que producen grandes cantidades de biomasa , que invaden el espejo de asgua , impidiendo el intercambio gaseoso , que ha generado una eutrofication de humedal en los últimos ños y ha generado que a la fecha, el espejo de

agua sea difícil de observar y solo queden algunos parches donde se visibiliza, situación que genera disminución de oxígeno en la columna de agua y afecta negativamente la biodiversidad de organismos acuáticos, como se puede apreciar en las fotos 32 y 33.



Fotos 32 y 33. Crecimiento de vegetación acuática en el humedal Laguna la Herreruna

Fuente: El Autor (2022)

3- Inadecuada disposición de residuos sólidos sobre la ronda hídrica y sobre el espejo de agua, que han generado focos de contaminación sobre el humedal, generalmente por la disposición inadecuada sobre los patios traseros de las casas que están sobre la franja hídrica del humedal y que por acción del viento y las lluvias son movilizados a hasta el espejo de agua y se incluye escombros que son arrojados directamente al humedal.



Fotos 34 y 35. Residuos sólidos encontrados en el Humedal Laguna La Herreruna

Fuente: El Autor (2022)

La suma de los diferentes factores llevan a cambios en el ecosistema que se traduce en pérdida de biodiversidad, pérdida de la franja protectora, fragmentación del ecosistema, aceleración de procesos de colmatación y eutroficación; eventos que han generado que

a la fecha, se refleje una perdida de aproximadamente el 12.62 % del humedal (figura 16)

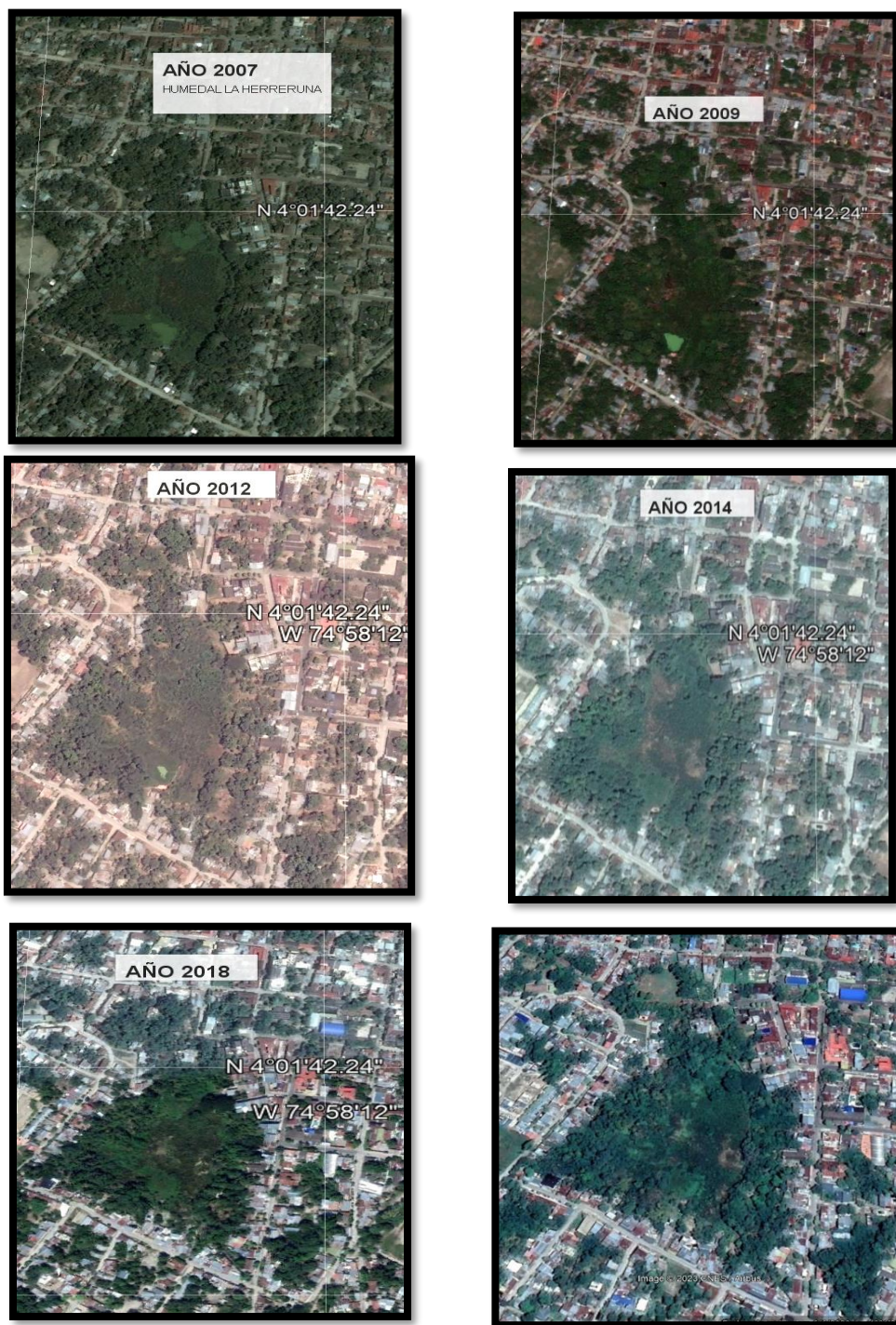


Figura 17. Transformación del Humedal Laguna La Herreruna en los años 2007,2009,2012,2018, 2022

Fuente: El autor

La disminución natural del espejo de agua y de la zona anfibia, con su consecuente colmatación y cambio del medio acuático a terrestre hasta convertirse en un bosque es parte de la dinámica de transformación de los humedales. Por lo tanto, el proceso de

acumulación de sedimentos proveniente de material erosionado aguas arriba en la cuenca o de erosión de fondo o de orilla de los ríos, forma parte de la hidrodinámica de los cuerpos de agua. Sin embargo, cuando estos procesos se ven alterados con intervenciones sin análisis integrales, se produce aceleración en la tasa de generación y depósito, y la colonización de especies vegetales terrestres se dan a mayor velocidad, cambiando la composición y dinámica ecológica de los humedales. Esta transformación acelerada del humedal para el uso en otras actividades implica pérdida de sus servicios ecosistémicos. (CVC,2018)

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se debe tener en cuenta que para abordar soluciones a la problemática se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

-Gestión interinstitucional descoordinada. La falta de claridad en los roles y competencias genera una débil capacidad de las instituciones para trabajar conjuntamente por lo cual se presenta desarticulación y algunas veces duplicidad de esfuerzos. (CVC, 2018)

-Desconocimiento o no aplicación efectiva de la normatividad ambiental. Es necesario fortalecer tanto a la comunidad interesada como a los funcionarios en las instituciones, en el conocimiento y aplicación de la normatividad para la protección de los humedales.

-Proceso de deslinde sin realizar. Esta función agraria a cargo de la Agencia Nacional de Tierras, ANT, debe ser abordada a la mayor brevedad. Se requiere de un trabajo articulado para definir el área que es propiedad del Estado, con lo cual se facilita la definición de acciones para proteger estos ecosistemas. (CVC,2018)

Teniendo en cuenta los diferentes factores que afectan el Humedal Laguna La Hereruna especialmente a la Biodiversidad y población asentada en el área de influencia, las principales acciones para su restauración y recuperación deberán dirigirse a las siguientes:

- Eliminar los vertimientos de aguas residuales que realizan sus descargas sobre el humedal, y que se sea parte de las acciones del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) del Municipio, para evitar el deterioro de la calidad del agua del humedal el aumento de la sedimentación, la colmatación, los malos olores y proliferación de vectores y plagas.
- Separar las aguas residuales domésticas de las aguas lluvias de los colectores que alimentan el humedal, articulado con el Plan Maestro de Alcantarillado Municipal, para evitar la sedimentación y colmatación del humedal.
- Aislar al máximo el área de la ronda hídrica, para controlar la expansión urbanística.
- Realizar limpieza y erradicación constante de las especies invasoras acuáticas y terrestres, tanto del espejo de agua como de la ronda hídrica.

- Realizar el manejo adecuado de residuos solidos por parte la comunidad que se encuentra en la ronda hídrica del humedal, con separación en la fuente , atraves de un programa de reciclaje comunitario , liderado por la Alcadia municipal.
- Establecer un programa periódico de educacion ambiental basado en la importancia de la biodivcersidad del Humedal.
- Dinamizar el Comité Interinstitucional del Humedal Laguna La Herreruna, para el cumplimiento de las acciones ambientales.
- Realizar operativos de control y seguimiento por parte de la Alcaldia Muncipal, para evitar la invasión del área del humnedal y su respectiva ronda hídrica,
- Reforestar el área de Ronda hidrica establecida con especies nativas y sus respectivos mantenimientos.
- Establecer un sendero ecológico y/o puntos ecologicos para el avistamiento de Aves.



ZONIFICACION DEL HUMEDAL

8. ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL

8.1 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

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).

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.

Por ejemplo, la convención plantea que “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 los 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 los 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 18).

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 hidrofíticas.



Figura 18. Estructura para la gestión del humedal

Fuente: IAVH (2014)

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 19); esto permitirá tener argumentos para la toma de decisiones de acuerdo con los principios enunciados

La Resolución 196 de 2006 del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial por su parte, define la zonificación de los humedales “como el proceso mediante el cual, a partir de un análisis integral ecosistémico y holístico, se busca

identificar y entender áreas que puedan considerarse como unidades homogéneas en función de la similitud de sus componentes físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales” “... 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 19. Criterios para la toma de decisiones y el análisis de las implicaciones.

Fuente: IAVH (2014)

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 y protección 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 recuperación 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:

- A. *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*.
- B. *Usos compatibles.* Son aquellos que no se oponen al principal y concuerdan con la potencialidad, la productividad y demás recursos naturales conexos.
- C. *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.
- D. *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 Laguna La Herreruna se realizó a partir del análisis integrado de los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos del área de influencia del humedal. Estos análisis incluyen los aportes de la comunidad y entidades municipales que participaron en los talleres realizados durante este proyecto.

En el proceso de zonificación se tuvieron en cuenta los lineamientos generales de los documentos: La Convención Ramsar Resolución VIII-14, 2002 “Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales”; La Guía Técnica para formulación de Planes de Manejo para los Humedales de Colombia Resolución 0196 de 2006 del MAVDT. (Fig 20)

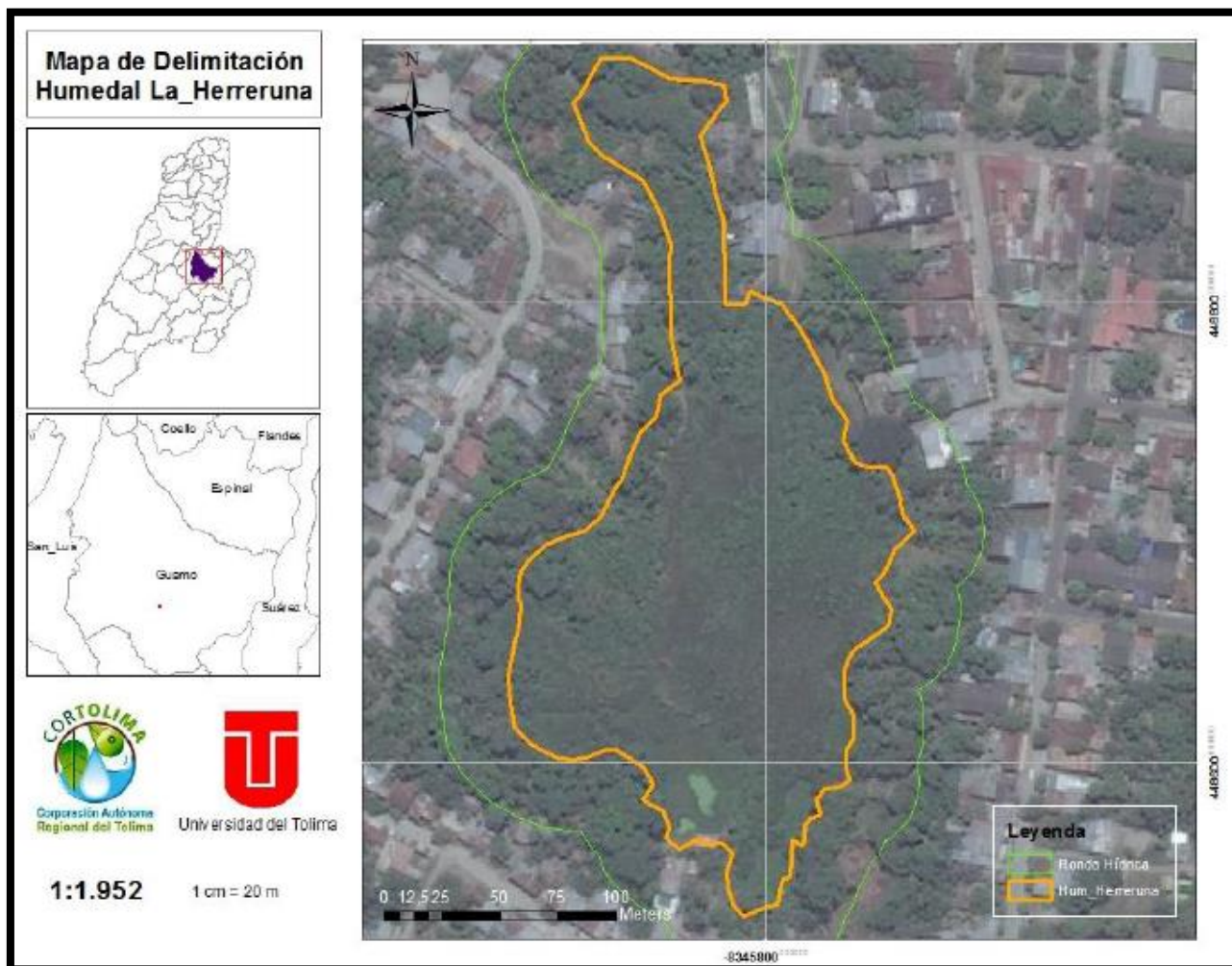


Figura 20 Mapa de zonificación, Humedal Laguna La Herreruna, -Municipio del Guamo- Departamento del Tolima

Delimitación de Área de Estudio

La extensión máxima del área de estudio correspondió a un área total de 2500 ha (Figura 21). Como referencia para la identificación de los elementos del paisaje, se utilizaron imágenes de satélite de ArcGIS online (escala 1:25000) donde se incluyó como parte de la matriz todos los componentes más importantes. Dichos componentes fueron parte del territorio de interés económico como los cultivos, zonas de transporte, poblaciones o áreas urbanas en lo posible, infraestructura vial y de interés económico como los canales de riego y áreas de interés ambiental como teselas que corresponden a Vegetación de Crecimiento Secundario o Rastrojos etc.

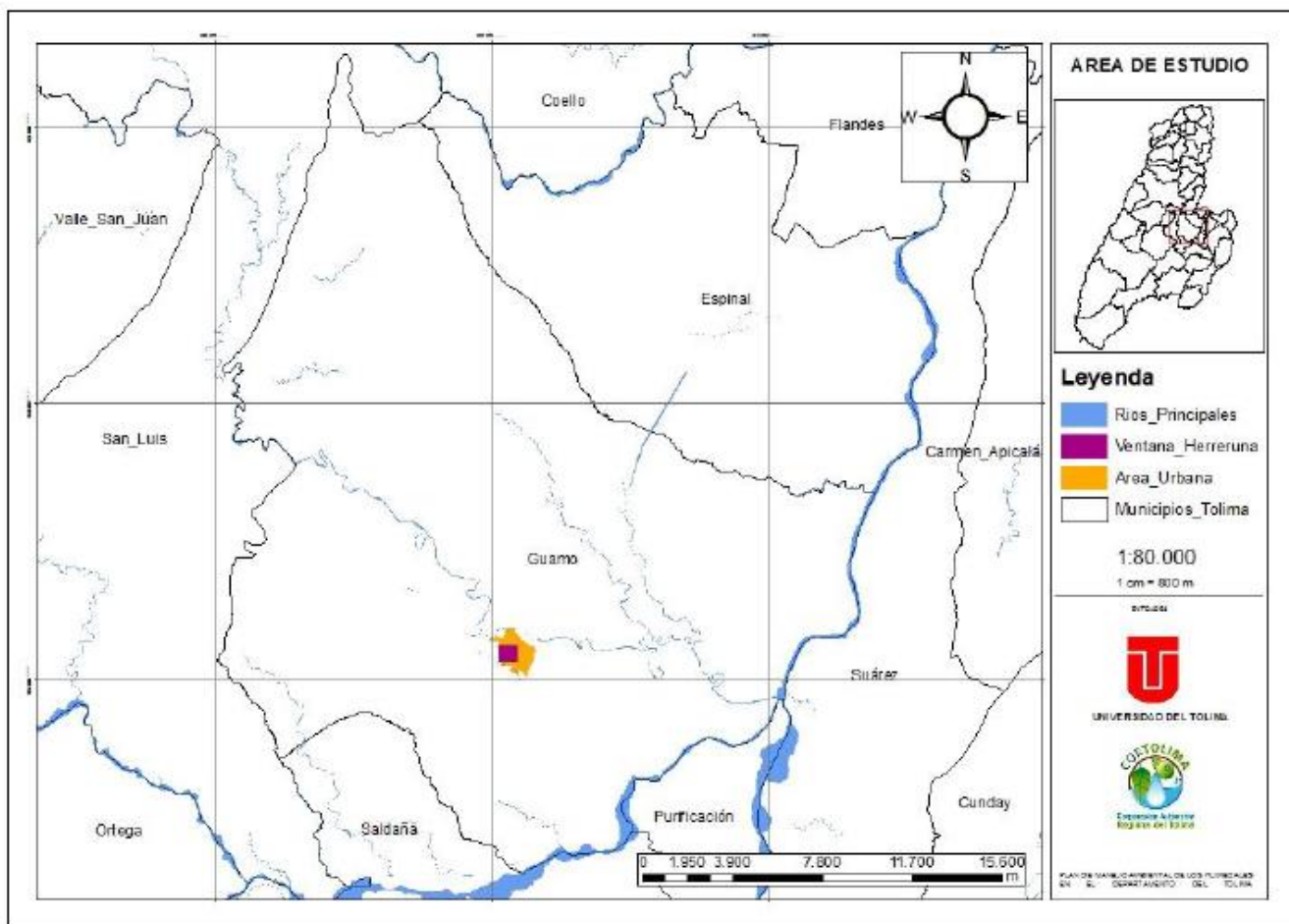


Figura 21. Extensión máxima del área de estudio

Fuente: El Autor (2022)

8.2.1 Escala de edición

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

8.2.2 Sistemas de Información Geográfica

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

fueron transformados a la referencia espacial Datum Magna-Sirgas y agregados al proyecto de digitalización.

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

Se procedió a realizar la cartografía del límite de cada ecosistema con el cual se realizaron los modelamientos con los que se delimitaron cada una de las unidades de zonificación a través del software ArcGIS 10.1. Las unidades, coberturas o zonificaciones se realizaron creando los polígonos que delimitan manchas homogéneas, interpretándose como hábitats o coberturas en función de su color y textura. Una vez delimitada la cobertura o zonificación (vector o polígono) se procedió a introducir sus atributos, como nombre, Perímetro y Área (ha).

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

da y procesada en un Sistema de Información Geográfica. Finalmente se crearon atributos que corresponde a Área, Perímetro y Nombre.

8.2.3 Conservación de los Humedales

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

Delimitación de Rondas Hídricas

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

Criterios para la Zonificación Ambiental

La observación y análisis integrado de los elementos del paisaje permiten la identificación, delineación y caracterización de las coberturas o zonificaciones. Para tal fin se tuvo en cuenta manchas homogéneas, interpretándose como hábitats, ecosistemas o zonificaciones en función de su color y textura.

8.3 ZONIFICACIÓN PRINCIPAL

Las unidades zonificadas para toda el área de estudio se definieron de acuerdo con las siguientes categorías de sensibilidad ambiental:

Áreas de especial significado ambiental (AESAs) como áreas naturales protegidas, ecosistemas sensibles, rondas, corredores biológicos, presencia de zonas con especies endémicas, amenazadas o en peligro crítico.

Para la Zona de Preservación Estricta, se delimitaron los humedales naturales y pantanos de la zona, teniendo en cuenta la profundidad máxima de 6 metros, de acuerdo a la metodología Ramsar.

Para las Zonas de Conservación, los Bosques y Rastrojos densos, naturales y seminaturales, donde prevalece el bosque secundario (intervenido) sobre áreas de ecosistemas en sucesión vegetal (rastrojos naturales) (MAVDT, 2010)

Metodología general para la presentación de estudios ambientales

8.3.1 Áreas de recuperación ambiental (ARA)

Hacen parte de esta categoría, aquellas zonas que han perdido o que han sufrido algún grado de afectación importante, es decir impactos ambientales de tipo severo o crítico fundamentalmente, lo cual ha tenido como consecuencia una degeneración de sus condiciones naturales y en las cuales deben tomarse medidas correctivas con el fin de mitigar o corregir totalmente el proceso causante de la degradación del ecosistema. Esta área comprende la siguiente área y unidad de manejo.

Por lo anterior serán áreas erosionadas, de conflicto por uso del suelo o contaminadas, como Pastos naturales, arbolados o con Rastrojo abierto, corresponden a áreas abiertas que generalmente son utilizadas para la ganadería.

8.3.2 Áreas de importancia social (AIS) tales como asentamientos humanos, de infraestructura física y social y de importancia histórica y cultural.

En cuanto a la infraestructura, se tuvo en cuenta la delimitación de los canales de riego para la adecuación de tierras, las vías principales (pavimentadas) y secundarias (sin Pavimentar). Además de las edificaciones y pistas de aterrizaje de avionetas para la fumigación. En cuanto a los cuerpos de agua, corresponden a lagunas naturales o artificiales y los cauces activos de los ríos.

8.4 CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN INTERMEDIA

8.4.1 Humedales (Z1)

Teniendo en cuenta la definición tomada por el Ministerio del Medio Ambiente, adoptada de la definición de la Convención Ramsar, la cual establece que "...son humedales aquellas extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros". (Fide Scott y Carbonell 1986) en Política Nacional Para Humedales Interiores de Colombia, (2001).

Esta es una unidad que, debido a su importancia para la conservación de la diversidad biológica, se encuentra ligada a otros tantos sistemas ecológicos de la misma área.

Los humedales son cuerpos o espejos de agua superficial que en forma natural podrían estar establecidos en alguna subcuenca. Su gran importancia radica en que son sitios de refugio para aves y mamíferos; pero, además, es de reconocer y exaltar su belleza paisajística. Además, de las lagunas y humedales que se pueden encontrar en la zona.

Cabe destacar que el humedal La Garcera se encuentra en el área rural del Municipio de Saldaña, en el Departamento del Tolima, entre los municipios de Guamo y Coyaima (corregimiento de Castilla), por la ruta nacional número 45. Para llegar al Humedal, desde el Casco urbano de Saldaña vía Purificación se encuentra la intersección de la calle 11 del área urbana y el canal de riego de Usosaldaña. En el sentido Occidente-Oriente, partiendo de la intersección y siguiendo por el canal a 3.5 kilómetros aproximadamente se encuentra el humedal.

8.4.2 Vegetación de Crecimiento Secundario (Z2)

En general, están formados por el bosque de porte mediano. Es una comunidad natural, formada por la agrupación de plantas con una estructura vertical medianamente definida (estratos Arbustivo). Estas áreas son ecosistemas, representados por pequeños relictos de bosque natural que se pueden encontrar generalmente en los márgenes de fuentes de agua (formación denominada como “Bosques de Galería”, estas estructuras se encuentran dispersas latitudinalmente.

8.4.3 Infraestructura (Z3)

Corresponde a áreas de desarrollo rural o urbano y están relacionadas con casas-lotes en el área o destinadas a sectores industriales o de producción agropecuaria. Las construcciones están por lo general conectadas por redes viales que convergen a vías principales de la zona de estudio.

8.4.4 Rastrojo (Z4)

Hace referencia a zonas donde prevalece ecosistemas en sucesión vegetal (rastrojos naturales), estas áreas se caracterizan por que han tenido un mayor contacto con las comunidades humanas de la región y por tanto han sufrido una mayor predación, ya sea para consumo de leña, uso de madera, entre otras actividades, situación que ha conllevado a una pérdida de su diversidad biológica y estructural, permitiendo que en ello se presenten procesos naturales de sucesión vegetal.

8.4.5 Arborización Urbana (Z5)

Son aquellas especies cumplen otras importantes funciones para la ciudad y sus habitantes: sirven como regulación ambiental, atenuación de ruidos, depuración del aire, aportación de humedad, frescura y sombra, dan placer, tranquilidad y armonía, de ambientación y valorización paisajística. Los árboles son parte importante del sistema de vida en el planeta y desempeñan un papel fundamental en la sostenibilidad.

8.5 RESULTADOS

8.5.1 Zonificación Principal

De acuerdo con la agrupación de atributos y polígonos comunes, entendiéndose por atributos las unidades definidas en las diferentes variables, en general se determinaron 37 polígonos agrupados en 3 categorías o zonificaciones. Se delimitó un total de 57,3 hectáreas; la zonificación principal de mayor extensión (40,9 ha) corresponde a la Zonificación de Área de Importancia Social (AIS), seguido de Áreas de Especial Significado Ambiental (AESA) con una extensión de 9 hectáreas. Finalmente, el polígono de menor extensión corresponde a las Áreas de Recuperación Ambiental (ARA) con un área de 7,4 hectáreas (Tabla 24).

TABLA 24. Resultados de Fragmentos Zonificación Principal

Nombre	Área (ha)	# de Polígonos	% de Área
AESA	9,0	3	16
AIS	40,9	24	71
ARA	7,4	10	13
	57,3	37	100

Fuente: Giz 2016

La mayor representatividad de las zonas corresponde a las Áreas de Importancia Social (AIS) con un 71 % y está compuesta por 24 fragmentos o polígonos. Dicho valor refleja la existencia del Humedal Laguna La Herreruna, dentro del casco urbano del Municipio del Guamo, en el Departamento del Tolima.

En segundo lugar, de representatividad fue para la zonificación Áreas de Especial Significado Ambiental (AESA), con un 16% y se constituye en un número de fragmentos menor (3), donde se agrupan áreas de rastrojos, vegetación de Crecimiento Secundario y el humedal. La menor representatividad correspondió a la zonificación Áreas de Recuperación Ambiental (ARA), con un 13 % y corresponden a áreas como pastizales arbolados o desnudos (Figura 22).

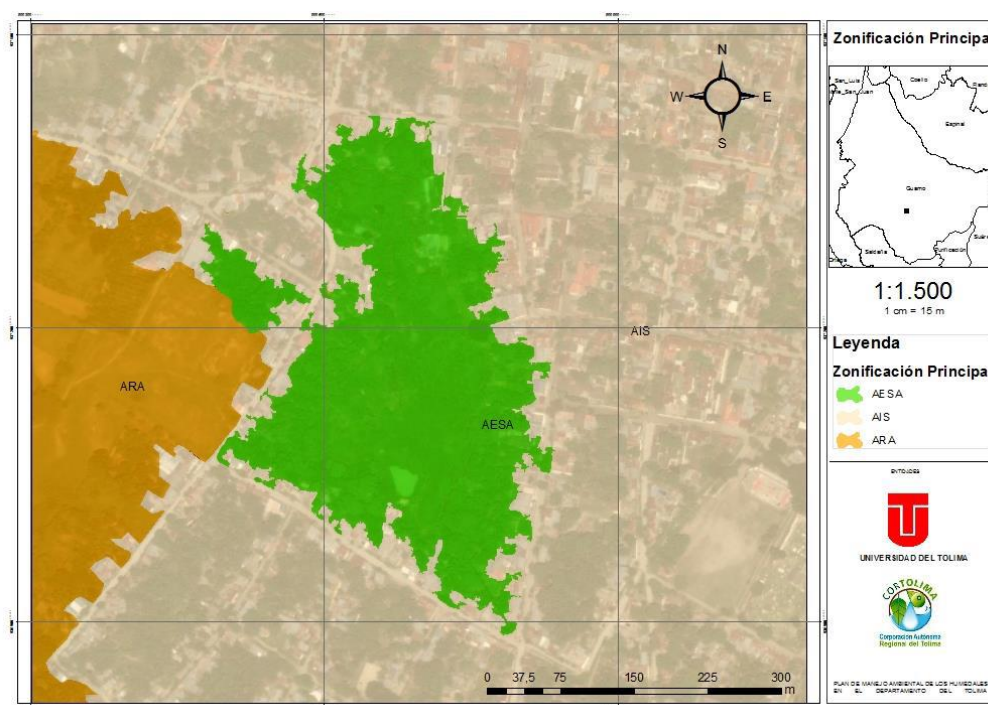


Figura 22. Mapa de Zonificación Principal

Fuente: GIZ 2016

8.5.2 Zonificación Ambiental Intermedia

De manera general se delimitaron 37 fragmentos o polígonos, evitando en lo posible errores topológicos, agrupados en 5 categorías o zonificaciones (Figura 23). Se delimitó un total de 57,3 hectáreas; determinando además la zonificación de mayor extensión (29,1 ha) que corresponde a la Zonificación Z3, Área Urbana, donde dicho valor refleja la dominancia de infraestructura del casco urbano del Municipio del Guamo, en el Departamento del Tolima (Tabla 8.2). La zonificación Z5 también presentó el mayor número de polígonos o fragmentos.

En segundo lugar, la Arborización Urbana como zonificación Z5, con 17 polígonos y un área o extensión de 11,6 hectáreas; dicha zonificación se encontró inmersa en la matriz, junto a la zonificación Z3, ya que específicamente Z5 es utilizada sobre todo en los patios de las casas del Área urbana del Municipio del Guamo, como vegetación ornamental o como frutales (Tabla 25).

La zonificación de menor extensión corresponde al Humedal Laguna La Herreruna Z1, el cual de acuerdo a la figura 23 se evidencia que está rodeado de área urbana y a Vegetación de Crecimiento Secundario. La extensión es de 3.03 hectáreas aproximadamente y se compone de un polígono.

TABLA 25. Resultados de Fragmentos Zonificación Intermedia

Nombre	Zonificación Intermedia	Área (ha)	# de Polígonos	% de Área
Humedal	Z1	3.03	1	5,2
Vegetación de Crecimiento Secundario	Z2	6.00	2	10,4
Área Urbana	Z3	29,20	7	51,1
Rastrojos	Z4	7,3	10	12,9
Arborización Urbana	Z5	11,6	17	20,2
		57,33	37	100

Fuente: Giz 2016

Al igual que la clasificación de acuerdo a la extensión de cada zonificación, la representatividad refleja de manera más general la dominancia de algunas zonificaciones y de manera particular corresponde a Z3 con un 51,1% del área total digitalizada en la ventana de trabajo. Con un valor mucho menor, se determinó que la segunda representatividad fue para Z5 (20,2) y en último lugar fue para Z1 con 5,2%.

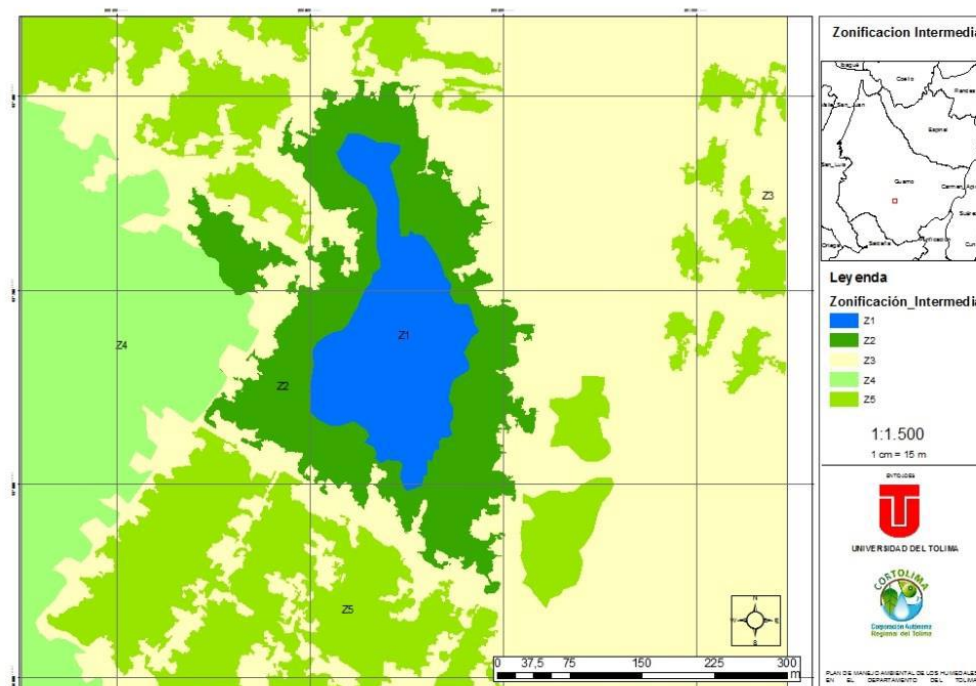


Figura 23. Mapa de Zonificación Ambiental Intermedia

Fuente: Giz 2022

8.5.3 Rondas Hídricas

Para garantizar el equilibrio ecológico y el manejo y aprovechamiento racional de los recursos naturales y poder garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución, la conservación de las especies animales y vegetales, la protección de áreas de especial importancia ecológica como son los humedales, así como los demás intereses de la comunidad relacionados con la preservación y restauración del medio ambiente, se pueden establecer las rondas hídricas.

Por lo anterior y como propuesta de conservación del Humedal Laguna La Herreruna, se calculó la ronda hídrica a 30 metros del humedal (Figura 24), y se determinó el área de ganancia para la conservación. Al realizar la intersección de las capas del humedal con las de la ronda hídrica, se unificó la clasificación en Z1 para la propuesta de conservación (Tabla 26).

TABLA 26. Áreas de Conservación de Humedales con Ronda Hídrica

Nombre	Zonificación Intermedia	Área (ha) sin Ronda Hídrica	Área (ha) con Ronda Hídrica	# de Polígonos
Humedal	Z1	3,03	6,2	1
Vegetación de Crecimiento Secundario	Z2	6	2,9	2
Área Urbana	Z3	29	29	7
Rastrojos	Z4	7,3	7,3	10
Arborización Urbana	Z5	11,6	11,6	17
		57,3		37

La zonificación Z1 sin ronda hídrica presentó un área de 3,03 hectáreas aproximadamente. Con la ronda hídrica el área del humedal aumento a 6,2 hectáreas. De acuerdo a la tabla 8.3, la ronda hídrica cubre gran parte de lo que corresponde a vegetación de crecimiento secundario que haría parte del humedal si se establece la propuesta de conservación. Por lo anterior el área sin ronda hídrica de Z2 es de 6 hectáreas y pasaría a 2,9 disminuyendo en un 50% aproximadamente (Tabla 26). Finalmente se evidencia que las zonificaciones Z3, Z4 y Z5 no cambiarían significativamente de extensión.

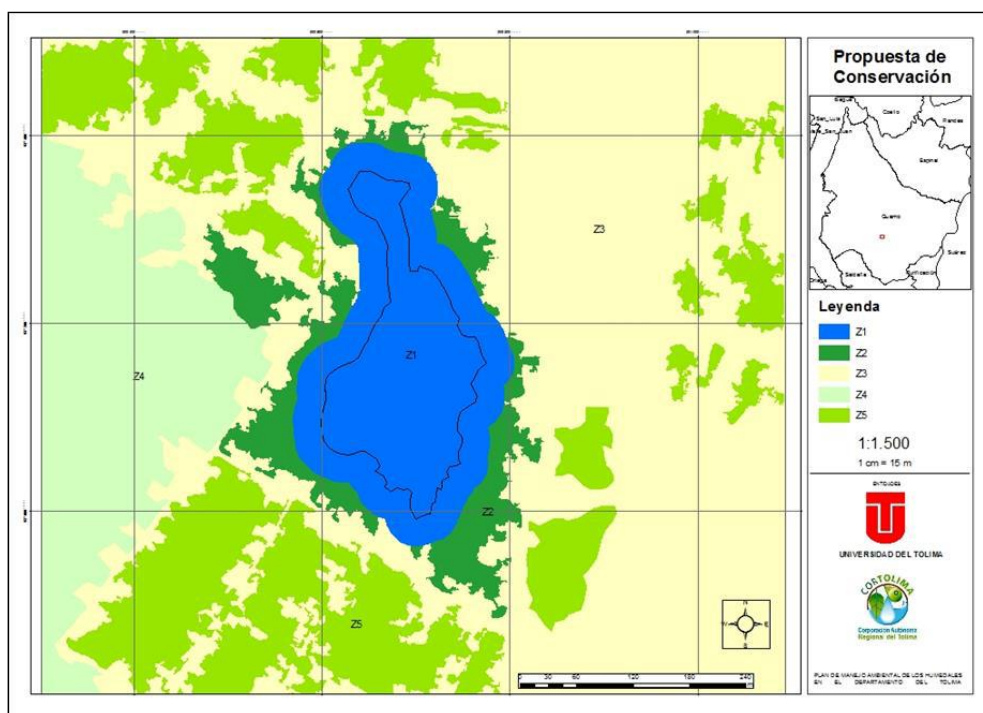


Figura 24. Mapa de Cálculo de Ronda hídrica

Fuente: Giz 2016

8.6 AJUSTE A LA ZONIFICACION EN EL PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

El municipio de Guamo el 30 de septiembre del 2022 adopta el acuerdo 014 del 2022 mediante el cual se modifica el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio del Guamo Tolima, en el marco de la revisión y ajuste.

El Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio del Guamo reconoce las áreas protegidas y el valor ambiental de las mismas, incluyendo los humedales como ecosistemas frágiles e importantes, El PBOT reglamenta el Humedal Laguna La Herreruna y los otros 4 humedales presentes en el municipio.

Acontinuacion se describe el capitulo III del PBOT que trata el sistema de áreas de protección y el valor ambiental urbano.

CAPÍTULO III. SISTEMA DE ÁREAS DE PROTECCIÓN Y VALOR AMBIENTAL URBANO

ARTICULO 123°. -ESTRUCTURA ECOLOGICA PRINCIPAL URBANA

El Decreto 3600 de 2007 (Modificado por el Decreto 1077 de 2015), define Estructura Ecológica como: "el conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan

sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones".

De acuerdo a esta definición; hacen parte de la estructura ecológica principal urbana del municipio del Guamo los siguientes elementos:

- a. Quebradas y Drenajes
- b. Zonas Riparias
- c. Humedales
- d. Conectores de biodiversidad

ARTICULO 124°. -ZONAS RIPARIAS

Corresponde a los ecosistemas asociados a un cuerpo de agua. Compuestos por vegetación arbórea y arbustiva de porte diverso. Estas zonas riparias asociadas a los cauces brindan diversos servicios eco sistémicos principalmente de regulación hídrica, de temperatura y la moderación a extremos ambientales, además de la conectividad que brindan a las especies de flora y fauna para su intercambio genético y movilización.

ARTICULO 125°. - REGLAMENTACION DE ZONAS RIPARIAS

Uso Principal:	Preservación y restauración; Reforestación Ambiental con especies nativas.
Uso Complementario:	Investigación, Educación Ambiental; Recreación Pasiva.
Uso Condicionado:	Aprovechamiento Forestal Domestico con previa autorización de la autoridad Ambiental. Construcción de obras de infraestructura básica.
Uso Prohibido:	Minería, Reforestación Comercial, Explotaciones agropecuarias intensivas, extensivas y semi intensivas; Industriales; desarrollos para vivienda permanente; loteo con fines de construcción de vivienda masiva; quemas; corte de vegetación nativa con fines agropecuarios; caza; pesca y extracción de flora y fauna. Cualquier otro uso no descrito que vaya en contra de los usos principales o compatibles.

ARTICULO 126°. -HUMEDALES

Los humedales son ecosistemas muy frágiles e importantes para diferentes especies asociadas a ellos y como reservorios hídricos y sumideros de carbono y han sido degradados por la presión antrópica. El municipio cuenta con 5 humedales con planes de manejo ambiental adoptado por la autoridad ambiental los cuales hacen parte de la Estructura ecológica principal urbana debido a los servicios

ecosistémicos que prestan. Cada humedal se reglamenta acorde al su plan de manejo ambiental. Cuando se adopten o actualicen por la autoridad ambiental, planes de manejo ambiental para humedales dentro del suelo urbano del municipio, estos planes de manejo ambiental serán incluidos en el ordenamiento territorial sin surtir las instancias de modificación del PBOT.

ARTICULO 127°. -REGLAMENTACION DEL HUMEDAL LAGUNA LA HERRERUNA

Áreas de preservación y protección ambiental: Estas zonas corresponden a espacios que mantienen integridad en sus ecosistemas y poseen características de importancia ecológica, son fundamentales para el mantenimiento de las condiciones ecológicas del humedal. Corresponde al cuerpo de agua y la ronda hídrica de este identificadas como Z1 en su plan de manejo ambiental.

Uso Principal:	Conservación de la estructura ecológica; Anidación de especies de Fauna; Fertilización y aporte de sedimentos.
Uso Complementario:	Educación ambiental; Turismo contemplativo; Procesos de reforestación con especies endémicas de uso protector; Investigación de la biodiversidad; Limpieza y Extracción de cuerpos extraños o vegetación del Humedal.
Uso Condicionado:	Pesca artesanal.
Uso Prohibido:	Recreación activa; Vivienda u otra actividad que implique construcciones permanentes que ejerzan deterioro o contaminación o interfieran sobre los drenajes superficiales, formaciones vegetales y alteren las dinámicas ecológicas del humedal; Extracción de madera o actividades mineras; Cacería de fauna dentro del humedal y el área de influencia definida; Pesca con explosivos o agentes químicos. Actividades de pastoreo extensivo; Tránsito de maquinaria para producción agrícola y la quema de cualquier tipo de vegetación.



OBJETIVOS DEL PLAN DE ACCION

9. OBJETIVOS.

9.1 OBJETIVO GENERAL DEL PLAN DE MANEJO

Conservar las condiciones naturales que permitan el mantenimiento de la biodiversidad y la capacidad de regulación hídrica del Humedal Laguna La Herreruna.

9.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recuperar y restaurar un área de especial significancia ambiental con el fin de garantizar la calidad del recurso hídrico y mantenimiento de la biodiversidad.
- Realizar un aprovechamiento ambientalmente sostenible de la riqueza faunística y florística del humedal.
- Conservar las zonas que aún no han sido afectadas por procesos de origen antrópico.

PLAN DE ACCION



10. PLAN DE ACCION

10.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

10.1.1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se abordan los temas concernientes a la planificación de las actividades derivadas del ajuste del PMA Humedal Laguna La Herreruna, en el 2022, dentro del marco de lo institucional, legal, económico, ambiental, social y de política pública, para los ecosistemas estratégicos.

Por tanto el presente Plan de Manejo Ambiental del humedal, tiene como propósito rehabilitar algunas de las funciones que presta estos ecosistemas a través de la conservación de los valores que cumple ambientalmente y beneficiar las especies de flora y fauna que aún se mantienen, con el establecimiento de programas viables a corto, mediano y largo plazo que promuevan una conciliación del hombre con la naturaleza y coordinar acciones, mediante mecanismos de participación con la comunidad local, institucional e industrial.

Los ecosistemas de humedal desempeñan un papel fundamental dentro del funcionamiento de una cuenca, dependiendo para ello del comportamiento del ciclo hidrológico; contribuyen a la vez a la regulación de la misma, y ofrecen una gran variedad de bienes, servicios, usos y funciones para el ser humano, la flora y fauna silvestre, así como, para el mantenimiento de sistemas y procesos naturales (Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

El presente Plan de Manejo, integra las variables socioculturales, de tradición del uso del suelo, de la fauna y flora endémica presente aún en el ecosistema y aspectos físicos, con la finalidad de planificar el desarrollo sostenible en el humedal, abriendo canales de participación activa que permita adelantar acciones de intervención para rehabilitación de hábitat en este humedal, bajo los lineamientos dados en el marco de la normatividad nacional sobre el manejo de los humedales en la Resolución 157 de 2004, Resolución 196 de 2006 y Resolución 1128 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La propuesta se hace en torno al humedal la Herruna, teniendo en cuenta la condición y la gran importancia que dicho ecosistema 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.

10.1.2 METODOLOGÍA

La metodología para el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental (PMA), se llevó a cabo acorde con las características particulares de cada área, se identificó el humedal que por su unidad en si por sus características físicas , es de mayor relevancia en el municipio de Guamo del departamento del Tolima, a partir de los PMA Humedal La Herruna AÑOS 2009-2015 y el ajuste PMA la Herruna 2022 , se recopiló información que sirvió para identificar los vacíos de información y así orientar los trabajos técnicos.

La información recopilada además de aportar elementos de análisis justificaba la implementación de acciones que desembocaran en la elaboración de un plan de manejo para recuperar parte del área afectada y preservar área que todavía conserva las condiciones hidrobiológicas y los recursos existentes y mejorar la calidad de vida de los habitantes directos sobre el humedal; 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 Laguna La Herreruna, la proyección de la perspectiva y la zonificación, para así, terminar con la reformulación del plan de manejo ambiental, con un componente básico de participación en el cual se concertarían 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 identificó el humedal, 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 las diferentes observaciones directas sobre el área de humedales pueda orientar la formulación del plan de manejo.

Para efectos del desarrollo de las acciones propuestas por el plan de acuerdo a su nivel jerárquico y la dependencia e inclusión de unas con otras, se estableció en primera instancia el rediseño 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, del PBOT Municipal de Guamo, POMCA Rio Luisa y otros directos al Magdalena - (Documentos CORTOLIMA-, Plan de desarrollo municipal de Guamo, Estudio de zonas secas en el departamento del Tolima y Plan de Acción Departamental del Tolima 2020-2023.

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 la zona del humedal, 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.

VISIÓN

Para el presente plan, considerando lo expuesto en el marco conceptual, la visión es: *“Para el 2032 se espera tener restaurado ecológicamente el 50% del Humedal Laguna La Herrerunal, disminuyendo las amenazas que ponen en riesgo el recurso hídrico, la 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.”*

MISIÓN

“Desarrollar una amplia gestión institucional con participación pública, privada y comunitaria que propenda por la conservación, recuperación y el uso sostenible de los recursos hídricos, flora, fauna y biodiversidad, con fundamento en la administración eficiente y eficaz, de los recursos naturales en el humedal natural la

Herreruna del municipio de Guamo en el valle cálido del Magdalena del departamento del Tolima”.

TIEMPOS DE EJECUCIÓN

Corto plazo: 1 a 3 años.

Mediano plazo: 3 a 6 años.

Largo plazo: 6 a 10 años.

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 La Herreruna. 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 Laguna La Herreruna.

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 La Herreruna. 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.

10.2 PROGRAMAS Y PROYECTOS

PROGRAMA 1.

RECUPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL HUMEDAL Y SU BIODIVERSIDAD.

Proyecto 1.1. Recuperación del humedal

Justificación:

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

Objetivo general:

Emprender acciones que garanticen la recuperación y protección de Humedal Laguna La Herreruna en su componente hídrico y biótico.

Objetivos específicos:

- Limpiar y recuperar el espejo de agua del humedal
- Recuperar la ronda hídrica del humedal y su franja de protección
- Implementar un programa de saneamiento básico del humedal

Meta:

- Mejorar las condiciones físicas y biológicas del Humedal Laguna La Herreruna en un 50% a largo plazo.

Actividades:

- Rocería y limpieza periódica encaminada a reducir la proliferación y permanencia de especies invasoras alrededor y dentro del humedal.

- Aislamiento de la ronda hídrica del humedal mediante la implementación de cercas vivas con especies nativas.
- Eliminación de vertimientos puntuales
- Limpieza y recolección de residuos sólidos

Indicadores:

- Hectáreas del espejo de agua recuperado por año.
- % de aislamiento de la ronda hídrica del humedal
- % de vertimientos eliminados
- Número de jornadas de limpieza y recolección de residuos realizadas

Partes involucradas:

1. Entidades locales: Alcaldía municipal. ESPAG-Guamo
2. Entidades estatales: Gobernación, CORTOLIMA.
3. Comunidad local.
4. Empresas privadas-Autovías

Prioridad: Corto y Mediano Plazo.

PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y SU BIODIVERSIDAD.										
Proyecto 1.1. Recuperación del espejo de agua y ronda hídrica.										
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1.1 Roca y limpieza periódica encaminada a reducir la proliferación y permanencia de especies invasoras alrededor y dentro del humedal. (Ha)	2.5	*	2.5	*	2.5	*	*	*	*	*
1.1.2 Aislamiento de la ronda hídrica del humedal mediante la implementación de cercas vivas con especies nativas(km)	*	1.32	*	*	1.32		*	1.32	*	*
1.1.3 Saneamiento Básico del Humedal	*	1	1	1	*	*	*	*	*	*

Costos

PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.			
Proyecto 1.2. Recuperación del humedal			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1.1.1 Roca y limpieza periódica encaminada a reducir la proliferación y permanencia de especies invasoras alrededor y dentro del humedal.) Ha	7.5 Ha	\$ 45.000.000/Ha	\$ 337.500.000,00

1.1.2 Aislamiento del humedal mediante la implementación de cercas vivas con especies nativas-km	3.96	\$ 24.000.000	\$ 95.040.000
1.1.3 3 Saneamiento basico del Humedal	6	\$ 25.000.000	\$ 150.000.000
Total	*****	*****	\$ 582.540.000

PROGRAMA 2

INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN

Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre la fauna y flora silvestre.

Justificación

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

Además, la alta demanda nacional e internacional de estos recursos ha conllevado cada día a incrementar el número de especies objeto de uso, es por eso que es necesario realizar estudios para conocerla, 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 fauna y flora silvestre del humedal que permita conocer su estado, estructura y composición, a fin de establecer programas de manejo para este recurso en particular.

Objetivos específicos

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

- Realizar monitoreos de fauna silvestre en la zona con el fin de obtener información sobre tamaños poblacionales de las especies.

Metas

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

Actividades

- Caracterización de la fauna y flora silvestre asociada al humedal y su área de influencia.
- Análisis físico-químico y bacteriológicos del cuerpo de agua
- **Indicadores**
- Inventario y censo consolidado de la fauna y flora silvestre.
- Listado de especies amenazadas o vulnerables que se encuentran establecidas o hacen uso transitorio del humedal y su área de influencia.
- Indicador de Calidad del agua del humedal

Partes involucradas:

1. CORTOLIMA
2. Gobernación del Tolima
3. Instituciones educativas.
4. Entidades locales: Alcaldía municipal. ESPAG-Guamo

Prioridad: Corto y mediano plazo.

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIERTIZACIÓN										
Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre la fauna y flora silvestre.										
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.1.1 Caracterización Flora asociada al Humedal (Fitoplancton, Macrofitas, Arbóreas)	*	*	*	*	X	*	*	*	*	X
2.1.2- Caracterización fauna asociada al humedal (Zooplancton, Macroinvertebrados, Herpetos, Aves, Mamíferos)	*	*	*	*	X	*	*	*	*	X
2.1.3 Análisis de Calidad de Agua	*	X	*	*	X	*	*	*	X	*

Costos

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN			
Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre la fauna y flora silvestre.			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
2.1.1 Caracterización Flora asociada al humedal (Fitoplancton, Macrofitas, Herbáceas Arbóreas)	2	\$ 25.000.000,00	\$ 50.000.000,
2.1.2- Caracterización Fauna asociada al humedal (Zooplancton, Macroinvertebrados, Herpetos, Aves, Mamíferos)	2	\$ 32.000.000,00	\$ 64.000.000
2.1.3 Análisis de Calidad de Agua	3	\$ 6.000.0000	\$ 18.000.000
TOTAL	*****	*****	\$ 132.000.000

Proyecto 2.2. 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 diálogo 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 del Humedal Laguna La Herreruna.

Objetivos específicos

- Fortalecer la organización comunitaria y la participación ciudadana.
- Contribuir a transformar hábitos culturales poco amigables con el medio ambiente y sus recursos naturales para valorar territorio como un bien comunitario e histórico.
- Implementar una educación y una formación pedagógica desde lo propio para valorar y utilizar los recursos eficiente y sosteniblemente.

Metas

- Establecer organizaciones comunitarias y grupos poblacionales involucrados e interactuando en el proceso de desarrollo sostenible DEL Humedal.
- Comunidades con conocimiento de su territorio en términos de extensión, linderos, áreas estratégicas, bienes, servicios y potencialidades.

Actividades

- Talleres educativos teórico-prácticos “Cuando Cuentas Cuencas-Humedales a Todo Color”.
- Talleres educativos teórico- “Control de Fauna y Flora”.
- Realización de jornadas de recolección de residuos sólidos
- Señalización del humedal mediante la instalación de vallas informativas ambientales.
-

Indicadores

- Número de talleres realizados /No talleres programados
- Número de vallas instaladas.

Responsables

1. Alcaldía municipal.
2. CORTOLIMA.
3. Comunidad.
4. Gobernación del Tolima

Prioridad: Corto plazo.

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
<i>Proyecto 2.2 Educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.</i>										
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.2.1 Talleres educativos teórico-prácticos “Cuando Cuentas Cuencas-Humedales a Todo Color”.	1	*	*	*	1	*	*	*	*	1
2.2.2 Taller educativo Tráfico Ilegal de Fauna y Flora	1	*	*	*	1	*	*	*	*	1
2.2.3 Material Didáctico de Humedales	50	*	*	*	50	*	*	*	*	50
2.2.4. Jornadas de recolección de residuos solidos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2.2.5 Señalización del Humedal	*	*	*	*	3	*	*	*	*	*
2.2.6 Curso de Avistamiento de Aves	*	1	*	*	*	*	*	1	*	*

Costos

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN			
<i>Proyecto 2.2 Educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales</i>			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
2.2.1 Taller Educativos teórico-prácticos “Cuando Cuentas Cuencas”	3	\$ 6.000.000,00	\$ 18.000.000
2.2.2 Taller educativo Tráfico Ilegal de Fauna y Flora	3	\$ 3.000.000,00	\$ 9.000.000
2.2.3 Material Didáctico de Humedales (Cartilla)	150	\$ 6.000,00	\$ 900.000
2.2.4 Jornadas de recolección de residuos solidos	10	\$ 3.000.000,00	\$ 30.000.000
2.2.5. Señalización (Vallas)-mantenimiento	3	\$ 8.000.000	\$ 24.000.000
2.2.6 Curso de Avistamiento de Aves	2	\$ 20.000.000	\$ 40.000.000

TOTAL	*****	*****	\$ 121.900.000
-------	-------	-------	----------------

PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.

Manejo y uso sostenible

Proyecto 3.1. Control y seguimiento.

Justificación

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

Objetivo general

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

Objetivos específicos

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

Metas

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

Actividades.

- Operativos de control y vigilancia a los procesos de recuperación del humedal.
- Operación del comité interinstitucional del humedal.

Indicadores.

- Número de operativos de control y vigilancia realizados en torno la ejecución de actividades del plan de manejo del humedal.
- Número de reuniones de comité.

Responsables

1. CORTOLIMA.
2. Alcaldía municipal.
3. Gobernación.
4. Policía ambiental.
5. Academia.

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

Costos

PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.			
<i>Proyecto 3.1. Control y seguimiento.</i>			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
3.1.1 Operativos de control, seguimiento y vigilancia del Humedal	9	\$ 500.000,00	\$ 4.500.000,00
3.1.2 Operacion Comité Interinstitucional del Humedal	10	\$ 400.000,00	\$ 4.000.000,00
Total	*****	*****	\$ 8.500.000,00

9.9 PLAN DE TRABAJO ANUAL

Programas y Proyectos	PLAN DE TRABAJO ANUAL (AÑO)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X
PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.										
Proyecto 1.1. Recuperación del humedal										
Actividades										
1.1.1 Rocería y limpieza periódica encaminada a reducir la proliferación y permanencia de especies invasoras alrededor y dentro del humedal. (Ha)	2.5	*	2.5	*	2.5	*	*	*	*	*
1.1.2 Aislamiento de la ronda hidrica del humedal mediante la implementación de cercas vivas con especies nativas(km)	*	1.32	*	*	1.32		*	1.32	*	*
1.1.3 Saneamiento Basico del Humedal	*	1	1	1	*	*	*	*	*	*
PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre la fauna y flora silvestre.										
2.1.1 Caracterización Flora asociada al Humedal (Fitoplancton, Macrofitas, Arbóreas)					X					X
2.1.2- Caracterización fauna asociada al humedal (Zooplancton, Macroinvertebrados, Herpetos, Aves, Mamíferos)					X					X
2.1.3 Análisis de Calidad de Agua		X			X				X	
PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
Proyecto 2.2 Educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.										
2.2.1 Talleres educativos teórico-prácticos “Cuando Cuentas Cuencas-Humedales a Todo Color”.	1	*	*	*	1	*	*	*	*	1
2.2.2 Taller educativo Tráfico Ilegal de Fauna y Flora	1	*	*	*	1	*	*	*	*	1
2.2.3 Material Didáctico de Humedales	50	*	*	*	50	*	*	*	*	50
2.2.4 Jornadas de recolección de residuos solidos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2.2.5 Señalización del Humedal	*	*	*	*	3	*	*	*	*	*
2.2.6 Curso de Avistamiento de Aves	*	1	*	*	*	*	*	1	*	*
PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.										
Proyecto 3.1. Control y seguimiento.										
3.1.1 Operativos de control, seguimiento y vigilancia del Humedal	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.1.2 Conformación Comité Interinstitucional del Humedal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

9.10 COSTOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

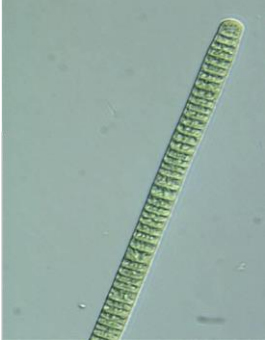
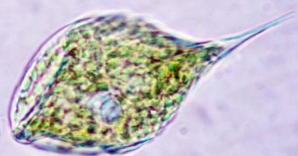
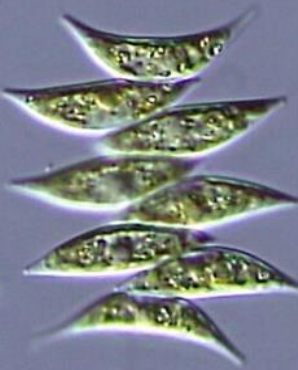
Programas y Proyectos	PLAN DE TRABAJO ANUAL (AÑO)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X
PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.										
Proyecto 1.1. Recuperación del humedal										
1.1.1 Rocería y limpieza periódica encaminada a reducir la proliferación y permanencia de especies invasoras alrededor y dentro del humedal.) Ha	\$ 337.500.000,00									
1.1.2 Aislamiento del humedal mediante la implementación de cercas vivas con especies nativas-km	\$ 95.040.000									
1.1.3 Saneamiento basico del Humedal	\$ 150.000.000									
SUBTOTAL	\$ 582.540.000									
PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre la fauna y flora silvestre.										
2.1.1 Caracterización Flora asociada al humedal (Fitoplancton, Macrofitas, Herbaceas Arbóreas)	\$ 50.000.000,									
2.1.2-Characterizacion Fauna asociada al humedal (Zooplancton, Macroinvertebrados, Herpetos, Aves, Mamíferos	\$ 64.000.000									
2.1.3 Análisis de Calidad de Agua	\$ 18.000.000									
SUBTOTAL	132.000.000									
PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
Proyecto 2.2 Educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales										
2.2.1 Taller Educativos teórico-prácticos “Cuando Cuentas Cuencas”	\$ 18.000.000									
2.2.2 Taller educativo Tráfico Ilegal de Fauna y Flora	\$ 9.000.000									
2.2.3 Material Didáctico de Humedales (Cartilla)	\$ 900.000									
2.2.4 Jornadas de recolección de residuos solidos	\$ 30.000.000									
2.2.5. Señalización (Vallas)-mantenimiento	\$ 24.000.000									
2.2.6 Curso de Avistamiento de Aves	\$ 40.000.000									
SUBTOTAL	121.900.000									
PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.										
Proyecto 3.1. Control y seguimiento.										
3.1.1 Operativos de control, seguimiento y vigilancia del Humedal	\$ 4.500.000,00									
3.1.2 Conformación Comité Interinstitucional del Humedal	\$ 4.000.000,00									
SUBTOTAL	\$ 8.500.000,00									
TOTAL	\$ 844.940.000									

ANEXOS

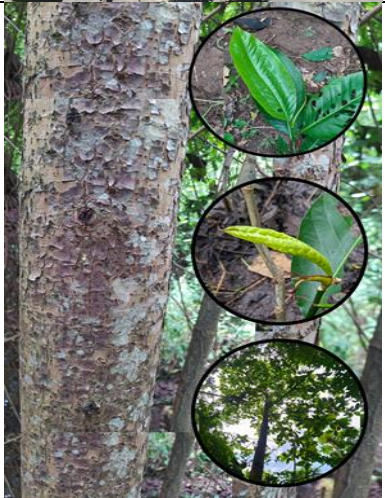
Anexo A. Especies de flora registradas en el Humedal Laguna La Herreruna, Guamo-Tolima.

FITOPLANCTON

Phyllum: Chlorophyta Clase: Chlorophyceae Género: <i>Ankistrodesmus</i>	
Phyllum: Chlorophyta Clase: Chlorophyceae Género: <i>Closterium</i>	
Phyllum: Chlorophyta Clase: Chlorophyceae Género: <i>Cosmarium</i>	
Phyllum: Euglenophyta Clase: Euglenophyceae Género: <i>Euglena</i>	

Phylum: Bacillariophyta Clase: Bacillariophyceae Género: <i>Nitzschia</i>	
Phylum: Cyanophyta Clase: Cyanophyceae Género: <i>Oscillatoria</i>	
Phylum: Euglenophyta Clase: Euglenophyceae Género: <i>Phacus</i>	
Phylum: Chlorophyta Clase: Chlorophyceae Género: <i>Scenedesmus</i>	
Phylum: Euglenophyta Clase: Euglenophyceae Género: <i>Trachelomonas</i>	

FLORA

Orden: Boraginales Familia: Boraginaceae Género: Cordia Especie: <i>Cordia alliodora</i> Nombre común: Nogal	
Orden: Caryophyllales Familia: Polygonaceae Género: Triplaris Especie: <i>Triplaris americana</i> Nombre común: Varasanta	
Orden: Fabales Familia: Fabaceae Género: Machaerium Especie: <i>Machaerium capote</i> Nombre común: Capote Categoría: Preocupación menor (Ruiz et al., 2022).	

Orden: Gentianales Familia: Apocynaceae Género: <i>Stemmadenia</i> Especie: <i>Stemmadenia aff grandiflora</i> Nombre común: Cofrón Categoría: No evaluada (Morales, 2022).	
Orden: Gentianales Familia: Rubiaceae Género: <i>Randia</i> Especie: <i>Randia aculeata</i> Nombre común: Cruceto Categoría: No evaluada (Delprete y Cortés, 2022).	
Orden: Lamiales Familia: Bignoniaceae Género: <i>Martinella</i> Especie: <i>Martinella obovata</i> Nombre común: Bejuco de adorate Categoría: Preocupación menor (Gradstein, 2022).	

Orden: Malpighiales Familia: Erythroxylaceae Género: Erythroxylon Especie: <i>Erythroxylon aff. hondense</i> Nombre común: Coca Categoría: No evaluada (Jara-Muñoz, 2022).	
Orden: Malpighiales Familia: Euphorbiaceae Género: Dalechampia Especie: <i>Dalechampia karsteniana</i> Nombre común: Bejuco ortiga, ortiga Categoría: No evaluada (Murillo, 2022).	
Orden: Malpighiales Familia: Salicaceae Género: Casearia Especie: <i>Casearia corymbosa</i> Nombre común: Ondequera Categoría: No evaluada (Alford, 2022).	

Orden: Malvales Familia: Malvaceae Género: Ceiba Especie: <i>Ceiba pentandra</i> Nombre común: Ceibo Categoría: No evaluada (Fernández-Alonso, 2022).	
Orden: Malvales Familia: Malvaceae Género: <i>Guazuma</i> Especie: <i>Guazuma ulmifolia</i> Nombre común: Guásimo Categoría: Preocupación menor (Dorr, 2022).	
Orden: Rosales Familia: Moraceae Género: <i>Maclura</i> Especie: <i>Maclura tinctoria</i> Nombre común: Dinde Categoría: Preocupación menor (Berg, 2022).	

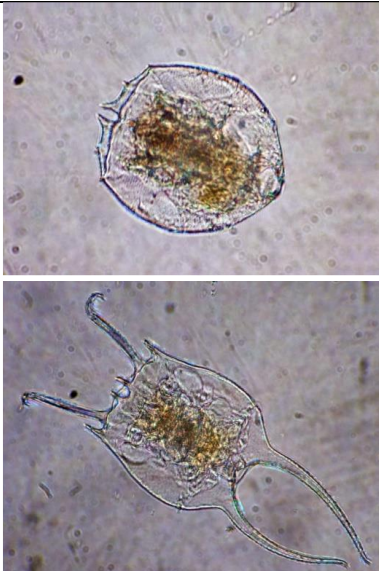
Orden: Sapindales
Familia: Sapindaceae
Género: Melicoccus
Especie: *Melicoccus bijugatus*
Nombre común: Mamoncillo

Categoría: No evaluada (Obando, 2022).



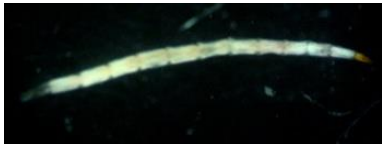
Anexo B. Especies de fauna registradas en el Humedal Laguna La Herreruna, Guamo-Tolima.

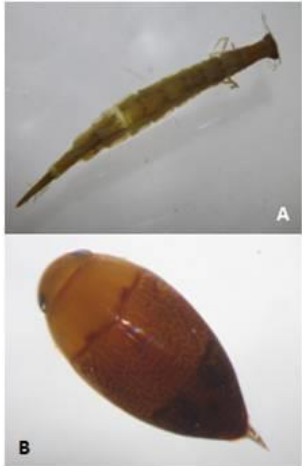
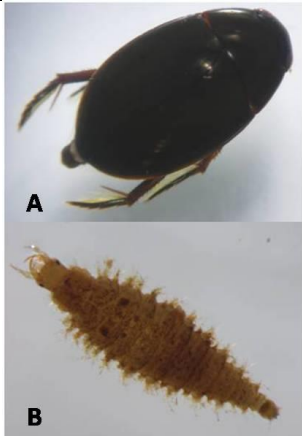
ZOOPLANCTON

Clase: Monogononta Orden: Ploimida Género: <i>Brachionus</i>	
Orden: Cyclopoida	

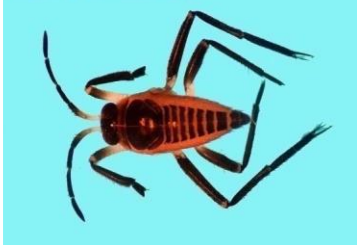
MACROINVERTEBRADOS

Subclase: Acari Orden: Trombidiformes	
---	---

Orden: Rhynchobdellida	
Orden: Haplotaxida	
Orden: Amphipoda Familia: Hyalellidae	
Orden: Diptera Familia: Stratiomyidae	
Orden: Diptera Familia: Ceratopogonidae	
Orden: Diptera Familia: Culicidae	

Orden: Diptera Familia: Tipulidae	
Orden: Coleóptera Familia: Dytiscidae Nombre Común: Escarabajo	
Orden: Diptera Familia: Chironomidae	
Orden: Coleoptera Familia: Tenebrionidae	
Orden: Coleóptera Familia: Hydrophilidae Nombre común: Escarabajo	

Orden: Coleóptera Familia: Scirtidae	
Orden: Coleóptera Familia: Elmidae	
Orden: Hemiptera Familia: Naucoridae	
Orden: Hemiptera Familia: Belostomatidae	
Orden: Hemiptera Familia: Pleidae	
Orden: Hemiptera Familia: Notonectidae	

Orden: Hemiptera (Heteroptera) Familia: Veliidae	
Orden: Ephemeroptera Familia: Baetidae Nombre Común: Mosca de mayo	
Orden: Ephemeroptera Familia: Leptohyphidae Nombre común: Mosca de mayo	
Orden: Odonata Familia: Libellulidae	
Orden: Odonata Familia: Coenagrionidae	
Clase: Gastropoda Familia: Planorbidae	

Clase: Basommatophora Familia: Physidae	
--	---

HERPETOFAUNA

Orden: Anura Familia: Bufonidae Género: <i>Rhinella</i> Especie: <i>Rhinella humboldti</i> Nombre común: Sapo común Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Anura Familia: Bufonidae Género: <i>Rhinella</i> Especie: <i>Rhinella margaritifera</i> Nombre común: Sapo Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Anura Familia: Hylidae Género: <i>Boana</i> Especie: <i>Boana platanera</i> Nombre común: Rana platanera Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	

Orden: Anura Familia: Leptodactylidae Género: <i>Leptodactylus</i> Especie: <i>Leptodactylus fragilis</i> Nombre común: Rana americana de labios blancos Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Anura Familia: Leptodactylidae Género: <i>Leptodactylus</i> Especie: <i>Leptodactylus fuscus</i> Nombre común: Rana picuda Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Anura Familia: Leptodactylidae Género: <i>Leptodactylus</i> Especie: <i>Leptodactylus insularum</i> Nombre común: Rana de la isla de San Miguel Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Anura Familia: Leptodactylidae Género: <i>Engystomops</i> Especie: <i>Engystomops pustulosus</i> Nombre común: Rana tungara Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Crocodylia Familia: Alligatoridae Género: <i>Caimán</i> Especie: <i>Caimán cocodrilo</i> Nombre común: Babilla, caimán de anteojos. Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Squamata Familia: Corytophanidae Género: <i>Basiliscus</i> Especie: <i>Basiliscus galeritus</i> Nombre común: Salta arroyos Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	

Orden: Squamata Familia: Sphaerodactylidae Género: <i>Gonatodes</i> Especie: <i>Gonatodes albogularis</i> Nombre común: Geko Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
---	---

AVIFAUNA

Orden: Anseriformes Familia: Anatidae Género: <i>Dendrocygna</i> Especie: <i>Dendrocygna autumnalis</i> Nombre común: Iguaza común Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Columbiformes Familia: Columbidae Género: <i>Leptotila</i> Especie: <i>Leptotila verreauxi</i> Nombre común: Caminera rabiblanca o paloma arroyera Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Cuculiformes Familia: Cuculidae Género: <i>Crotophaga</i> Especie: <i>Crotophaga major</i> Nombre común: Garrapatero mayor Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Gruiformes Familia: Rallidae Género: <i>Aramides</i> Especie: <i>Aramides cajaneus</i> Nombre común: Chilacoa colinegra Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	

Orden: Charadriiformes Familia: Jacanidae Género: <i>Jacana</i> Especie: <i>Jacana jacana</i> Nombre común: Gallito de ciénaga Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Pelecaniformes Familia: Threskiornithidae Género: <i>Phimosus</i> Especie: <i>Phimosus infuscatus</i> Nombre común: Coquito, ibis de cara roja Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Galbuliformes Familia: Galbulidae Género: <i>Galbula</i> Especie: <i>Galbula ruficauda</i> Nombre común: Jacamar colirufa Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Piciformes Familia: Picidae Género: <i>Melanerpes</i> Especie: <i>Melanerpes rubricapillus</i> Nombre común: Carpintero habado Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Falconiformes Familia: Falconidae Género: <i>Milvago</i> Especie: <i>Milvago chimachima</i> Nombre común: Pigua Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	

Orden: Passeriformes Familia: Thamnophilidae Género: <i>Thamnophilus</i> Especie: <i>Thamnophilus doliatus</i> Nombre común: Batará barrado o batará carcajada Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Passeriformes Familia: Thamnophilidae Género: <i>Formicivora</i> Especie: <i>Formicivora grisea</i> Nombre común: Hormiguero pechinegro Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Passeriformes Familia: Tyrannidae Género: <i>Todirostrum</i> Especie: <i>Todirostrum cinereum</i> Nombre común: Espatulilla común Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Passeriformes Familia: Tyrannidae Género: <i>Pitangus</i> Especie: <i>Pitangus sulphuratus</i> Nombre común: Bichofué gritón Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Passeriformes Familia: Tyrannidae Género: <i>Myiozetetes</i> Especie: <i>Myiozetetes cayanensis</i> Nombre común: Suelda crestinegra Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	

Orden: Passeriformes Familia: Tyrannidae Género: <i>Tyrannus</i> Especie: <i>Tyrannus melancholicus</i> Nombre común: Sirirí común Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Passeriformes Familia: Vireonidae Género: <i>Hylophilus</i> Especie: <i>Hylophilus flavipes</i> Nombre común: Verderón rastrojero Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Passeriformes Familia: Troglodytidae Género: <i>Cantorchilus</i> Especie: <i>Cantorchilus leucotis</i> Nombre común: Cucarachero común Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Passeriformes Familia: Icteridae Género: <i>Chrysomus</i> Especie: <i>Chrysomus icterocephalus</i> Nombre común: Turpial cabeciamarillo. Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Passeriformes Familia: Thraupidae Género: <i>Ramphocelus</i> Especie: <i>Ramphocelus dimidiatus</i> Nombre común: Asoma terciopelo, pico de plata Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	

Orden: Passeriformes Familia: Thraupidae Género: <i>Saltator</i> Especie: <i>Saltator coerulescens</i> Nombre común: Saltador grisáceo Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Passeriformes Familia: Thraupidae Género: <i>Thraupis</i> Especie: <i>Thraupis episcopus</i> Nombre común: Azulejo común Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).	
Orden: Charadriiformes Familia: Jacanidae Género: <i>Jacana</i> Especie: <i>Jacana jacana</i> Nombre común: Gallito de ciénaga	
Orden: Gruiformes Familia: Rallidae Género: <i>Porphyrio</i> Especie: <i>Porphyrio martinicus</i> Nombre común: Polla azul	
Orden: Passeriformes Familia: Thamnophilidae Género: <i>Thamnophilus</i> Especie: <i>Thamnophilus doliatus</i> Nombre común: Batará barrado o batará carcajada (hembra).	

Orden: Galbuliformes Familia: Galbulidae Género: <i>Galbula</i> Especie: <i>Galbula ruficauda</i> Nombre común: Jacamar colirufó	
Orden: Coraciiformes Familia: Alcedinidae Género: <i>Chloroceryle</i> Especie: <i>Chloroceryle americana</i> Nombre común: Martín pescador chico	
Orden: Piciformes Familia: Picidae Género: <i>Melanerpes</i> Especie: <i>Melanerpes rubicapillus</i> Nombre común: Carpintero habado	
Orden: Pelecaniformes Familia: Ardeidae Género: <i>Butorides</i> Especie: <i>Butorides striata</i> Nombre común: Garcita rayada	
Orden: Paseriiformes Familia: Fringillidae Género: <i>Euphonia</i> Especie: <i>Euphonia lanirostris</i> Nombre común: Eufonia gorjiamarilla	

Orden: Cathartiformes

Familia: Cathartidae

Género: Coragyps

Especie: *Coragyps atratus*

Nombre común: Gallinazo común



BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Galvis A. (2013). Lista de los Anfibios de Colombia. V.02.2013.0. www.batrachia.com.
- Acosta-Galvis, A. (2012). Anfibios de los enclaves secos en la ecorregión de La Tatacoa y su área de influencia, alto Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana* 13, 182-210.
- Acosta-Galvis, A.R. (2021). Lista de los Anfibios de Colombia, Referencia en línea V.11.2021 (26/06/2021). Página web accesible en [Http://www.batrachia.com](http://www.batrachia.com), Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.
- Acueducto de Bogotá & Fundación Humedal La Conejera. 2014. Plan de Manejo Ambiental del Humedal La Conejera. Bogotá, Colombia.
- 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.
- Aizen, M.A., Vázquez, D. y Smith, C. (2002). "Historia natural y conservación de los mutualismos planta-animal del bosque templado de Sudamérica austral", *Revista chilena de historia natural*, vol. 75, Pp. 7997,
- Alberti, M. y Parker, J. (1991). Indices of environmental quality, the search for credible measures. *Environ. Impact Assess. Rev.* 11, 95-101.
- Alford, M.H. (2022, Junio). *Casearia corymbosa* Kunth En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- American Ornithologist Union (AOU) (1998). Check-list of North American birds. Washington D.C., U.S.A., American Ornithologist's Union.
- Andrade, G.I. (1998). Los humedales del altiplano de Cundinamarca y Boyacá. Ecosistemas en peligro de desaparecer. En, E. Guerrero (Ed). *Una aproximación a los humedales en Colombia* (Pp. 59-72). Editora Guadalupe Ltda., Bogotá.
- Andrade-C, G. (2002). Biodiversidad de las mariposas (Lepidóptera, Rhopalocera) de Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 2, 153-172.
- Andrade-C., M. (2002). Monografías Tercer Milenio. En, -Sea SEA, ed. Biodiversidad de las mariposas (Lepidoptera, Rhopalocera) de Colombia, vol. 2. Zaragoza.
- Andrade-C., M., Campos-Salazar, L. R., González-Montana, L. A. y Pulido-B., H. W. (2007). Santa María mariposas alas y color. Serie de Guías de campo del Instituto de Ciencias Naturales No. 2. Bogotá, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Andrade-C., M. (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.
- Andrade-C, M. y Gonzalo, M. (2011). Estado de conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción Ciencia Política. *Revista de la academia colombiana de ciencias*. 35 (137), 491-507.
- Andrade-C., M., Henao-Bañol, E. y Triviño. P. (2013). Técnicas y Procesamiento para la Recolección, Preservación y Montaje de Mariposas en estudios de Biodiversidad y

- Conservacion (Lepidoptera, Hesperioidea-Papilionoidea) Rev. Acad. Colomb. Cienc, 37 (144), 311-325.
- Angulo A., Rueda-Almonacid, J.V., Rodríguez-Mahecha, J.V. y La Marca, E (Eds.) (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de campo #2. Bogotá D.C., Colombia, Panamericana Formas e Impresos S.A.
- Aranda, M. (2000). Huellas y otros rastros de los mamíferos medianos y grandes de México. Veracruz. México, Primera edición. Ed. Instituto de ecología. A. C.
- Armesto, O., Esteban, J.B. y Torrado, R. (2009). Fauna de anfibios del municipio de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. *Herpetotropicos* 5,57-63.
- Asociación Colombiana de Ornitología (ACO) (2020). Lista de referencia de especies de aves de Colombia-2020.v2. Asociación Colombiana de Ornitología. [Http://doi.org/10.15472/qhsz0Pp](http://doi.org/10.15472/qhsz0Pp).
- Avendaño, J.E., Bohórquez, I.C., Rosselli, L., Arzuza-Buelvas, D., Estela, F.A., Cuervo, A.M. (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia, Una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty y Brown. (1986). *Ornitología Colombiana*, 16.
- Ayarzagüena, J. y Castroviejo, J. (2008). La baba (*Caiman crocodilus*) en la Estación Biológica El Frío (Estado Apure). Llanos del Orinoco, Venezuela. En, J. Castroviejo, J. Ayarzagüena y A. Velasco (eds), *Contribución al Conocimiento del Género Caimán de Suramérica*, Pp. 181-294. Asoc. Amigos de Doñana, Sevilla, España.
- Ayerbe-Quiñones, F. (2018). Guía ilustrada de la avifauna colombiana. Wildlife Conservation Society, Bogotá.
- Aymard, G. (2022, Junio). *Triplaris americana* L. En Bernal, R., S.R. Gradstein y M. Celis (Eds.) Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Ballesteros, J., Racero J. y Núñez, M. (2007). Diversidad de murciélagos en cuatro localidades de la zona costanera del departamento de Córdoba,
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21 (1-2).
- Barba, E. (2004). Valor del hábitat, Distribución de peces en humedales de Tabasco. *ECOfronteras*, 25, 9-11
- Barbier, E.B. (1997). Valoración económica de los humedales. Guía para decisores y planificadores. Irán, Oficina de la Convención de Ramsar.
- Barrio-Amorós, C.L. (2004). Amphibians of Venezuela Systematic List, Distribution and References, An Update. *Review of Ecology in Latin America* 9 (3), 1-48.
- Becker, P. H. (2003). Chapter 19, Biomonitoring with birds. En, B.A. Markert, A.M. Breure y H.G. Zechmeister (Eds). *Bioindicators and biomonitors* (Pp. 677-736). Kidlington, Oxford.
- Bellinger, E.G. y Sigee, D.C. (2015). *Freshwater algae, identification and use as bioindicators*. Oxford, U.K., John Wiley y Sons Ltda.
- Beltrán, H. (2012). Evaluación de matorrales y bancos de semillas en invasiones de *Ulex europaeus* con diferente edad de invasión al sur de Bogotá D.C.-Colombia. Trabajo de Maestría en Ciencias Biológicas). Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana.

- Berg, C.C. (2022, Junio). *Maclura tinctoria* (L.) Steud. En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M. (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Bernal, M. H., Paéz, C. A. y Vejarano, M. A. (2005). Composición y distribución de los anfibios de la cuenca del Río Coello (Tolima), Colombia. *Actualidades Biológicas* (Medellín), 27 (82), Pp. 87-92.
- Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M. (2019). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Obtenido de, [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co).
- Berta, A., Sumich, J.L., Kovacs, K.M. (2005). *Marine Mammals, Evolutionary Biology*, second ed. Burlington, MA, Academic Press.
- Blake, J. G. y Mosquera, D. (2014). Camera trapping on and off trails in lowland forest of eastern Ecuador, Does location Matter? *Mastozoología neotropical* 21 (1), 17-26.
- 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.
- Bocanegra-González, K.T., Thomas, E., Guillemin, M.L., de Carvalho, D., Gutiérrez, J.P., Caicedo, C.A., Moscoso-Higueta, L.G., Becerra, L.A. y González, M.A. (2018). Genetic diversity of *Ceiba pentandra* in Colombian seasonally dry tropical forest, Implications for conservation and management. *Biological Conservation*, 227, 29-37.
- Bocanegra-González, K.T., Thomas, E., Guillemin, M.L., Alcázar Caicedo, C., Moscoso Higueta, L.G., Gonzalez, M.A. y Carvalho, D.D. (2019). Diversidad y estructura genética de cuatro especies arbóreas clave del Bosque Seco Tropical en Colombia. *Caldasia*, 41 (1), 78-91.
- Böhm, M., Collen, B., Baillie, J.E.M., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., Hammerson, G. y Hoffmann, M. (2013). The conservation status of the world's reptiles. *Biological conservation*, 157, 372-385.
- Bolívar-García, W. y Castro-Herrera, F. (2009). Los anfibios y los reptiles. Páginas 107-115 Corporación Autónoma Regional del Valle de Cauca, C. V. C. Humedales del valle geográfico del río Cauca, génesis, biodiversidad y conservación, Colombia. Cali, Colombia.
- Bolívar-García, W., Giraldo, A. y Mendez, J. (2011). *Amphibia, Anura, Strabomantidae, Pristimantis palmeri* Boulenger, 1912, Distribution extension for the Central Cordillera, Colombia. *Check List* 7, 9-10.
- Braat, L. C. y De Groot, R. (2012). The ecosystem services agenda, bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem Services*, 1 (1), 4-15.
- Bracamonte J.C. (2013). Hábitos alimenticios de un ensamble de murciélagos insectívoros aéreos de un bosque montano en las Yungas Argentinas *Chiroptera Neotropical* 19 (1), 1157-1162.
- 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.
- Briggs, S.V., Lawler, W.G. y Thornton, S.A. (1997). Relationships between hydrological control of river red gum wetlands and waterbird breeding. *Emu*, 97, 31-42.

- Brigham, R. M., Grindal, S. D., Firman, M. C. y Morissette, J. L. (1997). The influence of structural clutter on activity patterns of insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology*, 75, 131-136.
- Briones-Salas, M., Sánchez Vásquez, A., Aquino Mondragón, A., Palacios-Romo, T. M., Martínez Ayón y. d M. (2011). *Estudios del Jaguar en Oxaca*. Pp 288.
- Brown, K. Jr. y Hutchings, R. W. (1997), Disturbance, fragmentation, and the dynamic of diversity in Amazonian forest butterflies. 91-110. En *Tropical forest remnants, Ecology, management, and conservation of fragmented communities*. (Lawrence, W.F. y Bierregaard, R. O. eds.) Chicago Press. Chicago.
- Brunet-Rossinni, A.J. y Wilkinson G.S. (2009). Methods for age estimation and the study of senescence in Bats. In *Ecological and behavioral methods for the study of bats*, 2nd ed. Kunz, T.H., Parsons, S., Eds. Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp 901.
- Buck, L.B. (2004). Olfactory receptors and odor coding in mammals. *Nutrition Reviews* 62, S184-S188.
- Cadena-Marín, E.A. y Cortés, J. (2016). Los humedales y el bienestar humano, Indicadores de pobreza (ficha n°409). Instituto Alexander von Humboldt. <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2015/cap4/409/>.
- Cadena-Moreno, J. y Sánchez-Chavez, I. (2020). Propuesta socioambiental para el uso, manejo y conservación del humedal SiracU.S.A. Sevilla-Valle del Cauca. [Proyecto de grado, Universidad Autónoma de Occidente]. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/12431/T09283.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.
- 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.
- Calonge, B., Vela-Vargas, I.M. y Pérez-Torres, J. (2010). Dieta y estructura trófica del conjunto de murciélagos frugívoros en una inca con remanentes
- Camelo, M. L, Martínez, P. M, Ovalle, S.H, Jaimes, I. B. (2016). Conservación ex situ de la vegetación acuática de humedales de la sabana de Bogotá. *Biota Colombiana* 17 - Suplemento 1 – Humedales, 3-26.
- Campbell, J. A. y Lamar, W. W. (2004). Los reptiles venenosos del hemisferio occidental. *International Journal of Toxicology*, 24,187-188, 2005 Copyrightc American College of Toxicology ISSN, 1091-5818.
- Carpenter, S. y Cottingham, K. (1998). Resilience and Restoration of Lakes. *Conservation Ecology*, 1 (1), 1-12.
- Carvajal-Cogollo J. E. y Urbina-Cardona, J.N. (2008). Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science* 1,397-416.
- Castaño, J.H. y Corrales, J.D. (2010). Mamíferos de la cuenca del río La miel, Caldas, *Diversidad y uso cultural*. Boletín Científico del Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas 1,56-78.
- 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.

- Castellanos, C. (2006). Los ecosistemas de humedales en Colombia. Universidad de Caldas. Revista Luna Azul, 1-5.
- Castro-Herrera, F. y Vargas-Salinas, F. (2008). Anfibios y reptiles en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. Biota Colombiana 9 (2), 251-277
- Cerpa, J. M. P. y Flórez, G. R. (2016). Mariposas diurnas de tres fragmentos de bosque seco tropical del alto valle del Magdalena. Tolima-Colombia. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, 1 (28), áginas-57.
- 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.
- Cherem, J. J., Kammers, M., Ghizoni-Jr, I. R. y Martins, A. (2007). Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. Biotemas 20 (3), 81-96.
- Cisneros, L. M., Fagan, M. E. y Willig, M. R. (2015). Sea-son-specific and guild-specific effects of anthropogenic landscape modification on metacommunity structure of tropical bats. Journal of Animal Ecology, 84, 373-385.
- Clare E.L., Fraser E.E., Braid H.E., Fenton B.M., Hebert PP. D.N. (2009). Species on the menu of a generalist predator, the eastern red bat (*Lasiurus borealis*), using a molecular approach to detect arthropod prey. Molecular Ecology, 18, 2532-2542.
- Clavijo-Garzón, S., Romero-García, J. A., Enciso-Calle, M. P., Viuche-Lozano, A., Herrán-Medina, J., Vejarano-Delgado M. A. y Bernal, M. H. (2018). Lista actualizada de los anfibios del departamento del Tolima, Colombia. Biota colombiana, 19 (2), 64-72.
- Cole, T.C., Hilger, H.H. y Stevens, P. (2016). Angiosperm phylogeny poster-flowering plant systematics. PeerJ Preprints 7, e2320v6.
- 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.
- Conama (2008). Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos, Ocho Libros Editores (Santiago de Chile), 640 Pp.
- Corporación Autónoma Regional de Risaralda 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) (2021). Evaluación Regional del Agua (ERA) para el Departamento del Tolima. Fase 1.
- Corporacion Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) (2011). Humedales del territorio CAR, 11Pp
- 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.
- Cortés-Gómez, A. M., Llano-Mejía, J. y Castro-Herrera, F. (2010). Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. Biota Colombiana [en línea]. 11 (1-2), 89-106.
- Cortés-Gómez, A. M., Ruiz-Agudelo, C. A., Valencia-Aguilar, A. y Ladle R. J. (2015). Ecological functions of neotropical amphibians and reptiles, a review. Univ. Sci. 20 (2), 229-245.

- Courtenay, O. y Maffei, L. (2004). Zorro cangrejero *Cerdocyon thous*. En, Sillero-Zubiri, C., Hoffmann, M. y Macdonald, DW (eds), *Canids, Foxes, Wolves, Jackals and Dogs*. Encuesta de estado y plan de acción para la conservación, págs. 32-38. Grupo de especialistas en cánidos de la UICN/SSC, UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- 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.
- Cruz, E. X., Galindo, C. A. y Bernal, M. H. (2016). Dependencia térmica de la salamandra endémica de Colombia *Bolitoglossa ramosi* (Caudata, Plethodontidae). *Iheringia, Sér. Zool*, 106, e2016018.
- Cubiña, A. y Aide, T. M. (2001). "The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture", *Biotropica*, vol. 33, Pp. 260-267,
- Cuentas, D., Borja, R., Lynch, J.D. y Renjifo, J.M. (2002). *Anuros del departamento del Atlántico y norte del Bolívar*. Universidad del Atlántico y Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA. Barranquilla, Colombia.
- De La Maza R. R. (1987). *Mariposas Mexicanas*. México, Fondo de cultura Económica, 1997. 301 Pp. ISBN 968-16-2316-9.
- De la Rosa, C.L. y Nocke, C.C. (2000). *Una guía para los carnívoros de América Central, historia natural, ecología y conservación*. Prensa de la Universidad de Texas, Austin, TX, EE. UU.
- De Sá, R.O., Grant, T., Camargo, A., Heyer, W.R., Ponssa, M.L. y Stanley, E. (2014). Systematics of the neotropical genus *Leptodactylus* Fitzinger, 1826 (Anura, Leptodactylidae), phylogeny, the relevance of non-molecular evidence, and species accounts. *South American Journal of Herpetology* 9 (s1), S1-S100.
- De Vries, P. J. (1987). *The butterflies of Costa Rica and their Natural History*. Nueva Jersey, Princeton. 327 Pp.
- Defler, T. R. (2010). *Historia Natural de los Primates Colombianos*. Bogotá, Colombia, Conservación Internacional Colombia, Universidad Nacional de Colombia.
- Delprete, P. G. y Cortés-B., R. (2022, Junio). *Randia aculeata* L. En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Departamento Nacional de Planeación (2018). *Plan nacional de desarrollo 2018-2022*. Bogotá D.C., Colombia.
- Di Bitetti, M.S., Di Blanco y.E., Pereira, J.A., Paviolo, A. y Pérez, I.J. (2009). La partición del tiempo favorece la coexistencia de zorros cangrejeros (*Cerdocyon thys*) y zorros de las pampas (*Lycalopex gymnocercus*) simpátricos. *Revista de Mammalogía* 90, 479-490.
- Díaz M.M., Solari S., Gregorin R., Aguirre L.F. y Barquez R.M. (2021). Clave de identificación de los murciélagos Neotropicales, Chave de identificação dos Morcegos Neotropicais. *Publicación Especial Nº 4, PCMA, Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina, Tucumán, Argentina*, Pp. 1-207.
- Díaz D, C., Fall, Q, E., Jiménez M, M., Esteller A, M., Garrido H, S., López V, Carlos M., García P, D. 2003. *Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domesticas*
- Dirzo, R. young, H. S., Mooney, H. A. y Ceballos, G. (2011). Introduction. Pp. x-xiii, in *seasonally dry tropical forests* (R. Dirzo, H. S. Young, H. A. Mooney y G-. Ceballos, Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, 408 Pp.

- Dixon, J.R. (1987). *Amphibians and Reptiles of Texas. With Keys, Taxonomic Synopses, Bibliography, and Distribution Maps.* Texas A y M University Press, College Station, College Station, Texas. xii + 434 pp
- Dixon, J.R. (2000). *Amphibians and Reptiles of Texas. With Keys, Taxonomic Synopses, Bibliography, and Distribution Maps.* Second edition. Texas A y M University Press, College Station, College Station, Texas.
- DoNascimento, C., Herrera Collazos E.E. y Maldonado-Ocampo, J.A. (2018), Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia. v2.10. Asociación Colombiana de Ictiólogos.
- 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.
- Dorr, L.J. (2022, Junio). *Guazuma ulmifolia* Lam. En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia.* Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Doty, R.L. (1986). Odor-guided behavior in mammals. *Experientia* 42, 257-271.
- DRYFLOR, Banda-R, K., Delgado-Salinas, A., Dexter, K.G., Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A., y Pennington, R. T. (2016). Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science*, 353 (6306), 1383-1387.
- Duellman, W.E. (2001). *The Hylid Frogs of Middle America.* Sociedad para el Estudio de Anfibios y Reptiles, Ithaca, Nueva York, EE. UU.
- Dueñez-Gómez, F., Muñoz-Guerrero, J. y Ramírez-Pinilla, M.P. (2009). Herpetofauna del corregimiento Botillero (El Banco, Magdalena) en la depresión Momposina de la región Caribe colombiana. *Actualidades Biológicas* 26, 161-170.
- Dugan, P. (1992). *Conservación de humedales. Un análisis de temas de actualidad y acción inmediata.* Gland, Suiza, UICN.
- Duré, M.I. y A.I. Kehr. (2004). Influence of microhabitat on the trophic ecology of two leptodactylids from northeastern Argentina. *Herpetologica* 60, 295-303.
- Elmberg, J., Nummi, P., Pöysä, H. y Sjöberg, K. (1994). Relationship between species number, lake size and resource diversity in assemblages of breeding waterfowl. *Journal of Biogeography*, 2, 75-84.
- Engelhardt, A. K. y M. E. Ritchie. 2001. Effects of macrophyte species richness on wetland ecosystem functioning and services. *Nature* 411: 687-689

- Ernst, R., Rödel, MO. y Arjoon, D. (2005). A la vanguardia, la fauna de anuros de la reserva forestal de Mabura Hill, Guyana central. *Salamandra* 41 (4), 179-194.
- Esquivel, H.E. (1997). Herbarios en los jardines botánicos. Ibagué, Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Red Nacional de Jardines Botánicos.
- Estrada, A. y Coates-Estrada, R. (2001). Bats in continuous forest, forest fragments and in agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, México. *Biology of Conservation*. 103,237-245.
- Estrada-Guerrero, D.M. y Soler-Tovar, D. (2014). Las aves como bioindicadores de contaminación por metales pesados en humedales. *Ornitología Colombiana*, (14).
- Etter, A., McAlpine, C. y Possingham, H. (2008). A historical analysis of the spatial and temporal drivers of landscape change in Colombia since 1500. *Annals of the American Association of Geographers* 98, 2-23.
- Fagua, G. (1999). Variación de las mariposas y hormigas de un gradiente altitudinal de la cordillera Oriental (Colombia). *Revista Insectos de Colombia*. 2, 318-363.
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 34, 487-515.
- Faña, B. (2000). Evaluación Rápida de la Contaminación Hídrica. Ediciones GHeN. Recuperado de [Http://www.ambiente-ecologico.com/067-02-2000/juannicolafania67.htm](http://www.ambiente-ecologico.com/067-02-2000/juannicolafania67.htm).
- FAO y PNUMA (2020). El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas. Roma.
- 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.
- Fernández-Alonso, J.L. (2022, Junio). *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Fiedler, K. (1991). Systematic, evolutionary and ecological implications of myrmecophily within the Lycaenidae (Insecta, Lepidoptera, Papilionoidea). *Bonn. Zool. Monogr.* 31, Pp. 210.
- Fischer, J. y Lindenmayer, D. B. (2007). Landscape modification and habitat fragmentation, A synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 265-280.
- Fisher, B. y Christie, M. (2010). Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation en PP. Kumar (Ed.), *The economics of ecosystems and biodiversity* (Pp. 10-40).
- Flórez-Ayala, C., Estupiñán-Suárez, L., Rojas, C., Aponte, M., Quiñones, S., Vilardy, 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.
- Fuentes Nieto, C., & López Velandia, C. C. (2020). Análisis de las transformaciones en las coberturas del humedal urbano Tibanica, localidad de Bosa, Bogotá D. C. *Territorios* (43), 1-24
- Fundación Futuro Latinoamericano [FFLA]. (2015). Gobernanza para el manejo de los recursos naturales y las áreas protegidas. Editorial Pupila diseño integral, [Https://www.ffla.net/wp-](https://www.ffla.net/wp-)

content/uploads/2021/04/Manual-de-Gobernanza-para-el-manejo-de-los-recursos-naturales-y-areas-protegidas-min.pdf.

- Galindo-González, J., Guevara, S. y Sosa VJ. (2000). Bat-and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology*, 14,1693-1703.
- Galvis-Rizo, C., Carvajal-Cogollo, J.E., Arredondo, J.C., Passos, P., López-Victoria, M., Velasco, J.A. y Rojas-Rivera, M.A. (2015). Libro Rojo de Reptiles de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá D.C.
- García-González, A., García Padrón, L. Y., Delgado Fernández, F. y Riverón-Giró, F. B. (2014). Anfibios y reptiles asociados a tres especies de bromelias de tanque en el Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. *Cuadernos de Investigación UNED (ISSN, 1659-4266)*. 6 (1), 87-97.
- García-Herrera, L., Ramírez-Francel, L. y Reinoso-Flórez, G. (2015). Mamíferos en relictos de bosque seco tropical del Tolima, Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 22 (1), 11-21.
- García-Herrera, L.V., Ramírez-Francel, L.A. y Reinoso-Flórez, G. (2019). Mamíferos del departamento del Tolima, distribución y estado de conservación. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica* 22 (2), e1100.
- García-Herrera, L.V., Ramírez-Francel, L.A., Reinoso-Flórez, G. (2019). Consumo de plantas pioneras por murciélagos frugívoros en un fragmento de bosque seco tropical (Colombia). *Ciencia en Desarrollo* 10,33-41.
- García-Herrera, L.V., Ramírez-Francel, L.A., Losada-Prado, S., Reinoso-Flórez, G., Villa-Navarro, F.A., Guevara, G. (2020). Functional traits of bats associated with the use of wetlands in Colombian tropical dry forests. *Acta Chiropterologica* 22 (2), 283-294.
- Gardner, A. (Ed.). 2008. *Mammals of South America. Volume 1. Marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. University of Chicago Press, Chicago, 669 Pp.
- Gentry, A. H. y Vasquez, R. (1993). *A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru), with supplementary notes on herbaceous taxa*. The Chicago University Press.
- Gentry, A. (2009). Bignoniaceae. *Flora de Colombia*, 25, 1-462.
- Gerber, D., Topanotti, L.R., Gorenstein, M.R., Vieira, F.M.C., Stolarski, O.C., Nicoletti, M.F. y Bechara, F.C. (2020). Performance of *Guazuma ulmifolia* Lam. in subtropical forest restoration. *Scientia Forestalis*, 48 (127).
- Gerhardt, H. C. (1994). The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review in Ecology and Systematics* 25,293-324.
- Gillespie, T.W. y Walter, H. (2001). Distribution of bird species richness at a regional scale in tropical dry forest of Central America. *Journal of Biogeography*, 28, 651-662.
- Gómez, J.A. y Cadena, M.C. (2017). Validación de las Fórmulas de Evapotranspiración de Referencia (Eto) para Colombia.
- Gómez, J.J., Túnez, J.I., Fracassi, N. y Cassini, M.H. (2014). Idoneidad del hábitat y correlatos antropogénicos de la distribución de la nutria de río neotropical (*Lontra longicaudis*). *Revista de mamalogía* 95, 824-833.
- González-M, R., García, H., Isaacs, P., Cuadros, H., López-Camacho, R., Rodríguez, N., Pérez, K., Mijares, F., Castaño-Naranjo, A. y Jurad, R. (2018). Disentangling the environmental

- heterogeneity, floristic distinctiveness and current threats of tropical dry forests in Colombia. *Environ-ment Research Letters*, 13, 1-12.
- Gorka, B. (2010). Estudio de la comunidad de anfibios y reptiles en la cuenca de bolintxu, propuesta para el conocimiento de la diversidad de herpetofauna, detección de especies de interés y propuestas de gestión. Obtenido de [Http://www.bilbao.eus/Agenda21/documentos/estudio_comunidad_anfibios_reptiles .pdf](http://www.bilbao.eus/Agenda21/documentos/estudio_comunidad_anfibios_reptiles.pdf).
- Govaerts, R. (2003). How many species of seed plants are there?-a response. *Taxon*, 52 (3), 583-584.
- Gradstein, S.R. (2022, Junio). *Martinella obovata* (Kunth) Bureau y K. Schum. En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- 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.
- Grobicki, A., Chalmers, C., Jennings, E., Jones, T., Peck, D. (Eds.) (2016). *An introduction to the RAMSAR Convention on Wetlands*, 7th edition. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland, 110 Pp.
- Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010). Planes de Manejo Ambiental Humedales del Tolima Fase I, Informe técnico. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.
- Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2013-2015). Planes de Manejo Ambiental Humedales del Tolima Fase II, Informe técnico. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.
- Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016). Plan de Manejo Ambiental Humedal Laguna La Herreruna, Informe técnico. CORTOLIMA y GIZ.
- Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016). Planes de Manejo Ambiental Humedales del Tolima Fase III, Informe técnico. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.
- Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2017). Planes de Manejo Ambiental Humedales del Tolima Fase IV, Informe técnico. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.
- Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2019). Planes de Manejo Ambiental Humedales del Tolima Fase V, Informe técnico. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.
- Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2021). Planes de Manejo Ambiental Humedales del Tolima Fase VI, Informe técnico. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.
- Gutiérrez, A. (2014). *Gobernanza ambiental en los municipios de Risaralda. Hacia un modelo de valoración de la gobernanza ambiental local*. [Tesis de Maestría, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://repositorio.utpp.edu.co/server/api/core/bitstreams/3905a485-edfb-4559-b77e-963119e3945c/content>.
- Guzmán-Ruíz, A., Hes, E. y Schwartz K. (2011). Shifting governance modes in wetland management a case study of two wetlands in Bogotá, Colombia. *Environment and Planning C, Government and Policy*, 990-1003.
- Hanson, P., Springer, M. y Ramírez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58 (4), 3-37.
- Heather, A. York Natural History Museum and Biodiversity Research Center y Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Kansas, Lawrence, KS 66045 U.S.A. (2008).

- Observations of frugivory in *Phylloderma stenops* (Chiroptera, Phyllostomidae). *Caribbean Journal of Science*, 44 (2), 257-260.
- 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.
- Heyer, W. R. (2002). *Leptodactylus fragilis*, the valid name for the Middle American and northern South American white-lipped frog (Amphibia, Leptodactylidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 321-322.
- 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).
- Hope, PP. R., Bohmann, K., Gilbert, M.T.P., Zepeda-Mendoza, M., Razgour, O., Jones, G. (2014). Second-generation sequencing and morphological fecal analysis reveal unexpected foraging behaviour by *Myotis nattereri* (Chiroptera, Vespertilionidae) in winter. *Frontiers in Zoology* 11, 2-15.
- House, M. (1990). Water quality indices as indicators of ecosystem change. *Environ.Monit. Assess.*15, 255-263.
- IAVH (1997). *Caracterización ecológica de cuatro remanentes de Bosque seco Tropical de la región Caribe colombiana Villa de Leyva*, Grupo de Exploraciones Ecológicas Rápidas, IAVH.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (1997). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Tolima*.
- Isaacs, P. y Urbina-Cardona, N.J. (2011). Anthropogenic disturbance and edge effects on anuran ensembles inhabiting cloud forest fragments in Colombia. *Natureza e Conservação, Brazilian Journal of Nature Conservation* 9,39-46.
- Isler, M.L. e Isler PP. R. (1987). *The Tanagers, natural history, distribution and identification*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- IUCN (2022). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Recuperado de [Http://www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- Jara-Muñoz, A. (2022b, Junio). *Erythroxylum hondense* Kunth En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Ji, Q., Luo, Z.-X., Zhang, X. yuan, C.-X., Xu, L. (2009). Evolutionary development of the middle ear in Mesozoic therian mammals. *Science* 326, 278-281.
- Jørgensen, PP. M., Ulloa Ulloa, C., León, B., León-Yáñez, S., Beck, S.G., Nee, M. y Gradstein, R. (2011). Regional patterns of vascular plant diversity and endemism. *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 192-203.
- Kalko, E. K. y Handley C. O. (2001). Neotropical bats in the Canopy, diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant Ecology*, vol. 153, Pp. 319-333.
- Keller, R. (2013). *Identification of tropical woody plants in the absence of flowers and fruits, A field guide*. Birkhäuser.

- Kremen, C. (1993). Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological applications* 2 (2), 203-217. SALAZAR, J. A Y L. M.
- 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.
- Kunz, T.H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., Fleming, T.H. (2011). Ecosystem services 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.
- Lamas, G., Callaghan, C.J., Casagrande, M. Mielke, T. H, Pyrez, W, Robbins, R. K. y Vilorio, A. L. (2004). *Atlas of Neotropical Lepidoptera-Checklist, part 4 Hesperoidea-Papilionoidea*. Scientific Publications, Florida, Gainesville, Estados Unidos. 439 Pp.
- 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.
- Lecrom, J. F., L. M. Constantino y J. A. Salazar. (2002). *Mariposas de Colombia*. Tomo 1. Familia Papilionidae. Bogotá, Carlec Ltda., Edición española.
- León-Finalé, G. (2016). Desempeño de vuelo de los frutos de *Triplaris americana* (Polygonaceae) según su morfología/Flight performance of *Triplaris americana* (Polygonaceae) fruits according to their morphology. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 37, 47-51.
- Lewis, W.M. (1978) Comparison of temporal and spatial variation in the zooplankton of a lake by means of variance components. *Ecology*, 59, 666-671.
- Lewis, W.M. y W. Riehl. (1982). Phytoplankton composition and morphology in Lake Valencia, Venezuela. *International Review of Hydrobiology* 67,297-322.
- Lim, B.K., Loureiro, L.O., Upham, N.S., Brocca, J.L. (2017). Phylogeography of Dominican Republic bats and implications for systematic relationships in the Neotropics. *J. Mammal.* 98, 986-993.
- 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.
- Lindig-Cisneros, R. y Zedler, J.B. (2005). La restauración de humedales. En O. Sánchez, E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, Portales, Valdez y Danae Azuara (Eds.), *Temas sobre restauración ecológica* (Pp. 256). México D.F., México, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).
- Link, A., De Luna, A.G. y Burbano, J. (2013). Estado de conservación de uno de los primates más amenazados con la extinción, el mono araña café (*Ateles hybridus*). En, Defler, TR, PR Stevenson, ML Bueno y D. Guzman (ed.), *Primates Colombianos en peligro de extinción.*, págs. 87-117. Asociación Primatológica colombiana., Bogotá.
- Link, A., Mittermeier, R. A. y Urbani, B. (2019). *Aotus griseimembra*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019, e.T1807A17922228.
- Llano-Mejía, J., Cortés-Gómez, A.M. y Castro-Herrera, F. (2010). Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana* 11,89-106.

- Llano-Mejía, J. (2012). Ensamblaje de anfibios y reptiles en fragmentos de bosque seco tropical y una pastura natural con baja densidad de árboles en el departamento del Tolima. Tesis de pregrado. Universidad del Tolima.
- López Portillo, Jorge Alejandro; Vásquez Reyes, Víctor Manuel; Gómez Aguilar, León; Priego Santander, Angel Guadalupe. (2010). Humedales. Universidad Veracruzana, 2010. v. 1, p. 227-248.
- Ospina-López, L. y Reinoso-Flórez, G. (2009). Mariposas diurnas (Lepidoptera, Papilionoidea y Hesperioidea) del jardín botánico Alejandro von Humboldt de la Universidad del Tolima (Ibagué Colombia). Tumbaga, 1 (4), 135-148.
- López-Forment, W., Schmidt, W. y Greenhall, A.M. (1971). Movement and populational studies of the vampire bat (*Desmodus rotundus*) in Mexico. *Journal of Mammalogy*, 52,227-228.
- López-Higareda, D. (2006). Mastofauna del bosque mesófilo de montaña de Tenango (Municipio de Tenango de Doria, Hidalgo). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Lopretto, E. y Tell, G. (1995). Ecosistemas de aguas continentales. Argentina, Ediciones Sur.1401 Pp.
- 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.
- Lynch, J.D. (2012). El contexto de las serpientes de Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas. Volumen XXXVI, Número 140*.
- Maas, B., Karp, D.S., Bumrungsri, S., Darras, K., Gonthier, D., Huang, J.C.C., Lindell, C.A., Maine, J.J., Mestre, L., Michel, N.L., Morrison, E.B., Perfecto, I., Philpott, S.M., Şekercioğlu, Ç.H., Silva, R.M., Taylor, P.P. J., Tscharrntke, T., Van Bael, S.A., Whelan C.J. Williams Guillén, K. (2015). Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry landscapes. *Biological Reviews* 91, 1081-101.
- Maass, J.M., Balvanera, P., Castillo, A., Daily, G.C., Mooney, H.A., Ehrlich, P., Quesada, M., Miranda, A., Jaramillo, V.J., García-Oliva, F., Martínez-Yrizar, A., Cotler, H., López-Blanco, J., Pérez-Jiménez, A., Búrquez, A., Tinoco, C., Ceballos, G., Barraza, L., Ayala, R. y Sarukhán, J. (2005). Ecosystem services of tropical dry forests, insights from long-term ecological and social research on the Pacific Coast of Mexico. *Ecology and society*, 10 (1).
- Macdonald, D.W. (2009). *The Encyclopedia of Mammals*. Oxford, Oxford University Press.
- 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.
- Magallon, S., Crane, P.P. R. y Herendeen, P.P. S. (1999). Phylogenetic pattern, diversity, and diversification of eudicots. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86 (2), 297-372.
- Maldonado-Ocampo, J.A., Ortega-Lara, A., Usma, J.S., Galvis, G., Villa-Navarro, F., Vásquez, L., Prada-Pedrerós, 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.

[Http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POMCH/Rio%20Sambingo-Hatoviejo/Prospectiva.pdf](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.
- Marín, D., Ramírez-Chaves, H. y Suárez-Castro A. (2012). Revisión cráneo-dentaria de *Procyon* (Carnivora, Procyonidae) en Colombia y Ecuador, con notas sobre su taxonomía y distribución. *Mastozoología Neotropical* 19 (2), 259-270.
- 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.
- McCracken, G.F., Westbrook, J.K., Brown, V.A., Eldridge, M., Federico, P., Kunz, T.H. (2012). Bats Track and Exploit Changes in Insect Pest Populations. *PLOS ONE* 7, e43839.
- McInnes, R. J. (2013). Recognizing ecosystem services from wetlands of international importance, an example from Sussex, UK. *Wetlands*, 33 (6), 1001-1017.
- McMullan, M., Quevedo, A. y Donegan, T.M. (2010). *Guía de campo de las aves de Colombia*. Bogotá, Colombia, Fundación ProAves.
- Medellín, R. (2000). Bat Diversity and Abundance as Indicators of Disturbance in Neotropical Rainforests. *Conservation Biology*, 14 (6), 1666-1675.
- Medina-Rangel, G.F. (2007). Caracterización de la herpetofauna del complejo de ciénagas de Zapatosa, municipios del Paso y Chimichagua, departamento del Cesar. En J. O. Rangel-Ch., editor. Informe final de del estudio de inventario de fauna y flora, descripción biofísica y socioeconómica y línea base ambiental para la formulación del plan de manejo y ordenamiento ambiental del complejo de ciénaga de Zapatosa, departamento del Cesar. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia-CORPOCESAR Corporación Autónoma Regional del Cesar, Bogotá D.C. (Documento inédito).
- Melathopoulos, A.P., Cutler, G.C., Tyedmers, P. (2015). Where is the value in valuing pollination ecosystem services to agriculture? *Ecological Economics* 109, 59-70.
- Méndez-Narváez, J. (2014). Diversidad de anfibios y reptiles en hábitats altoandinos y paramunos de la cuenca del río Fúquene, Cundinamarca, Colombia. Obtenido de [Http://www.redalyc.org/pdf/491/49140738006.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/491/49140738006.pdf).
- Mendoza-C., H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia*, 21 (1), 70-94.
- 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 Heddy Inc. (1991). *Wastewater Engineering. Collection and pumping of wastewater*. Nueva York, U.S.A., G. Tchobanoblous Ed MacGraw-Hill, Inc.
- Michel-Vargas, A.M., Sejas-Lazarte, W.A., Linera-Canedo, C.D.R., et al. (2019). Evaluación del uso de indicadores de biodiversidad en los estudios de evaluación de impacto ambiental (EEIA) de los sectores más importantes de Bolivia. *Acta Nova* 9 (2), 204-235.
- 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.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being, Synthesis*. Island Press, Washington, D.C.
- Miller, J.S. (2022, Junio). *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Ministerio de Agricultura (s.f.). Agronet. Recuperado el 28 de mayo de 2018, de [Http://www.agronet.gov.co/Paginas/default.aspx](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 y Desarrollo Sostenible (2015). Decreto 1076 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible". Bogotá, 654 pág.
- Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT]. (2004). Resolución 865 del 2004. Bogotá, Colombia, MAVDT.
- Ministerio del 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 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 del Medio Ambiente-Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt [MMA]. (1999). *Humedales Interiores de Colombia, Bases Técnicas para su Conservación y Uso Sostenible*.
- Mitsch, W. J. y Gossilink, J. G. (2000). The value of wetlands, Importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics*, 35 (1), 25-33.
- Mitsch, W. J., Gosselink J. G. (eds.) (2015). *Wetlands*, 5th edition. J. Wiley y H. Sons, New Jersey, 456 Pp.
- 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.
- Montilla, S. O., Mopán-Chilito, A.M., Sierra Murcia, L.N., Mahecha Triana, J.D., Caro Ruiz, O. M., Montoya-Cepeda, J., Gutierrez-Barreto, D.A., Holguín-Vivas, J. A., Agámez, C.J., Pérez-Grisales, L. J., Cruz-Moncada, M., Corredor-Durango, N.J., Chaves Díaz, E.A., Cardona-Cardona, A.H., Franco-Pérez, E., Rivera-Ospina, A.M. y Link, A. (2021). Activity Patterns, Diet and Home Range of Night Monkeys (*Aotus griseimembra* and *Aotus lemurinus*) in Tropical Lowland and Mountain Forests of Central Colombia. *Revista Internacional de Primatología*. (2021). *International Journal of Primatology*, 42,130-153.

- Morales, J.F. (2022, Junio). *Stemmadenia grandiflora* (Jacq.) Miers En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Morales-Jiménez, A. L. y de la Torre, S. (2008). *Aotus lemurinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008, eT1808A7651803.
- Muñoz-Quesada, F. (2004). El Orden Trichoptera (Insecta) en Colombia, II, inmaduros y adultos, consideraciones generales. Pp. 319-349. En, Fernández, F., M. Andrade-C. y G. Amat, (Eds.). Insectos de Colombia. Vol III. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia-Instituto Humboldt (Colombia).
- Murillo-A., J. (2022b, Junio). *Dalechampia karsteniana* Pax y K. Hoffm. En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Murphy, P.G. y Lugo, A.E. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, 67-88.
- Murphy, P.G. y Lugo, A.E. (1995). Dry forests of Central America and the Caribbean. En, Bullock S.H., Mooney H.A. y Medina E. (Eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests*, vol. 85. Cambridge, Cambridge University Press. Pp. 9-34.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A. y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403 (6772), 853-858.
- Muñoz-A, J, Camacho-R,C. Ovalle P, A. Castillo V, A. La vida en un fragmento de bosque en las rocas: una muestra de la diversidad Andina en Bolívar, Santander. Cap V Anfibios y Reptiles. 236-276
- 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.
- Naranjo, M.E, Rengifo, C., Soriano, P.J. (2003). Efecto de la ingestión por murciélagos y aves sobre la germinación de semillas de *Stenocereus griseus* y *Subpilocereus repandus* (Cactaceae). *Revista de Ecología Tropical* 19, 19-25.
- Navarrete, D. y Ortega, J. (2011). *Tamandua mexicana* (Pilosa, Myrmecophagidae). *Mammalian species* 43 (874),56-63.
- 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 y Sons, Inc.
- Noback, C.R. (1951). Morphology and phylogeny of hair. *Annals of the New York Academy of Sciences* 53, 476-492.

- North American Banding Council (NABC) (2003). Manual para anillar Passeriformes y cuasi-Passeriformes del anillador de Norteamérica (excluyendo colibríes y búhos). The North American Banding Council, point Reyes station, California.
- Obando, S. (2022, Junio). *Melicoccus bijugatus* Jacq. En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Ocampo-Peñuela, N. (2010). El fenómeno de la migración en aves, una mirada desde la Orinoquia. *Orinoquia*, 14 (2), 188-200.
- Oftedal, O.T. (2002). The mammary gland and its origin during synapsid evolution. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* 7, 225-252.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2022). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. Editorial FAO, <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2006). Evapotranspiración del Cultivo, Guías para la Determinación de los Requerimientos de Agua de los Cultivos. R.G. Allen, L.S. Pereira, D. Raes y M. Smith (Eds.). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO.
- Osorio-Huamaní, B.C. (2014). Inventario de la biodiversidad de aves como indicador de la calidad ambiental del “Humedal Laguna el Oconal” del Distrito de Villa Rica. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María.
- Pacheco-Vargas, G.F., Sánchez-Guzmán, J.N. y Losada-Prado, S. (2018). Caracterización de la comunidad de aves asociada a los humedales de zonas bajas del departamento del Tolima, Colombia. *Biota*, 19 (1), 190-201.
- Packard, G. C., Tracy, C. R. y Roth, J. J. (1977). The physiological ecology of reptilian eggs and embryos and the evolution of viviparity within the Class Reptilia. *Biological Reviews*, 52 (1), 71-105.
- Páez, V., Bock, B.J., Estrada, J., Ortega, A.M., Daza, J.M. y Gutiérrez, P. (2002). Guía de Campo de Algunas Especies de Anfibios y Reptiles de Antioquia. Editorial Multimpresos, Medellín, Colombia.
- Palmer, M. (1962). *Algae in water supplies*. U.S. Dept. of Health, Education and Welfare. Supt. Documents, Washington, D.C. 88 Pp.
- Paredes, C., Iannaccone, J. y Alvaríño, L. (2007). Biodiversidad de invertebrados de los humedales de Puerto Viejo, Lima, Perú. *Neotropical Helminthology*, 1 (1), 21-30.
- 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.
- Paternina-H., A., Carvajal-Cogollo, J.E. y Medina-Rangel, G.F. (2013). Anfibios de las ciénagas del departamento del Cesar. Páginas 499-509 en J. O. Rangel-Ch., editor. Colombia Diversidad Biótica XIII, Complejo cenagoso Zapatosa y ciénagas del Sur del Cesar. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia-CORPOCESAR.

- Patiño-Guío, M.F. (2014). Análisis comparativo del componente fauna entre los términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental en proyectos de explotación de hidrocarburos en Colombia y Perú. Tesis, Especialista en planeación ambiental y manejo integral de los recursos naturales, Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá Colombia. 22 págs.
- Patterson, B.D. y Costa, P.P. L. (2012). Bones, Clones, and Biomes. The History and Geography of Recent Neotropical Mammals. Published by University of Chicago Press.
- Patterson, B.D. (2016). Mammals everywhere. Pp. 424-429 in Encyclopedia of Evolutionary Biology, Vol. 2 (R. M. Kliman, Ed.). Academic Press, Oxford.
- Pavlis, N.K., Holmes, S.A., Kenyon, S.C. y Factor, J.K. (2012). The development and evaluation of the Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008). Journal of Geophysical Research, Solid Earth. 117 (B4), 1-38.
- Pedroza-Banda, R. y Angarita-Sierra, T. (2011). Herpetofauna de los humedales La Bolsa y Charco de Oro, Andalucía, Valle del Cauca, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias 35, 243-260.
- Pennington, T.D. (2016). Systematic treatment of American Trichilia (Meliaceae). Phytotaxa, 259 (1), 18-162.
- Perdomo, G. y Gómez, M. (2000). Estatuto de aguas para el área de jurisdicción de la corporación autónoma regional del Tolima. Ibagué, Colombia, CORTOLIMA.
- Pizano, C. y García, H. (2014). El Bosque Seco Tropical en Colombia Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Pizano, C., González-M, R., González, M.F., Castro-Lima, F., López, R., Rodríguez, N., Idárraga-Piedrahíta, A., Vargas, W., Vergara-Varela, H., Castaño-Naranjo, A., Devia, W., Rojas, A., Cuadros, H. y Toro, J. L. (2014). Las Plantas de los Bosques Secos de Colombia. En C. Pizano y H. García (Eds.), El bosque seco tropical en Colombia (Pp. 50-94). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Pointier, J.P. Yong, M. y Gutiérrez, A. (2005). Guide to the Freshwater molluscs of Cuba. ConchBooks. ISBN 3-925919-75-9. 119 Pp.
- Pough, F. H., Andrews, R. M., Cadle, J. E., Crump, M. L., Savitzky, A. H. y Wells, K. D. (2004). Herpetology. Third edition. Pearson Prentice Hall, United States of America.
- 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.
- Prescott, E.G. (1973). Contributions towards a Monograph of the genus Euglena. Guttingen, 168Pp.
- Price, S.J., Eskew, E.A. y Dorcas, M.E. (2011). Mid-Project Progress Report, Amphibians and Reptiles as Integrative Ecological Indicators of Anthropogenic Disturbance in Riparian Wetland Habitats of the Broad River, South Carolina, Herpetology Lab, Department of Biology, Davidson College.
- Prieto-torres, D., Rojas-Soto, A., Santiago-Alarcón, O. R., Bonaccorso, D. E. y Navarro-sigüenza, A. G. (2019). Diversity, endemism, species turnover and relationships among avifauna of neotropical seasonally dry forests. Ardeola, 66, 257-277.

- Quesnelle, PP. E., Fahrig, L. y Lindsay, K.E. (2013). Effects of habitat loss, habitat configuration and matrix composition on declining wetland species. *Biological Conservation*, 160, 200-208.
- Quiroga, R. (2007). Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible, avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. Series manuales. Naciones Unidas, CEPAL, Santiago de Chile.
- Racey, PP. A. (2009). Reproductive Assessment of Bats. In Kunz T.H. Parsons S. (Eds), *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*, 2nd Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, U.S.A., Pp. 901.
- 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.
- Ramírez, A. y Viña, G. (1998). *Limnología Colombiana, aportes a su conocimiento y estadística de análisis*. Bogotá. Fundación universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. ISBN 958-9029-06-X.
- Ramírez-Chaves, H.E., Suárez-Castro, A.F., Morales-Martínez, D.M., et al. 2021. Mamíferos de Colombia. v1.12. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Conjunto de datos/lista de verificación. <https://dx.doi.org/10.15472/kl1whs>.
- Ramírez-Fráncel, L., García-Herrera, L., Reinoso-Flórez, G. (2015). Nuevo registro del murciélago pálido *Phylloderma stenops* (Phyllostomidae), en el valle alto del río Magdalena, Colombia. *Mastozoología Neotropical*. 22 (1), 97-102.
- Ramírez-Fráncel, L.A., García-Herrera, L.V. y Reinoso-Flórez, G. (2018). First record of *Platyrrhinus albericoi* Velazco, 2005 (Chiroptera, Phyllostomidae) in the eastern slope of the Central Andes of Colombia. *Check List* 14 (6), 1161-1167.
- Ramírez-Fráncel, L.A., García-Herrera, L.V., Reinoso-Flórez, G. (2020). Using MaxEnt modeling to predict the potential distribution of *Platyrrhinus ismaeli* (Phyllostomidae). *Therya*, 11 (2), 203-212.
- Ramírez-Fráncel, L.A. García-Herrera, L.V. Losada-Prado, S. Reinoso-Flórez, G. Lim, B.K. Sánchez, F. Sánchez-Hernández, A. Guevara, G. (2021). Skull Morphology, Bite Force, and Diet in Insectivorous Bats from Tropical Dry Forests in Colombia. *Biology*, 10, 1012.
- Ramírez-Fráncel, L.A. García-Herrera, L.V. Losada-Prado, S. Reinoso-Flórez, G. Sánchez-Hernández, A. Estrada-Villegas, S. Lim, B.K. y Guevara, G. (2022). Bats and their vital ecosystem services, a global review. *Integrative Zoology*, 1-22.
- Ramos-Pereira, M. J., R., Marques, J. T., Santana, J., Santos, C. D., Valsecchi, J., De Queiroz H. L., Beja, P., Palmeirim J. M. (2009). Structuring of Amazonian bat assemblages, the roles of flooding patterns and floodwater nutrient load. *Journal of Animal Ecology*, 78, 1163-1171.

- 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](http://www.RAMSAR.org/es/acerca-de/la-importancia-de-los-humedales).
- Rangel-Ch, O. (2005). Recuperación de la Vegetación Relictual de Áreas Prioritarias de la Zona de Vida de Bosque de Vida Bs-T, en el Departamento de Córdoba. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS), Universidad Nacional de Colombia.
- Rangel-Ch, O. (2015). La biodiversidad de Colombia, significado y distribución regional. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 39 (151), 176-200.
- Reinoso-Flórez, G., Villa-Navarro, F., Losada-Prado, 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 2022. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union.
- 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.
- Restall, R., Rodner, C. y Lentino, M. (2006). Birds of Northern South America, an identification guide, Vol.2. Plates and maps. Yale University Press, New Haven and London, Londres.
- 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.
- Rheingantz, M.L., Menezes, J.F.S. y Thoisy, B. (2014). Definición de la distribución, prioridades de conservación y fronteras ecológicas de la nutria neotropical *Lontra longicaudis*. Ciencias de la Conservación Tropical. 7, 214-229.
- Rheingantz, M.L., Trinca, C.S. (2015). *Lontra longicaudis*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2015, e. T12304A21937379.
- Rheingantz, M.L., Santiago-Plata, V.M., Trinca, C.S. (2017). La nutria neotropical *Lontra longicaudis*, una actualización completa sobre el conocimiento actual y el estado de conservación de este carnívoro semiacuático. Revisión de mamíferos. 47, 291-305.
- 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.

- Ricklefs, R.E. (2012). Naturalists, Natural History, and the Nature of Biological Diversity. *The American Naturalist*, 179 (4), 423-435.
- Rocková, H. y Roček, Z. (2005) Development of the pelvis and posterior part of the vertebral column in the Anura. *J Anat* 206 (1), 17-35.
- Roda, J., Franco, A.M., Baptiste, M.P., Mónera, C. y Gómez, D.M. (2003). Manual de identificación CITES de aves de Colombia. Serie Manuales de Identificación CITES de Colombia. Bogotá D.C., Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Rodríguez, J.M., Camargo, J.C., Niño, J., Pineda, A.M., Arias, L.M., Echeverry, M.A. y Miranda, C.L. (2009). Valoración de la biodiversidad en la ecorregión del eje cafetero. CIEBREG, Pereira.
- Rojas-Ríos, J.A., Cortés-Gómez, A.M., Urbina-Cardona J.N. y Gómez-Martínez. J.M. (2011). Herpetofauna asociada a sistemas ganaderos en bosque seco tropical. *Revista Agroforestería Neotropical* 1,78.
- 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. 170 Pp. ISBN 958-655-671-8.
- Roldán, G. y Ramírez, J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical 2ª Edición. Medellín, Colombia, Editorial Universidad de Antioquia.
- Romero-Martínez, H. J. y Lynch, J. D. (2010). Anfibios de los humedales del departamento de Córdoba. Páginas 349-360 en J.O. Rangel-Ch., editor. Colombia Diversidad Biótica IX, Ciénagas de Córdoba, Biodiversidad, Ecología y Manejo Ambiental. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Romero-Martínez, H.J. y Lynch, J.D. (2012). Anfibios de la región Caribe. Páginas 677-701 en J.O. Rangel-Ch., editor. Colombia, Diversidad Biótica XII. La región Caribe de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.
- Rosemberg, D.M. y Resh, V.H. (1993). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York, U.S.A., Chapman y Hill.
- Rosselli, L. y Stiles, F.G. (2012). Local and landscape environmental factors are important for the conservation of endangered wetland birds in a high Andean plateau. *Waterbirds*, 35, 453-469.
- 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-Almonacid, J.V., Velásquez, A.A., Galvis, PP. A. y Gualdrón, J. (2008). Anfibios. Páginas 169-192 en J.V. Rodríguez-Mahecha, J.V. Rueda-Almonacid y T.D. Gutiérrez, (Eds.). Guía ilustrada de fauna del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Serie de guías tropicales de campo No 7. Conservación Internacional-Colombia. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá D.C. Colombia.
- Ruiz, D.C. (2014). Análisis histórico y prospectiva del humedal Tierra Blanca. *Perspectiva Geográfica*, 19(1), 125-144

- 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.
- Ruiz, L.K., Gradstein, S.R. y Bernal, R. (2022, Junio). Machaerium capote Dugand En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Salazar-Suaza, D. y Quijano Abril, M.A. (2020). Análisis multitemporal y caracterización de la vegetación hidrófita y heliófita de un cinturón de humedales urbanos en el altiplano del Oriente antioqueño. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 639-651.
- Samper, C. (2000). Ecosistemas Naturales, Restauración Ecológica e Investigación. Bogotá, Colombia, Ed Banco de Occidente.
- Samper, D. (1999) Colombia Caminos del agua. Bogotá, Colombia, Ed Banco de Occidente.
- 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.
- Sánchez, F., Sánchez-Palomino, P., Cadena, A. (2004). Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes Centrales de Colombia. Caldasia, 26 (1), 291-309.
- 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.
- 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.
- Sarmiento, C. E (Ed.) (2010). Fauna de la Región de Campo Capote (Puerto Parra, Santander). Serie Guías de Campo del Instituto de Ciencias Naturales No. 6. Instituto de Ciencias Naturales de Colombia-Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. 146 Pp.
- Sarmiento, G. (1975). The Dry Plant Formations of South America and Their Floristic Connections. Journal of Biogeography, 2 (4), 233-251.
- Schipper, J., Chanson, J.S. y Chiozza, F., et al.,. (2008). The status of the world's land and marine mammals, Diversity, threat and knowledge. Science 322, 225-230.
- 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 (2010). Aptitudes de participación, Establecimiento y fortalecimiento de la participación de las comunidades locales y de los pueblos indígenas en el manejo de los humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales.
- 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.
- Segalla, M. V., Martins, M., Baêta, D. y Von Muller Berneck, B. (2016). Herpetologia Brasileira. Revista Herpetologia Brasileira, 5 (2), Pp. 34-46.

- Segnini, S., Correa, I. y Chacón, M. (2009). Tema 14. Evaluación de la calidad del agua de ríos en los andes venezolanos U.S.A.ndo el índice biótico BMWPP. ENFOQUES Y TEMÁTICAS EN ENTOMOLOGÍA, 217.
- Senhadji Navarro, K., Ruíz Ochoa, M.A. Rodríguez Miranda, J.P. (2017). Estado ecológico de algunos humedales colombianos en los últimos 15 años: Una evaluación prospectiva. Colombia Forestal, 20(2), 181-191
- 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.
- Servicio Geológico Colombiano (SGC) (1976). Geología de la Plancha 226 Líbano. Escala 1,100.000. Producto. Versión año 1976.
- Shepard, D. (1968). A Two-Dimensional Interpolation Function for Irregularly-Spaced Data. Proceedings of the 1968 23rd ACM National Conference On-, 517-524.
- SiB Colombia (2022). Sistema de información sobre biodiversidad de Colombia. Disponible en, [Http://www.sibcolombia.net](http://www.sibcolombia.net).
- Sikes, R. S., Gannon, W. L. y the Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. (2011). Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research y education. Journal of Mammalogy, 97, 663-688.
- Simpson, M. (2019). Plant systematics. Academic press.
- Stevens, P. (2017, Julio). Angiosperm Phylogeny Website. [Http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/welcome.html](http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/welcome.html).
- 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.
- Stock, D.W., Weiss, K.M., Zhao, Z. (1997). Patterning of the mammalian dentition in development and evolution. BioEssays 19, 481-490.
- Streble, H. y Krauter, B. (1978). Das Leben in Wassertropfen, Mikroflora and Microfauna des Subasser, Ein Bestimmungsbuch mit 1700 Abbildungen.
- Suzán, G.A. (2005). Desmodus rotundus. Pp 193-194., en, Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G. y Oliva, G., eds). Fondo de Cultura económica/CONABIO. México, DF.
- Swenson, J.J. young, B.E, Beck S, Comer P, Córdova JH, Dyson J, Embert D, Encarnación F, Ferreira W, Franke I, Grossman D, Hernandez P, Herzog SK, Josse C, Navarro G, Pacheco V, Stein BA, Timaná M, Tovar A, Tovar C, Vargas J. y Zambrana-Torrel, C.M. (2012). Plant and animal endemism in the eastern Andean slope, challenges to conservation. BMC Ecology, 12, Pp. 1.
- Taubert, F., Fischer, R., Groeneveld, J., Lehmann, S., Müller, M. S., Rödig, E., Wiegand, T. y Huth, A. (2018). Global patterns of tropical forest fragmentation. Nature, 554, 519-522.
- 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, IEEPP.
- Thomas, E., Morillo, A., Gutiérrez, J., Caicedo, C.A., Higueta, L.G.M., López-Lavalle, L.A.B. y González, M.A. (2021). Genetic diversity of Astronium graveolens Jacq. in Colombian seasonally dry tropical forest, support for the dry forest refugia hypothesis?. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 53, 125642.

- 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.
- Torres-Rodríguez, S., Díaz-Triana, J.E., Villota, A. y Gómez, W. (2019). Diagnóstico ecológico, formulación e implementación de estrategias para la restauración de un bosque seco tropical interandino (Huila, Colombia). *Caldasia*, 41 (1), 42-59.
- Traylor, M.A. (1977). A classification of the Tyrant Flycatchers (Tyrannidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 148, 129-184.
- Trites, A.W. y Joy, R. (2005). Dietary analysis from fecal samples, How many scats are enough? *Journal of Mammalogy* 86, 704-12.
- Trujillo, F., Arcila, D. (2006). Nutria neotropical *Lontra longicaudis*. Pp 249-254. En, Rodríguez-Mahecha, J.V., Alberico, M., Trujillo, F., Jorgeson, J. (Eds.). *Libro Rojo de los mamíferos de Colombia Serie Libros Rojos de especies Amenazadas de Colombia*. Bogotá, Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Uetz, P., Freed, P. Y. y Hošek, J (Eds.) (2018) *The Reptile Database*, [Http://www.reptile-database.org](http://www.reptile-database.org), accessed [18-06-2022]
- Urbina-Cardona, J.N., Navas, C.A., González, I., Gómez-Martínez, M.J., Llano-Mejía, J., Medina-Rangel, G.F., Blanco-Torre, A. (2011). Determinantes de la distribución de los anfibios en el bosque seco tropical de Colombia, herramientas para su conservación, Capítulo 5. 167-193. En, *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia (Eds, Pizano, C. y García, H).
- Urbina-Cardona, J.N., Nori, J. y Castro, F. (2011). Áreas vulnerables a la invasión actual y futura de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*, Ranidae) en Colombia, Estrategias propuestas para su manejo y control. *Biota Colombiana* 12,23-34.
- Urbina-Cardona, J.N., Olivares-Pérez, M. y Reynoso, V.H. (2006). Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across the pasture-edge interior gradient in tropical rainforest fragments in the region of Los Tuxtlas, Veracruz. *Biological Conservation* 132,61-75.
- Valdelamar-Villegas, J.C. García-Pacheco, L.C., Cuadro-Alzamora, M. Torres-Benítez, J.D. y Arciniegas-Suárez C.A. 2020. Uso de la ictiofauna para la evaluación de la condición ecológica y ambiental de un complejo cenagoso en el Caribe colombiano. *Intropica* 15(2):144-154
- Valencia-Zuleta, A., Jaramillo-Martínez, A.F., Echeverry-Bocanegra, A., Viáfara-Vega, R., Hernández-Córdoba, O., Cardona-Botero, V.E., Gutiérrez-Zúñiga, J. y Castro-Herrera, F. (2014). Conservation status of the herpetofauna, protected areas, and current problems in Valle del Cauca, Colombia. *Amphibian y Reptile Conservation* 8 (2) [Special Section], 1-18.
- Van Buurt, G. (2005). *Field Guide to the Amphibians and Reptiles of Aruba, Curaçao and Bonaire*. Serpents Tale, Frankfurt.
- Van der Hammen T. 1974. The pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. *Journal of Biogeography*, 1 (1), 3-26.
- Van Toor M.L. O'Mara M.T. Abedi-Lartey M. Wikelski M. Fahr J. Dechmann D.K. (2019). Linking colony size with quantitative estimates of ecosystem services of African fruit bats. *Current Biology* 29 (7), R237-R238.
- Vargas, O. (2007). *Guía Metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia.

- Vargas, W.G. (2002). Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales. Universidad de Caldas.
- Vargas-Zapatas, M. A., Prince-Chacón, S. y Martínez-Hernández, N. J. (2012). Estructura poblacional de *Heliconius erato* hydra Hewitson, 1867 (Lepidoptera, Nymphalidae) en la reserva campesina la montaña (RCM), departamento del Atlántico, Colombia. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), 51, 273-281.
- Vera, P. y Villegas, C. I. (2018). Trade-off entre servicios ecosistémicos y sus implicaciones en el diseño de un esquema de pago por servicios ambientales. Universidad Nacional de Colombia.
- 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/haariehbmamidbar/atlas-of-the-birds-of-colombia>.
- Vidal M. A. y Labra, A. (2008). Herpetología de Chile. Science Verlag® pp 579.
- Vilardy, S., Jaramillo, U., Flórez, C., Cortés Duque, J., Estupiñán, L., Rodríguez, J., Acevedo, O., Samacá, W., Santos, A., Peláez, S. 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.
- Villanueva, B., Melo, O. y Rincón, M. (2014). Estado del conocimiento y aportes a la flora vascular del bosque seco del Tolima. Colombia Forestal, 18 (1), 9-23.
- 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.
- Villareal, H.M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza-Cifuentes, H., Ospina, M. y Umaña, A.M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- 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.
- 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.
- Warren, A.D. Davis, K.J. Stangeland, E.M. Pelham, J.P. y Grishin, N.V. (2015). Illustrated Lists of American Butterflies (North and South America).
- Wayne-Nelson, R. y Weller, E. (1984). A better rationale for wetland management. Environmental Management, 8 (4), 295-308.
- Wells, K.D. (1977). The social behaviour of anuran amphibians. Animal Behaviour 25, 666-693.
- Wildman, D.E., Chen, C., Erez, O., et al. (2006). Evolution of the mammalian placenta revealed by phylogenetic analysis. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 103, 3203-3208.
- Wilson, D. E., Reeder, D. M. (Eds) (2005). Mammal Species of the World, A Taxonomic and Geographic Reference. Baltimore, E.E.U.U., Johns Hopkins University Press.

- World Flora Online (WFO) (2022, Junio). An Online Flora of All Known Plants, Supporting the Global Strategy for Plant Conservation. [Http://www.worldfloraonline.org/](http://www.worldfloraonline.org/).
- Wright S. J., Zeballos, H., Domínguez, I., Gallardo, M. M., Moreno, M. C., Ibáñez, R. (2000). Poachers alter mammal abundance, seed dispersal, and seed predation in a Neotropical forest. *Conservation Biology*, 14, 227-239.
- 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.
- Wynn, A. y Heyer, W.R. (2001). Do geographically widespread species of tropical amphibians exist? An estimate of genetic relatedness within the neotropical frog *Leptodactylus fuscus* (Schneider 1799) (Anura Leptodactylidae). *Tropical Zoology*, 255-285.
- Yacubson, S. (1969). Algas de ambientes acuáticos continentales, nuevas para Venezuela (Cyanophyta, Chlorophyta). *Bol. Centro Inv. Biol., Univ. Zulia*, 3, 1-87.
- Zahler, P. y Rosen, T. (2013). Endangered Mammals. *ScienceDirect* 2, 188-198.
- Zhang, B., Shi y., Liu, J. y Xu, J. (2017). Economic values and dominant providers of key ecosystem services of wetlands in Beijing, China. *Ecological Indicators*, 77, 48-58.
- Zug, G.R., Vitt, L.J. y Caldwell, J.P. (2001). *Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Academic Press. New York, EE.UU.