Propuesta Metodológica para el Monitoreo y la Caracterización de la Fauna y Flora Silvestre en el Departamento del Cesar

CORPOCESAR
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CESAR

CAVEFS
Centro de Atención y Valoración de Fauna y Flora Silvestre
CORPOCESAR

ORNIAT
FUNDACIÓN ORNITOLÓGICA DEL ATLÁNTICO



CONVENIO CORPOCESAR – ORNIAT No. 19-7-0001-0-2024. Julio 2025.

AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS Y ECONÓMICOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y REALIZACIÓN DE ACCIONES PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DEL TRÁFICO ILEGAL DE ESPECIES SILVESTRES EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR- ADMINISTRACIÓN Y OPERACIÓN DEL CENTRO DE ATENCIÓN Y VALORACIÓN DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE (CAVFFS), EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR

FUNDACIÓN ORNITOLÓGICA DEL ATLÁNTICO - ORNIAT

John Jairo Gómez González
Biólogo
Msc. Ciencias Ambientales
Director General del Proyecto

Pablo Cesar Lagares Ortega
Biólogo
Msc. Ciencias Ambientales
Coordinador General del Proyecto
Compilador del Documento

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CESAR – CORPOCESAR

Adriana Margarita García Arevalo
Directora General

Mónica Inés González Thomas
Subdirectora de Gestión Ambiental
Supervisor del Convenio

Brenda Paulina Cruz Espinoza
Jefe Oficina Jurídica

Tima Cecilia Martínez Monroy
Coordinador GIT Gestión de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos

Marino José Zuleta Oñate
Médico Veterinario
Profesional Apoyo

EQUIPO PROFESIONAL PARTICIPANTE PROGRAMA DE MONITOREO DE FAUNA Y FLORA EN ÁREAS PROTEGIDAS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR

Pedro Erasmo Torrijos Muñoz
Ingeniero Agronómico
Profesional Componente Flora

Marlon Alberto González Vargas
Biólogo
Profesional Componente Herpetos

Carlos Jesús Agamez López
Biólogo
Profesional Componente Mastozoología

Pablo Cesar Lagares Ortega
Biólogo
Msc. Ciencias Ambientales
Coordinador General del Proyecto
Profesional Componente Aves

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 9
1. OBJETIVOS 11
1.1. Objetivo General 11
1.2. Objetivos Específicos 11
2. DISEÑO METODOLÓGICO 12
2.1. Estructura Metodológica para caracterización de Flora Arborea 12
2.1.1. Etapa Pre campo 12
2.1.2. Etapa de campo 14
2.1.3. Fase Post campo 23
2.2. Estructura Metodológica para caracterización de Flora Epifita 30
2.2.1. Etapa Pre campo 30
2.2.2. Etapa de Campo 31
2.2.3. Fase post campo. 37
2.3. Estructura Metodológica para el grupo de los mamíferos 39
2.3.1. Fase previa 39
2.3.2. Etapa de campo 39
Métodos para colecta de individuos 55
Muestras en piel 55
Muestras en líquido 56
2.3.3. Fase Post campo 57
2.4. Estructura Metodológica para el grupo de las Aves 60
2.4.1. Fase previa al trabajo de campo 60
2.4.2. Etapa de Campo 60
2.4.3. Etapa Post-Campo 67
2.5. Estructura Metodológica para el grupo de los herpetos (anfibios y reptiles) 69
2.5.1. Fase previa del trabajo a campo 69
2.5.2. Etapa de campo 70

2.5.3. Fase Post campo 74

2.5.3.1.7. Análisis de similaridad 76

3. CONSIDERACIONES FINALES 77

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Categoría de tamaño de la vegetación vascular a registrar y dimensiones de la correspondiente unidad de muestreo 15

Tabla 2 Frecuencia absoluta 25

Tabla 3 Estratificación 29

Tabla 4. Criterios de selección de forófitos 33

Tabla 5. Métodos de muestreo por sustrato de desarrollo y tipo de especie de flora en Veda 35

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Demarcación de parcelas. 18

Fotografía 2. Registro de datos de (CAP) en bosque seco, Parque Natural Regional Los Besotes, área de jurisdicción del Parque Natural Nacional Sierra Nevada de Santa Marta 20

Fotografía 3. Marcación de árboles. 21

Fotografía 4. Marcación de Latizales 22

Fotografía 5. Latizal de *Espeletia neriifolia*, medido en Arbustal Abierto - PNRSP. . 22

Fotografía 6. Población brinzal de *Espeletia perijaensis*, medido en Arbustal Abierto - PNRSP. 23

Fotografía 7. Instalación y revisión de redes de niebla en las estaciones de monitoreo. 42

Fotografía 8. Instalación, revisión y receba de trampas Sherman en las estaciones de monitoreo. 45

Fotografía 9. Registro de mamíferos mediante huellas, presencia de pelos, heces, etc en las estaciones de monitoreo. 48

Fotografía 10. Instalación de trampas Tomahawk en las estaciones de monitoreo. 51

Fotografía 11. Instalación de cámaras trampa para el registro de mamíferos en el área de estudio. 52

Fotografía 12. Instalación de cámara trampa y prueba de gateo para verificar la activación. *Fuente: (Fundación ORNIAT - CORPOCESAR, 2024-2025); (Díaz & Payán, 2012)* 53

Fotografía 13. Metodología de búsqueda intensiva de aves 62

Fotografía 14. Equipo sonoro para grabación de vocalizaciones de aves 63

Fotografía 15. Equipo sonoro para grabación de vocalizaciones de aves 64

Fotografía 16. Metodología para la captura de aves mediante instalación de redes de niebla 66

Fotografía 17. Metodología para obtención información de fauna silvestre mediante encuestas informales 67

Fotografía 18. Proceso de búsqueda y captura en hojarasca y bajo troncos 72

Fotografía 19. Barrera de intercepción en línea con trampas de caída construidas con canecas de 50 litros..... 73

Fotografía 20. Proceso de encuesta informal a pobladores locales 74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de la forma de las parcelas instaladas 15
Figura 2. Forma, dimensiones y ubicación de las unidades de muestreo al interior de los transectos 17
Figura 3. Forma de medición del DAP de acuerdo con casos especiales 19
Figura 4. Zonificación del forófito para epífitas vasculares y no vasculares. 34
Figura 5. Partes del cuerpo y medidas morfométricas básicas para murciélagos. .. 41
Figura 6. Grabador bioacústico Ultrasónica Song Meter Mini Bat 2 Doble LI-ION Wildlife Acoustics y Echo Meter Touch 2 para detección de murciélagos en campo. 43
Figura 7. Posible disposición de trampas Sherman en campo. 44
Figura 8. Medidas morfométricas en pequeños mamíferos: LT: Largo total, CC: Largo de la cabeza y el cuerpo, LC: Largo de la cola, LP: Largo de la pata posterior, LO: Largo de la oreja. 44
Figura 9. Transectos de ancho variable y medición de huellas durante los recorridos en campo. 47
Figura 10. Formato de campo para toma de información de mamíferos 49
Figura 11. Formato de registro de cámaras trampa en campo. 54
Figura 12. Ejemplares en piel para colección de referencia. 56

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad nos proporciona una serie de servicios del ecosistema indispensables para la vida del ser humano y de otras especies, además tiene que ver con las funciones reguladoras de los procesos ecológicos. Los ecosistemas cumplen con funciones fundamentales para la vida como la estabilidad climática, regulación atmosférica, control de los ciclos de agua y control de la erosión entre otros. Son enormes los beneficios que proporciona la flora y fauna, y de los cuales el hombre se beneficia. Actividades como la agricultura, la pesca, el ecoturismo, la explotación maderera y petrolera, alimentos, medicinas, productos industriales y variedades silvestres de plantas ornamentales, entre otras, representan un enorme valor económico (CAR & Consorcio AP Biodiversa, 2019).

En la actualidad, todas las actividades humana generan un impacto, que se evidencia en la transformación de los paisajes naturales, ocasionando la reducción y la fragmentación de hábitats. Constituyéndose, en el factor que más inciden en el cambio climático, pérdida de la biodiversidad; al disminuir la cobertura del bosque y por ende la oferta alimenticia, causando, por tanto, la extinción de numerosas especies y alteraciones en la abundancia y composición de las diferentes comunidades biológicas (Saunders, Hobbs, & Margules, 1991); (Murcia, 1995). La mitigación de la desaparición de hábitats, como la principal amenaza actualmente se presenta como uno de los retos del milenio, a través de la conservación de hábitats de importancia que alberguen un número de especies, que incluyen individuos de especies bajo algún grado de amenaza o sensible a cambios en el ecosistema, que a su vez aporte a la conservación de los valores ecosistémicos.

La creciente preocupación por la destrucción de los recursos naturales ha llevado a las sociedades y los gobiernos a impulsar alternativas encaminadas a un uso y explotación adecuados de la biodiversidad. Estas alternativas se clasifican en tres rubros: 1) protección y conservación de los ecosistemas naturales y su biodiversidad en áreas naturales protegidas; 2) uso sostenible y equitativa de los recursos naturales con la perspectiva de mejorar las condiciones de vida de toda la población, y 3) restauración de las áreas deterioradas (Carabias, 2009).

El Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en el documento "Estado de la Biodiversidad en América Latina y el Caribe" 2010, dentro de la estrategia y visión para reducir la pérdida de la Diversidad Biológica, plantea la necesidad de reforzar los sistemas nacionales y regionales para la recopilación de datos, monitoreo y análisis relacionados con la biodiversidad y los ecosistemas, a fin de garantizar la disponibilidad de datos, estadísticas e información adecuados, estructurados y comparables.

El monitoreo de la biodiversidad se ha convertido en una prioridad a escala mundial, ante la necesidad de formular e implementar políticas para mitigar y manejar los impactos de los procesos que amenazan con eliminar o disminuir seriamente los servicios ecosistémicos, de los cuales depende la humanidad para su bienestar actual y futuro. La sociedad y sus gobiernos, conscientes de esta problemática, elaboran planes, estrategias o programas

nacionales para la conservación y utilización de la diversidad biológica y sus servicios; no obstante, la información disponible para afrontar los impactos sobre la biodiversidad es de difícil acceso, se encuentra dispersa y está pobremente documentada, debido en parte a que no existe suficiente información de línea base explícitamente dirigida para soportar sistemas de monitoreo del cambio global (Vallejo & Gómez, 2017).

Por lo tanto, se requiere consolidar un programa de monitoreo efectivo que cumpla con elementos esenciales para establecer como una herramienta de trabajo que oriente los procesos que se deberían desarrollar en el departamento del Cesar, y que dicho programa sea adaptable a los diferentes mecanismos que favorezca la consecución de los objetivos proyectados, y sus resultados sean insumos necesarios para los tomadores de decisiones en CORPOCESAR.

Es por esto que el equipo técnico consultor del monitoreo de fauna y flora silvestre en los parques naturales regionals serranía del Perijá y Los Besotes, ejecutados por la Fundación Ornitológica del Atlántico – ORNIAT, presenta a la Corporación Autónoma Regional del Cesar - CORPOCESAR, la propuesta Metodológica para los futuros procesos de ejecución de monitoreo y caracterización de la fauna y flora silvestre en jurisdicción del departamento del Cesar.

Este documento tomó como información de referencia, el Manual de Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales – MEGEPEA (MADS, 2018a), el Manual de Compensaciones del Componente Biótico, el cual se complementó de los elementos conceptuales relacionados en el Manual de Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad, adoptado mediante la Resolución 1517 de 2012, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2018b), y el Manual de Métodos de Muestreos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH, entre otros (Villarreal H. , y otros, 2006); (Villarreal H. , y otros, 2004).

Po lo tanto, se espera que la Corporación a través de su equipo técnico, orientados por el GIT de Gestión para la Biodiversidad y Servicios ecosistémicos, lo revisen, hagan los ajustes que consideren necesarios, y lo avalen para que sea adoptado por la Dirección General, como herramienta de manejo que busca consolidar un trabajo articulado para la recopilación de la información de la fauna y flora del departamento, y se tomen todas las medidas necesarias para su manejo.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General

Establecer esta propuesta metodológica para los programas de monitoreo y caracterización de la fauna y flora silvestre que se requieran ejecutar en las diferentes áreas de bosque de protección y conservación del departamento del Cesar, jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Cesar – CORPOCESAR, que corresponden a obligaciones definidas a empresas con licenciamiento ambiental, cuyo objetivo sea, generar información confiable y actualizada para la gestión institucional y ejercer el manejo y control como Autoridad Ambiental del departamento.

1.2. Objetivos Específicos

- ✓ Planificar y ejecutar las actividades de campo que se deban desarrollar en los programas de monitoreo y caracterización de la fauna y flora silvestre de las áreas de protección y conservación encontradas en el departamento del Cesar, por las empresas con licenciamiento ambiental.
- ✓ Realizar el levantamiento forestal en las áreas de interés definida en las obligaciones otorgadas por la Autoridad Ambiental a las empresas con licenciamiento ambiental, a ejecutar en áreas del departamento del Cesar.
- ✓ Evaluar y caracterizar la flora epífitas vascular y no vasculares en las áreas de interés en el departamento del Cesar.
- ✓ Evaluar y caracterizar la herpetofauna asociada a las coberturas vegetales identificadas en las áreas de interés del proyecto, aplicando los diferentes métodos de muestreos, para obtener la información de su diversidad, abundancia y aspectos ecológicos, como herramienta de interés para la toma de decisiones por la Corporación en el departamento del Cesar.
- ✓ Evaluar y caracterizar la avifauna asociada a las coberturas vegetales identificadas en las áreas de interés del proyecto, aplicando los diferentes métodos de muestreos, para obtener la información de su diversidad, abundancia y aspectos ecológicos, como herramienta de interés para la toma de decisiones por la Corporación en el departamento del Cesar.
- ✓ Evaluar y caracterizar la Mastozoofauna asociada a las coberturas vegetales identificadas en las áreas de interés del proyecto, aplicando los diferentes métodos de muestreos, para obtener la información de su diversidad, abundancia y aspectos ecológicos, como herramienta de interés para la toma de decisiones por la Corporación en el departamento del Cesar.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

Se presenta el siguiente esquema metodológico para los estudios de evaluación, monitoreo y caracterización de la fauna y flora silvestres en áreas de protección y conservación en el departamento del Cesar para dar cumplimiento a las obligaciones establecida por la Corporación Autónoma Regional del Cesar, a las empresas con licenciamiento ambiental.

Esta estructura metodológica, toma como referente la metodología general para la elaboración de estudios ambientales (MADS, 2018a), la actualización del manual de compensaciones ambientales del componente biótico (MADS, 2018b), y la metodología de evaluación ecológica rápida del grupo de exploración del monitoreo ambiental – GEMA (Villarreal H. , y otros, 2006); (Villarreal H. , y otros, 2004), a los cuales se les incorporan algunos ajustes metodológicos por parte del equipo biótico de la Corporación Autónoma Regional del Cesar – Corpocesar, que busca consolidar un esquema de trabajo único para todas las actividades que se deban implementar a la hora de ejecutar estudios ambientales para el departamento, lo que ayudará a fortalecer la información que se generará por los diferentes grupos de investigación de los proyectos licenciados y se logre consolidar a través de una geodata base para el departamento, como elemento de referencia por lo tomadores de decisiones en la Corporación.

2.1. Estructura Metodológica para caracterización de Flora Arborea

2.1.1. Etapa Pre campo

La primera fase metodológica corresponde al desarrollo de actividades anteriores a la etapa de campo, periodo en el cual se realiza la revisión documental, cartográfica y definición de tipo de inventario (establecimiento de parcelas de muestreo); esta etapa preliminar se encuentra conformada por las siguientes actividades:

2.1.1.1. Revisión de información secundaria

Para la caracterización de la flora se recomienda la revisión de la información secundaria en las bases de datos especializadas y acreditadas por la comunidad científica, e información existente en centros de investigación como el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, el Instituto Alexander von Humboldt, entre otros.

Como información secundaria del proyecto también se debe tener en cuenta los estudios ambientales realizados en cercanía a las áreas a muestrear y los estudios de la Corporación Autónoma Regional del Cesar - CORPOCESAR y demás entidades que tengan información de la flora presente en la región.

La información recopilada servirá para ser empleada en la descripción de la vegetación del área a muestrear, organización de logística para el protocolo de colección de muestras botánicas y la elaboración del documento técnico del componente vegetal.

2.1.1.2. Identificación de los ecosistemas presentes

Se recomienda realizar la identificación de los ecosistemas presentes en el área de interés donde se desarrollará el monitoreo de flora, de acuerdo con el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (IDEAM, IAVH, INVEMAR, & IGAC, 2017), que está a escala general (1:100.000) y es el punto de partida de cualquier estudio ambiental, sin embargo, la escala a la que esta, solo es un referente del tipo de ambiente en el que se circunscribe la intervención. Para ello, se detallará a mayor escala con base en información primaria y foto-mosaico a gran escala, toda vez que los ecosistemas recogen todas las características y se asocian además con variaciones de coberturas menores y con características únicas.

Con el fin de llevar a cabo la identificación de Biomas a la escala del estudio, se tomará como base la información del mapa Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (IDEAM, IAVH, INVEMAR, & IGAC, 2017). El ajuste de los biomas existentes dentro del área de estudio se tomará del mapa de la geomorfología y de suelos existente del área del predio a evaluar, para determinar las interacciones de estos factores con la fisionomía de la vegetación y como ésta cambia su estructura morfológica en función de estos factores físicos. La definición de las unidades climáticas se basa en los datos climáticos (temperatura y precipitación) registrados en las estaciones meteorológicas aledañas al área del proyecto

2.1.1.3. Etapa de interpretación de imágenes de sensores remotos y elaboración de cartografía preliminar

Se recomienda la interpretación de las imágenes de satélite, foto-mosaicos y fotografía áreas para describir las coberturas de la tierra, las cuales se determinan de acuerdo con el Sistema de clasificación CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover que fue adaptado para Colombia y que en la actualidad es el adoptado por todos los institutos de investigación de Colombia, CAR`s y ANLA (IDEAM, 2010). Esta información será de gran relevancia para la construcción de la cartografía preliminar.

Generar la cartografía de los ecosistemas identificados por información secundaria, basada en el cruce de mapas ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia 2017 y el mapa de Coberturas de Colombia 2018, con el fin de obtener la cartografía preliminar, la cual se corroborará en la etapa de campo, mediante la realización de puntos de control georreferenciados. La definición de las unidades se debe realizar siguiendo los lineamientos de la metodología CORINE Land Cover adaptadas para Colombia (IDEAM, IAVH, INVEMAR, & IGAC, 2017); (IDEAM, 2010).

2.1.2. Etapa de campo

Definida las unidades y sitios de muestreo en la etapa anterior, se recomienda realizar las siguientes actividades en la fase de campo.

Previo a la etapa de campo, se recomienda realizar una salida de pre-campo a las localidades a muestrear. El objetivo de esta salida es hacer un reconocimiento preliminar en el terreno de los sitios de observación y muestreo, lo que servirá para tener una panorámica más clara de la topografía del terreno y de los sitios específicos a muestrear, estimar los tiempos de desplazamiento y el tiempo efectivo de trabajo para los muestreos; consolidar la logística de trabajo, que incluya, el alquiler de mulas para desplazamiento a los sitios de muestreo (que se requieran), vinculación de baquianos como auxiliares de campo, sitios para estadía en caso que amerite, incluyendo la contratación para suministro o preparación de alimentos para el equipo de trabajo. Adicionalmente, establecer el periodo en el que se realiza el monitoreo y el comportamiento climático de la zona.

Se recomienda a las empresas encargadas de ejecutar los programas de monitoreo y caracterización de fauna y flora, llevar durante las salidas de pre-campo, material educativo-pedagógico (cartilla, flayer, folletos, etc), que sirvan para informar a las comunidades que se intervendrán, de igual manera, indicar las actividades que se ejecutarán, los objetivos asociados al proyecto, y los beneficios ambientales y de repercusion social que pueden tener para sus comunidades, hacer la presentación a las autoridades locales (alcaldía, inspección de policía, juntas de acción comunal, otras organizaciones sociales, etc) (Villareal, y otros, 2004).

Este proceso debe servir para definir las áreas o estaciones de muestreo, proyectadas a través de Imágenes de cobertura por el equipo SIG en el trabajo de oficina.

Adicionalmente, esta salida a campo permitirá al equipo validar y actualizar la cartografía preliminar, mediante la toma de los puntos de control identificados durante los recorridos en campo.

2.1.2.1. Determinación del tipo de muestreo

La distribución de las parcelas se debe realizar de manera aleatoria, garantizando que cada unidad de muestreo tenga la misma probabilidad de ser seleccionada. Este enfoque contribuirá a la representatividad estadística y minimizará los sesgos en la recolección de datos.

- **Forma y Tamaño de la parcela**

La forma de la unidad de muestreo se recomienda se realice de manera rectangular siguiendo la metodología (Gentry A. H., 1982); (Gentry A. H., 1995); (Trejo & Dirzo, 2002), por ser las más prácticas a utilizarse en escenarios de coberturas vegetales en procesos

de inventarios y en la cual se debe tener en cuenta el efecto de borde que se pueda generar. Estas formas de parcelas permiten un barrido en línea recta sin incurrir en prolongados desplazamientos laterales, facilitando la evaluación de los atributos y las variables.

Por lo tanto, para la valoración de la composición y estructura del Bosque (bosque seco tropical, bosque humedo tropical, bosque premontano, bosque de páramo), se recomienda el protocolo estandarizado para el establecimiento de parcelas temporales de 0,1 ha, que incluya el levantamiento de parcelas de 20 x 50 m (1000 m^2), teniendo en cuenta los rangos altitudinales de las áreas a muestrear (topografía planas o en montañas) (Villareal, y otros, 2004); (Arellano & Macia, En Preparación) en (Soliz-Navarro & Alanes-Romero, 2018); estas parcelas se deben subdivider en 10 parcelas de 10 x 10 m y se deben marcar con cinta peligro (flagen), adicionalmente se recomienda numerarlas del 1 al 10 para mejor control y la recopilación de la información (Figura 1).

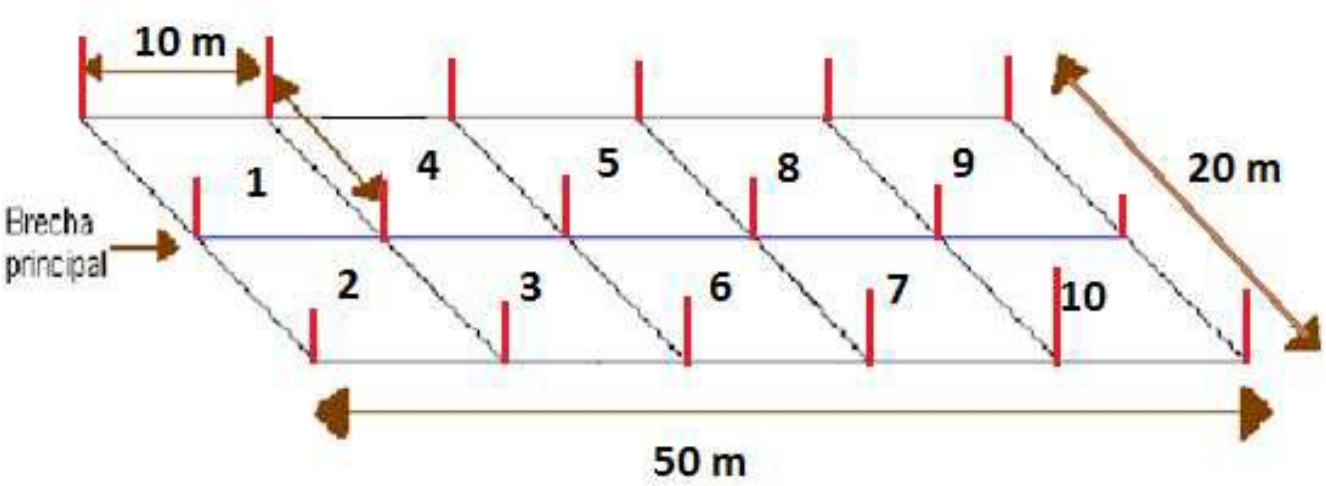


Figura 1. Diagrama de la forma de las parcelas instaladas
Fuente: (Arellano & Macia, En Preparación)

Adicionalmente, se propone el siguiente diseño de parcelas que se van a utilizar en la caracterización florística y estructural de las áreas con los diferentes ecosistemas a evaluar por los diferentes proyectos, estas unidades de muestreo incluyen (Tabla 1):

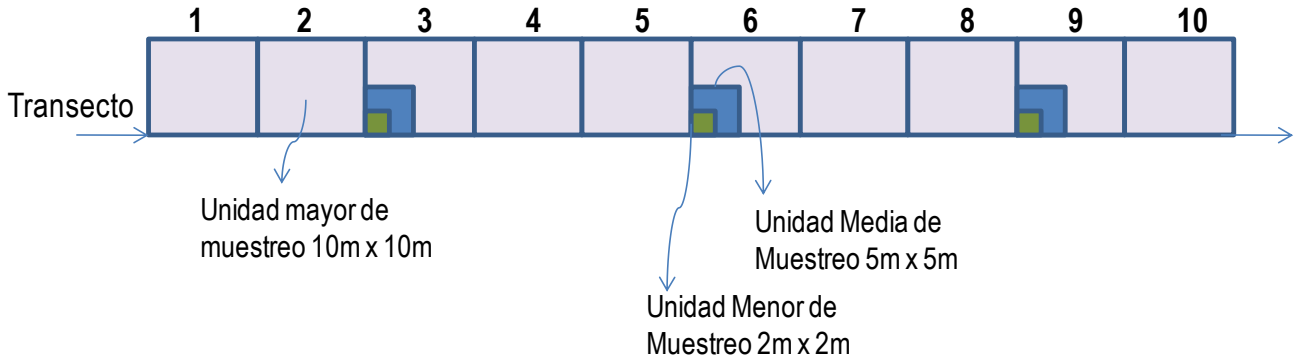
Tabla 1. Categoría de tamaño de la vegetación vascular a registrar y dimensiones de la correspondiente unidad de muestreo

Nombre	Dimensión de la unidad de muestreo	Categoría de tamaño de la vegetación
Unidad menor de muestreo	2 x 2 m (Tres (3) sub parcelas)	✓ Renuevos o brinzales ®, en la cual se incluyen todos los individuos de las especies arbóreas entre 0 y 30 cm de altura. ✓ Plantones inferiores (**U1**), con alturas entre 30 - 150 cm

Nombre	Dimensión de la unidad de muestreo	Categoría de tamaño de la vegetación
Unidad media de muestreo	5x5 m (Tres (3) sub parcelas)	✓ Latizal: individuos con diámetro normal desde 5 9,9 cm. ✓ Plantones superiores (**U2**), con alturas entre 150 cm y 300 cm ✓ Establecidos (**E**), corresponden a individuos con alturas superiores a 300 cm e inferiores a 5 cm de diámetro normal.
Unidad mayor de muestreo	10x10m (10 sub parcelas)	✓ Fustal: individuos con DAP desde ≤10,0 cm

Fuente: (Aquabiósfera, 2019)

Las unidades de muestreo deben quedar anidadas (sub parcelas), cada una dentro de la siguiente categoría superior, y a su vez, la unidad mayor de muestreo quedará anidada en las sub parcelas, y esta a su vez, en las unidades de cobertura. La unidad media de muestreo y la unidad menor de muestreo se instalarán al interior de las unidades mayores de muestreo 3, 6 y 9 (Figura 2).



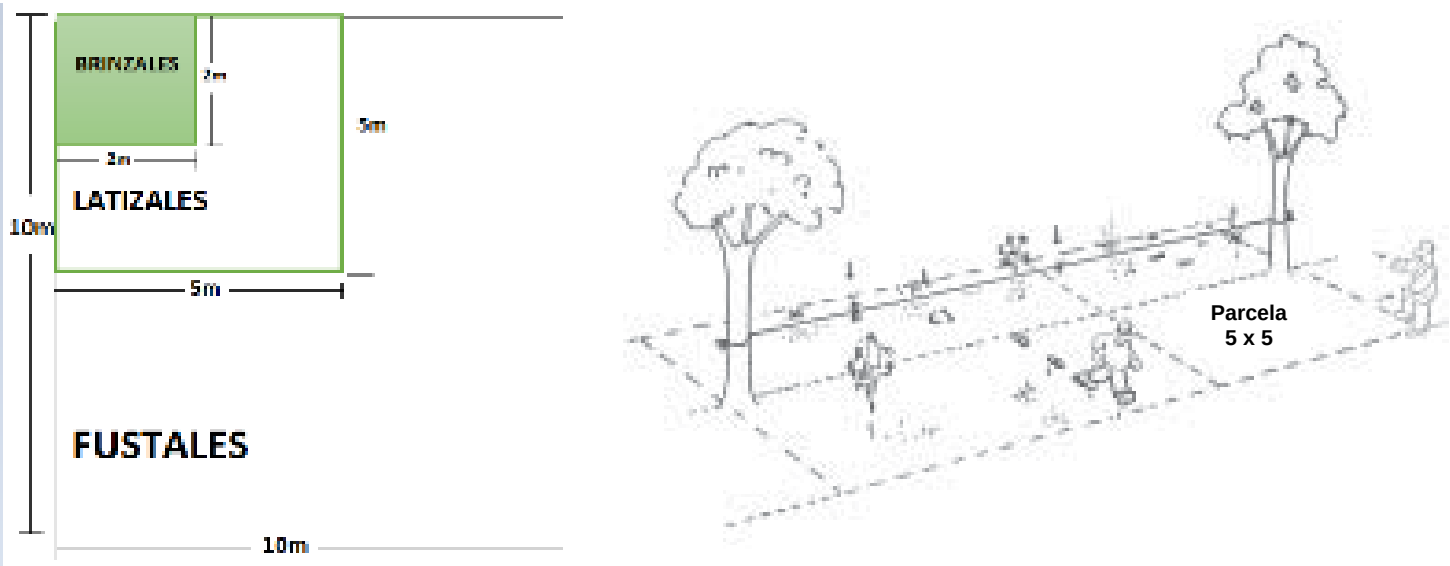


Figura 2. Forma, dimensiones y ubicación de las unidades de muestreo al interior de los transectos

Fuente: (Aquabiósfera, 2019); Grupo consultor Incoandina, 2019; (Villareal, y otros, 2004)

2.1.2.2. Determinación del tamaño de la muestra

Para el área objeto de estudio, se deberá determinar el número total de parcelas a evaluar, conforme a las dimensiones previamente establecidas. Cada parcela será utilizada para realizar mediciones específicas de fustales, latizales y brinzales, asegurando representatividad en función de la distribución espacial del área de estudio, la jurisdicción municipal correspondiente y las coberturas vegetales presentes, en el periodo de tiempo proyectado para la actividad de campo. Esta estratificación permitirá una caracterización más precisa de la regeneración natural y facilitará la trazabilidad de los datos obtenidos.

2.1.2.3. Demarcación de las unidades de muestreo

Para realizar la demarcación de cada parcela, se debe extender una línea eje central de 50 metros de longitud, la cual se debe georreferenciar en el punto inicial y final; a partir de este eje se debe trazar marcarcaciones en 10 sub parcelas, las cuales deben ser señalizadas con cinta peligro (flagen), cada sub parcela debe tener una un área de 10 x 10 m (las cuales se recomiendan numerar del 1 al 10 para su mejor control y toma de datos), en los cuales se registrarán los carácteres pertinentes a las categorías de fustales, latizales y brinzales (Fotografía 1).



Fotografía 1. Demarcación de parcelas.
Fuente: Grupo consultor Incoandina, 2019

2.1.2.4. Registro de atributos

El registro de la información y las mediciones debe ser realizada mediante el uso de formatos de campo (libre para manejo de cada consultor), priorizando la recopilación para cada individuo arbóreo y categoría de tamaño vascular, las variables a recopilar son las siguientes:

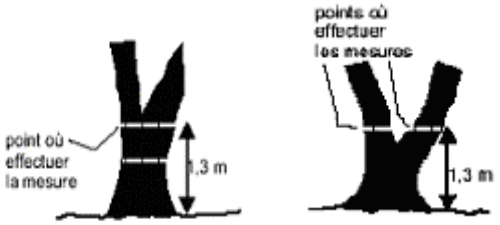
- **Fustales**

- Número del árbol: Número consecutivo del fustal en el inventario de la cobertura.
- Nombre común: nombre dado en la región, su identificación se realizará con apoyo de personal de la zona.
- Circunferencia a la altura del pecho (CAP): medida del grosor del árbol localizado a 1,3 m de altura sobre el piso (Figura 3; Fotografía 2).
- Altura total: longitud del árbol desde el suelo hasta su ápice.
- Altura comercial, altura del fuste aprovechable, desde el tocón hasta donde inicia la copa o hasta donde haya alguna limitación como deformación, daño o lesión.
- Coordenadas GPS: N: posición Norte; E: posición Este, para el inicio y final de la parcela a establecer.
- Observaciones: se debe registrar información como: bifurcaciones, árboles descopados, presencia de lianas y bejucos, árboles caídos y árboles inclinados. También se anotarán características como la densidad del sotobosque, drenaje, relieve y grado de intervención. Los árboles se marcan con pintura color visible sea rojo o amarillo (Fotografía 3).

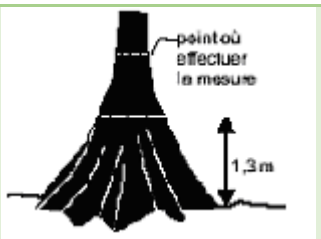
Figura 3. Forma de medición del DAP de acuerdo con casos especiales



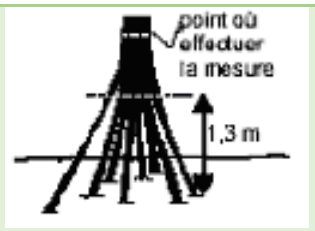
a. Medición del CAP de un árbol en terreno inclinado.



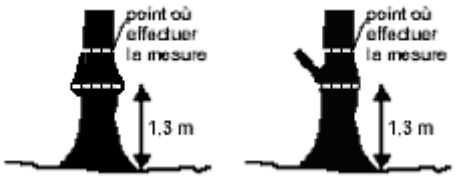
b) Arboles con horquillado.



c) Posición para la medición del CAP de un árbol con contrafuertes.



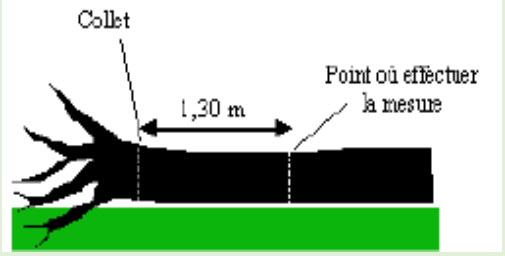
d) Posición para la medición del CAP de un árbol con raíces aéreas.



e) Posición para la medición del DAP de un árbol con ensanche de ramas a 1,3 m.



f) Medición del DAP de un árbol inclinado.



g) Medición del DAP de un árbol caído.



h) Medición DAP de árboles con rebrotes.

Fuente: (Aquabiósfera, 2019)



Fotografía 2. Registro de datos de (CAP) en bosque seco, Parque Natural Regional Los Besotes, área de jurisdicción del Parque Natural Nacional Sierra Nevada de Santa Marta

Fuente: (Fundación ORNIAT - CORPOCESAR, 2024-2025); https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.guiadearbolado.com.ar%2Fdap-de-un-arbol%2F&psig=AOvVaw2AjcUWatafgsY2v1qmVtRE&ust=1759160230037000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBgQjhxqFwoTCLD8y9Xk-48DFQAAAAAdAAAAABBQ



Fotografía 3. Marcación de árboles.
Fuente: Grupo consultor Incoandina, 2019

- **Latizales**

Para la identificación de los latizales se recomienda tomar individuos con DAP inferior a 10 cm y mayor a 2,5 cm (2,5 – 9,9 cm), para establecer dicha identificación, se debe evaluar tres (3) parcelas de 5m X 5m y para efectos de registrar sus características dasométricas y de especies se tiene en cuenta los siguientes parámetros.

- Identificación del individuo: Se debe realizar una marcación en forma de aro alrededor del fuste del individuo (Fotografía 4).
- Nombre común: nombre dado en la región, su identificación se realizará con el apoyo de personal de la zona.
- Circunferencia a la altura del pecho (CAP): medida del grosor del árbol localizado a 1,3 m de altura sobre el piso.
- Altura total: longitud del árbol desde el suelo hasta su ápice (Fotografía 5).
- Observaciones: se registrará información como: bifurcaciones, árboles descopados, presencia de lianas y bejucos, árboles caídos y árboles inclinados. También se anotarán características como la densidad del sotobosque, drenaje, relieve y grado de intervención.



Fotografía 4. Marcación de Latizales
Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019



Fotografía 5. Latizal de *Espeletia neriifolia*, medido en Arbustal Abierto - PNRSP.
Fuente: (Fundación ORNIAT - CORPOCESAR, 2024-2025)

- **Brinzales**

- Se debe realizar la identificación de las especies y el respectivo conteo de los individuos por especie, presentes en la unidad muestreable (Fotografía 6).
- Nombre común: nombre dado en la región, su identificación se realiza con apoyo de personal de la zona.




Fotografía 6. Población brinzal de *Espeletia perijaensis*, medido en Arbustal Abierto - PNRSP.

Fuente: (Fundación ORNIAT - CORPOCESAR, 2024-2025)

- **Control de coberturas vegetales**

Durante el trabajo de campo se debe realizar el control de coberturas vegetales previamente identificadas en la fase de pre campo (oficina), con el fin de obtener el mapa de ecosistemas equivalentes reales en el área de estudio. Esta actividad se desarrollar con el registro de puntos de control tomados con un GPS.

2.1.3. Fase Post campo

Se debe clarificar que en los muestreos en campo, se debe proceder con la identificación de las mayor parte de las especies vegetales registradas por el inventario forestal en las diferentes coberturas asociadas al área de estudio, las cuales deben ser identificadas por un profesional botánico (biólogo, ecólogo, ingeniero forestal, ingeniero agropecuario, entre otros), mediante el uso de libros o claves de referencias, tales como, (Cuatrecasas, 1958); (Dugand, 1970); (Cuadros, 1997); (Gentry A. H., 1992), entre otros; con el fin de realizar la descripción de la caracterización florística. Las especies que no se logren identificar en campo, podrán ser colectadas, procesadas y enviadas a los siguientes herbarios para su identificación: (Nota. Para la colecta de las muestras botánicas, la empresa de consultoría o el contratante, deberá contar con el permiso marco de recolección de especímenes de la diversidad biológica no comercial) (http://vital.anla.gov.co/ventanillasilpa/).

- ✓ Herbario Forestal UDBC, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (http://herbario.udistrital.edu.co/herbario/public/es)

- ✓ Herbario Nacional Colombiano (COL), del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. (http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants/).
- ✓ Herbario Amazónico Colombiano – COAH, del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (https://sinchi.org.co/coah).
- ✓ Herbario Federico Medem Bogotá (FMB), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Colombia. (https://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=herbario_instituto_humboldt).

Los nombres científicos de las especies identificadas, así como su clasificación taxonómica, se deben corroborar con base en las siguientes referencias electrónicas: The Plant List (www.theplantlist.org), The International Plants Name Index (www.ipni.org), Integrated Taxonomic Information System (www.itis.gov), y el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SIB Colombia). Disponible en internet: (http://catalogo.biodiversidad.co/).

Una vez obtenida la información de las parcelas, consignadas en los formularios de campo, se procede a elaborar las bases de datos para cada tipo de cobertura bajo la plataforma Microsoft Excel©.

Se deben tabular los datos recolectados en campo para los respectivos cálculos de los parámetros que se muestran a continuación, teniendo en cuenta las diferentes coberturas valoradas, con la finalidad de realizar los análisis respectivos.

2.1.3.1. Estructura horizontal

- **Abundancia de la especie.**

Se debe correlacionar el número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Para el inventario forestal se debe realizar el cálculo de la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y el de abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema).

Aa = Número Individuos por especie

Ar = Número de Individuos por especie x 100
Número de individuos en el área

- **Frecuencia de la especie.**

Se debe establecer el número de parcelas en que aparece una especie, en relación al total de parcelas evaluadas, o la existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela.

Fa = Número de unidades de muestreo en que ocurre una especie x 100
Número total de unidades de muestreo

Fr = Frecuencia absoluta de una especie x 100
Suma total de frecuencias absolutas

Según la frecuencia absoluta de las especies evaluadas, estas pueden ser clasificadas de acuerdo con las categorías señaladas en la Tabla 2.

Tabla 2 Frecuencia absoluta

CLASE	FRECUENCIA ABSOLUTA	GRADO
I	1-20	Muy poco frecuente
II	20.1-40	Poco frecuente
III	40.1-60	Frecuente
IV	60.1-80	Bastante frecuente
V	80.1-100	Muy frecuente

Fuente: Grupo consultor Incoandina, 2019; (Aquabiósfera, 2019)

- **Dominancia de la especie.**

Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se debe determinar como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles hasta el suelo, para tal efecto, se deben utilizar las áreas básales, por la correlación lineal entre el diámetro de la copa y el fuste.

Área basal AB =∑ (pi/4 x D²) Dónde: D = DAP.

Dr = Área basal total para una especie x 100
Área basal de todas las especies

- **Índice de valor de importancia (IVI) de la especie.**

El IVI se debe calcular para todas las especie a partir de la suma de los parámetros expresados en porcentaje de la abundancia, la frecuencia y la dominancia relativa. El valor máximo del IVI debe ser de 300, sus resultados permitirán comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque.

IVI = Dominancia relativa + Abundancia relativa + Frecuencia relativa

- **Coeficiente de mezcla.**

Según (Becerra, 1971), el coeficiente de mezcla (CM) sirve para medir la intensidad de mezcla de las especies, es una aproximación para determinar el grado de heterogeneidad u homogeneidad del bosque, se determina por la proporción existente entre el número de especies y el número de individuos totales. Sólo es permisible comparar bosques con estudios de muestreo similares debido a la dependencia del CM del diámetro mínimo de medición y el tamaño de la muestra**.** Para calcularlo se divide el número de especies encontradas por el total de árboles levantados, obteniéndose una cifra que representa el promedio de individuos de cada especie, de acuerdo con la siguiente relación:

CM= Número de especies
Número total de individuos

- **Dispersión espacial de las especies**

La distribución espacial en los ecosistemas forestales puede corresponder en general a ciertos patrones, *aleatorio*: los individuos están distribuidos al azar dentro del espacio disponible, *regular o uniforme:* cuando los individuos presentan ciertas tendencia a mantener entre si una distancia proximal a la similitud, y *agrupada:* conformada por grupos de organismos alternándose con espacios abiertos.

- **Grados de agregación de las especies**

Este índice determina la distribución espacial de la especie y se debe calcular a través de:

Ga es el grado de agregación

$$Ga = \frac{\mathrm{Do}}{De}$$

Do es la densidad observada

$$Do = \frac{\text{Número total de árboles x especie}}{Número\ total\ de\ parcelas\ muestreadas}$$

De es la densidad esperada

$$De = Log_e\,(1 - f)/100$$

siendo *F* la frecuencia absoluta de 100

Para interpretar los resultados se parte de los siguientes preceptos:

Ga < 1, Especie dispersa

Ga > 1, Especie con tendencia al agrupamiento
Ga > 2, Especie con distribución agrupada

2.1.3.2. Estructura diamétrica.

Para determinar las clases diamétricas se debe contar con los DAP de la muestra por cobertura y posteriormente realizar el cálculo del rango de estos valores diferenciando entre el mayor y el menor. Posteriormente se debe aplicar la de Sturges (Sturges, 1926) para obtener un número adecuado de intervalos (clases) y, finalmente, calcula el ancho de cada intervalo para formar las clases y agrupar los datos.

- **Calcula el Ancho del Intervalo (i)**
  i = R / ni

Rango (R): Resta el diámetro mínimo del diámetro máximo

R = xmax – xmin

Regla de Sturges: Determina el número de intervalos de clase (ni) utilizando la siguiente fórmula:

ni = 1 + 3.322 * log10(N)

Donde N es el número total de árboles medidos en tu muestra.

Forma los Intervalos de Clase: Comienza con el valor mínimo (xmin) y suma el ancho del intervalo (i) para obtener el límite superior de la primera clase. Luego, el límite superior de una clase se convierte en el límite inferior de la siguiente clase.

Clase 1: xmin a (xmin + i)

Clase 2: (xmin + i + 1) a (xmin + 2i) (esto es solo un ejemplo, se ajusta el límite inferior para que no haya solapamiento).

Realiza el Conteo de Frecuencias: Cuenta cuántos árboles caen dentro de cada clase diamétrica.

2.1.3.3. Cálculo de volumen.

El volumen total para los individuos de porte fustal se calcula a partir del área basal, la altura total y un factor mórfico (FM) de 0,70 de acuerdo con la forma del cilindro, la fórmula es la siguiente:

$$\boldsymbol{Vt} = 0,\ 7854\ x\ (DAP)^2\ x\ HT\ x\ FM$$

Dónde:

0,7854 (Pi/4) es constante,

DAP: Diámetro a la altura del pecho en metros.

HT: Altura total en metros.

FM: Factor Mórfico (0,70).

De acuerdo con los términos de referencia establecidos por la Corporación Autónoma Regional del Cesar – Corpocesar, mediante la Resolución 0717 del 30 de diciembre de 2022 (Anexo A), se adopta un factor de forma de 0,7 para la estimación del volumen de individuos forestales en el marco de solicitudes de aprovechamiento forestal. Este parámetro técnico responde a criterios regionales de representatividad y se encuentra alineado con las disposiciones vigentes para la elaboración del Plan de Aprovechamiento Forestal (PAF) y el Plan de Manejo Forestal (PMF).

2.1.3.4. Estructura vertical.

Según (Matteucci & Colma, 1982), la estructura vertical permite evaluar el comportamiento de los árboles como individuos y especies en la superficie del suelo, se realiza a partir de la altura, diferenciando cada uno de los estratos, tanto por los métodos cualitativos (diagramas de perfil), como cuantitativos (Ogawa).

- **Método OGAWA (Cuantitativo).**

Este método consiste determinar la presencia de estratos en un bosque a partir de la gráfica de alturas totales (eje y) versus las alturas hasta la base de las copas (eje x). Según el método de estratificación de OGAWA.

- **Clases de altura.**

Se determinó la estructura de la población estableciendo intervalos de clase de altura siguiendo la metodología propuesta por (Sturges, 1926) y distribuyendo las diferentes alturas de cada individuo fustal de la cobertura.

- **Estratificación.**

De acuerdo con (Rangel CH & Lozano, 1986), la posición sociológica corresponde a la agrupación de los individuos de un ecosistema por su altura total, encontrándose cuatro estratos (Tabla 3):

Tabla 3 Estratificación

RANGO DE ALTURA	ESTRATO
1,5 ≥ Ht ≤ 5	Arbustivo
5 ≥ Ht ≤ 12	Sub-arbóreo
12 ≥ Ht ≤ 25	Inferior
25 ≥ Ht	Superior

Fuente: Grupo consultor Incoandina, 2019.

2.1.3.5. Índices De Diversidad

Con el fin de evaluar la riqueza o número de poblaciones de especies diferentes de individuos que conforman los ecosistemas, se sugiere calcular los índices de riqueza específica alfa es decir la riqueza de especies de un grupo o Comunidad (Magurran, 2007). La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la Comunidad (Moreno, 2001).

- ***Índices de Riqueza***

✓ **Índice de diversidad de Margalef.**

Este transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Donde Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja diversidad (en general producto de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Margalef. R, 1995).

$$Dmg = \frac{S - 1}{LnN}$$

Dónde:
S = número de especies
N = número total de individuos

- ***Índices de equidad***

✓ **Índice de Shannon-Wiener.**

Este expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. En la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (zonas desérticas).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

- ***Índices de dominancia***

✓ **Índice de dominancia de Simpson.**

Este índice expresa si existen taxones o especies que estén dominando en la muestra. El intervalo va de 0 (todas las especies están igualmente presentes) a 1 (una especie domina la Comunidad completamente).

$$D = \sum_i \left(\frac{n_i}{n} \right)^2$$

Donde n_i es el número de individuos de la especie i.

2.2. Estructura Metodológica para caracterización de Flora Epifita

El objetivo de esta actividad es caracterizar la composición, abundancia y distribución de especies epífitas vasculares (Orchidaceae, Bromeliaceae, etc.) y no vasculares (musgos, líquenes, hepáticas) en el área de estudio.

2.2.1. Etapa Pre campo

Caracterización ambiental (establecimiento de parcelas de muestreo temporales)

2.2.1.1. Revisión de información secundaria

Para la valoración y caracterización de la flora epífitas, también se recomienda la revisión de la información secundaria en las bases de datos especializadas y acreditadas por la comunidad científica, e información existente en centros de investigación como el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, el Instituto Alexander von Humboldt, entre otros.

Igualmente, la revisión de información secundaria de otros proyectos, se debe tener en cuenta los estudios ambientales realizados en cercanía a las áreas a muestrear y los estudios que la Corporación Autónoma Regional del Cesar - CORPOCESAR y otras entidades tengan información de la flora epífitas presente en la región.

La información recopilada servirá para ser empleada en la descripción de la vegetación epífitas del área a muestrear, organización de logística para el protocolo de colección de muestras botánicas que amerite, y la elaboración del documento técnico del componente flora epífitas.

2.2.1.2. Identificación de los ecosistemas presentes

Se recomienda realizar la identificación de los ecosistemas presentes en el área de interés donde se desarrollará el monitoreo de flora epífitas, de acuerdo con el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (IDEAM, IAVH, INVEMAR, & IGAC, 2017), que está a escala general (1:100.000) y es el punto de partida de cualquier estudio ambiental, sin embargo, la escala a la que esta, solo es un referente del tipo de ambiente en el que se circunscribe la intervención. Para ello, se detallará a mayor escala con base en información primaria y foto-mosaico a gran escala, toda vez que los ecosistemas recogen todas las características y se asocian además con variaciones de coberturas menores y con características únicas.

2.2.1.3. Etapa de interpretación de imágenes de sensores remotos y elaboración de cartografía preliminar

Se recomienda la interpretación de las imágenes de satélite, foto-mosaicos y fotografía áreas para describir las coberturas de la tierra, las cuales se determinan de acuerdo con el Sistema de clasificación CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover que fue adaptado para Colombia y que en la actualidad es el adoptado por todos los institutos de investigación de Colombia, CAR`s y ANLA (IDEAM, 2010). Esta información será de gran relevancia para la construcción de la cartografía preliminar.

Generar la cartografía de los ecosistemas identificados por información secundaria, basada en el cruce de mapas ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia 2017 y el mapa de Coberturas de Colombia 2018, con el fin de obtener la cartografía preliminar, la cual se corroborará en la etapa de campo, mediante la realización de puntos de control georreferenciados. La definición de las unidades se debe realizar siguiendo los lineamientos de la metodología CORINE Land Cover adaptadas para Colombia (IDEAM, IAVH, INVEMAR, & IGAC, 2017); (IDEAM, 2010).

2.2.2. Etapa de Campo

2.2.2.1. Determinación del tipo de muestreo

Para el muestreo de la flora epífitas y su respectiva intensidad se debe desarrollar tomando como referente el protocolo para el Análisis Rápido y Representativo de la Diversidad de Epífitas (RRED-analysis); propuesto por (Gradstein, et al., 2003) y se modifica a partir de las características propias de cada una de las unidades de cobertura de la tierra descritas en la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010).

Dicha adaptación, se plantea a partir del porcentaje potencial de área que tiene presencia de vegetación arbórea en cada cobertura de la tierra a caracterizar (con base a lo especificado en la metodología coberturas de la tierra Corine Land Cover adaptada para Colombia) y que por ende este porcentaje será el área en la que potencialmente se hallarán forófitos. De esta manera se ajusta el tamaño del N o universo a caracterizar y consecuentemente el "n", es decir el tamaño de muestra.

Es importante tener en cuenta que, si dentro de un área de influencia a caracterizar existen dos ecosistemas con condiciones ecológicas diferentes, el cálculo anterior se debe hacer para cada uno de dichos ecosistemas.

- **Diseño de la muestra**

Censo de los especímenes de árboles vivos con DAP ≥ 10 cm presentes en el área de intervención del proyecto, obra o actividad, indicando.

a. Nombre científico.
b. Soporte para la determinación de la especie.
c. Altura total y comercial.
d. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP).
e. Estado fitosanitario.
f. Coordenadas de la ubicación por individuo con sistema de referencia Magna Sirgas (especificando el origen).
g. Abundancia por unidades de cobertura vegetal.

Para individuos con diámetro a la Altura del Pecho (DAP) menor a 10 cm, realizar un muestreo representativo con una probabilidad del 95% y un error de muestreo no superior al 15%, por unidad de cobertura vegetal.

Censo de los especímenes de helechos arborescentes con altura ≥ 2 m, medido de la base del tallo a la primera inserción de las frondas, presentes en el área de intervención del proyecto, obra o actividad, indicando:

a. Nombre científico.
b. Altura total.
c. Soporte para la determinación de la especie.

d. Estado fitosanitario.
e. Coordenadas de la ubicación por individuo con sistema de referencia CTM12 (Origen Único Nacional).
f. Abundancia por unidades de cobertura vegetal.

Para individuos con altura menor a dos (2) metros, realizar un muestreo representativo con una probabilidad del 95% y un error de muestreo no superior al 15%, por unidad de cobertura vegetal.

Para Bromelias, Orquídeas, Briófitos (Musgos, hepáticas, anthocerotales) y líquenes, se debe desarrollar un análisis previo de acuerdo a las coberturas vegetales presentes en el área de influencia del proyecto con el fin de identificar de manera preliminar los puntos de muestreo y la posible presencia de plantas de hábitos terrestres, rupícolas y epifíticos de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.

- **Método de muestreo y Tamaño de la muestra**

Determinado por análisis de cobertura y el protocolo de (Gradstein, et al., 2003), el esfuerzo mínimo cinco (5) árboles para evaluar briófitos (musgos, hepáticas y anthoceros), y ocho (8) árboles para evaluar líquenes y vasculares (bromelias y orquídeas), por hectárea, la selección de las áreas es aleatorio identificando los forófitos más cercanos, lo anterior se adaptara a los tiempos correspondientes de muestreo por cada localidad a evaluar (Tabla 4).

Tabla 4. Criterios de selección de forófitos

Variable	Medida	Observación y Excepciones
Altura	≥7 m	En caso de no encontrarse forófitos de ese porte, se buscarán los individuos con las mayores alturas disponibles en la cobertura a caracterizar y se registra fotográficamente esta condición (por ejemplo, en arbustales)
DAP	≥10 cm	Se procura buscar los árboles con los mayores diámetros disponibles en la cobertura (pe ≥5 cm)
Corteza		No exfoliable, rugosas
% Epífitas	≥40%	Se buscan forófitos que presenten los mejores crecimientos
Distancia mínima entre árboles	25 m	En caso de que estas distancias no se puedan cumplir por una condición particular de parche de vegetación a caracterizar, se buscarán individuos cuya separación no sea menos a 20 m

Copas		Idealmente con alta diversificación con horquillas horizontales
Nota. En caso de que se deba aplicar algún tipo de excepción de las aquí descritas, estas deben ser señaladas y justificadas en el documento. Su aplicación tal como su nombre lo indica es excepcional y se buscará en la medida de lo posible la aplicación de la metodología estándar		

Fuente: Modificado y adaptado de (MADS, 2019).

Para el muestreo de epífitas se recomienda emplear la Zonificación del forófito propuesta por (Johansson, 1974) (modificada por (Gradstein, et al., 1996) & (Gradstein, et al., 2003), muestreando preferiblemente las zonas 1, 2a, 2b y 3, base, tronco húmedo, tronco seco y base de las primeras ramificaciones, respectivamente (Figura 4; Tabla 5).

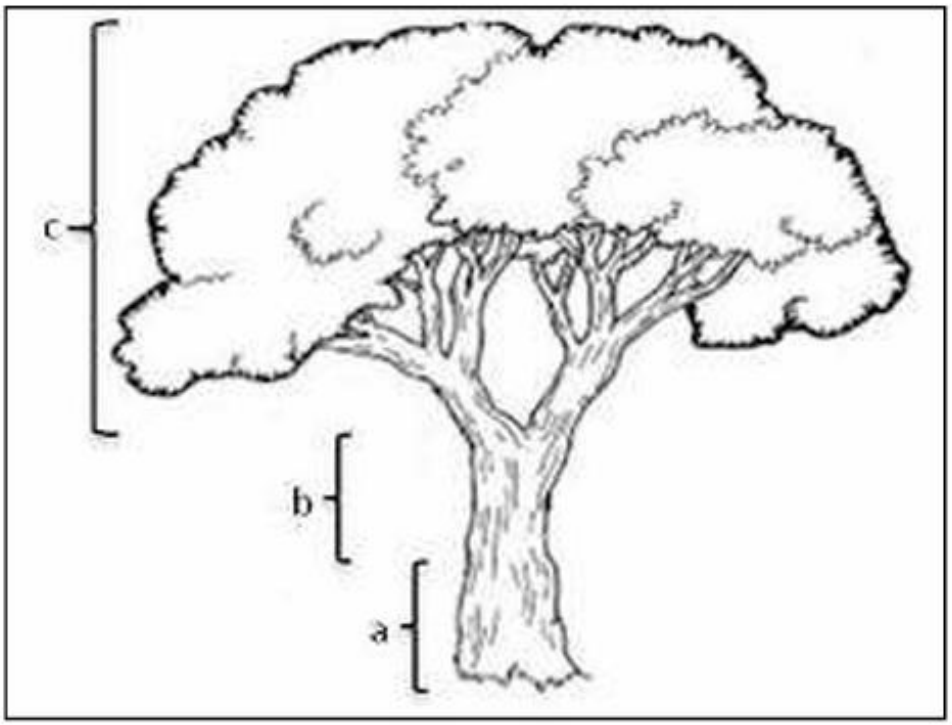


Figura 4. Zonificación del forófito para epífitas vasculares y no vasculares.
Fuente: Modificado de (Johansson, 1974); (Gradstein, et al., 1996); (Gradstein, et al., 2003)

Tabla 5. Métodos de muestreo por sustrato de desarrollo y tipo de especie de flora en Veda

Tipo		Método
Epífitas	Vasculares 8 forófitos x cada /ha /cobertura.	Seleccionar los forófitos a muestrear teniendo en cuenta los criterios descritos con anterioridad en la Tabla 6. y georreferenciar y marcar cada uno de ellos. Mediante una inspección visual minuciosa en las zonas 1, 2 y 3, se registrarán los individuos en cada uno de los estratos y se tomarán los datos sobre la fenología de la especie, la ubicación dentro del forófito y el número de individuos observados por cada morfotipo asignado a la especie. Adicionalmente, se relacionará la presencia de lianas, bejucos, zarcillos, etc.
	No vasculares Briofito: 5 forófitos x cada /ha Líquenes: 8 forófitos x cada /ha	Mediante el uso de una cuadrícula en acetato de 20 x 20 cm (400 cm2) * se registrarán las abundancias de las especies por cada una de las zonas de Johansson consideradas en las zonas 1 y 2, teniendo en cuenta que son las zonas de más fácil visualización por inspección directa, mediante la realización de dos replicas por cada zona. Fotografiar, asignar morfotipos de las especies y examinar en campo con lupa en busca de estructuras reproductivas a fin de colectar un ejemplar fértil para herbario, para Briófitos y Hongos liquenizados la muestra no debe ser mayor a 10 cm; procure que la colección quede esparcida y plana, nunca voluminosa. Las muestras deben ser retiradas con machete, pala o navaja, de acuerdo a la consistencia del árbol y de la especie de flora no vascular. La muestra para especies de flora no vascular debe ser representativa y permitir la determinación taxonómica más precisa posible en laboratorio (pues se requiere de la observación de características morfológicas con instrumentos ópticos especializados y la aplicación de pruebas químicas). * Variable de acuerdo a lo planteado en cada permiso de investigación aprobado para la empresa contratista.
Otros sustratos (rupícola y terrestre) Para otras categorías de vegetación	Vasculares Mínimo 6 parcelas de 1 x 1 m en cada cobertura.	Dentro de cada una las parcelas de 1m x1m, se realizará el conteo al 100 % de individuos vasculares dentro del cuadrante.
	No vasculares Mínimo 6 parcelas de 1 x 1 m en cada cobertura.	Dentro de cada una de las parcelas de 1m x 1m, se realizará el registro de las abundancias de las especies halladas mediante el uso de la cuadricula en acetato.

Tipo		Método
Helechos Arborescentes y palmas		La caracterización de esta clase de especies, se realizará en cada una de las parcelas de caracterización de flora. * *El reporte de esta clase de especies se realizará en la GDB "APROV_FORES_UNICO" junto con las parcelas de regeneración natural" muestreo flora regeneración TB", pues no son maderables.

Fuente: Modificado y adaptado de (MADS, 2019).

2.2.2.2. Levantamiento de Flora Epífita Vascular

- **Escalamiento**

Para esta acción se recomienda el uso de binoculares, pértiga telescópica o escalamiento controlado.

- **Registro por estrato**

✓ Tronco bajo (0–2 m).
✓ Tronco medio (2–5 m).
✓ Copa (>5 m).

- **Variables registradas:**

✓ Especie (o morfotipo si no es identificable en campo).
✓ Posición en el árbol.
✓ Cobertura estimada (%).
✓ Estado fenológico.

- **Recolección**

La recolección de forófitos se realizará, solamente si es necesario para identificación taxonómica, siguiendo protocolos de Veda y permisos de colecta de especímenes de la diversidad biológica.

2.2.2.3. Levantamiento de Flora Epífita No Vascular

- **Método de cuadrantes**

✓ Se colocan cuadrantes de 20×20 cm en cada estrato del árbol.
✓ Se recolectan muestras representativas para análisis en laboratorio.

- **Variables registradas**

✓ Tipo de sustrato (corteza, ramas, hojas).
✓ Humedad relativa y exposición.
✓ Cobertura visual estimada.

- **Identificación**

Estas serán procesadas en laboratorio mediante lupa estereoscópica y pruebas químicas, adicionalmente, análisis con claves taxonómicas especializadas para determinación de especies no identificadas en campo.

2.2.3. Fase post campo.

Las muestras colectadas de plantas vasculares y no vasculares deben ser determinadas en herbarios registrados y/o profesionales idóneos en la materia con experiencia específica en los grupos objeto de la evaluación, para lo cual deben allegar los soportes documentales de ello (hoja de vida), certificado de determinación y macrofotografías etc.

Nota. Para la colecta de las muestras botánicas, la empresa de consultoría o el contratante, deberá contar con el permiso marco de recolección de especímenes de la diversidad biológica no comercial. (http://vital.anla.gov.co/ventanillasilpa/).

✓ Herbario Forestal UDBC, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (http://herbario.udistrital.edu.co/herbario/public/es)
✓ Herbario Nacional Colombiano (COL), del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. (http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants/).
✓ Herbario Amazónico Colombiano – COAH, del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (https://sinchi.org.co/coah).
✓ Herbario Federico Medem Bogotá (FMB), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Colombia. (https://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=herbario_instituto_humboldt).

Los nombres científicos de las especies identificadas, así como su clasificación taxonómica, se deben corroborar con base en las siguientes referencias electrónicas: The Plant List (www.theplantlist.org), The International Plants Name Index (www.ipni.org), Integrated Taxonomic Information System (www.itis.gov), y el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SIB Colombia). Disponible en internet: (http://catalogo.biodiversidad.co/).

2.2.3.1. Índices de diversidad

Con el fin de evaluar la riqueza o número de poblaciones de especies epífitas diferentes que conforman los ecosistemas evaluados, se sugiere calcular los índices de riqueza específica alfa es decir la riqueza de especies de un grupo o Comunidad (Magurran, 2007).

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la Comunidad (Moreno, 2001).

- **Índices de Riqueza**

✓ **Índice de diversidad de Margalef.**

Este transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Donde Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja diversidad (en general producto de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Margalef. R, 1995).

$$\boldsymbol{Dmg} = \frac{S-1}{\mathrm{LnN}}$$

Dónde:

S = número de especies
N = número total de individuos

- **Índices de equidad**

✓ **Índice de Shannon-Wiener.**

Este expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. En la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (zonas desérticas).

$$\mathbf{H'} = -\sum p_i \ln p_i$$

2.2.3.2. Categorías de amenaza

Las categorías de amenaza a nivel internacional deben ser revisadas en la base de datos virtual "The IUCN Red List of Threatened Species" (IUCN, 2024); y a nivel nacional, a través

de la revisión de la Resolución No. 0126 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2024), por el cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional. Adicionalmente, se deben anotar las especies que figuran en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2017).

2.2.3.3. Identificación de especies endémicas

Para las especies endémicas que el estudio logre registrar para el área evaluadas, se debe especificar el listado de la flora silvestre con distribución geográfica de tipo endémico encontradas al interior del área estudiada.

2.3. Estructura Metodológica para el grupo de los mamíferos

La necesidad de realizar inventarios completos de las especies de mamíferos que habitan en el Neotrópico, ha sido destacada como base, para entender la organización ecológica de especies simpátricas, documentar gradientes biogeográficos y calibrar protocolos de evaluación rápida del grupo de los mamíferos en una zona determinada (Voss & Emmons, 1996).

2.3.1. Fase previa

Para la caracterización de mastofauna se recomienda realizar la revisión de información existente con base en el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia SIB (SIB Colombia, 2024), las colecciones científicas en línea del Instituto de Ciencias Naturales – ICN de la Universidad Nacional de Colombia y los libros y publicaciones científicas con información de distribución, ecología y biología de las especies de mamíferos potencialmente presentes en el área de estudio.

Como información secundaria del proyecto también se debe tener en cuenta los estudios ambientales realizados en cercanía a las áreas a muestrear y los estudios de la Corporación Autónoma Regional del Cesar - CORPOCESAR y demás entidades que tengan información de la fauna presente en la región.

Para la caracterización de la mastofauna con probable presencia en el área a caracterizar se debe realizar la revisión de información secundaria especializada como: Alberico *et al.* 2000, Defler 2010, Emmons 1997, Solari *et al,* 2013; (Ramírez-Chaves, y otros, 2024).

2.3.2. Etapa de campo

2.3.2.1. Diseño del muestreo del grupo de la mastofauna

La gran diversidad de las comunidades de mamíferos en los ambientes tropicales, requiere de metodologías específicas para el muestreo sistemático de los pequeños mamíferos voladores y no voladores, así como las de los mamíferos medianos y grandes.

Para la caracterización de la estructura y composición de especies de mastofauna asociada a las diferentes coberturas del parque natural regional serranía del Perijá - PNRSP, se hace necesario el uso de diferentes métodos para registrar individuos terrestres y voladores. Los métodos adecuados para la caracterización recomendados son:

2.3.2.1.1. Muestreo de los Mamíferos voladores (Murciélagos)

Los muestreos deben ser realizados usando 5 – 10 redes/áreas (6 x 2.5 m), dispuestas desde las 17:30 horas hasta las 12:00 horas, con la finalidad de cubrir parte del ciclo de actividad y las posibles rutas de forrajeo de las especies de murciélagos. Las redes se deben revisar con intervalos de 45 minutos, los individuos capturados se deben transportar en bolsas de tela para la toma de medidas morfométricas estándar: Longitud de tibia (Lt), Longitud de antebrazo (LA), Longitud total (LT), Hoja nasal, sexo y estado reproductivo (Figura 5; Fotografía 7). La identificación de gremios alimenticios se realizara con base en las categorías: insectívoros, frugívoros, nectarívoros, carnívoros, piscívoros y hematófagos (Soriano, 2000) Finalmente, para la determinación taxonómica se recomienda seguir la literatura más reciente sobre murciélagos contemplado en la clave de identificación de los murciélagos de Suramérica (Díaz, Solari, Aguirre, Aguiar, & Barquez, 2016) y como apoyo en características dentarias, la guía de murciélagos del amazonas de (López, Bobrowiec, Palmerín, & Meyer, 2016).

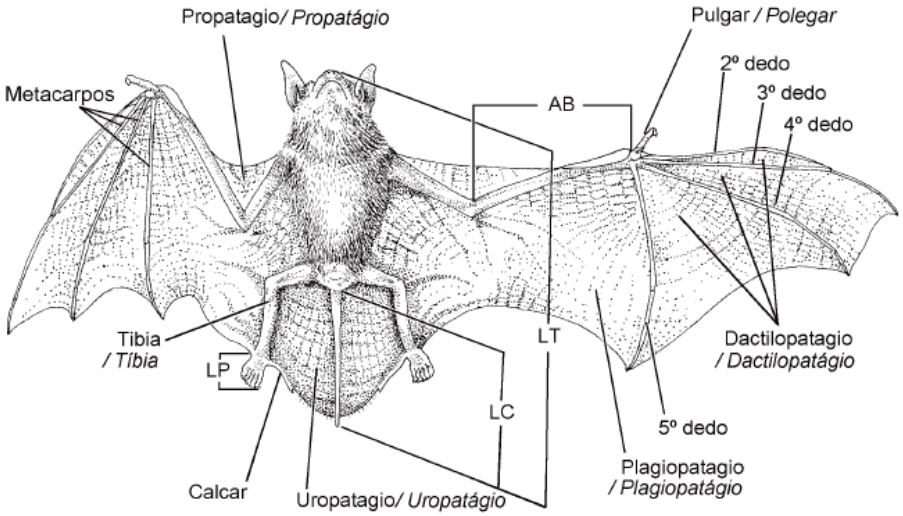


Figura 5. Partes del cuerpo y medidas morfométricas básicas para murciélagos.
Fuente: (Díaz, Solari, Aguirre, Aguiar, & Barquez, 2016) en (Ramos-Madera, 2017)







Fotografía 7. Instalación y revisión de redes de niebla en las estaciones de monitoreo.
Fuente: (Fundación ORNIAT, 2015)

Como herramienta adicional en la captura de información de las especies de murciélagos que forrajean en las áreas a evaluar se recomienda el uso de la grabadora bioacústica Ultrasónica Song Meter Mini Bat 2 Doble LI-ION Wildlife Acoustics y el equipo para manejo en celulares (Echo Meter Touch 2), grabadoras de ultrasonidos resistente a las inclemencias meteorológicas, programable, de un solo canal y de espectro completo diseñado para la monitorización de quirópteros y otros animales que emiten ultrasonidos, ya se |||a de forma periódica, estacional o a largo plazo, en casi todas las condiciones ambientales (Figura 6). El Ultrasónica Song Meter Mini Bat 2 Doble LI-ION Wildlife Acoustics crea grabaciones WAV de 16 bits de alta calidad y espectro completo que se pueden ver y analizar fácilmente con el software Kaleidoscope Pro® (www.wildlifeacoustics.com/).



Figura 6. Grabador bioacústico Ultrasónica Song Meter Mini Bat 2 Doble LI-ION Wildlife Acoustics y Echo Meter Touch 2 para detección de murciélagos en campo.
Fuente: (www.wildlifeacoustics.com)

2.3.2.1.2. Muestreo de los pequeños mamíferos

La captura de roedores y marsupiales de porte pequeño se debe realizar con trampas de captura viva tipo Sherman, preferiblemente de tamaño pequeñas y grandes (30 grandes 38 x 12 x 10 cm y 20 pequeñas 23 x 9 x 7.5 cm), se recomienda la instalación de al menos 50 trampas sherman en los sitios que se consideren más adecuados para la captura de mamíferos pequeños. La ubicación de las trampas depende del tipo de ecosistema y cobertura a muestrear, se pueden recomienda ubicar en transectos o grilla (Bonacic, Maza, & Forero, 2013); *(Ramos-Madera, 2017)* (Figura 7; Fotografía 8). Las trampas se deben instalar y cebar durante horas del día, el cebo se coloca en horas crepusculares y revisadas en las horas de la mañana, este muestreo se debe realizar al menos durante cinco (5) noches/área (MADS M. d., 2010). Los individuos capturados deben transportarse en bolsas de tela rotuladas o recipientes ventilados, se deben recopilar las medidas morfométricas necesarias para la identificación, tal como se muestran en la Figura 8, las medidas adicionales quedan a criterio del investigador, finalmente para colecta de individuo se debe seguir el protocolo de colecta, presentado por la institución ejecutora, con los respectivos permisos.

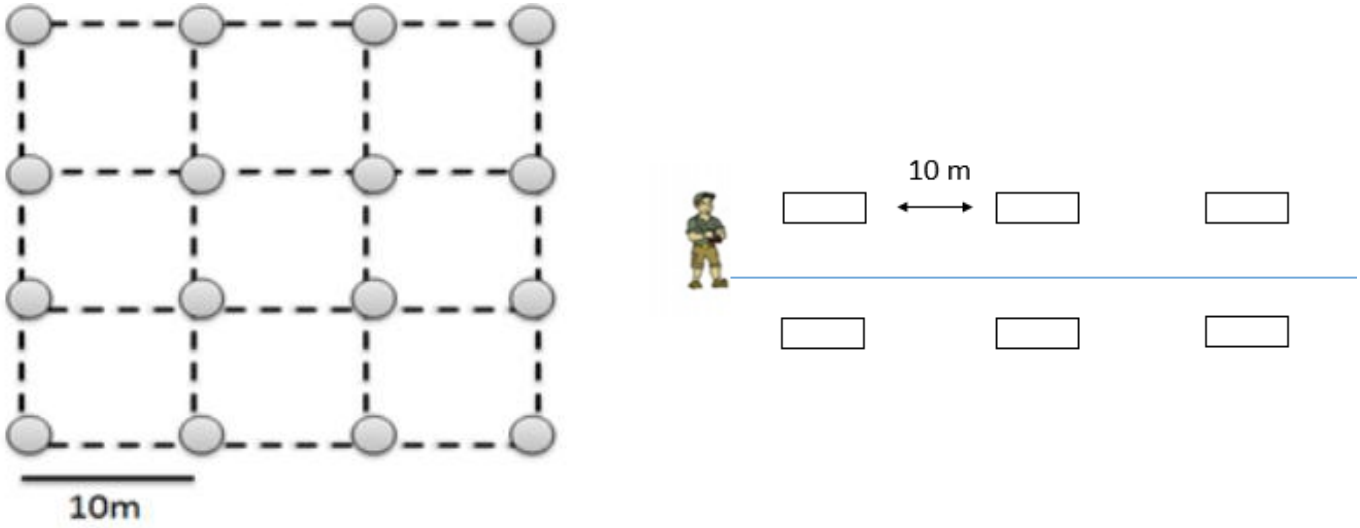


Figura 7. Posible disposición de trampas Sherman en campo.
Fuente: (Bonacic, Maza, & Forero, 2013) en (Ramos-Madera, 2017)

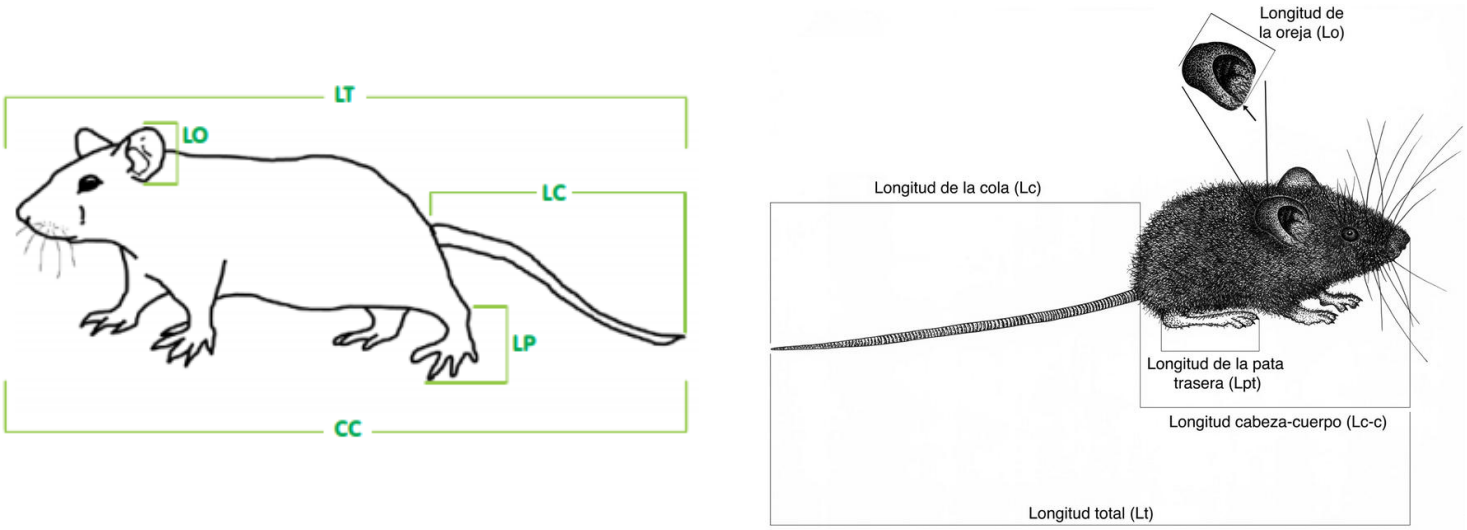


Figura 8. Medidas morfométricas en pequeños mamíferos: LT: Largo total, CC: Largo de la cabeza y el cuerpo, LC: Largo de la cola, LP: Largo de la pata posterior, LO: Largo de la oreja.
Fuente: (Cuartas & Marín, 2014) en (Ramos-Madera, 2017); https://www.researchgate.net/profile/Jose-Ramirez-Fernandez/publication/309726370/figure/fig1/AS:425438922186757@1478443951790/figurA-1-Medidas-de-la-morfologa-general-de-un-roedor-utilizadas-para-su.png



Fotografía 8. Instalación, revisión y receba de trampas Sherman en las estaciones de monitoreo.

Fuente: (Fundación ORNIAT, 2015).

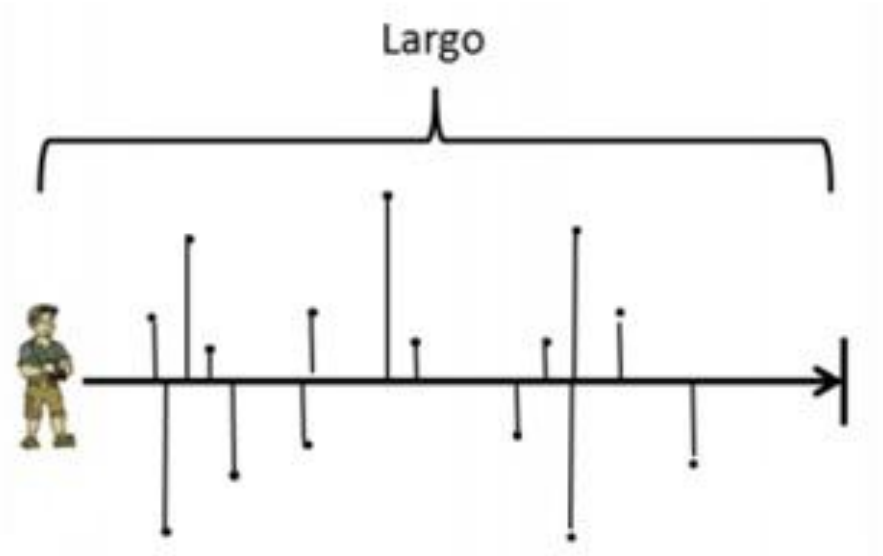
Las trampas deben ser recebadas a diario usando una premezcla de avena en hojuelas, mantequilla de maní, esencia de vainilla concentrada, y adicionalmente banano, este alimento ha funcionado como buen atrayente principalmente para roedores (Voss & Emmons, 1996). La determinación taxonómica se realizará en el campo y corroborada en el laboratorio, mediante la utilización de bibliografía específica para cada taxa y claves especializadas, teniendo en consideración las medidas morfológicas de los individuos capturados, el tipo de pelaje, el número de dientes y las características del cráneo, entre otras.

2.3.2.1.3. Muestreo de mamíferos grandes y medianos

La detección de mamíferos medianos y grandes se realizará de acuerdo con las siguientes técnicas:

Método de observación directa e indirecta mediante transectos

Se recomienda la realización de transectos de longitud y ancho variable teniendo en consideración el tamaño del área de estudio y la accesibilidad a las diferentes coberturas dentro de la misma. Durante los recorridos diurnos y nocturnos se deben realizar observaciones directas de los mamíferos presente (terrestre y arbórea); el observador deberá hacer registro del código del transecto, la fecha, la hora inicial y final del recorrido, su nombre y las condiciones climáticas. Cuando se detecte un mamífero o grupo de ellos, se deberá hacer registro de la hora, identidad de la especie, tamaño del grupo, extensión del grupo, signo de la detección, sitio del avistamiento en el transecto haciendo un registro detallado con evidencia fotográfica cuando sea posible (Jansen, 2014) (Figura 10), además, cualquier información indirecta que evidencie la presencia de mamíferos (huellas, heces, rascaderos, tomaderos, pelos, cráneos, madrigueras, refugios y sitios de reposo), esta debe ser georreferenciada y con fotografía del elemento encontrado, para el caso de las huellas, se debe tomar con una escala métrica (mm), en lo posible una escuadra milimetrada para verificar el tamaño real del elemento y mejorar el proceso de identificación, se recomienda lo propuesto por (Navarro & Muñoz, 2000) o cualquier información sobre huellas que se disponga por parte del investigador (Figura 9; Fotografía 9**Figura 9**).



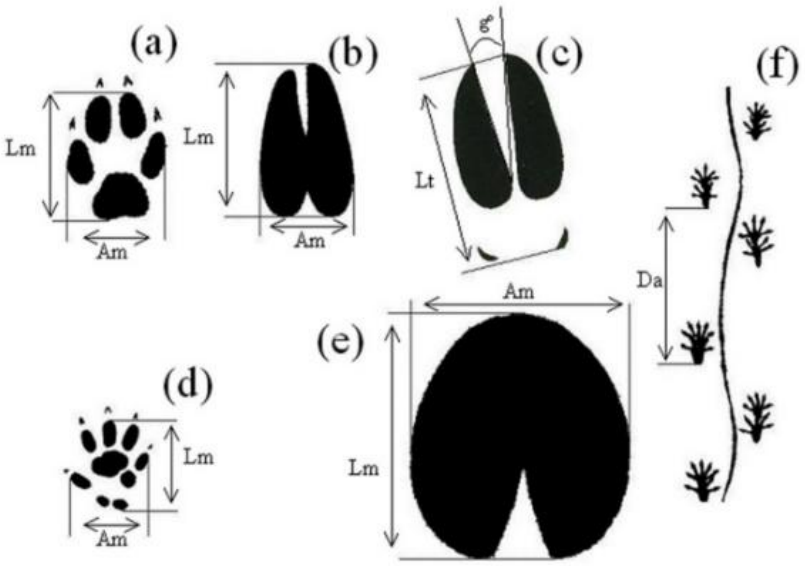


Figura 9. Transectos de ancho variable y medición de huellas durante los recorridos en campo.

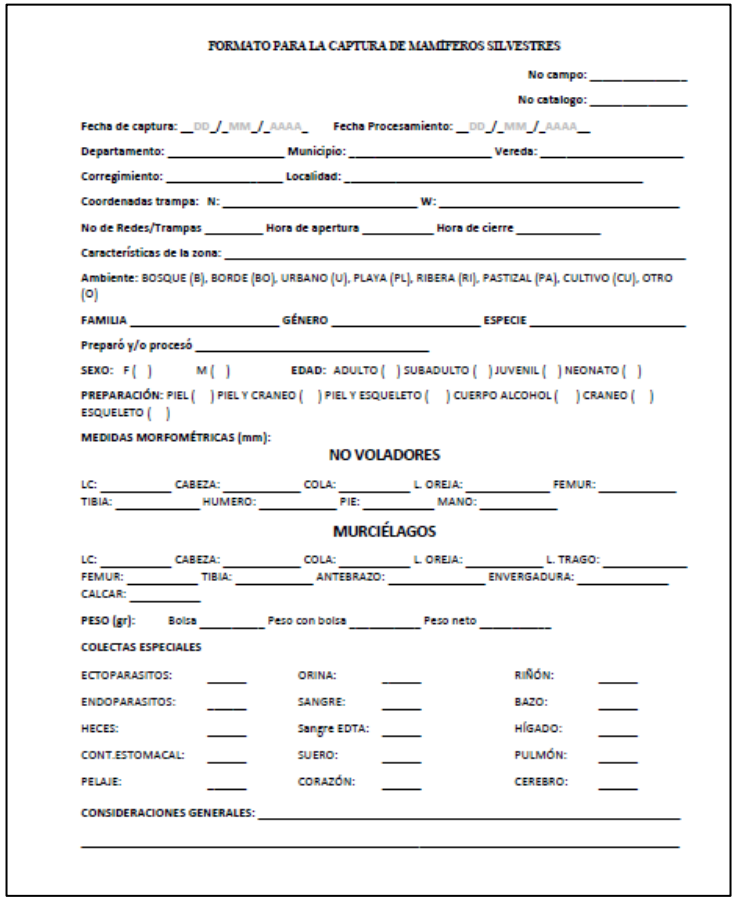
Fuente: (Bonacic, Maza, & Forero, 2013) en (Ramos-Madera, 2017)





Fotografía 9. Registro de mamíferos mediante huellas, presencia de pelos, heces, etc en las estaciones de monitoreo.

Fuente: (Fundación ORNIAT - CORPOCESAR, 2024-2025)



FORMATO PARA LA CAPTURA DE MAMÍFEROS SILVESTRES

No campo: _____

No catalogo: _____

Fecha de captura: __DD_/_MM_/_AAAA_ Fecha Procesamiento: __DD_/_MM_/_AAAA__

Departamento: _____ Municipio: _____ Vereda: _____

Corregimiento: _____ Localidad: _____

Coordenadas trampa: N: _____ W: _____

No de Redes/Trampas _____ Hora de apertura _____ Hora de cierre _____

Características de la zona: _____

Ambiente: BOSQUE (B), BORDE (BO), URBANO (U), PLAYA (PL), RIBERA (RI), PASTIZAL (PA), CULTIVO (CU), OTRO (O)

FAMILIA _____ GÉNERO _____ ESPECIE _____

Preparó y/o procesó _____

SEXO: F( ) M( ) EDAD: ADULTO( ) SUBADULTO( ) JUVENIL( ) NEONATO( )

PREPARACIÓN: PIEL( ) PIEL Y CRANEO( ) PIEL Y ESQUELETO( ) CUERPO ALCOHOL( ) CRANEO( ) ESQUELETO( )

MEDIDAS MORFOMÉTRICAS (mm):

NO VOLADORES

LC: _____ CABEZA: _____ COLA: _____ L. OREJA: _____ FEMUR: _____
TIBIA: _____ HUMERO: _____ PIE: _____ MANO: _____

MURCIÉLAGOS

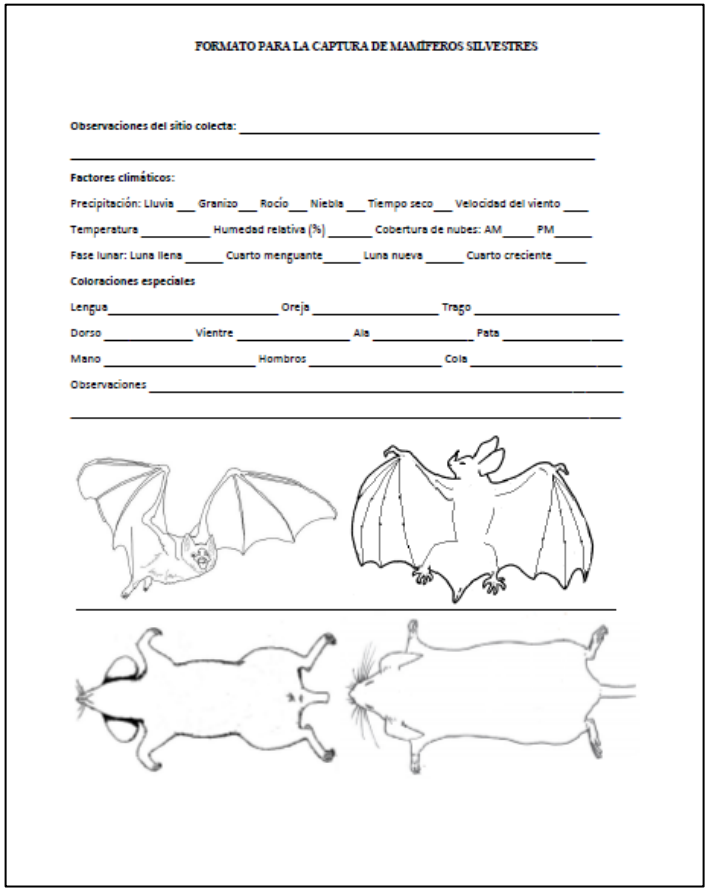
LC: _____ CABEZA: _____ COLA: _____ L. OREJA: _____ L. TRAGO: _____
FEMUR: _____ TIBIA: _____ ANTEBRAZO: _____ ENVERGADURA: _____
CALCAR: _____

PESO (gr): Bolsa _____ Peso con bolsa _____ Peso neto _____

COLECTAS ESPECIALES

ECTOPARASITOS:	____	ORINA:	____	RIÑÓN:	____
ENDOPARASITOS:	____	SANGRE:	____	BAZO:	____
HECES:	____	Sangre EDTA:	____	HÍGADO:	____
CONT.ESTOMACAL:	____	SUERO:	____	PULMÓN:	____
PELAJE:	____	CORAZÓN:	____	CEREBRO:	____

CONSIDERACIONES GENERALES: _____



FORMATO PARA LA CAPTURA DE MAMÍFEROS SILVESTRES

Observaciones del sitio colecta: _____

Factores climáticos:

Precipitación: Lluvia ___ Granizo ___ Rocío ___ Niebla ___ Tiempo seco ___ Velocidad del viento ___

Temperatura _____ Humedad relativa (%) _____ Cobertura de nubes: AM _____ PM _____

Fase lunar: Luna llena _____ Cuarto menguante _____ Luna nueva _____ Cuarto creciente _____

Coloraciones especiales

Lengua _____ Oreja _____ Trago _____

Dorso _____ Vientre _____ Ala _____ Pata _____

Mano _____ Hombros _____ Cola _____

Observaciones _____

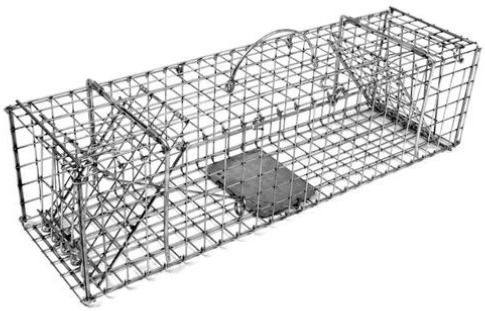
Figura 10. Formato de campo para toma de información de mamíferos

Fuente: (Bonacic, Maza, & Forero, 2013) en (Ramos-Madera, 2017)

Captura mediante uso de trampas tomahawk

Para aumentar la capturabilidad de información sobre los mamíferos de tamaño medianos dentro de las áreas a evaluar, se recomienda como método alternativo la instalación de trampas tomahawk, se sugiere que se instalen al menos entre 15-20 trampas (Fotografía 10), dispuestas en diferentes zonas de los transectos que se realizaran, separadas entre sí, de acuerdo al criterio del investigador y en función de las características del hábitat a evaluar, las cuales, al igual que las sherman, deben ser ubicadas en áreas de interés por el tránsito de estos animales, sitios cercanos a cuerpos de agua, madrigueras, áreas con abundantes coberturas vegetales.








Fotografía 10. Instalación de trampas Tomahawk en las estaciones de monitoreo.
Fuente: Fauna Consultores S. A. S 2020

Monitoreo mediante la instalación de cámaras trampa

Para el establecimiento de las cámaras trampa en campo de debe disponer de la información cartográfica del área, principalmente coberturas y rutas de acceso, con la finalidad de definir el diseño de muestreo ideal, estaciones y número de cámaras por estación, en este sentido se recomienda el uso mínimo de 50-60 cámaras trampa separadas entre sí de 500-800 metros para conseguir un esfuerzo de muestreo óptimo (Fotografía 11).






Fotografía 11. Instalación de cámaras trampa para el registro de mamíferos en el área de estudio.

Fuente: (Fundación ORNIAT - CORPOCESAR, 2024-2025)

La cámara debe estar en posición perpendicular al camino para maximizar la probabilidad de detectar todo el flanco del animal, su ubicación se recomienda sea sobre un sector del camino nivelado y plano, sobre árboles rectos y con poco ángulo de engrosamiento, considerando entre tres y cuatro metros de donde se espera pase el animal cortando toda la vegetación en frente de la cámara. Se debe hacer previa verificación de la fecha y hora, revisión de sensor y baterías, se recomienda hacer la prueba de gateo (Fotografía 12) y probar varias fotografías de ensayo verificándolas con la cámara fotográfica del investigador, garantizando que la activación sea exitosa. Los datos relacionados con la instalación se detallan en la (Figura 11) (Díaz & Payán, 2012)





Fotografía 12. Instalación de cámara trampa y prueba de gateo para verificar la activación.
Fuente: (Fundación ORNIAT - CORPOCESAR, 2024-2025); (Díaz & Payán, 2012)

Se debe considerar que, en el punto de muestreo, el equipo de campo deberá tener el cuidado de no colocar sus mochilas y demás equipo en el suelo, ya que el olor podría afectar el comportamiento de los animales que posiblemente transiten por el corredor. Es mejor colgar el equipo en un árbol. También se debe evitar caminar frente a la cámara si no hay un motivo para hacerlo al igual que generar ruido sin permanecer en el sitio más tiempo del estrictamente necesario para colocar o desmontar la cámara (Jansen, 2014).

Descripción del área de estudio: _____

Fecha	Hora	Estación	Cámara	Coordenadas	Ancho del camino	Distancia al objetivo	Altura del lente	Cobertura del dosel	Memoria	Programada	Armada	Foto

Figura 11. Formato de registro de cámaras trampa en campo.

Fuente: (Díaz & Payán, 2012)

Descripción del área de estudio: se recomienda, previo a la ubicación de las cámaras trampa en campo, hacer una descripción minuciosa del área de estudio, donde se incluya información geográfica, de uso del suelo y clima, entre otros.

- ✓ **Fecha**: día de ubicación y activación de la estación de muestreo.
- ✓ **Hora:** hora de activación de la cámara trampa.
- ✓ **Estación:** nombre de la estación de muestreo. Se recomienda usar iniciales que denoten que es una cámara trampa (CT), el del sendero (A), número de estación (24) y el nombre del muestreo o estudio (PAL). Por ejemplo: CTA24PAL.
- ✓ **Cámara:** nombre de la cámara. Cada cámara debe estar marcada para poder llevar un control sobre su funcionamiento.
- ✓ **Coordenadas:** registro de GPS correspondiente a la ubicación de la estación de muestreo. Se recomienda guardar este punto en el GPS con el nombre asignado a la estación de muestreo.
- ✓ **Ancho del camino:** ancho del camino donde se ubicó la cámara trampa expresado en metros.
- ✓ **Distancia al objetivo:** distancia en metros entre la cámara trampa y el centro del camino (el punto donde se asume pasará el animal).
- ✓ Altura del lente: distancia entre el suelo y el lente de la cámara trampa en centímetros.
- ✓ **Cobertura del dosel:** porcentaje de la cobertura vegetal en el dosel donde se ubicó la cámara trampa.
- ✓ **Memoria:** marcar con una x, cuando se haya verificado que la unidad de almacenamiento de fotografías esta activa.
- ✓ **Programada:** marcar con una x, cuando se tenga completa la programación de la cámara.

- ✓ **Armada:** marcar con una x, luego de la prueba en campo y activación de la cámara trampa.
- ✓ **Fotografía:** número fotos que muestra el indicador, cuando haya.

Métodos para colecta de individuos

La colecta de especímenes de mamíferos terrestres y voladores en campo permitirá al investigador resolver problemas taxonómicos sobre alguna especie en particular, además de generar información importante sobre la mastófauna en zonas del departamento donde no se tienen muestras de la fauna, contempladas en ninguna colección biológica de orden regional o nacional. La empresa de consultoría, en caso de ser independiente de la Autoridad Ambiental, deberá contar con el Permiso Individual de Recolección Especímenes Investigación Científica, que le permitirá la colecta de muestras biológicas, este permiso es otorgado por parte de la autoridad ambiental (CORPOCESAR) y mediante el cual se legaliza dicho procedimiento.

Las muestras que se colecten en campo formarán parte de las evidencias indirectas como cráneos y huellas, así como ejemplares en piel o alcohol. Nunca se procederá a conservar individuos con crías o que estén en estado reproductivo, los murciélagos o roedores que se proyecten colectar mediante las últimas técnicas mencionadas deben ser en lo posible un macho y una hembra de la especie de interés. La recopilación de esta información se debe hacer desde la primera fase de monitoreo hasta el final buscando tener la mayor cantidad de especies de referencia, nunca se debe repetir algún (a) pareja de individuos de especie a menos que presenten anomalías como coloración atípica, mutación u otra alteración que pueda resultar de interés para discutir dentro de los resultados del monitoreo.

Muestras en piel

La técnica de piel rellena consiste en la remoción del contenido interno del animal (Músculos y huesos) para el posterior llenado con algodón, se recomienda seguir lo propuesto en (Díaz, Florez, & Barquez, 1998). Una vez fijadas y etiquetadas las pieles no deben exponerse al sol para acelerar su secado. Por el contrario, deben ser almacenadas en cajas cerradas a efectos de evitar que sean atacadas por insectos (Figura 12).

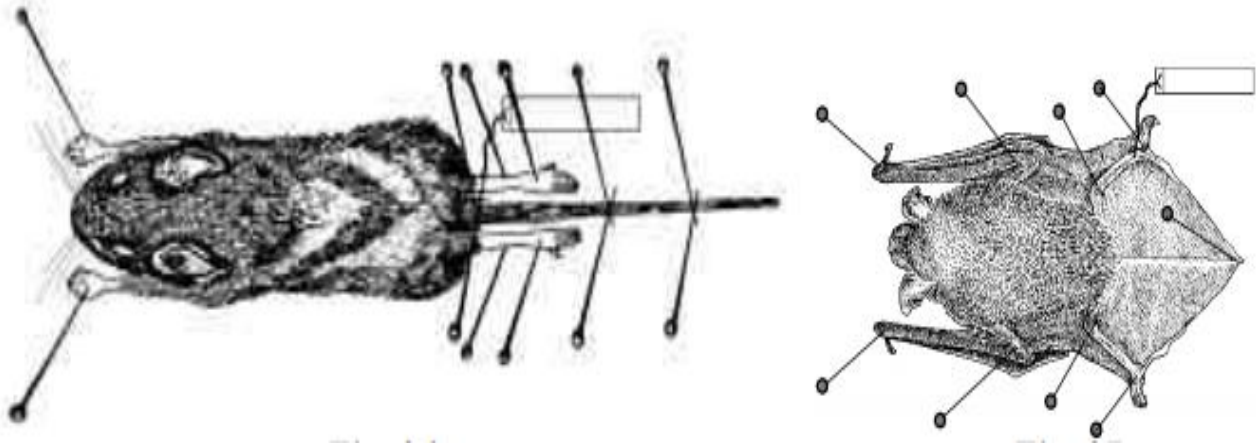


Figura 12. Ejemplares en piel para colección de referencia.
Fuente: (Díaz, Florez, & Barquez, 1998)

Muestras en líquido

Consiste en el sacrificio del animal sin retirar partes de su cuerpo, este procedimiento contempla el uso de un fijador en este caso formol diluido al 10% para minimizar el daño de tejidos y estructuras importantes del ejemplar. Se sugiere seguir lo propuesto por (Díaz, Florez, & Barquez, 1998). Las muestras deben ser rotuladas con papel libre de ácido con la información morfométrica básica y la determinación taxonómica respectiva, finalmente se deben transportar en frascos plásticos sellados y rotulados.

2.3.2.1.4. Entrevistas semiestructuradas (ENM):

Se recomiendan realizar entrevistas a los pobladores del área y zonas aledañas, mayores de 18 años, con el fin de complementar las observaciones y capturas de la fauna de mamíferos silvestres. Para esta actividad es necesario el uso de guías gráficas de las diferentes especies de mastofauna potencial en el área de estudio como lo plantea (Emmons & Feer, 1997); (Tirira, 2001).

Para la recopilación de información secundaria en las localidades de estudio se sugiere aplicar la metodología de entrevistas a las comunidades, mediante encuestas estructuradas sobre uso, conocimiento de fauna local, así como las temporadas de mayor avistamiento de mamíferos en las áreas. La población seleccionada debe integrar a personas adultas o ancianas que han vivido toda su vida o parte de ella en el área de trabajo, personas nativas con conocimientos de naturaleza, residentes o visitantes de la zona dedicados a la cacería y/o recolección de frutas y otros vegetales (Tirira, 1998) Como ayuda didáctica se pueden usar guías de fotografías con la fauna local para mejorar la identificación de las especies.

Algunas preguntas que se pueden considerar son:

1. ¿Cuántas especies de mamíferos conoce?
2. ¿Cómo las diferencia?
3. ¿Dónde es frecuente encontrarlas?
4. ¿Qué uso les da?
5. ¿En qué temporadas es más frecuente ver a un mamífero?

La información de las entrevistas, se deben registrar en un formato de campo, el cual es exclusividad de cada proyecto, que deberá incluir la localización del punto donde se realiza la entrevista, fecha e información del entrevistado, entre otras.

Las entrevistas se complementarán con información características de las especies, el hábitat donde se encuentran, uso y aprovechamiento de las mismas, así como la frecuencia de observación, actividad, épocas y áreas de cría e información relevante reportada por los entrevistados. Es necesario mencionar que las especies registradas por este método serán posteriormente verificadas de acuerdo a la distribución planteada en la literatura especializada.

2.3.3. Fase Post campo

Después de regresar de campo, se debe realizar trabajo de oficina para la elaboración de los respectivos informes técnicos del grupo aves, previamente se deberá proceder a la elaboración de bases de datos en Excel, lo que servirá para los respectivos análisis.

Teniendo en cuenta la información y registros recopilados en la fase de campo se describirán las variables y componentes de análisis que se recomiendan desarrollar, acorde a la base de datos estructurada, estos son las siguientes:

2.3.3.1. Manejo de la información

La información recopilada se debe ordenar en formato de base de datos, se recomienda el formato GDB propuesto por la agencia nacional de licencias ambientales ANLA definido mediante Resolución 1503 de 2010 y actualizado en Resolución 1402 de 2018 y que se encuentra disponible en la página oficial (https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-1402-de-2018/), este formato vincula registros de especies con sus respectivos metadatos y mejora además su aplicación para generación de productos cartográficos. Los gráficos y tablas pueden ser generados mediante el programa Excel® del paquete de Office.

2.3.3.2. Estadísticos propuestos

Para corroborar la eficiencia de los monitoreos se debe aplicar las curvas de acumulación de especies, utilizando el estimador de Clench, además, de establecer los cálculos de los índices de riqueza, abundancia relativa y diversidad alfa verdadera temporales, así como

diversidad beta por medio de índices de similaridad aplicando los estimadores propuestos y siguiendo la metodología de (Villarreal H. , y otros, 2004); (Villareal, et al., 2006). Por otro lado, se recomienda calcular la frecuencia de acuerdo a las épocas de lluvia-Sequia y transiciones anuales permitiendo conocer el impacto del proyecto en cada una de las áreas a evaluar. Los programas recomendados para el procesamiento de la información pueden cobijar los de acceso libre como R, Past v 3.3, EstimateS, así como Biodiversity pro, los cuales generan información confiable para el análisis de la biodiversidad.

2.3.3.3. Esfuerzo de muestreo

Para quirópteros (murciélagos), el esfuerzo de muestreo se recomienda calcular relacionando el número de noches de trabajo campo (horas noche) con la cantidad de redes instaladas (Horas-red) y El éxito de captura como el número de individuos capturados respecto al esfuerzo de muestreo (Individuos-noche/horas-red). Para el caso de mamíferos no voladores, el esfuerzo de muestreo se podrá definir como (EM=t*n) donde t= Número de trampas activas y n=Número de noches de muestreo. El éxito de captura, corresponderá al porcentaje obtenido al relacionar el número de individuos capturados/esfuerzo de muestreo x100.

$$EM = \sum RxT$$

Donde:

R= Número de redes abiertas
T= Tiempo en horas

E=(n/EM) *100

Donde:

n=Número de individuos capturados en total

Para el trampeo se sugiere seguir las recomendaciones metodológicas de Moreno-Bejarano (Moreno Bejarano, 1981).

Esfuerzo de trampeo

EM=t*n
Donde:
t= Número de trampas activas
n=Número de noches de muestreo

Las huellas y rastros encontrados en las áreas evaluadas, aunque indiquen el paso de varios individuos, se asignaran a un (1) solo espécimen. Únicamente se anotará el número exacto de los animales cuando sean capturados u observados directamente. Los animales de la misma especie, capturados en registros fotográficos de cámara trampa, aunque las visitarán a diferentes horas de la noche, se asignarán a un (1) individuo, excepto cuando dos (2) o más animales formen parte de la misma fotografía.

2.3.3.4. Abundancia absoluta y relativa

La abundancia absoluta consiste en contabilizar la cantidad de individuos reportados para cada una de las áreas evaluadas, la abundancia relativa por su parte se expresa en términos porcentuales y se estimó usando la relación: (#Individuos*100/total de individuos).

2.3.3.5. Frecuencia absoluta y relativa

La frecuencia absoluta se estimará al contar la cantidad de veces que se encontraba una especie en un área determinada. La frecuencia relativa se expresa en términos porcentuales al usar la relación (Frecuencia absoluta*100/número de áreas evaluadas).

2.3.3.6. Condición de amenaza

Para la definición de la categoría de amenaza de las especies de mamíferos registrados por la investigación, se recomienda la revisión de trabajos de referencia y actos administrativos relacionados que establecen la categoría de amenaza de las especies a nivel nacional e internacional, entre los cuales se referencia los siguientes:

La Resolución 0126 del 2024, decretada por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, por el cual se establece el listado oficial de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera (https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/02/Resolucion-0126-de-2024.pdf) (MADS, 2024), la cual se ha fundamentado y referenciado de los libros rojos de mamíferos de Colombia.

Para la categorización de las especies amenazadas a nivel global, se recomienda la plataforma de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la cual mantienen el listado actualizado de las especies amenazadas de fauna y flora a nivel mundial (https://www.iucnredlist.org/es) (IUCN, 2024).

Y finalmente para definir las especies de mamíferos que se encuentran registradas en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre para Colombia, se recomienda su verificación a través de la página de la CITES (http://checklist.cites.org/) (CITES, 2017).

2.3.3.7. Listados de riqueza

Para la definición de los listados de riqueza de las especies de mamíferos terrestres y voladores que se registren por la investigación en las áreas de estudio, se recomienda utilizar los listados de (Ramírez-Chaves, y otros, 2024) (https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=mamiferos_col); y la guía ilustrada de los mamíferos de Colombia (Pérez Gómez, Fernández Rodríguez, & Moreno Niño, 2025)

2.4. Estructura Metodológica para el grupo de las Aves

2.4.1. Fase previa al trabajo de campo

Para la caracterización del grupo ornitológico (aves), durante la fase se post campo, se debe realizar actividades de revisión y verificación de información secundaria existente, que incluyan entre otras, el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia – SIB (SIB Colombia, 2024), las colecciones científicas en línea del Instituto de Ciencias Naturales – ICN de la Universidad Nacional de Colombia y los libros y publicaciones científicas con información de distribución, ecología y biología de las especies faunísticas potencialmente presentes en el área.

Adicionalmente, se recomienda se realice una búsqueda minuciosa de documentos técnicos de proyectos ejecutados en área de influencia del área o zona de investigación, tales como: estudios ambientales realizados en cercanía a las áreas a muestrear, los estudios de la Corporación Autónoma Regional del Cesar - CORPOCESAR y demás entidades con información de la fauna de la región, plataformas digitales que se fortalecen de trabajos de ciencias ciudadana (censos navideños, gran día mundial de las aves, aves acuáticas), entre otros.

Para la identificación taxonómica de las aves con probable presencia en el área de estudio, se recomienda la verificación y evaluación de información secundaria especializada como: (Hilty & Brown, 1986); (Hilty & Brown, 2001); (Restall, et al., 2006); (Ridgely & Tudor, 2009); (Sibley, 2014); (Donegan, et al., 2015); (Ayerbe-Quiñones, 2019); (Ayerbe-Quiñones, 2022); (Echeverry-Galvis, et al., 2024); (Remsen-J, et al., 2025).

2.4.2. Etapa de Campo

2.4.2.1. Diseño de muestreo

Para la caracterización de las aves con posible presencia en las diferentes coberturas del departamento del Cesar, se recomienda la realización de 3 a 5 días de muestreos por coberturas vegetales definidas para el área de estudio, con un periodo general de 20 a 30 días por periodo climático (temporada de sequía y lluvias).

Entre los métodos que se recomiendan implementar para la obtención de la información en campo de las aves, están, 1) recorridos de observación ad libitum (ROA) con binoculares, 2) grabación de vocalizaciones de las aves con posible presencia en el área de estudio, 3) capturas de aves con redes de niebla (CA-RN), y 4) entrevistas semiestructuradas (ENA).

2.4.2.1.1. Recorridos de observación "Ad libitum" (ROA) y puntos fijos de observación "Ad libitum" (PFOA)

Para los recorridos y el establecimiento de puntos fijos de observación y registro de aves se recomienda utilizar el método de búsqueda intensiva propuesta por (Ralph, et al., 1996), el cual consiste en realizar transectos lineales sobre los senderos o trochas de las áreas definidas para muestreo, buscando abarcar la mayor cantidad de hábitats a través de recorridos en transectos de longitud y ancho variable, los cuales se deben recorrer a una velocidad constante para registrar las especies tanto visual como auditivamente, con ayuda de binoculares (Fotografía 13), de acuerdo con la metodología propuesta por (Bibby, et al., 1998), (Villarreal, et al., 2004); (Villarreal, et al., 2006); (MADS, 2018a) para la realización de inventarios de especies de aves. A cada ave detectada, se le deberá registrar la siguiente información: localidad, fecha, hora, el nombre de la especie (determinación taxonómica), sexo (cuando sea posible identificarlo), número de individuos y el hábitat (Aldana-Dominguez, et al., 2009). Los muestreos se recomiendan se realicen entre las 6:00-10.30 y las 15:00-18:00 horas.

Para la identificación y clasificación taxonómica de las aves se seguirá la nomenclatura propuesta por el *South American Classification Committee* (SACC), perteneciente a la *American Ornithologists Union* (AOU), en el documento "*A classification of the bird species of South America*" (Remsen-J, et al., 2024), la lista de la Asociación colombiana de Ornitología – ACO (https://asociacioncolombianadeornitologia.org/revista-ornitologia-colombiana/) (Echeverry-Galvis, et al., 2024), y a través de los libros Guía de las Aves de Colombia (McMullan M. , 2023); (Ayerbe-Quiñones, 2022); (Ayerbe-Quiñones, 2019); (Donegan, et al., 2015); y Norteamérica (Sibley, 2014); (Ridgely & Tudor, 2009); (Restall, et al., 2006); (Hilty & Brown, 2001); (Hilty & Brown, 1986).





Fotografía 13. Metodología de búsqueda intensiva de aves
Fuente: (Fundación ORNIAT, 2015), (AQUABIÓSFERA, 2020)

2.4.2.1.2. Grabación de vocalizaciones

Otra de las técnicas recomendadas para el registro de la diversidad de aves en áreas del departamento del Cesar, es la grabación de sonidos y vocalizaciones (Fotografía 14), para este proceso se requiere equipos sonoros de alta gama, con lo que se puedan lograr conseguir registros de gran interés, especialmente de aves conspicuas, las cuales son difíciles de observar o fotografiar. Para este proceso se debe elegir el equipo adecuado y apoyarse en técnicas de grabación con el fin de hacer buenas grabaciones, con el mínimo de distorsión, ruido e interferencia. Grabaciones de alta calidad son de mucho valor en una variedad de formas, aunque también las grabaciones de baja calidad son hasta cierto punto útiles, pues lo importante es registrar el sonido (Budney & Grotke, 1996); (Budney & Grotke, 1997).



Fotografía 14. Equipo sonoro para grabación de vocalizaciones de aves

Fuente: https://infoupar.com/2024/03/una-iniciativa-para-grabar-los-sonidos-de-las-aves-en-colombia/; http://www1.inecol.edu.mx/sonidos/tecnicas.htm

Otro de los equipos recomendados para el registro de sonidos y vocalizaciones de aves, son las Grabadoras Acústicas Portátiles (Grabadora Ultrasónica Wildlife Acoustics Song Meter Micro 2), los cuales son equipos de última tecnología con los cuales se realiza un excelente trabajo de grabación de sonidos y vocalizaciones de aves, con lo que se complementan los listados de diversidad para las áreas evaluadas (Fotografía 15).



Fotografía 15. Equipo sonoro para grabación de vocalizaciones de aves

Fuente: https://colombia.bioweb.co/products/grabadora-ultrasonica-wildlife-acoustics-song-meter-micro-2?_pos=2&_sid=bf94299af&_ss=r

2.4.2.1.3. Captura con redes de niebla (RNA)

Para la captura de la avifauna que se asocie a las áreas de estudio a evaluar en el departamento del Cesar, se recomienda la instalación de al menos 5 - 10 redes de niebla de 12 m de largo por 3 m de alto (60 - 120 m lineales), con ojo de malla de 30mm y 36mm en los bordes, durante un día en cada cobertura boscosa asociada al área de estudio, desde las 6:00 am hasta las 11:00 am y desde las 15:00 hasta las 18:00 horas, debido a que son las horas de mayor actividad de las aves. Las redes serán revisadas cada 20-30 minutos aproximadamente (Fotografía 16). Los individuos que se logren capturar serán introducidos en bolsas de tela para realizar procesos de morfometría y pesaje, y la respectiva identificación, con la ayuda de guías especializadas (Hilty & Brown, 2001); (McMullan, et al., 2010); Norte América (Sibley, 2014); (Restall, et al., 2006), (Ridgely & Tudor, 2009), posteriormente al proceso de morfometría e identificación, el aves se liberará en el mismo lugar de captura.







Fotografía 16. Metodología para la captura de aves mediante instalación de redes de niebla
Fuente: (Fundación ORNIAT, 2015), (AQUABIÓSFERA, 2020)

2.4.2.1.4. Entrevistas semiestructuradas (ENA)

Para complementar la información de observación de aves y de aquella obtenida a través de los otros métodos de captura, se recomienda la realización de entrevistas informales a personas encontradas en la zona sobre las aves de posible ocurrencia en el área evaluada; la identificación de dichas especies será corroborada con revisión de la literatura (además de la experiencia del profesional responsable) (Fotografía 17).

Se recomienda realizar preguntas abiertas referidas al conocimiento local sobre las aves, las cuales se contrastarán con guías (fichas) taxonómicas de apoyo que se recomienda

mostrar a los entrevistados (Ramos-Madera, 2018), para obtener información de soporte como: ¿Cuáles de las especies registradas en las guías de apoyo, se registran para el área?, ¿Cuál es el nombre o los nombres comunes con el que se conoce?, ¿Cuáles son los sitios en los que se registra con mayor frecuencia?, ¿Es frecuente observarlo?, ¿Hace cuánto no se registra en el área?, ¿Qué tipo de uso les da la comunidad?, ¿Cuáles de estas especies ya no se registra para el área?, información de gran importancia para el fortalecimiento de la diversidad de aves del área de estudio.




Fotografía 17. Metodología para obtención información de fauna silvestre mediante encuestas informales

Fuente: (AQUABIÓSFERA, 2020)

2.4.3. Etapa Post-Campo

Después de regresar de campo, se debe realizar trabajo de oficina para la elaboración de los respectivos informes técnicos del grupo aves, previamente se deberá proceder a la elaboración de bases de datos en Excel, lo que servirá para los respectivos análisis.

Teniendo en cuenta la información y registros recopilados en la fase de campo se describirán las variables y componentes de análisis que se recomiendan desarrollar, acorde a la base de datos estructurada, estos son las siguientes:

✓ Gremios trófico

Para caracterizar el hábito alimentario de la avifauna registrada por el estudio, se debe establecer las dietas de las aves a través de los siguientes grupos alimenticios: Car= Carnívoros; Carr= Carroñeros, Car-Carr= Carnívoros-Carroñeros, Pis = Piscívoros, Fru = Frugívoros; Gra= Granívoros; Ins= Insectívoros; Omn= Omnívoros, Nec= Nectarívoros, Ins-Fru= Insectívoros-Frugívoros y Otr= Otros (Hilty & Brown, 1986) (Kattan, et al., 1994);

(Kattan & Álvarez-López, 1996); (Stiles & Loreta, 1998); (Castaño-Villa, 1998), (Hobson, et al., 2003); (Fierro-Calderón, et al., 2006).

✓ Diversidad

En la estimación de la diversidad de especies, se recomienda emplear el índice de Shannon-Wienner (H') (Magurran, 1988), utilizando el programa Past 3.18 (Hammer, et al., 2001), y su resultado se transformarán en "número efectivo" expresado como D= exp (H') (Jost, 2006), el cual mide la diversidad que tendría una comunidad integrada por i especies igualmente comunes.

El Índice de Shannon utiliza datos sobre abundancia relativa para incorporar la equidad y riqueza de especies en una medida de diversidad, representada por H', donde a medida que H' aumenta, la diversidad aumenta.

$$H = -\sum \frac{n_i}{\ln(n_i / N)}$$

Dónde,
H': Diversidad
n_i: Número de individuos por especie
N: Número total de individuos

✓ Índice de dominancia

El Índice de Simpson, representado con una D, atribuye más peso a la abundancia relativa de las especies en una comunidad dado que se basa en la probabilidad de que dos individuos extraídos de una comunidad infinitamente grande sean de la misma especie. A medida que aumenta D, disminuye la diversidad, lo cual es contra intuitivo.

$$D = 1 - \sum \frac{n_i (n_i - 1)}{N(N-1)}$$

Dónde,
D: Diversidad
N: Número total de individuos
n_i= Número de individuos por especie

✓ Índice de riqueza especifica

Su estimación se debe efectuar a partir del índice de Margalef, el cual supone una relación entre el número de especies y el número total de individuos. Si esto no es cierto, entonces el índice varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida (Villarreal, et al., 2004).

Se debe calcular de la siguiente manera:

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Donde

S = número de especies
N = número total de individuos

Los datos relacionados con este indicador serán procesados en el software Past (Versión 3.18).

✓ **Índices de similaridad.**

Se debe evaluar las afinidades existentes entre las diferentes estaciones de monitoreo a partir del índice de similitud de Bray-Curtis (presencia - ausencia). La graficación del dendograma se realizará a través del programa Past (Versión 3.18).

Adicionalmente, se recomienda utilizar las referencias bibliográficas de (Chaparro-Herrera, et al., 2013) para la definición de endémicas, casi endémicas y de especial interés, y las de (IUCN, 2024), (MADS, 2024); (Renjifo, et al., 2016); (Renjifo, et al., 2014), para la definición de las categorías de amenaza de las especies de aves a nivel mundial, y nacional. El registro de aquellas especies incluidas en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2017).

2.5. Estructura Metodológica para el grupo de los herpetos (anfibios y reptiles)

En lo que concierne al grupo de los herpetos, la metodología propuesta que se recomienda implementar, se deb ajustar acorde a lo contemplado por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible para la evaluación de herpetofauna (MADS, 2018a); (MADS, 2018b).

2.5.1. Fase previa del trabajo a campo

Para la caracterización de fauna se recomienda realizar la revisión de información existente con base en el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia SIB (SIB

Colombia, 2024), las colecciones científicas en línea del Instituto de Ciencias Naturales – ICN de la Universidad Nacional de Colombia y los libros y publicaciones científicas con información de distribución, ecología y biología de las especies faunísticas potencialmente presentes en el área.

Como información secundaria del proyecto también se debe tener en cuenta los estudios ambientales realizados en cercanía a las áreas a muestrear y los estudios de la Corporación Autónoma Regional del Cesar - CORPOCESAR y demás entidades que tengan información de la fauna presente en la región.

Para la caracterización de los herpetos con probable presencia en el área a caracterizar se debe realizar la revisión de información secundaria especializada como: (Frost, 2020); (Uetz & Jiri Hosek, 2020); (Acosta Galvis, 2019); (Carvajal-Cogollo, Cárdenas-Arévalo, & Castaño-Mora, 2012); (Romero & Lynch, 2012); Sánchez-C, *et al.,* (1995).

2.5.2. Etapa de campo

2.5.2.1. Métodos y técnicas de muestreo

2.5.2.1.1. Transectos de longitud variable con tiempo determinado para encuentro visual de anfibios y reptiles (Lips *et al*, 2001)

Para el muestreo de especies herpetológicas durante la fase de campo, se recomienda principalmente el método de encuentro por inspección visual "VES" (Visual Encounter Surveys) (Crump & Scott, 1994). Este método consiste en buscar detenidamente por observación directa en todos los posibles lugares donde puedan encontrarse los individuos (por ejemplo, sobre el suelo, en la vegetación; bajo rocas, hojarasca y en troncos caídos; en zonas con influencia de cuerpos de agua/charcas; dentro de huecos y cortezas). Dicha inspección por razones de seguridad se debe efectuar con la ayuda de una pinza pilström y un gancho herpetológico (Fotografía 18).


21/06/2025 12:07:38 p. m.
10°21'46,215"N 72°54'14,053"W
Altitud:3164.4m
Velocidad:0.0km/h
RFFS- Corpocesar - Fundación ORNIAT


21/06/2025 12:07:26 p. m.
10°21'46,223"N 72°54'14,053"W
Altitud:3163.0m
Velocidad:0.0km/h
RFFS- Corpocesar - Fundación ORNIAT


21/06/2025 10:55:06 a. m.
10°21'47,403"N 72°54'13,343"W
Altitud:3174.8m
Velocidad:0.0km/h
RFFS- Corpocesar - Fundación ORNIAT





Fotografía 18. Proceso de búsqueda y captura en hojarasca y bajo troncos
Fuente: (Fundación ORNIAT - CORPOCESAR, 2024-2025)

En lo posible, todos los ejemplares de anfibios y reptiles observados en campo, deben ser debidamente identificados *in vivo*, de no ser posible, colectados en bolsas de telas acondicionadas con sustrato vegetal (hojarasca que mantendrá la humedad para evitar deshidratación de las muestras), y ser trasladadas hacia el campamento para ser corroborada la especie a través de la información de guías y/o claves taxonómicas contenidas en importantes referencias de la literatura herpetológica; para aquellas muestras con dudas taxonómicas, se procederán a colectar para su traslado al laboratorio para su identificación.

Así mismo para el caso de los anfibios, es muy importante el registro mediante vocalizaciones (cantos) para la identificación a nivel específico (y en ciertos casos cuando se pueda discriminar, realizar la cuantificación de número de individuos).

2.5.2.1.2. Barrera de intercepción en línea con trampas de caída tipo "pitfall"

Otro de los métodos recomendados para la caracterización de los herpetos en áreas de bosques del departamento del Cesar, es la instalación de trampas de caída tipo "pitfall", el cual consiste en la elaboración de barreras de interceptación en líneas con ubicación de tanques plásticos en las esquinas y el centro, los cuales actúan como trampas de caída. Se recomienda que, en cada zona, al menos se ubique una batería o circuito de trampa de caída con sus respectivas cercas de desvío por cobertura boscosa, esto dependerá mucho de las condiciones topográficas de la zona, tipo de suelo y variables ambientales del área de estudio (Fotografía 19). La distancia recomendada entre trampas continuas es de 10 m (Sanchez, et al., 2013).



Fotografía 19. Barrera de intercepción en línea con trampas de caída construidas con canecas de 50 litros

Fuente: (Fundación ORNIAT, 2014)

Este es uno de los métodos más utilizados para la captura de anfibios y reptiles. Este método involucra la colocación de un recipiente cilíndrico debajo del agua o el suelo con la boca hacia la superficie. El tamaño y la forma del recipiente dependerán de la especie a muestrear.

2.5.2.1.3. Entrevista semiestructurada

Para complementar la información de la fauna herpetológica, se recomienda la realización de entrevistas informales a personas encontradas en la zona (Fotografía 20) sobre los herpetos de posible ocurrencia en el área evaluada; la identificación de dichas especies

será corroborada con revisión de la literatura (además de la experiencia del profesional responsable.

Se deben realizar preguntas abiertas referidas al conocimiento local sobre la fauna, las cuales se contrastarán con guías (fichas) taxonómicas de apoyo que se mostrarán a los entrevistados (Ramos-Madera, 2018), para obtener información de soporte como: ¿Cuáles de las especies registradas en las guías de apoyo, se registran para el área?, ¿Cuál es el nombre o los nombres comunes con el que se conoce?, ¿Cuáles son los sitios en los que se registra con mayor frecuencia?, ¿Es frecuente observarlo?, ¿Hace cuánto no se registra en el área?, ¿Qué tipo de uso les da la comunidad?, ¿Cuáles de estas especies ya no se registra para el área?, información de gran importancia para el fortalecimiento de la diversidad de aves del área de estudio.



Fotografía 20. Proceso de encuesta informal a pobladores locales
Fuente: (Palacio-Sierra, 2018)

2.5.3. Fase Post campo

Después de regresar de campo, se debe realizar trabajo de oficina para la elaboración de los respectivos informes técnicos del grupo herpetos, previamente se deberá proceder a la elaboración de bases de datos en Excel, lo que servirá para los respectivos análisis.

Teniendo en cuenta la información y registros recopilados en la fase de campo se describirán las variables y componentes de análisis que se recomiendan desarrollar, acorde a la base de datos estructurada, estos son las siguientes:

2.5.3.1. Análisis de la información

2.5.3.1.1. Abundancia absoluta y relativa

Para el manejo y procesamiento de la información se recomienda emplear las distintas herramientas brindadas por el software Microsoft Excel.

2.5.3.1.2. Frecuencia absoluta y relativa

Para el manejo y procesamiento de la información se debe emplear las distintas herramientas brindadas por el software Microsoft Excel.

2.5.3.1.3. Curvas de acumulación al nivel de especies

Para la elaboración de las curvas de acumulación de especies, se utilizará como primera medida el programa Estimates (Versión 9.1.0) para obtener la matriz de datos. Posteriormente se graficará con la ayuda de las herramientas de Microsoft Excel. Este análisis se realizará con base en la aparición de especies a través del aumento de transectos de muestreo.

2.5.3.1.4. Índices de diversidad

Su estimación se realizará a partir del índice de Shannon- Wiener, el cual asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos son muestreados al azar. Puede adquirir valores entre cero (0) cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Puede verse fuertemente influenciado por las especies más abundantes (Villarreal *et al.* 2006).

Se calculará de la siguiente manera:

$$H' = -\Sigma\, p_i \ln p_i \quad \text{y} \quad \Sigma p_i = 1$$

Donde

pi = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Los datos relacionados con este indicador se procesarán en el software Past (Versión 3.18).

2.5.3.1.5. Índice de dominancia

Su estimación se realizará a partir del índice de Simpson, el cual muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie. Tiene en cuenta las especies que están mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás (Villarreal *et al.* 2006).

Se calculará de la siguiente manera:

$$\lambda = \Sigma\,(n^2/N^2) = \Sigma p_i^{\,2}$$

Donde

pi = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Los datos relacionados con este indicador se procesarán en el software Past (Versión 3.18).

2.5.3.1.6. Índice de riqueza especifica

Su estimación se debe efectuar a partir del índice de Margalef, el cual supone una relación entre el número de especies y el número total de individuos. Si esto no es cierto, entonces el índice varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida (Villarreal *et al.* 2006).

Se calculará de la siguiente manera:

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Donde

S = número de especies
N = número total de individuos

Los datos relacionados con este indicador se procesarán en el software Past (Versión 3.18).

2.5.3.1.7. Análisis de similaridad

Se debe evaluar las afinidades existentes entre las diferentes estaciones de monitoreo de fauna a partir del índice de similitud de Bray-Curtis. La graficación del dendograma se realizará a través del programa Past (Versión 3.18).

3. CONSIDERACIONES FINALES

Con la creación de este documento, se busca que le sirva de herramienta de soporte y apoyo a la Corporación Autónoma Regional del Cesar – CORPOCESAR, para que sea implementado como guía de uso para todas las instituciones que deban realizar y ejecutar actividades de caracterización, monitoreo y evaluación de fauna y flora silvestre en áreas del departamento del Cesar.

Se elaboró y consolidó los procesos metodológicos para los componentes de la flora silvestre (flora vascular arborea y epífitas) y la fauna silvestre grupos mayores (mamíferos, aves, anfibios y reptiles), tomando como referencia los documentos técnicos del MADS para estudios de impacto ambiental a nivel nacional (MADS, 2018a); (MADS, 2018b); así como otros métodos implementados para cada uno de estos grupos, por investigadores y nacionales que han logrado consolidar una estructura más sólida para los procesos de evaluación de la fauna y la flora.

Se espera pueda ser proyectado por la corporación para su uso, manejo y aprovechamiento por las diferentes empresas que requieran trabajar en el territorio, y se pueda lograr consolidar un verdadero esquema de trabajo y de manejo de la información a través de una base de datos robusta a nivel departamental.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta Galvis, A. R. (2019). Lista de los anfibios de Colombia. (R. e. Batrachia, Ed.) Villa de Leyva, Boyacá, Colombia. Obtenido de http://www.batrachia.com

Aldana-Dominguez, J., Álvarez-Rebolledo, M., Umaña-Villaveces, A. M., Sierra, S., & Forero, F. (2009). Aves. En H. Villarreal-Leal, M. Álvarez-Rebolledo, M. Higuera-Díaz, J. Aldana-Dominguez, J. D. Bogotá-Gregory, F. A. Villa-Navarro, . . . F. Forero, *Caracterización de la biodiversidad de la selva de Matavén (sector centro-oriental) Vichada, Colombia.*

Aquabiósfera. (2019). *Proyecto Membrillal. Código GEB P0220-CT102192-ADM0701.* Cartagena, Bolívar: GRUPO ENERGÍA BOGOTÁ S.A. ESP S.A.

AQUABIÓSFERA. (2020). *Caracterización biótica de las áreas viables para la rehabilitación ecológica, rescate, reubicación, y reposición de individuosen veda para el proyecto La Reforma San Fernando.* Bogotá, Colombia: Grupo Energía de Bogotá.

Arellano, G., & Macia, M. J. (En Preparación). *Variación altitudinal en bosque montanos regla de los 300 metros de parcela a parcela.*

Ayerbe-Quiñones, F. (2019). *Guía Ilustrada de la Avifauna colombiana* (WCS 2da Edición ed.). Bogotá, Colombia: PUNTOAPARTE BOOKVERTISING.

Ayerbe-Quiñones, F. (2022). *Guía Ilustrada de la Avifauna colombiana. Tercera Edición.* (P. bookvertising, Ed.) WCS Colombia, Colombia Ilustrada. Obtenido de https://asociacioncolombianadeornitologia.org/producto/guia-ilustrada-de-la-avifauna-colombiana-tercera-edicion-en-espanol/

Becerra, J. (1971). *Notas de Ecología Forestal.* Bogota: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Bibby, C., Jones, M., & Marsden, S. (1998). *Expedition Field Techniques. Bird Surveys.* London: the Expedition Advisory Centre. Obtenido de http://www.bio-nica.info/ALAS/pdf2.pdf

Bonacic, C., Maza, M., & Forero, L. (2013). *MANUAL PARA EL MONITOREO DE FAUNA SILVESTRE EN CHILE.* (C. Bonacic, & M. Maza, Edits.) Santiago de Chile, Chile: Laboratorio F auna Australis. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Cristian_Bonacic/publication/275952216_Manual_para_el_monitoreo_de_fauna_silvestre_en_Chile/links/554a6d430cf21ed21358e545/Manual-para-el-monitoreo-de-fauna-silvestre-en-Chile.pdf

Budney, G. F., & Grotke, R. W. (1996). Techniques for audio recording vocalizations of tropical birds. *Natural Sound Library*.

Budney, G. F., & Grotke, R. W. (1997). Techniques for Audio Recording Vocalizations of Tropical Birds. *Ornithological Monograph*, 48.

CAR, & Consorcio AP Biodiversa. (2019). *Estudio de diagnóstico, caracterización, inventario de flora y fauna y Biodiversidad, en áreas protegidas de la jurisdicción de la CAR .* Bogotá, D. C: CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA .

Carabias, J. (2009). Manejo de recursos naturales y calidad de vida. En S. E. Chediack, *Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ¿para qué?* (págs. 28-37). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Corredor Biológico Mesoamericano México.

Carvajal-Cogollo, J. E., Cárdenas-Arévalo, G., & Castaño-Mora, O. (2012). Reptiles de la región Caribe de Colombia. En J. O. Rangel-Ch, *Colombia Diversidad Biótica XII: La Región Caribe*

de Colombia (págs. 91-812). Bogotá D.C: Arfo Editores: Universidad Nacional de Colombia-Corpocesar.

Castaño-Villa, G. J. (1998). Inventario Preliminar de Aves y Mamíferos presentes en Fragmentos Boscosos en el Medio San jorge, departamento de Córdoba. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe* , 8. Obtenido de http://www.redalyc.org/pdf/113/11313109.pdf

Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M., Córdoba-Córdoba, S., & Sua-Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 235-272. Obtenido de http://www.redalyc.org/pdf/491/49131094009.pdf

CITES. (25 de 11 de 2017). Apéndices I, II y III. Ginebra, Ginebra, Suiza. Recuperado el 06 de Octubre de 2018, de https://cites.org/sites/default/files/notif/S-Notif-2016-068-A.pdf

Crump, M. L., & Scott, N. Y. (1994). Visual encounters surveys. En W. Heyer, M. A. Donnelley, R. A. Mcdiarmid, L. Hayek, & M. C. Foster, *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians* (págs. 84-92). Smithsonian Institution.

Cuadros, H. (1997). *Árboles costeños. Palos de Curramba.* Barranquilla, Colombia: Antillas.

Cuartas, C., & Marín, D. (2014). *Guía Ilustrada Mamíferos Cañón del río Porce, Antioquia.* (C. Cuartas, Ed.) Medellín, Colombia: Señal Gráfica Impresión S.A.S. Obtenido de https://www.epm.com.co/site/Portals/Descargas/2015/rio_porce/Guia_Ilustrada_canon_del_rio_Porce_Antioquia_Mamiferos.pdf

Cuatrecasas, J. (1958). Aspectos de la vegetación natural en Colombia. *Revista de la Academia colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, 10*(40), 221-264.

Díaz, A., & Payán, E. (2012). *Manual de fototrampeo* (1 ed.). Bogotá, Colombia: Cordinación editoria de Carlos A Lasso. Obtenido de http://repository.humboldt.org.co/bitstream/20.500.11761/31415/1/240.pdf

Díaz, M., Florez, D., & Barquez, R. (1998). Instrucciones para la preparación y conservación de mamíferos. *PIBBA Publicaciones especiales, 1*, 1-44.

Díaz, M., Solari, S., Aguirre, L., Aguiar, L., & Barquez, R. (2016). *Clave de identificación de los Murciélagos de Sudamerica* (2 ed.). Tucumán, Argentina: Magna Publicaciones. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/311492145_CLAVE_DE_IDENTIFICACION_DE_LOS_MURCIELAGOS_DE_SUDAMERICA

Donegan, T., Quevedo, A., Verhelst, J. C., Cortés-Herrera, O., Ellery, T., & Salaman, P. (Octubre de 2015). Revision of the status of bird species occurring or reported in Colombia 2015, with discussion of BirdLife International's new taxonomy. *Conservación Colombiana*(23). Obtenido de http://www.proaves.org/wp-content/uploads/2015/12/Conservacion-Colombiana-23-Oct-2015.pdf

Dugand, A. (1970). Observaciones Botánicas y Geobotánicas de la Costa Colombiana del Caribe. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 4*, 135-141.

Echeverry-Galvis, M. A., Acevedo-Charry, O., Avendaño, J. E., Gómez, C., Gary-Stiles, F., Estela, F. A., & Cuervo, A. M. (2024). *Lista oficial de las aves de Colombia 2024: Adiciones, cambios taxonómicos y actualizaciones de estado.* Bogotá, D. C: Comité Colombiano de Registros Ornitológicos - CCRO. Obtenido de https://ccro.asociacioncolombianadeornitologia.org/lista-oficial-de-aves-de-colombia/

Emmons, L. H., & Feer, F. (1997). *Neotropical rainforest mammals: a field guide. 2nd ed.* Chicago: Chicago: University of Chicago Press.

Fierro-Calderón, K., Estela, F. A., & Chacón-Ulloa, P. (2006). Observaciones sobre las Dietas de algunas Aves de la Cordillera Oriental de Colombia, a partir del Análisis de Contenidos Estomacales. *Ornitología Colombiana*(4), 6-15. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/237699708_OBSERVACIONES_SOBRE_LAS_DIETAS_DE_ALGUNAS_AVES_DE_LA_CORDILLERA_ORIENTAL_DE_COLOMBIA_A_PARTIR_DEL_ANALISIS_DE_CONTENIDOS_ESTOMACALES_Observations_on_the_diets_of_some_birds_of_the_Eastern_Andes_of_Col

Frost, D. R. (2020). Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.1. (A. M. History, Ed.) New York, USA. Obtenido de https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php

Fundación ORNIAT - CORPOCESAR. (2024-2025). *Aunar esfuerzoz técnicos, administrativos y económicos para la conservación de la Biodiversidad y realización de acciones para el control y vigilancia del tráfico ilegal de especies silvestres en el departamento del Cesar-administración y operación del CA.* Valledupar, Cesar: Corporación Autónoma Regional del Cesar - Fundación ORNIAT.

Fundación ORNIAT. (2014). *Programa de ahuyentamiento, rescate y translocación de fauna silvestre en área de influencia directa e indirecta del proyecto de la empresa Celsia.* Barranquilla, Atlántico: Celsia - Fundación ORNIAT.

Fundación ORNIAT. (2015). *Evaluación de la diversidad de la fauna y flora silvestre asociada a tres (3) áreas de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico.* Barranquilla, Atlántico: Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA.

Fundación ORNIAT. (2015). *Programa de conservación de la tortuga de rio y la hicotea en el municipio de Ponedera.* Barranquilla, Atlántico: Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA Y Fundación ORNIAT.

Gentry. (1986). Species richness and floristic composition of Choco Region plant communities. *Caldasia*.

Gentry, A. H. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. En Hecht, Wallace, & Prance, *Evolutionary Biology* (págs. 1-54). Plenum Publishing Corporation.

Gentry, A. H. (1988). *Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients.* Annals of the Missouri Botanical Garden.

Gentry, A. H. (1992). Tropical Forest Biodiversity: Distributional Patterns and Their Conservational Significance. *Oikos*(63), 19-28. doi:https://doi.org/10.2307/3545512

Gentry, A. H. (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. En S. H. Bullock, H. A. Mooney, & E. Medina, *Seasonally Dry Tropical Forests* (págs. 146-194). Cambridge: Cambridge University Press.

Gradstein, S. R., Hietz, P, P., Lücking, R., Lücking, A., Sipman, H, J. M., Vester, H, F. M., & Gardette, E. (1996). How to sample the epiphytic diversity of tropical rain forests. *Ecotropica, 2*.

Gradstein, S. R., Nadkarni, N. M., & Krömer, H. (2003). A Protocol For Rapid And Representative Sampling of Vascular and Non-Vascular Epiphyte Diversity of Tropical Rain Forest. *Selbyana*, 105-111.

Gradstein, S. R., Nadkarni, N. M., Krömer, T., Holz, & Nöske. (2003). A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forest. *Selbyana , 24*, 105-111.

Hammer, O., T-Harper, D. A., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis . *Palaeontologia Electronica, 4*, 9 pp. Obtenido de http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

Hilty, S. L., & Brown, W. L. (1986). *A Guide to the Birds of Colombia.* Princeton - Nee Jersey: Linotron Baskerville. Obtenido de https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=kHa6tJNKGDAC&oi=fnd&pg=PR10&ots=qLEuETLGS2&sig=6i8cFGN6fV7kcN8xNRBW9tB8tX8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Hilty, S. L., & Brown, W. L. (2001). *Guía de las aves de Colombia.* (A. C. Ornitología, Ed., & H. Á. López, Trad.) Bogotá: Asociación Colombiana de Ornitología. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=Vow0MwEACAAJ&hl=es&source=gbs_navlinks_s

Hobson, K. A., Wassenaar, L. I., Milá, B., Lovette, I., Dingle, C., & Smith, T. B. (2003). Stable isotopes as indicators of altitudinal distributions and movements in an Ecuador Humming Communitybird. *Oecologia*, 302-308. doi:DOI: 10.1007/s00442-003-1271-y

IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000.* Bogotá, D. C: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IDEAM, IAVH, INVEMAR, & IGAC. (2017). *Memoria técnica. Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (MEC), escala 1:100.000.* Bogotá, Colombia: Comunicaciones y Prensa Ideam.

IUCN. (30 de Junio de 2024). *The International Union for Conservation of Nature's*. Recuperado el 06 de Octubre de 2024, de The IUCN Red List of Threatened Species: https://www.iucnredlist.org/

Jansen, P. (2014). Métodos para inventario y monitoreo de grandes mamíferos. En C. Puerta, R. Guillison, & R. Condit (Edits.), *Metodologías para el Sistema de Monitoreo de la Diversidad Biológica de Panamá* (pág. 196). Ciudad de Panamá. doi:http://dx.doi.org/10.5479/si.ctfs.0001.

Johansson, D. R. (1974). Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytogeography Sueca*, 1-136.

Jost, L. (Mayo de 2006). Entropy and diversity. *OIKOS, 113*(2), 363-375. doi:https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x

Kattan, G. H., & Álvarez-López, H. (1996). Preservation and Management of Biodiversity in Fragmented Landscape in the Colombian Andes. En J. Schelhas, R. Greenberg, & J. Schelhas (Ed.), *Forest Patches in Tropical Landscape* (pág. 426). Washington, D.C: Island Press. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=Ugq8BwAAQBAJ&dq=Preservation+and+management+of+biodiversity+in+fragmented+landscapes+in+the+colombian+Andes.+Forest+Patches+in+Tropical+Landscapes&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s

Kattan, G. H., Álvarez-López, H., & Giraldo, M. (March de 1994). Forest Fragmentation and Bird Extinctions: San Antonio Eighty Years Later. *Conservation Biology, 8*(1), 138-146. Obtenido de https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1046/j.1523-1739.1994.08010138.x

López, A., Bobrowiec, D., Palmerín, J., & Meyer, J. (2016). *Fiel guide to Amazonian bats* (1 ed.). Manaus, Brazil: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. doi:DOI: 10.13140/RG.2.2.23475.84003

MADS. (2018a). Resolución No. 1402. Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales - MGEPEA. Bogotá, D. C. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/metodologia-general-para-la-elaboracion-y-presentacion-de-estudios-ambientales-mgepea/

MADS. (2018b). Resolución No. 0256. Manual de Compensaciones del Componente Biótico. Bogotá, D. C: Ministerio de Ambiene y Desarrollo Sostenible. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/resolucion-0256-de-2018/

MADS. (09 de 12 de 2019). Lineamientos técnicos para la conservación de especies de flora en veda. Bogotá, D. C, Colombia: Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Obtenido de https://www.car.gov.co/uploads/files/68c4e8d9d39db.pdf

MADS. (06 de 02 de 2024). Resolución 0126. "Por la cual se establece el listado oficial de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera, se actualiza el Comité Coordinador de Categorización de las Especies Silvestres Amenaza. Bogotá, D. C, Colombia.

MADS, M. d. (2010). *Metodología general para la presentación de estudios ambientales.* (D. Zapata, & C. Londoño, Edits.) Bogotá, Colombia: Grupo de Comunicaciones - MAVDT. Recuperado el 15 de Septiembre de 2018, de http://portal.anla.gov.co/documentos/normativa/metodologia_presentacion_ea.pdf

Magurran, A. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement.* Reino Unido: University Press. doi:10.1007/978-94-015-7358-0

Magurran, A. E. (2007). *Measuring biological diversity. Blackwell Publishing.*

Matteucci, S. D., & Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Organización de los Estados Americanos.

McMullan, M. (2023). *Guía de campo de las Aves de Colombia 2023 Miles McMullan. En español.* Bogotá, D. C: McMullan Birding & Publishers S.A.S.

McMullan, M., Donegan, T., & Quevedo, A. (2010). *Field Guide to the Birds of Colombia.* Bogotá, D. C.

Moreno Bejarano, L. M. (1981). *Distribución de los Chiroptera en el Parque Nacional Natural Tayrona.* Santafé de Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Faculdad de Ciencias. Obtenido de http://catalogo.humboldt.org.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=2180&shelfbrowse_itemnumber=3772

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad.* Zaragoza, España: Sociedad Entomológica Aragonesa (\(SEA\)) y UNESCO.

Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*(10), 58-62.

Navarro, J., & Muñoz, J. (2000). *Manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia.* Medellín, Colombia: Multimpresos. Obtenido de https://rastreocolombia.jimdo.com/guias/manual-de-huellas-de-algunos-mam%C3%ADferos-terrestres-de-colombia/

Palacio-Sierra, J. D. (2018). *Caracterización Biótica de las cuencas de los arroyos Sicarare, Fernambuco, Casacará, El Zorro, La Mula y El Complejo Cenagoso Zapatosa.* Valledupar, Cesar: CORPOCESAR - MINA DRUMOND LTD.

Pérez Gómez, K., Fernández Rodríguez, R. C., & Moreno Niño, N. (2025). *Guía Ilustrada de los Mamíferos de Colombia.* Bogotá, D. C: Ensifera Nature S.A.S. Obtenido de https://mcmullanbirding.com/libros/guia-ilustrada-de-los-mamiferos-de-colombia/

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., Desante, D. F., & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres.* Albany, C. A: United States Department of Agriculture. Obtenido de http://www.psw.fs.fed.us/techpub.html

Ramírez-Chaves, H. E., Leuro Robles, N. G., Castaño Rivera, A., Morales-Martínez, D. M., Suárez Castro, A. F., Rodríguez-Posada, M. E., . . . Zárrate Charry, D. (2024). *Mamíferos de Colombia. v1.14.* Bogotá, D. C: Sociedad Colombiana de Mastozoología. Obtenido de https://doi.org/10.15472/kl1whs

Ramírez-Chaves, H. E., Leuro Robles, N. G., Castaño Rivera, A., Morales-Martínez, D. M., Suárez Castro, A. F., Rodríguez-Posada, M. E., . . . Zárrate Charry, D. (2024). *Mamíferos de Colombia. v1.14.* Bogota, D. C: Sociedad Colombiana de Mastozoología. doi:https://doi.org/10.15472/kl1whs

Ramos-Madera, L. C. (2017). *Caracterización biofísica de las subcuencas de los arroyos Sicarare, Fernambuco, Casacará, El Zorro, La Mula y El Complejo cenagoso Zapatosa.* La Jagua - Cesar: Drummond Ltd y Corpocesar.

Ramos-Madera, L. C. (2018). *Componente mamíferos, Programa de compensación ambiental de las operaciones mineras El Descanso (DLTD), La Francia (CNR I) Y El Hatillo (CNR III).* La Jagua de Ibirico, Cesar: Drummond Ltd y CNR Ltd.

Rangel CH, J. O., & Lozano, C. (1986). Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el volcán Puracé. *Caldasia, 14*, 68-70.

Remsen-J, V., Areta, J., Cadena, C., Claramunt, S., Jaramillo, A., Pacheco, J., . . . Zimmer, K. (2024). *A classification of the bird species of South America.* Obtenido de LSU: http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm

Remsen-J, V., Areta, J., Cadena, C., Claramunt, S., Jaramillo, A., Pacheco, J., . . . Zimmer, K. (8 de Octubre de 2025). *A classification of the bird species of South America.* Obtenido de LSU: http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm

Renjifo, L. M., Amaya-Villarreal, Á. M., Burbano-Girón, J., & Velásquez-Tibatá, J. (2016). *Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país.* Bogotá, D. C: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/315491609_Libro_rojo_de_aves_de_Colombia_Volumen_II_Ecosistemas_abiertos_secos_insulares_acuaticos_continentales_marinos_tierras_altas_del_Darien_y_Sierra_Nevada_de_Santa_Marta_y_bosques_humedos_del_centro_nort

Renjifo, L. M., Gómez, M. F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, Á. M., Kattan, G. H., Amaya-Espinel, J. D., & Burbano-Girón, J. (2014). *Libro Rojo de Aves de Colombia.* Bogotá:

Pontificia universidad Javeriana. Obtenido de http://www.humboldt.org.co/es/estado-de-los-recursos-naturales/item/707-libro-rojoaves1

Restall, R., Rodner, C., & Lentino, M. (2006). *Birds of Northern South America. An identification Guide* (Vol. 1). London: Pica Press, Robertsbridge. Obtenido de http://www4.museu-goeldi.br/revistabrornito/revista/index.php/BJO/article/view/3025

Ridgely, R., & Tudor, G. (2009). *ield guide to the songbirds of South America. The Passerines.* Texas: Mildred Wyatt-Wold Endowment in Ornithology. Obtenido de https://utpress.utexas.edu/books/ridfie

Romero, J. H., & Lynch, J. D. (2012). Anfibios de la Región Caribe. En J. O. Rangel-CH, *Colombia Diversidad Biótica XII. La región Caribe de Colombia* (pág. 1046). Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales.

Sanchez, L. C., Peltzer,, P. M., Lajmanovich, R. C., Manzano, A. S., Junges, C. M., & Attademo, A. M. (2013). Reproductive activity of anurans in a dominant agricultural landscape from central-eastern Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*(84), 912-926.

Saunders, D. A., Hobbs, R. J., & Margules, C. R. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation Biology*(5), 18-32.

SIB Colombia. (30 de 09 de 2024). Biodiversidad en cifras. Bogotá, D. C, Colombia. Obtenido de https://cifras.biodiversidad.co/colombia

Sibley, D. A. (2014). *The Sibley Guide to Birds* (Segunda ed.). New York: By DAVID ALLEN SIBLEY. Obtenido de https://www.penguinrandomhouse.com/books/215719/the-sibley-guide-to-birds-second-edition-by-written-and-illustrated-by-david-allen-sibley/

Soliz-Navarro, P., & Alanes-Romero, D. (2018). Evaluación de la diversidad y composición florística en relación a factores edáficos en dos localidades en la región Madidi, La Paz - Bolivia. *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica - UMSA, 4*(1), 999-1008.

Soriano, P. (2000). Funtional structure of bats communities in tropical rainforest and Andean Cloud Forest. *Ecotropicos, 13*(1), 1-20.

Stiles, F. G., & Loreta, R. (1998). Inventario de las Aves de un Bosque Alto Andino: comparación de dos Métodos. *Caldasia, 20*(1), 29-43. Obtenido de https://www.google.com/search?ei=7MbgW7CBJ-3y5gKIgLLoBw&q=Stiles%2C+F.+G.%3B+Rosselli%2C+L.+1998.+Inventario+de+las+aves+del+bosque+altoandino%3A+comparaci%C3%B3n+de+dos+m%C3%A9todos+pdf&oq=Stiles%2C+F.+G.%3B+Rosselli%2C+L.+1998.+Inventario+de+las+aves+de

Sturges, H. (1926). Regla de Sturges.

Tirira, D. (1998). Técnicas de campo para el estudio de mamíferos silvestres. *Musco de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador*(1), 93-125. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/309458964_Tecnicas_de_campo_para_el_estudio_de_mamiferos_silvestres

Tirira, D. (2001). *Libro rojo de los mamíferos del Ecuador* (Serie Libros Rojos del Ecuador, Tomo 1. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador ed.). Quito, Ecuador: SIMBIOE/EcoCiencia/Ministerio del Ambiente/UICN. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Diego-Tirira/publication/315793476_Libro_Rojo_de_los_mamiferos_del_Ecuador/links/58e573de45851547e17f7c07/Libro-Rojo-de-los-mamiferos-del-Ecuador.pdf

Trejo, I., & Dirzo, R. (2002). Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*(11), 2063-2084.

Uetz, P., & Jiri Hosek. (2020). The Reptile Database. Obtenido de http://www.reptile-database.org

Vallejo, M. I., & Gómez, D. I. (2017). Marco conceptual para el monitoreo de la biodiversidad en Colombia. *Biodiversidad en la práctica. Documentos de trabajo del Instituto Humbold, 2*(1), 1-47. Obtenido de https://revistas.humboldt.org.co/index.php/BEP/article/download/426/436/459

Villareal, H. M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., E., F., F., G., G., & F., .. U. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.

Villareal, H., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., . . . Umaña, A. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad* (2 ed.). (C. Villa, Ed.) Bogotá: Ramos López Editorial. Obtenido de https://sib.gob.ar/archivos/IAVH-00288.pdf

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. M. (2004). *Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad.* Bogotá: Panamericana Formas e Impresos S.A. Obtenido de https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/pdf/villareal_et_al_2004.pdf

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. M. (2006). *Manual de médodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad.* (I. d. Humboldt, Ed.) Bogotá, D. C: Ramos López Editorial. Obtenido de http://www.humboldt.org.co/es/i2d/item/273-manual-de-metodos-para-el-desarrollo-de-inventarios-de-biodiversidad

Voss, R. S., & Emmons, L. (1996). Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests : a preliminary assessment. *Bulletin of the AMNH*(230), 115. Obtenido de https://digitallibrary.amnh.org/items/4b92acf3-41cf-4e22-aebb-ffde55fbe374