

Historial del Documento

Versión	Fecha Entrega	Descripción o Actualización	Elaborado por	Revisado por
0.0	07/12/2023	Elaboración	María José Racines	Pablo Salvador
1.0	13/12/2023	QA/QC redacción y estilo	Verónica Barreiro	Adriana Jaramillo
2.0	22/12/2023	Actualización del capítulo	Pablo Salvador	Andrea Meza
3.0	05/11/2024	Respuestas a observaciones del MAATE	Pablo Salvador María José Racines	
3.1	06/12/2023	QA/QC redacción y estilo	William Tabarez	Miguel Alemán

© ENTRIX. El derecho de autor en su totalidad y en cada parte de este pertenece a ENTRIX y no puede ser usado, vendido, transferido, copiado o reproducido en su totalidad o en parte de cualquier manera o forma o en cualquier medio a cualquier persona que no sea por acuerdo con ENTRIX.

Este documento es producido por ENTRIX únicamente para el beneficio y uso por parte del cliente de acuerdo con los términos del contrato suscrito entre las partes. ENTRIX no asume y no asumirá ninguna responsabilidad u obligación de ningún tercero derivado de cualquier uso por parte de terceros del contenido de este documento.

Página en blanco

Tabla de Contenido

3	Diagnóstico Ambiental-Línea Base	3-319
3.2	Medio Biótico	3-319
3.2.1	Introducción	3-319
3.2.2	Justificación de Selección de Puntos de Muestreo	3-322
3.2.3	Descripción del Área de Estudio	3-323
3.2.4	Metodología	3-326
3.2.5	Resultados y Aspectos Ecológicos	3-389
3.2.6	Estudios Históricos	3-512
3.2.7	Conclusiones	3-514
3.2.8	Recomendaciones	3-518

Tablas

Tabla 3-68	Cobertura y Uso de la Tierra en el Área Geográfica	3-324
Tabla 3-69	Piso Zoogeográfico Presente en el Área Geográfica	3-326
Tabla 3-70	Criterios de Sensibilidad para Flora	3-334
Tabla 3-71	Sitios de Muestreo del Componente Flora	3-337
Tabla 3-72	Esfuerzo de Muestreo del Componente Flora	3-338
Tabla 3-73	Criterios de Sensibilidad para Avifauna	3-343
Tabla 3-74	Criterios de Sensibilidad para Mastofauna	3-345
Tabla 3-75	Criterios de Sensibilidad para Herpetofauna	3-346
Tabla 3-76	Sitios de Muestreo de Avifauna	3-351
Tabla 3-77	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Avifauna	3-352
Tabla 3-78	Sitios de Muestreo de Mastofauna	3-357
Tabla 3-79	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Mastofauna	3-358
Tabla 3-80	Sitios de Muestreo de Herpetofauna	3-363
Tabla 3-81	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Herpetofauna	3-364
Tabla 3-82	Sitios de Muestreo de Entomofauna	3-369
Tabla 3-83	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Entomofauna	3-370
Tabla 3-84	Rango y Calidad de Agua según el Índice EPT	3-374
Tabla 3-85	Puntajes de las Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col. (Roldán, 2003)	3-374
Tabla 3-86	Clases de Calidad de Agua, Valores BMWP/Col y su Significado	3-375
Tabla 3-87	Criterios de Sensibilidad para Ictiofauna	3-376
Tabla 3-88	Sitios de Muestreo de Ictiofauna	3-381
Tabla 3-89	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Ictiofauna	3-382
Tabla 3-90	Sitios de Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos	3-387

Tabla 3-91	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Macroinvertebrados	3-388
Tabla 3-92	Especies de Flora Registradas en los Transectos Cualitativos.....	3-391
Tabla 3-93	Matriz de Similitud de Jaccard de los Transectos Cualitativos.....	3-392
Tabla 3-94	Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en el Área de Estudio	3-394
Tabla 3-95	Biomasa Aérea de las Especies dentro del Área de Estudio	3-400
Tabla 3-96	Fenología de las Especies Registradas	3-402
Tabla 3-97	Especies Indicadoras Florísticas dentro del Área de Estudio	3-403
Tabla 3-98	Categorías de la UICN para las Especies de Flora Registradas.....	3-404
Tabla 3-99	Especies de Flora Utilizadas en el Área de Estudio	3-406
Tabla 3-100	Sensibilidad de Especies de Flora.....	3-409
Tabla 3-101	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Abundancias en PMA-01	3-416
Tabla 3-102	Valores de Diversidad de Shannon Registradas en el Punto Cuantitativo.....	3-421
Tabla 3-103	Lista de Especies Registradas en los Puntos Cualitativos.....	3-422
Tabla 3-104	Gremios Alimenticios de las Especies Registradas.....	3-425
Tabla 3-105	Estratos de Forrajeo de las Especies Registradas.....	3-426
Tabla 3-106	Especies Migratorias de Aves Registradas	3-428
Tabla 3-107	Especies en Categoría de Amenaza Registradas en el Área	3-429
Tabla 3-108	Especies de Aves con Sensibilidad Media Registradas en el Área de Muestreo	3-429
Tabla 3-109	Mastofauna Total Registrada en el Área de Estudio	3-431
Tabla 3-110	Riqueza y Abundancia de Especies de Mastofauna	3-432
Tabla 3-111	Valores de Diversidad de Shannon para Mastofauna Registrada.....	3-434
Tabla 3-112	Mastofauna Registrada en los Puntos de Muestreo Cualitativos	3-434
Tabla 3-113	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo Cualitativo POM-01	3-434
Tabla 3-114	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo Cualitativo POM-02	3-435
Tabla 3-115	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo Cualitativo POM-04	3-436
Tabla 3-116	Gremio Alimenticio de la Mastofauna Registrada.....	3-437
Tabla 3-117	Hábito de la Mastofauna Registrada.....	3-438
Tabla 3-118	Distribución Vertical de la Mastofauna Registrada	3-439
Tabla 3-119	Estado de Conservación Local y Regional de las Especies Registradas de Mastofauna	3-440
Tabla 3-120	Especies de Mastofauna Registrada Indicadoras de Buen y Mal Estado de Conservación	3-441
Tabla 3-121	Especies de Mastofauna con Sensibilidad Media	3-442
Tabla 3-122	Especies de Herpetofauna Registrada en los Puntos de Muestreo	3-444
Tabla 3-123	Abundancia Absoluta y Criterios de Abundancia de Individuos Registrados en el Punto Cuantitativo.....	3-448
Tabla 3-124	Valores de los Índices de Shannon para los Puntos Cuantitativos	3-450

Tabla 3-125	Riqueza de Especies Registradas en los Puntos Cualitativos del Área de Explotación.....	3-451
Tabla 3-126	Gremio Trófico de los Anfibios y Reptiles Registrados en el Área Estudio	3-452
Tabla 3-127	Patrones Reproductivos de la Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio.....	3-454
Tabla 3-128	Distribución Vertical de la Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio	3-456
Tabla 3-129	Hábito de la Herpetofauna Registrada en el Área del Estudio	3-457
Tabla 3-130	Estado de Conservación a Escala Global y Nacional de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Área de Estudio	3-459
Tabla 3-131	Sensibilidad de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Área de Estudio	3-461
Tabla 3-132	Riqueza de Especies de Escarabajos Peloteros y Mariposas Diurnas Registradas en Puntos Cuantitativos.....	3-464
Tabla 3-133	Valores de los Índices de Simpson y Shannon para el Punto PME-01	3-467
Tabla 3-134	Lista de Especies Registradas en los Puntos Cualitativos.....	3-471
Tabla 3-135	Sensibilidad de las Especies de Escarabajos Peloteros y Mariposas Diurnas	3-477
Tabla 3-136	Riqueza de Ictiofauna Registrada en los Puntos de Muestreo.....	3-480
Tabla 3-137	Índices de Diversidad de los Puntos de Muestreo.....	3-482
Tabla 3-138	Gremio Trófico de las Especies de Peces.....	3-489
Tabla 3-139	Especies Registradas en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.....	3-491
Tabla 3-140	Uso del Recurso de las Especies de Ictiofauna Presentes en el Área de Estudio	3-492
Tabla 3-141	Sensibilidad de las Especies de Ictiofauna Presentes en el Área de Estudio.....	3-493
Tabla 3-142	Calificación de Sensibilidad en Puntos de Muestreo Cuantitativo para Ictiofauna.....	3-494
Tabla 3-143	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos del Área de Estudio.....	3-496
Tabla 3-144	Índice de Diversidad de Shannon y Dominancia de Simpson de los Puntos de Monitoreo	3-499
Tabla 3-145	Riqueza y abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos por Punto de Muestreo.....	3-503
Tabla 3-146	Estado de Salud Ecológica por Valores de Bioindicación del Índice BMWP	3-505
Tabla 3-147	Calidad de Agua según el Índice BMWP/Col por Punto de Muestreo.....	3-506
Tabla 3-148	Estado de Salud Ecológica por Cálculo del Índice EPT	3-507
Tabla 3-149	Calidad de Agua según el Índice EPT por Punto de Monitoreo	3-507
Tabla 3-150	Relación Trófica de Macroinvertebrados Acuáticos Encontradas en los Puntos de Monitoreo del Área de Influencia de las Plataformas Eno Norte y Eno Sur	3-509
Tabla 3-151	Calificación de Sensibilidad en Puntos de para Macroinvertebrados Acuáticos.....	3-510

Figuras

Figura 3-31	Riqueza de Especies de Flora Registradas-Monitoreo Eno Sur y Eno Norte	3-389
Figura 3-32	Riqueza de las Familias Florísticas más Representativas en Términos de Diversidad-Monitoreo Eno Sur y Eno Norte.....	3-390

Figura 3-33	Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2-Monitoreo Eno Sur y Eno Norte	3-390
Figura 3-34	Análisis Clúster de Jaccard para los Transectos Cualitativos	3-393
Figura 3-35	Diversidad y Abundancia de las Familias de Flora en el Área de Estudio	3-395
Figura 3-36	Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 1 en el Área Total de Estudio	3-396
Figura 3-37	Curva de Abundancia-Diversidad de Especies de Flora para el Área de Estudio	3-397
Figura 3-38	Área Basal de las Especies Registradas en el Área de Estudio	3-399
Figura 3-39	Riqueza de Aves Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos	3-414
Figura 3-40	Riqueza de Especies de las Familias Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos	3-415
Figura 3-41	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas	3-416
Figura 3-42	Riqueza de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas	3-417
Figura 3-43	Riqueza de Familias de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas	3-418
Figura 3-44	Curva de Rango-Abundancia de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas.....	3-419
Figura 3-45	Riqueza de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cualitativas	3-421
Figura 3-46	Número de Especies por Familia de las Especies Registradas mediante Muestreos Cualitativos.....	3-422
Figura 3-47	Similitud entre los Puntos Cualitativos.....	3-424
Figura 3-48	Porcentaje de Especies en cada Nicho Trófico	3-425
Figura 3-49	Porcentaje de Especies en cada Estrato de Forrajeo	3-426
Figura 3-50	Porcentaje de Especies según su Hábito	3-428
Figura 3-51	Diversidad Taxonómica de la Mastofauna.....	3-432
Figura 3-52	Curva Acumulación de Especies de Mastofauna Registradas.....	3-432
Figura 3-53	Curva de Rango-Abundancia de las Especies de Mastofauna	3-433
Figura 3-54	Clúster del Análisis de Similitud entre los Puntos de Muestreo Cualitativos.....	3-436
Figura 3-55	Gremio Trófico de las Especies de Mastofauna Registrada	3-437
Figura 3-56	Hábito de los Mamíferos Registrados en el Área del Proyecto	3-438
Figura 3-57	Locomoción de las Especies de Mastofauna Registrada.....	3-439
Figura 3-58	Diversidad General de Especies de Herpetofauna Registrada.....	3-444
Figura 3-59	Datos de Riqueza de Especies en los Puntos de Muestreo de Herpetofauna.....	3-446
Figura 3-60	Curva Acumulación de Especies de Herpetofauna Registradas.....	3-447
Figura 3-61	Diversidad de Herpetofauna en el Puntos Cuantitativo PMH-01.....	3-447
Figura 3-62	Número de Especies de Herpetofauna por Familia Registradas en el Punto Cuantitativo PMH-01	3-448
Figura 3-63	Curva de Rango-Abundancia de las Especies Registradas en los Puntos Cuantitativos	3-450
Figura 3-64	Diversidad de Herpetofauna en los Puntos Cualitativos.....	3-451
Figura 3-65	Número de Especies de Herpetofauna por Familia en los Puntos Cualitativos	3-452

Figura 3-66	Composición de Gremios Alimenticios de Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio	3-453
Figura 3-67	Porcentaje de Modos Reproductivos de las Especies de Anfibios y Reptiles Registrados en el Área de Estudio Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023	3-455
Figura 3-68	Porcentaje de Distribución Vertical de las Especies de Anfibios y Reptiles Registrados en el Área de Estudio	3-457
Figura 3-69	Porcentaje de Hábito de las Especies de Anfibios y Reptiles Registrados en el Área de Estudio.....	3-458
Figura 3-70	Categorías de Amenaza de las Especies Registradas en el Área de Estudio bajo Evaluaciones Nacionales.....	3-460
Figura 3-71	Diversidad General de Escarabajos Peloteros y Mariposas Diurnas Registradas.....	3-464
Figura 3-72	Curva Acumulación de Escarabajos Copronecrófagos Registrados.....	3-466
Figura 3-73	Curva Acumulación de Mariposas Diurnas Registradas	3-466
Figura 3-74	Riqueza y Abundancia de Especies en el Punto de Muestreo PME-01_TP	3-468
Figura 3-75	Curva Rango-Abundancia Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_TP	3-468
Figura 3-76	Riqueza y Abundancia de Especies en el Punto de Muestreo PME-01_VSR	3-469
Figura 3-77	Curva Rango-Abundancia Registrada en el Punto de Muestreo PME-02.....	3-470
Figura 3-78	Riqueza de Especies de Insectos Registrados Mediante Metodologías Cualitativas.....	3-470
Figura 3-79	Número de Especies por Familia de las Especies Registradas mediante Muestreos Cualitativos.....	3-471
Figura 3-80	Similitud entre los Puntos Cualitativos.....	3-474
Figura 3-81	Porcentaje de Gremios Tróficos Identificados para las Especies de Escarabajos Peloteros	3-475
Figura 3-82	Porcentaje de Especies Registradas en los Puntos Muestreados según su Grupo Funcional.....	3-476
Figura 3-83	Riqueza de Ictiofauna Evaluada	3-480
Figura 3-84	Curva de Rango-Abundancia de la Ictiofauna	3-481
Figura 3-85	Curva Acumulación de Ictiofauna	3-482
Figura 3-86	Clúster del Índice de Similitud de Jaccard entre los Puntos Cuantitativos de la Línea de Flujo y Accesos.....	3-483
Figura 3-87	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PMI-01	3-484
Figura 3-88	Curva de Rango-Abundancia de las Especies Ícticas en el Punto PMI-01	3-484
Figura 3-89	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PMI-03	3-485
Figura 3-90	Curva de Rango-Abundancia de las Especies Ícticas en el Punto PMI-03	3-486
Figura 3-91	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PMI-04	3-486
Figura 3-92	Curva de Rango-Abundancia de las Especies Ícticas en el Punto PMI-04.....	3-487
Figura 3-93	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PMI-05	3-487
Figura 3-94	Curva de Rango-Abundancia de las Especies Ícticas en el Punto PMI-05.....	3-488
Figura 3-95	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PMI-06	3-488

Figura 3-96	Curva de Rango-Abundancia de las Especies Ícticas en el Punto PMI-06	3-489
Figura 3-97	Gremio Trófico de las Especies de Peces	3-491
Figura 3-98	Riqueza Taxonómica de Macroinvertebrados en el Área de Estudio.....	3-495
Figura 3-99	Riqueza de Familias (a) y Especies (b) en el Área de Estudio	3-497
Figura 3-100	Curva de Rango-Abundancia de los Puntos de Muestreo	3-498
Figura 3-101	Curva de Acumulación de Especies e índice Chao 1 Componente Macroinvertebrados Acuáticos.....	3-499
Figura 3-102	Clústeres del Resultado del Índice Similitud de Jaccard en los Puntos de Muestreo	3-500

3 Diagnóstico Ambiental-Línea Base

3.2 Medio Biótico

3.2.1 Introducción

El sector Aguarico-Putumayo-Caquetá comprende bosques de tierra firme del interfluvio entre los ríos Aguarico y Putumayo, así como los sistemas lacustres de Cuyabeno y Lagartococha. Geomorfológicamente, a nivel de macrorrelieve este sector se encuentra en la penillanura; esta región se caracteriza por suelos muy ácidos y pobres en nutrientes comparados con el resto de la región amazónica del Ecuador. En promedio, los suelos de esta zona poseen un porcentaje muy alto de arena, niveles de concentración de aluminio altos y casi 10 % de arcilla, comparado con un promedio de 48 % de arcilla registrado en el área del Parque Nacional Yasuní, donde se ha establecido la mayor cantidad de parcelas para estudios de árboles (Cerón & Reyes, 2003; Guevara, 2006; Poulsen, Tuomisto & Baslev, 2006; Saunders, 2008).

Este sector se caracteriza por la presencia de muchos elementos de la flora de la Amazonía central en Brasil y Perú, además de taxas presentes en zonas adyacentes a los bosques de arenas blancas de Iquitos y de la región del medio Caquetá y Araracuara con influencia del Escudo guayanés en la Amazonía colombiana. En cambio, géneros como *Sterigma petalum*, *Chaunochiton*, *Macoubea*, *Neoptychocarpus*, *Podocalyx*, *Pogonophora*, *Anthrocaryum*, *Bothryarrena*, *Clathrotropis*, *Adiscanthus*, *Neocalyptrocalyx* o *Ruizterania* han sido registrados únicamente en la región comprendida entre el interfluvio del río Aguarico y el Putumayo en los bosques de colina hacia el interior de la tierra firme y en las terrazas altas de estos dos ríos. Los datos obtenidos en la red de parcelas (ATDN, 2011) demuestran que las familias más diversas en este sector son, en su orden: *Fabaceae*, *Burseraceae*, *Chrysobalanaceae*, *Sapotaceae*, *Annonaceae*, *Lecythydaceae* y *Moraceae*. En términos de abundancia, *Burseraceae*, *Lecythydaceae* y *Myristicaceae* son las familias con mayores valores, determinando una clara diferencia con los bosques de suelos más fértiles localizados en el Yasuní y cerca del piedemonte de los Andes.

El piso tropical oriental abarca la región del Ecuador conocida como Oriente o Amazonía, ubicado al este de la Cordillera Real. Es parte de la gran cuenca amazónica, la cual ha tenido una historia geológica muy particular. Alrededor de 120 millones de años atrás, en el Cretácico Inferior, hubo una gran transgresión marina desde el Caribe (Villagómez, Jaillard, Bulot, Rivadeneira & Vera, 1996), es decir, el mar se extendía donde actualmente se encuentra la selva; posterior a este momento y gracias al proceso de subducción de la placa marina con respecto a la placa continental, empezaría el levantamiento de la cordillera de los Andes causando la regresión marina.

La acción climática, especialmente la alta precipitación, ha contribuido a que los perfiles del suelo sean profundos, con poco desarrollo de los horizontes por debajo de la capa orgánica superficial. Varios cationes son arrastrados por el agua, ocasionando una disminución del pH, transformando a los suelos en ácidos con altas proporciones de aluminio y óxidos de hierro; la coloración típica de estos suelos es rojiza o rojo amarillento. Por efecto de la lluvia, los compuestos de hierro se concentran en un horizonte en particular (laterita), que puede endurecerse y dificultar la entrada de las raíces; por dichas características, a estos suelos se les denomina lateríticos. Las condiciones ecológicas de este piso permiten a las bacterias y hongos realizar una rápida descomposición del material orgánico y concentrar sus productos en la superficie del suelo; es así como el material vegetal descompuesto se recicla casi instantáneamente, por lo que hay muy poca hojarasca sobre el suelo.

El terreno es ondulado y está surcado por un sinnúmero de ríos que son tributarios del gran río Amazonas. Existen depresiones llenas de agua, y durante la estación lluviosa los ríos se desbordan y gran parte de la selva se inunda, especialmente en las partes bajas (Albuja y otros, 2012).

El piso tropical oriental, de acuerdo con la clasificación de Sierra (1999), abarca las siguientes formaciones naturales: Bosque siempreverde de tierras bajas, Bosque siempreverde de tierras bajas inundable por aguas negras y blancas, Bosque inundable de palmas de tierras bajas y Herbazal lacustre de tierras bajas.

La mayoría de las especies de plantas son siempreverdes, sus hojas son de forma elíptica, muchas con la punta alargada en forma de gotero. Los troncos de los árboles usualmente son de color claro, rectos y verticales, muchos poseen contrafuertes (ensanchamientos de soporte), la corteza es lisa y frecuentemente con manchas grises o verdosas debido a la presencia de colonias de líquenes. Las lianas son abundantes y de estructura leñosa. Las epífitas alcanzan un gran desarrollo en estos bosques.

En los bosques de las colinas existe una alta diversidad y sus componentes alcanzan gran tamaño, diámetro y densidad. Entre las especies características están: chunchu (*Cedrelinga cateniformis*, Fabaceae), capirona (*Capirona decorticans*, Rubiaceae), cedro (*Cedrela odorata*) y aguacatillo (*Guarea kunthiana*), de la familia Meliaceae; peine de mono (*Apeiba aspera*, Tiliaceae), *Sloanea grandiflora* (Elaeocarpaceae), zapote (*Sterculia colombiana*, Sterculiaceae), chambira (*Astrocaryum chambira*, Arecaceae) y guaba (*Inga* spp., Fabaceae); de la familia Lecythidaceae; y, caoba veteadada (*Eschweilera coriacea*), pitón (*Grias neuberthii*), calabacillo (*Gustavia longifolia*), pambil (*Iriartea deltoidea*, Arecaceae), sangre de gallina (*Otoba parviflora*, Myristicaceae), sangre de toro (*Virola elongata*, Myristicaceae) y zapotillo (*Matisia obliquifolia*, Bombacaceae).

Los bosques aluviales se ubican en áreas planas contiguas a los ríos. La diversidad de árboles en este tipo de bosque es menor que en el sector anterior y la composición florística es diferente. Entre las especies típicas están: ceibo (*Ceiba pentandra*, Bombacaceae), castaño (*Pachira insignis*, Bombacaceae); sangre de gallina (*Otoba parviflora*, Myristicaceae), matapalo (*Ficus piresiana*, Moraceae); mecha kaspi (*Chimarrhis glabriflora*, Rubiaceae), *Simira cordifolia* (Rubiaceae); zapotillo (*Matisia obliquifolia*, Bombacaceae); *Trichilia laxipaniculata* (Meliaceae) y ojo kaspi (*Neosprucea grandiflora*, Malvaceae).

La vegetación de las zonas pantanosas alcanza unos 30 m de altura, con un sotobosque poco denso. Estas zonas son conocidas como moretales. El morete (*Mauritia flexuosa*, Arecaceae) es dominante en este hábitat. Otras especies sobresalientes de esta misma familia son la palma (*Attalea butyracea*) y la palma real (*Euterpe precatoria*), además de sangre de gallina (*Virola surinamensis*, Myristicaceae), *Croton tessmannii* (Euphorbiaceae), *Himatanthus* sp. (Apocynaceae) y *Buchenavia* sp. (Combretaceae).

En zonas alteradas las guabas (*Inga* sp., Fabaceae), guarumos (*Cecropia herthae*, Urticaceae) y balsa (*Ochroma pyramidale*, Bombacaceae) son abundantes, y en el estrato inferior son frecuentes los géneros *Gynerium*, *Heliconia*, *Costus* y *Renealmia*.

El piso tropical oriental pertenece al Dominio Amazónico, que incluye la Provincia Amazónica, la cual comprende el norte de Brasil, Pará, Acre, Amapá, noreste de Marañón, norte de Mato Grosso, norte de Guaporé, sur de Río Branco, gran parte de las Guayanas y de Venezuela, y el este de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (Cabrera & Willink, 1989). En la división biogeográfica de Morrone (2001), este piso está incluido en la subregión amazónica de la provincia del Napo. La vegetación en este piso es exuberante, hay árboles que llegan a los 60 m de altura. Con las copas juntas forman un primer dosel continuo, excepto sobre los cuerpos de agua; el segundo nivel está formado por especies de menor tamaño, como las palmas; y, el tercero o inferior, tiene herbáceas, palmas bajas, arbustos e individuos jóvenes de las especies del estrato superior, también hay abundantes lianas y epífitas, además de una flora criptogámica riquísima. A este último estrato se le denomina sotobosque (Cabrera & Willink, 1989).

Según el Mapa Ecológico de Cañadas (1983), este piso incluye dos formaciones ecológicas: el Bosque húmedo tropical y el Bosque muy húmedo tropical; ambas con temperaturas medias anuales superiores a los 24 °C y con precipitaciones medias anuales de 2000 a 4000 mm y 4000 mm respectivamente.

De manera general, en gran parte del área de estudio se evidenció cacería alrededor de los poblados, y puntos de extracción maderera en áreas que aún presentan cobertura vegetal. También se evidenció aumento de la deforestación como consecuencia de las actividades agropecuarias, en especial el cultivo

de palma africana. El incremento de la agricultura migratoria, producto del crecimiento de la población, está afectando significativamente los bosques y hábitats de fauna silvestre, especialmente en las riberas de los cuerpos hídricos.

La fase de desarrollo y producción del Bloque Eno - Ron incluye la construcción de plataformas, perforación de pozos de explotación, la instalación de antenas de comunicación en las plataformas, la construcción de tramos de vías de acceso desde las vías públicas a las plataformas, la instalación de línea de flujo, cable de poder y fibra óptica en derecho de vía compartido y la adecuación del derecho de vía que será compartido entre las líneas de flujo y oleoductos existentes, actividades que potencialmente producirán impactos sobre la vida silvestre. El movimiento de suelos para las actividades constructivas se realizará sobre áreas abiertas o muy intervenidas, por lo que no existirá desbroce de vegetación. Sin embargo, durante las actividades constructivas, perforación y operación, la generación de ruido producido por maquinaria puede generar impactos principalmente sobre las poblaciones de anfibios y aves canoras ya que podría interferir con las comunicaciones territoriales o reproductivas de estos grupos. Por estas razones, se realiza el levantamiento de información biótica en un parche de bosque intervenido que se encuentra cercano a la Plataforma Eno Sur y en los alrededores de las áreas donde se implantarán las plataformas y líneas de flujo con la finalidad de conocer la estructura y composición de flora y fauna terrestre, la calidad ecológica de los cuerpos de agua que intersecan con las actividades propuestas y evaluar los potenciales impactos sobre la biodiversidad.

Se debe indicar que previo a la realización del presente estudio, por medio de la Dirección Zonal 9 de Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Sucumbíos a través de la Unidad de Bosque y Vida Silvestre, se obtuvo la Autorización de Recolección de Vida Silvestre Nro. 022-2023 RVS-FLO/FAU/DZ9/MAATE para el presente proyecto.

Así también, se tramitaron las respectivas guías de movilización de los especímenes de macroinvertebrados, correspondiente al número de guía: N.º 035-2023 RVS-FLO/FAU/DZ9/MAATE con fecha de autorización 17 de noviembre de 2023. Estos documentos constan en el Anexo A-Documentos Oficiales, A.5 Permisos de investigación.

3.2.1.1 Objetivo General

- > Realizar la caracterización biótica para el área geográfica en función de la información levantada en campo mediante muestreos *in situ* sobre los componentes de flora; fauna terrestre: mastofauna, avifauna, herpetofauna y entomofauna; y fauna acuática: ictiofauna y macroinvertebrados.

3.2.1.2 Objetivos Específicos

- > Disponer de información biótica actual de flora; fauna terrestre: mastofauna, avifauna, herpetofauna y entomofauna; y, fauna acuática: ictiofauna y macroinvertebrados de las áreas a intervenir en el área geográfica.
- > Evaluar el estado de conservación de flora, fauna terrestre y fauna acuática de las áreas de influencia en el área geográfica.
- > Identificar el tipo de afectación que la ejecución de las diferentes actividades pueda generar ante los componentes bióticos de flora, fauna terrestre y fauna acuática.
- > Determinar los posibles impactos que se podrían generar con el desarrollo de las actividades del área de intervención, que serán detallados en el Capítulo 9. Evaluación de Impactos.
- > Efectuar recomendaciones sobre las medidas más adecuadas para así prevenir y mitigar los impactos negativos que se podrían generar en el componente biótico de flora, fauna terrestre y fauna acuática que serán detalladas en el Capítulo 10. Plan de Manejo Ambiental.

3.2.2 Justificación de Selección de Puntos de Muestreo

Para determinar la ubicación de los puntos de muestreo se utilizó como base:

- > Información cartográfica del Instituto Geográfico Militar a escala 1: 50 000.
- > Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental, elaborado por el Ministerio de Ambiente a escala 1: 100 000 (MAE, 2013).
- > Pisos zoogeográficos del Ecuador (Albuja et al, 2012).

En el análisis para el establecimiento de los puntos a ser muestreados en el área de estudio se identificó lo siguiente:

- > Una unidad ecosistémica: Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá (BsTa01) e Intervención, el cual se basa en factores de fisonomía, bioclima, biogeografía, fenología, geoforma y pisos bioclimáticos (gradiente altitudinal).
- > Un piso zoogeográfico: Las áreas de muestreo se ubican dentro del piso tropical oriental a una altitud de aproximadamente 800-1000 msnm; hacia las partes bajas alcanzan unos 200 msnm (Albuja et al., 2012), siendo esta la altitud en la se encuentra el Bloque 54 Eno-Ron. Para el componente acuático, se determinó la zona ictiohidrográfica Napo-Pastaza (NP): cuenca del río Napo, subcuenca del río Aguarico, considerando lo propuesto por Barriga (2012). De acuerdo con la diversidad y biogeografía de los anfibios del Ecuador, las áreas de estudio se ubican en la región natural Bosque húmedo tropical amazónico (AmphibiaWebEcuador 2018). Cabe mencionar que esta división zoogeográfica, por ser general, tiene una relativa facilidad de ubicación de las especies por piso y, por consiguiente, es de fácil manejo y comprensión.

La ubicación de los puntos de muestreo para el estudio de la biota acuática se realizó considerando los siguientes criterios:

- > Localización de cuerpos de agua principales del área geográfica en referencia a las cuencas hidrográficas.
- > Magnitud de los cuerpos de agua.
- > Tipos de vegetación y uso de suelo circundante que produce efectos sobre los sistemas acuáticos.
- > Tipos de hábitats favorables para su alimentación, refugio y desarrollo para determinar la adaptabilidad y preferencias de las especies.

Los sitios de **muestreo cuantitativo** se realizaron en áreas con cobertura vegetal boscosa remanente y representativa del ecosistema estudiado, mientras que los sitios de **muestreo cualitativo** se realizaron en áreas donde ha existido un cambio considerable en la cobertura vegetal y que mantienen una relación directa con el área geográfica, abarcando las zonas con cobertura vegetal sin dejar de lado la caracterización de zonas intervenidas, como pastizales y cultivos.

Cuanto mayor sea el área para evaluar y cuanto más diversa la cubierta vegetal, mayor será el esfuerzo de muestreo a ejecutarse. Las áreas menos extensas y la vegetación más uniforme requerirán un menor número de muestreos (cuantitativos y/o cualitativos) de menores dimensiones y una menor superficie total de muestreo para lograr la precisión deseada en la información que se obtenga (Graf & Sayagués, 2000).

Dentro del área del proyecto existen diferentes tipos de cobertura vegetal, de esta manera, los muestreos se realizan sobre una matriz que no es uniforme, por lo que los métodos de muestreo y el esfuerzo requeridos para caracterizar cada tipo de cobertura vegetal puede ser diferente.

3.2.3 Descripción del Área de Estudio

El área de estudio está ubicada en la región amazónica ecuatoriana, en la provincia de Sucumbíos, cantón Lago Agrio, parroquias Eno y San Pedro de los Cofanes y comprende una cobertura vegetal de tipo intervenido en estado de regeneración; se observa la existencia de extensas áreas de pastizales, cultivos y parches boscosos de regeneración natural con predominio de especies herbáceas. Según lo establece el Ministerio del Ambiente del Ecuador, la clasificación de la vegetación para el Ecuador continental es Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá.

El área presenta un proceso de fragmentación y disminución de hábitats, lo que ha determinado que los bosques pierdan su continuidad y se transformen en pequeños remanentes aislados separados por áreas de pastizales y cultivos, lo cual representa áreas mayoritariamente intervenidas.

Los puntos de monitoreo se ubican en zonas de bosques en los que existe una considerable intervención humana, aislando franjas y parches de bosque. La intervención ha sido causada por la extracción selectiva de madera, los cultivos y chacras para autoconsumo y el remplazo de los bosques nativos por pastizales para la producción ganadera (ampliación de la frontera agrícola).

El grado de intervención del área geográfica es alta en su gran mayoría, principalmente por acción antrópica. Esta característica permite describir la fisonomía del ecosistema que mayoritariamente presenta áreas taladas y claros de bosque. El muestreo cuantitativo se realizó en un parche de bosque cercano a la plataforma Eno sur, mientras que los muestreos cualitativos se realizaron en transectos individuales en áreas muy intervenidas con escasa presencia de cobertura vegetal, áreas dedicadas a la agricultura a gran escala (plantaciones de palmeras) y áreas que presentan un mosaico agropecuario (plataforma Eno Norte y Líneas de Flujo).

3.2.3.1 Tipos de Cobertura Vegetal

Para identificar los tipos cobertura se usa como base el Sistema de Clasificación de Cobertura de la Tierra definido por el IPCC y adaptado para Ecuador por el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) (en su tiempo el Instituto Espacial Ecuatoriano [IEE]). Este sistema está dividido por niveles, donde el primer nivel corresponde a las seis clases definidas por el IPCC y el segundo nivel corresponde a 16 clases que fueron acordadas a través de varios talleres por las entidades encargadas de la generación de información de cobertura de la tierra, como MAATE, IEE y MAG.

3.2.3.1.1 Bosque

Los pocos parches de bosque dentro del área geográfica son bosques secundarios con un grado de intervención antrópica alta que se encuentran al sureste de la plataforma Eno Sur. Este bosque natural presenta especies vegetales con individuos en su máxima madurez, alcanzando alturas y diámetros a la altura del pecho (DAP) representativos; la cobertura vegetal es semicerrada con claros esporádicos. El dosel es un estrato continuo con árboles que oscilan entre 18-25 m; entre las especies representativas están; *Pourouma bicolor* (uva de monte), *Allophylus floribundus*, *Ficus máxima* e *Iriartea deltoidea*. El subdosel presenta especies que van desde los 10 a 18 m, siendo abundantes en el territorio: *Matisia obliquifolia*, *Urera caracasana*, *Guarea* cf. *macrophylla* y *Jacaratia spinosa*. A nivel de sotobosque, se evidenció algunas especies arbustivas y árboles de regeneración con alturas inferiores a los 10 m, como: *Virola duckei*, *Pterocarpus* cf. *rohrii* y *Neea* cf. *divaricata*.

3.2.3.1.2 Vegetación Herbácea/ Arbustiva

Formado principalmente por rastrojo de bosque. En este tipo de cobertura alternan parches de bosque original con pastos o agricultura. Este fenómeno es común en la Amazonía ecuatoriana, donde los agricultores beneficiarios de los programas de colonización fragmentan el bosque estableciendo cultivos, pastos y áreas de extracción maderera (Palacios, 2009).

3.2.3.1.3 Cultivos (C)

Son zonas abiertas, donde las comunidades han reemplazado el bosque natural por el cultivo de especies domésticas comerciales. En las zonas estudiadas se observan cultivos específicamente de *Theobroma cacao* (cacao), *Elaeis guineensis* (palma africana), *Inga edulis* (guaba), *Citrus medica* (limón) *Zea mays*, (maíz) y *Coffea arabica* (café) y otras especies vegetales domésticas pertenecientes a los pobladores aledaños para el autoconsumo o la venta.

3.2.3.1.4 Mosaico agropecuario

La presencia de terrenos dedicados al cultivo de especies tradicionales (yuca, plátano, maíz, etc.) dentro del área de estudio y sus alrededores es evidente. El desbroce de la vegetación se lo realiza para el establecimiento de chacras.

3.2.3.1.5 Pastizales (P)

Los pastizales se distinguen del bosque como ecosistemas con una cobertura forestal de árboles inferior a un cierto umbral, que varía de una región a otra (Ojima, Denslow & Guzman, 2004). Los pastos corresponden a áreas cubiertas por especies herbáceas, introducidas por el ser humano para el desarrollo de actividades agropecuarias; están conformados por *Echinochloa polytachya* (pasto alemán) y el pasto *Paspalum* sp. (Poaceae), *Cyperus luzulae* (Cyperaceae). Estas especies crecen en sitios que han sido talados para la crianza de animales y siembra de cultivos.

3.2.3.1.6 Erial

Representadas por áreas en las cuales no se cultiva ni se labra, especialmente cuando son zonas abandonadas donde se desarrolla en él vegetación espontánea.

Tabla 3-68 Cobertura y Uso de la Tierra en el Área Geográfica

No.	Cobertura	Área (ha)	Porcentaje
1	Bosque	10,65	1,32%
2	Vegetación herbácea / arbustiva	96,89	12,05%
3	Cultivo	212,20	26,39%
4	Mosaico agropecuario	130,50	16,23%
5	Pastizal	311,39	38,72%
6	Erial	42,57	5,29%
	Total, área geográfica	804,18	100 %

Nota: La interpretación de la cobertura se la realizó a partir de la imagen satelital con las siguientes características: Imagen SPOT 7, de resolución espacial 1,5 m/píxel de septiembre de 2022.

Fuente: Interpretación SIG, Entrix, noviembre, 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

3.2.3.2 Tipos de Ecosistemas o Formaciones Vegetales Naturales

En función del Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013), la caracterización florística del área geográfica corresponde al ecosistema Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá (BsTa01) (Anexo D. Cartografía, 3.2-1 Ecosistemas).

3.2.3.2.1 Bosque Siempreverde de Tierras Bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá (BsTa01)

De acuerdo con el Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental, el Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá (MAE, 2013) consiste en bosques altos

multiestratificados con dosel cerrado de 25 a 35 m, emergentes de 40 m o más, los árboles presentan fustes rectos y diámetro entre 0,8 y 1,2 m, ocasionalmente mayores, y las raíces tablares son frecuentes. En las pendientes, el sotobosque suele ser más abierto. Estructuralmente, estos bosques son muy diferentes a los del resto de la región, debido a la dominancia de especies-individuos con tallos pequeños y espacialmente dispersos que se pueden presentar. En las zonas donde se ha formado terrazas altas con elevado contenido de arena se puede evidenciar un tipo diferente de vegetación, caracterizado por la abundancia de individuos de árboles con diámetro a la altura del pecho menor a 20 cm y la dominancia de arbolitos con DAP menores a 10 cm (Alverson y otros, 2008).

Este sistema incluye comunidades boscosas con gran variación en la composición florística, esta variación se acentúa y se hace abrupta hacia el este a medida que se incrementa la distancia con respecto al piedemonte de los Andes (Pitman, y otros, 2008). Hacia el sur del ecosistema este efecto es similar: los bosques siempreverdes son densos y alcanzan 40 m de altura, con una estructura multiestratificada, son bosques no inundados o bien drenados sobre terrenos planos de las terrazas altas y sistemas colinados de la planicie sedimentaria, con colinas de 20 hasta 40 m de alto. La composición florística a lo largo de la distribución del sistema evidencia una variabilidad determinada por las diferentes litologías, orígenes de los sedimentos y geoformas que determinan, en algún grado, que el recambio de especies sea más evidente en sentido oeste-este. Hacia el noreste de la penillanura, los bosques se encuentran sobre una serie de pequeñas colinas onduladas y terrazas que, en algunos casos, se extienden en varios kilómetros de longitud sobre planos sedimentarios cuaternarios (Wesselingh, Guerrero, Räsänen, Pitman & Vonhof, 2006).

A nivel estructural, los bosques en la parte más oriental de este sector se caracterizan por presentar una baja densidad de tallos (450-500 /ha) y bajo número de individuos con tallos de diámetros superiores a 50 cm. En algunas zonas de la cuenca del río Güeppí y Lagartococha, donde el paisaje está dominado por terrazas con predominancia de suelos con alto contenido de arena, los bosques presentan menor altura y una densidad de tallos delgados menor a 20 cm, asemejándose en estructura a los llamados varillales de arenas blancas de la región de Iquitos. En esta zona especies como *Neoptychocarpus killipii* dominan el sotobosque.

Los bosques se desarrollan sobre un sistema que incluyen colinas ligeramente disectadas, terrazas altas que aún mantienen su superficie plana original, debido principalmente a que la erosión no ha desgastado esta superficie (Wesselingh, Guerrero, Räsänen, Pitman & Vonhof, 2006; Saunders, 2008). Las colinas y terrazas altas normalmente se encuentran entre 150 y 300 msnm. Los suelos se originan de restos sedimentarios marinos, lacustres y fluviales (Wesselingh & Salo, 2006). Los depósitos de arcillas marinas originadas hacen unos 13 millones de años antes del levantamiento de los Andes se encuentran a cientos o miles de metros bajo depósitos de gravas, arenas y arcillas de origen fluvial más recientes provenientes de los Andes (Wesselingh, Guerrero, Räsänen, Pitman & Vonhof, 2006).

Especies diagnósticas: *Amaioua corymbosa*, *Aspidosperma excelsum*, *A. sandwithianum*, *Brosimum lactescens*, *B. rubescens*, *Caraipa grandifolia*, *Chaunochiton kappleri*, *Chimarrhis gentryana*, *Clathrotropis macrocarpa*, *Couepia subcordata*, *Couratari oligantha*, *Crepidosperrum prancei*, *C. rhoifolium*, *Dacryodes belemensis*, *D. chimantensis*, *Erythroxylum divaricatum*, *Eschweilera itayensis*, *E. ruffifolia*, *E. tessmannii*, *E. laevicarpa*, *Ferdinandusa elliptica*, *Fusaea longifolia*, *F. peruviana*, *Guatterioopsis ramiflora*, *Helicostylis elegans*, *H. turbinata*, *Huberodendron swietenoides*, *Iryanthera lancifolia*, *I. laevis*, *I. ulei*, *Licania canescens*, *L. cuyabensis*, *L. hypoleuca*, *L. octandra*, *L. urceolaris*, *Macoubea guianensis*, *M. sprucei*, *Matisia lasiocalyx*, *M. malacocalyx*, *Mezilaurus sprucei*, *M. opaca*, *M. itauba*, *Micropholis guyanensis*, *M. sanctae-rosae*, *Naucleopsis concinna*, *N. oblongifolia*, *Neoptychocarpus killipii*, *Oxandra euneura*, *Oenocarpus bataua*, *Ophiocaryon manausense*, *Osteophloeum platyspermum*, *Pseudolmedia laevigata*, *P. laevis*, *Perebea tessmannii*, *Podocalyx loranthoides*, *Pogonophora schomburgkiana*, *Protium polybotrium*, *P. rubrum*, *P. subserratum*, *P. spruceanum*, *Pseudosenefeldera inclinata*, *Pouteria jariensis*, *P. macrophylla*, *Qualea acuminata*, *Rauvolfia polyphylla*, *Rhigospira quadrangularis*, *Roucheria calophylla*, *R. schomburgkii*, *Ruizterania trichanthera*, *Sacoglottis guianensis*, *Sloanea monosperma*, *Sterculia*

killipiana, *Swartzia racemosa*, *Tachigali setifera*, *Tovomita umbellata*, *Vantanea parviflora*, *V. peruviana*, *Virola calophylla*, *V. elongata*, *Vochysia floribunda*, *V. vismiifolia* y *Warszewiczia elata*.

Adicionalmente, y por su distribución, se considera a "Intervención" como parte del ecosistema, establecido por el MAE 2013, cuyo término define a aquellas áreas que mantuvieron y mantienen un uso del recurso florístico por parte de las poblaciones asentadas, tomando en consideración a aquellas zonas cercanas a vías y alrededor de zonas pobladas, donde se observe intervención en el bosque, pudiéndose reconocer zonas de regeneración con especies de los géneros *Cecropia* y *Ochroma pyramidale*.

3.2.3.3 Pisos Zoogeográficos

El piso zoogeográfico en el que se encuentra el Bloque 54 Eno-Ron corresponde al tropical oriental según Albuja L. y otros (2012).

Tabla 3-69 Piso Zoogeográfico Presente en el Área Geográfica

No.	Piso Zoogeográfico	Simbología	Corresponde al Proyecto	Altitud
1	Marino	M	No aplica	-
2	Tropical noroccidental	TNO	No aplica	-
3	Tropical suroccidental	TSO	No aplica	-
4	Subtropical occidental	SO	No aplica	-
5	Templado	T	No aplica	-
6	Altoandino	A	No aplica	-
7	Subtropical oriental	SE	No aplica	-
8	Tropical oriental	TE	Bloque 54 Eno-Ron	200-800
9	Galápagos	G	No aplica	-

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

3.2.4 Metodología

A continuación, se describen de manera detallada las técnicas metodológicas aplicadas tanto en la fase de campo como en la fase de gabinete de cada uno de los subcomponentes bióticos: flora, fauna terrestre (avifauna, mastofauna, herpetofauna y entomofauna) y fauna acuática (ictiofauna y macroinvertebrados).

3.2.4.1 Flora

Los bosques tropicales, que constituyen la mayor extensión remanente en los ecosistemas amazónicos, son cruciales como depósitos de carbono y biodiversidad. Su importancia radica en que albergan más del 50 % de la vida terrestre, ya que la mayoría de las especies distribuidas en diversos grupos taxonómicos se encuentran en regiones tropicales (Beauty et al., 2020; Molina et al., 2019; Pillay et al., 2022; Zuquim et al., 2020). Además, estos bosques contienen aproximadamente el 25 % del carbono presente en la biosfera, representan alrededor del 33 % de la producción primaria neta (PPN) terrestre y tienen la capacidad de capturar cantidades significativas de carbono cada año (Bonan, 2008).

Las selvas tropicales desempeñan un papel crucial como proveedoras de servicios ecosistémicos, siendo la diversidad vegetal de estos bosques fundamental para preservar recursos edáficos, hídricos, valores escénicos, culturales y para el mantenimiento de la diversidad genética tanto animal como vegetal (Kalliola, 1998). Además, esta diversidad está estrechamente vinculada a la predominancia de especies de invertebrados, ya que la abundancia y variedad de estos organismos contribuyen al funcionamiento y la resiliencia de estos ecosistemas de relevancia global (Ewers et al., 2015; Swift et al., 1979; Zuquim et al., 2020).

La cuenca amazónica, debido a su extensa superficie y su complejidad ecosistémica, se destaca como la reserva biótica más significativa del planeta (Kalliola, 1998). La comunidad arbórea, un elemento esencial de este ecosistema, mantiene un equilibrio natural crucial que sustenta una diversidad extensa de especies animales (Laurance, 2006). Una característica distintiva de estos bosques radica en la concentración de cientos de especies en áreas relativamente pequeñas. En tan solo una hectárea de bosque se ha documentado más de 307 especies de árboles con un diámetro a la altura del pecho ≥ 10 cm según investigaciones realizadas por Valencia (1994), Romoleroux (1997) y Balslev (1998).

Desafortunadamente, estos ecosistemas enfrentan graves amenazas debido al aumento de la población humana. Las actividades humanas, como la alteración de la composición original de la vegetación, la introducción de especies invasivas y la extracción excesiva y selectiva de madera generan efectos perjudiciales en estos entornos (Wright, 2005).

Las actividades humanas, como la transformación del uso de la tierra para la agricultura y ganadería debido a la sobrepoblación, así como la deforestación y la explotación de recursos naturales, han generado cambios en la disponibilidad de agua y alteraciones climáticas (Geisen et al., 2019; Huntington, 2006; Sünemman et al., 2021). Estos factores pueden afectar directa o indirectamente la actividad fisiológica de la biota del suelo, lo que a su vez incrementa sus contribuciones al calentamiento global, brotes de plagas y alteraciones en otros servicios ecosistémicos proporcionados por el suelo (Geisen et al., 2019; Sünemman et al., 2021).

En los ecosistemas forestales, los efectos del cambio climático incluyen el calentamiento y la disminución de la calidad de la hojarasca, provocados por un aumento en la concentración de CO₂ atmosférico (Ott et al., 2012). El clima futuro proyectado para la Amazonía, que se caracteriza por ser más seco y cálido, podría llevar a una reducción en el rango de muchas especies (Betts et al., 2008; Zuquim et al., 2020). Las proyecciones de cambio climático inducidas por actividades humanas predicen condiciones futuras más secas y cálidas en general, con eventos de sequía intensos y temperaturas elevadas en gran parte de la región amazónica. Como prueba de ello, en la actualidad, los incendios relacionados con la sequía se han vuelto más frecuentes (Boisier et al., 2015; Zuquim et al., 2020). Las proyecciones para las áreas tropicales anticipan un aumento general en anomalías climáticas, como eventos de El Niño y La Niña, un incremento de las temperaturas de entre 3-8 °C para finales del siglo XXI y períodos de sequía prolongados (Betts et al., 2008; Zuquim et al., 2020).

Por lo tanto, el monitoreo continuo de la vegetación es de vital importancia para conocer y entender los cambios a nivel del ecosistema, con la finalidad de poder usar esa información en planes de restauración ecológica en las áreas degradadas.

3.2.4.1.1 Descripción del Área de Estudio

El área de estudio está ubicada en la región amazónica ecuatoriana, en la provincia de Sucumbíos, cantón Lago Agrio, parroquias Eno y San Pedro de los Cofanes comprende una cobertura vegetal de tipo intervenido en estado de regeneración. Se observa la existencia de extensas áreas de pastizales, cultivos y parches boscosos de regeneración natural con predominio de especies herbáceas. Según lo establece el Ministerio del Ambiente del Ecuador, la clasificación de la vegetación para el Ecuador continental es Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá.

El área presenta un proceso de fragmentación y disminución de hábitats, lo que ha determinado que los bosques pierdan su continuidad y se transformen en pequeños remanentes aislados separados por áreas de pastizales y cultivos, lo cual representa áreas mayoritariamente intervenidas.

Los puntos de monitoreo se ubican en zonas de bosques en los que existe una considerable intervención humana aislando franjas y parches de bosque. La intervención ha sido causada por la extracción selectiva de madera, los cultivos y chacras para autoconsumo y el remplazo de los bosques nativos por pastizales para la producción ganadera (ampliación de la frontera agrícola).

En la zona de estudio de Eno Sur se pudo establecer la parcela programada y los dos puntos de monitoreo, mientras que en Eno Norte no se pudo establecer la parcela programada, y en su lugar se establecieron dos puntos de observación cualitativos debido al alto grado de intervención.

3.2.4.1.2 Criterios Metodológicos

El muestreo de composición florística es requerido para conocer el estado de conservación de los bosques y a la vez de las áreas protegidas, sus zonas de amortiguamiento, entre otros. La estructura de la vegetación del bosque, la dinámica de las poblaciones y la fenología de especies son, entre otros, elementos importantes para mantener las complejas relaciones biológicas y en especial para entender las relaciones entre plantas y animales.

Por su naturaleza, las plantas son organismos que no se mueven y sus poblaciones pueden ser monitoreadas a largo plazo usando parcelas permanentes, transectos, cuadrantes, círculos, etc., que se visitan en forma periódica. Lo más recomendable son las parcelas, que pueden ofrecer información puntual del sitio sobre la fenología y dinámica de las poblaciones: mortalidad, reclutamiento y crecimiento (Carlos Cerón com. Pers).

Los métodos que a continuación se describen permitieron conocer la riqueza, composición florística y especies dominantes del área en estudio con el fin de realizar sugerencias enfocadas a análisis comparativos para monitoreos y auditorías ambientales o políticas de conservación (Cerón, 2005).

Fase de Gabinete

Algunos de los individuos censados en el campo fueron recolectados a fin de obtener una precisa identificación taxonómica con base en la comparación con los especímenes.

Las muestras recolectadas fueron sometidas a un proceso de deshidratación que se llevó a cabo en instalaciones privadas durante diez días laborables. Una vez secas, las muestras fueron sometidas a congelación por 48 horas para evitar daños a la colección de referencia.

Durante la fase de laboratorio, el trabajo se realizó por ocho horas/día/hombre durante ocho días. Todos los individuos recolectados en el campo fueron identificados mediante la comparación con especímenes previamente determinados y el uso de claves taxonómicas; además, se revisaron muestras digitalizadas y/o fotografías disponibles en herbarios virtuales de instituciones como BioWeb de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (<https://adminbioweb.com/index.html>), el Field Museum of Chicago (<http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>), Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org/>), New York Botanical Garden (<http://sciweb.nybg.org/science2/vii2.asp>) y Kew Royal Botanic Gardens (<http://apps.kew.org/herbcat/navigator.do>).

La nomenclatura científica de todas las especies fue revisada en el *Catálogo de plantas vasculares del Ecuador* (Jorgensen & León-Yáñez 1999) y en las bases de datos: BioWeb (<https://adminbioweb.com/index.html>), Tropicos del Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org/>) y The plant list (<http://theplantlist.org>). La compilación de información bibliográfica referente a estudios florísticos permitirá llenar los vacíos de información y obtener un inventario real del área de estudio.

Los nombres comunes y los usos fueron consultados en De la Torre et al. (2008): *Enciclopedia de plantas útiles del Ecuador* e información proporcionada por los asistentes de campo.

El endemismo, estado de conservación y la inclusión en los apéndices CITES de las especies registradas se basó en el *Libro rojo de plantas endémicas del Ecuador* (León-Yáñez et al., 2011), la lista roja de la UICN (2022-2) y la base de datos del convenio CITES (2023).

Riqueza y Abundancia

La riqueza de un sitio muestreado se refiere al número total de especies registradas en este, mientras que el término abundancia es el número de individuos registrados (colectados o liberados) por cada especie

(Johnson, Seymour & Padgett, 2002). El análisis de abundancia se realiza exclusivamente con los datos cuantitativos.

Curva de Acumulación de Especies

Las curvas de acumulación de especies están diseñadas para determinar si las muestras tomadas en los puntos de estudio son representativas. Indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad a través de la relación de las especies capturadas o unidad de muestreo (eje de las abscisas x) y su abundancia de captura (eje de las coordenadas y). A medida que el número de especies crece, la probabilidad de añadir una nueva disminuye de manera proporcional hasta llegar a 0. Cuando la curva de acumulación es asintótica revela que el número de especies no se incrementará a pesar de que se aumenten las unidades de muestreo. Según Magurran (2004), el esfuerzo puede ser el número de individuos recolectados o una medida sustituta, como el número acumulativo de muestras o el tiempo de muestreo. Según Jiménez y Hortal (2003), al construir una curva de acumulación de especies, lo primero que se debe decidir es la manera en la que se va a cuantificar el esfuerzo de muestreo. El número medio de individuos colectados puede ser una medida indirecta del esfuerzo de muestreo: a mayor esfuerzo, mayor número de individuos capturados (a veces, las curvas de acumulación basadas en individuos son empleadas para rarificar y, por tanto, en ocasiones se las ha denominado curvas de rarefacción; esto adolece de varios problemas como la pérdida importante de datos). Sin embargo, si se quiere aportar una serie de recomendaciones sobre la planificación del muestreo para otros investigadores, es preferible expresar el esfuerzo como unidades de muestreo (Moreno & Halffter, 2001). Las unidades de muestreo pueden ser horas de observación, número de trampas, etc. Otras veces son unidades más complejas, como las empleadas en Coddington et al. (1996), Toti et al. (2000) y Jiménez-Valverde & Lobo (2004), en donde cada unidad representa un conjunto complementario de métodos diferentes de muestreo, cada uno empleado durante un tiempo concreto y, en ocasiones, por personas diferentes. Cuando se cuenta con fuentes de datos heterogéneas (datos procedentes de campañas de muestreo, citas bibliográficas, especímenes de colecciones públicas y privadas, etc.) sobre la fauna de una determinada zona, es posible agrupar estos datos en unidades más o menos equivalentes de esfuerzo de manera exitosa para poder evaluar así el inventario resultante (ver ejemplos y discusión de la aplicación de esta medida en Lobo & Martín Piera, 2002; Hortal & Lobo, 2002).

Para el caso específico de flora, se utiliza el número de días como unidad de esfuerzo de muestreo.

Índice Chao 2

El índice Chao 2 es un método no paramétrico para estimar el número de especies en un ecosistema determinado. Este índice toma en cuenta las especies raras de la muestra para estimar el número de especies en la comunidad. Chao 2 estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que solo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas. Este estimador ha probado ser el menos sesgado para muestras pequeñas (Escalante, 2003). Su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Chao 2} = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

S representa el número de especies en una muestra

L es el número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies únicas)

M es el número de especies que ocurren en exactamente dos muestras

Según Villareal et al. (2004), los valores generados por los estimadores se utilizan para conocer qué porcentaje de las especies esperadas se han colectado en el muestreo. Magurran (2004) menciona que la representatividad del muestreo se puede evaluar a través de las curvas de acumulación de especies, al

relacionar los valores observados de la riqueza de especies con los valores esperados a partir de estimadores no paramétricos. Para estimar los valores esperados de riqueza se puede utilizar el programa Estimates, cuya aplicación y uso están explicados en detalle en Colwell y Coddington (1994) y Colwell (1997).

Por esta razón, con la finalidad de obtener la curva de acumulación se utilizaron los datos estimados e intervalos de confianza proporcionados por el programa EstimateS (V.9.1.0; Colwell 2013), software especializado que permite realizar este tipo de análisis basado en un proceso de remuestreo y rarefacción mediante iteraciones al azar del ordenamiento de especies.

Curvas Rango-Abundancia

Estas curvas integran información relativa al número de especies y a su distribución de abundancias a través del conjunto de la comunidad. En el eje X se ordenan las especies en rangos de la más abundante hasta la más rara. En el eje Y se encuentra el porcentaje de cobertura total. Evaluando la abundancia relativa a cada especie es posible diferenciar las especies dominantes y, en consecuencia, brindar una idea clara de la estructura de la comunidad (Magurran A., 2013). La curva de rango abundancia tiene una relación directa con la dominancia de especies en un área específica, por lo cual se realizará un análisis conjunto con el índice de dominancia de Simpson.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de Simpson calcula la probabilidad de que dos individuos escogidos aleatoriamente de una comunidad infinitamente grande pertenezcan a la misma especie. Se calcula por la fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde: p_i es la proporción de individuos encontrados de la especie i .

Mientras menor sea el valor D , menor será la dominancia y mayor la diversidad, ya que se interpreta como que es más probable que la comunidad se encuentre formada por individuos de una o pocas especies (Magurran, 2004).

Índice de Valor de Importancia

Para el desarrollo del IVI se utilizó la suma de dos parámetros (Densidad Relativa y Dominancia Relativa) para llegar al "Valor de Importancia". La sumatoria del "Valor de Importancia" para todas las especies es siempre igual a 200. Se puede considerar, entonces, que las especies que alcanzan un valor de importancia superior a 20 en la parcela (un 10 % del valor total) son "importantes" y comunes componentes del bosque muestreado (Cottam & Curtis, 1956; Sonco, 2013).

La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$IVI = DR + DM$$

A continuación, se describe cada uno de los componentes necesarios para el cálculo del Índice de Valor de Importancia:

Densidad Relativa

Está dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies por unidad de área o superficie. Para tener una idea de la abundancia o densidad relativa (número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población), se utiliza la siguiente fórmula (Aguirre y Aguirre, 1999):

$$\text{Densidad relativa (DR)} = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Número total de individuos}} \times 100$$

Dominancia Relativa

La dominancia relativa está dada por el área basal de los individuos de una especie con relación al total de área basal de los individuos de la población, para lo que se utiliza la siguiente fórmula (Aguirre y Aguirre, 1999):

$$\text{Dominancia relativa (DmR)} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

Área Basal

Expresada en m²; se define como el área del DAP en corte transversal del tallo o tronco del individuo para una especie determinada en la parcela; este parámetro es la suma de las áreas basales de todos los individuos con DAP ≥ 10 cm (Aguirre y Aguirre, 1999).

$$AB = \frac{\pi \times DAP^2}{4}$$

Donde:

AB = Área basal

π = 3,1416

DAP = Diámetro altura del pecho (cm)

Diversidad Alfa

La diversidad alfa mide el número de especies que están interactuando en un área de un determinado tamaño. Comprende la variabilidad de especies bajo los criterios de riqueza y heterogeneidad o equitatividad (Jost y Gonzalez-Oreja, 2012).

Índice de Diversidad de Shannon

Este índice “mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección”. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Varía desde 0, en comunidades con una sola especie o taxón, hasta valores del logaritmo de S cuando existen comunidades con muchos taxones representadas por pocos individuos en el mismo número. Este índice incorpora el análisis de equidad de las especies presentes (Magurran, 2013).

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi \ln pi$$

Donde la proporción de especies i relativa al total de especies (pi) es calculada y multiplicada por el logaritmo natural de esta proporción (lnpi). El producto resultante es sumado entre las especies y multiplicado por -1.

Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo que va desde el 0, cuando hay una sola especie, hasta el logaritmo natural del número total de especies registradas cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001).

Los índices de diversidad que se emplean en el presente trabajo (Shannon) combinan la cantidad de especies y sus abundancias relativas dentro de una comunidad, evaluando tanto la riqueza específica como cuán equitativas son sus abundancias. El problema es que estos índices son a veces difíciles de interpretar. Un valor aislado de un índice de diversidad puede confundir la importancia relativa de sus dos componentes (riqueza y equitatividad). Por ejemplo, el mismo valor de un índice puede obtenerse tanto de

una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad (Schlegel, 2001). Es por esta razón que la interpretación del valor del índice se realiza de manera comparativa.

Diversidad Beta

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazo de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972).

Coeficiente de Similitud de Jaccard

Expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975 en Moreno, 2001). Sin embargo, a partir de un valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras: $d = 1 - s$ (Magurran, 1988 en Moreno, 2000).

El intervalo de valores para este índice va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

Su fórmula es:

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios, A y B

Biomasa

Se utilizó la fórmula propuesta por Nelson, (2008), que considera un modelo de regresión que convierte el diámetro y densidad de la madera en un estimado del total de la biomasa aérea. Dicha fórmula es:

$$AGBest = \text{EXP}(-1.997 + 2,413 \ln(D))$$

Donde:

AGB = Biomasa aérea

D = DAP

Estimación de Carbono Fijado

En los últimos años, el incremento de las diferentes actividades humanas como la agricultura, los cambios de uso de la tierra, la deforestación, el aumento de las actividades industriales, la producción de energía y el uso de compuestos químicos ha provocado un aumento en la producción de gases con efecto invernadero. La acumulación de este conjunto de gases ocasiona problemas con el calentamiento de la atmosfera inferior y la superficie de la Tierra y provoca un enfriamiento compensatorio de la alta estratósfera, fenómeno conocido como efecto invernadero.

Con el propósito de mitigar la emisión de CO₂, el cual ha sido clasificado como el gas invernadero más abundante en el planeta, se ha considerado a la cobertura vegetal como una forma viable de compensación de los daños provocados por la acumulación de este gas, debido a la capacidad de las plantas por capturar el dióxido de carbono y fijarlo mediante procesos fisiológicos naturales, fotosíntesis y respiración (Martin, A.R., Doraisami, M. & Thomas, S.C., 2018).

La cantidad de carbono fijado es la mitad de la biomasa calculada. En términos generales, el carbono fijado se determina mediante la ecuación:

$$\text{Fijación de Carbono} = 0.50 (F \times \rho \times \left(\frac{\pi D^2}{4}\right) \times H)$$

Aspectos Ecológicos

Los estudios de vegetación son importantes desde la perspectiva de la dinámica del bosque, ya que la cantidad de especies que pueden coexistir en equilibrio en un ambiente dado refleja la cantidad de formas en que las plantas y animales pueden sobrevivir en ese ambiente; es decir, si la cantidad de gremios tróficos ecológicos que ese hábitat puede ofrecer es alta en los trópicos, la posibilidad de ofrecer mayores expectativas de vida es alta (MacArthur, 1996).

Los principales aspectos ecológicos evaluados en el presente estudio fueron: el tipo de cobertura vegetal, tipos de bosque y las especies indicadoras de intervención. Para evaluar la cobertura vegetal y la presión sobre este debido a cultivos, plantaciones y actividad humana se utilizaron datos levantados en el muestreo *in situ*. Se determinaron especies relevantes y sugirieron como objeto de estudio para futuros monitoreos tomando en cuenta aquellas especies nativas aptas para revegetación; dentro de este contexto, se prefirió especies endémicas, indicadoras, bajo alguna categoría UICN, de crecimiento rápido, así como las especies pioneras nativas, las cuales con el tiempo van asegurando la fijación de nutrientes necesarios para el suelo.

Adicionalmente, para los nombres comunes se indica que se colocan a lo largo del informe de resultados, recalcando que son producto del conocimiento ancestral de los pobladores (guías de campo), por lo que en algunas especies no constan los nombres comunes.

Estructura Vertical y Hábito de Crecimiento

Permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies con respecto a la superficie del bosque. Esta estructura se evalúa a través de la relación entre la(s) altura(s) total(es) del árbol(es) en relación con su(s) altura(s) de reiteración (la altura del individuo a partir de la cual empieza la copa verdadera). Esta medida proporciona una idea sobre la dominancia e importancia ecológica de las especies arbóreas en el ecosistema.

Una de las características particulares de los bosques tropicales es el gran número de especies representadas por pocos individuos, con patrones complejos de tipo espacial entre el suelo y el dosel (Bourgeron, 1983). Lo anterior sugiere que la evaluación de la estructura vertical se debe conducir de una forma diferente a la que se hace en los bosques de las zonas templadas. En estas, los ecosistemas boscosos presentan una estructura poblacional inversa a la de los bosques tropicales, es decir, pocas especies representadas cada una por un número elevado de individuos, generando estructuras homogéneas con patrones simples de estratificación entre el dosel y el suelo, que frecuentemente presentan tres niveles que corresponden a los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo (Kageyama, 1994).

Especies Indicadoras

Las especies indicadoras pueden ser clasificadas según su uso en aquellas que señalan cambios ambientales o indicadoras de salud ecológica, las que señalan cambios en las poblaciones o indicadoras poblacionales y las que señalan áreas de alta riqueza de especies o indicadoras de biodiversidad (Caro y O'Doherty, 1999).

Especies Endémicas y Estado de Conservación

Las especies endémicas son aquellas que están restringidas a una ubicación geográfica muy concreta, y fuera de esta ubicación no se encuentran en otra parte. Para determinar el endemismo, se analizó la

información del *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*, 2.^a (León-Yáñez et al, 2011), la base de datos Trópicos (2020) y en *Adiciones a la flora del Ecuador*, segundo suplemento (Neill & Ulloa, 2011).

El estado de conservación y la inclusión en los apéndices CITES de las especies registradas se basó en el *Libro rojo de plantas endémicas del Ecuador* (León-Yáñez et al., 2011), la lista roja de la UICN (Versión 2022-2) y los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2023).

Uso del Recurso Florístico

Durante el trabajo realizado en campo, se indagó a los guías nativos y miembros diferentes de familias asentadas en la zona sobre el uso que da la comunidad de especies de flora registradas en la zona. Además, la información recopilada se verificó con la *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador* (De la Torre L., Navarrete, Muriel, Macias & Balsley, 2008).

Especies Sensibles

Las especies sensibles han sido determinadas por su categorización dentro de las listas rojas de la UICN, su rango de distribución (endemismo), la rareza dentro del área de estudio y el uso por parte de las comunidades locales. A cada una de las variables se le ha colocado un puntaje que se analiza de la siguiente manera:

Tabla 3-70 Criterios de Sensibilidad para Flora

Variable	Criterio	Puntaje
Categoría de conservación de la UICN/libros rojos del Ecuador	Especies en categoría Casi amenazada (NT), Vulnerable (VU), En peligro (EN) o En peligro crítico	2
	Especies No evaluadas (NE), Datos insuficientes (DD)	1
	Especies en Preocupación menor (LC)	0
Rango de distribución	Especies endémicas o distribución restringida	2
	Especies no endémicas o sin distribución restringida	0
Rareza en área de estudio	Especies con abundancia relativa (pi) entre 0 y 0,015	2
	Especies con abundancia relativa (pi) entre 0,015 y 0,030	1
	Especies con abundancia relativa (pi) > 0,30	0
Uso del recurso	Especies con un uso dentro del área de estudio	2
	Especies sin un uso dentro del área de estudio	0

Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

De esta manera, las especies con sensibilidad Alta serán aquellas con un puntaje total entre 7 y 8, las especies con sensibilidad Media serán las que alcancen un puntaje entre 4 y 6 y, finalmente, las especies de sensibilidad Baja tendrán un puntaje entre 0 y 3.

Fase de Campo

A continuación, se describen las metodologías implementadas para el levantamiento de información cualitativo y cuantitativo en los puntos de muestreo establecidos.

Muestreo Cuantitativo

Parcela Permanente 50 x 50 m

Esta metodología fue implementada conformando áreas de 50 x 50 m (0,25 ha, con un esfuerzo de muestreo de tres días y con la participación de un técnico y dos guías locales (Tabla 3-72). Las parcelas permanentes de muestreo son una herramienta para el manejo e investigación de la dinámica de los bosques naturales (en su estado natural y bajo intervención). La información que se obtiene por lo general es usada para construir, mejorar o actualizar los cálculos en cuanto a la dinámica del bosque en su estado natural e intervenido. Dado el alto costo asociado a su establecimiento y posterior medición, las parcelas permanentes regularmente se establecen de un área promedio de un cuarto de hectárea (2500 m²). Según la metodología desarrollada por el CATIE y su Red de Parcelas Permanentes de Monitoreo (PPM), este es un tamaño que permite evaluar los cambios en la dinámica del bosque a lo largo del tiempo (Pinelo, 2000). En cada uno de los sitios antes mencionados dentro de una zona de cobertura vegetal extensa y boscosa que permitió una mejor caracterización del ecosistema se identificaron, tabularon, midieron y documentaron todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 10 cm. Durante la fase de campo se registraron datos adicionales en referencia de la fenología y datos dendrológicos de cada individuo (árbol), como presencia de látex o resina.

Muestreo Cualitativo

Recorridos de Observación Directa

Para el análisis cualitativo del área se realizaron recorridos de observación con longitudes variables conforme la accesibilidad del terreno. El muestreo se realizó en un día durante 6 horas consecutivas con la participación de un técnico y dos guías locales (Tabla 3-72). Se consideró la cobertura vegetal, altura del dosel y grado de intervención antrópica, en los cuales se registraron las especies vegetales presentes más comunes.

Limitantes Metodológicos

En cuanto a la metodología utilizada, se evidenció que la ausencia de estructuras reproductivas en la gran mayoría de individuos registrados durante la fase de campo fue un limitante para obtener una completa identidad taxonómica de varios individuos; esto se debe a que la taxonomía de varios géneros (*Ocotea*, *Nectandra*, *Miconia*, *Pouteria*, entre otros) está basada en estructuras reproductivas, y en su ausencia estos grupos pueden ser determinados tan solo a nivel de familia o a nivel de género.

Otro de los limitantes observado en el área de estudio fue la existencia de un alto número de individuos cuyas copas estaban rotas y/o que no poseían hojas en sus ramas, que puede deberse a condiciones naturales de su fisiología, ataque de hongos o virus, vientos fuertes, entre otros. Se evidenció la presencia de matapalos (varias especies de *Ficus*) que se encuentran estrangulando a sus individuos hospederos.

Las copas rotas de varios individuos también pueden deberse al impacto de las actividades antrópicas cercanas, las cuales mediante la tala selectiva destruyen a otros individuos al momento de caer o también al incremento del impacto de los vientos a causa de los cambios ocasionados por el efecto de borde.

Para la nomenclatura botánica se utilizaron las siguientes abreviaturas:

sp.: (del lat. *species*-especies): Se usa cuando el espécimen aún no ha sido identificado hasta este nivel.

cf.: (del lat. *confer*-compara): Se usa cuando el espécimen de interés muestra muchas semejanzas con una especie determinada, pero que para terminar clasificándolo dentro de ella se necesita más evidencia positiva de morfología comparativa efectuada a nivel de herbario/laboratorio.

Sitios de Muestreo

El trabajo de campo se entre el 7 y 11 de noviembre de 2023. A continuación, en la tabla se presentan los datos de ubicación del transecto cuantitativo y recorridos cualitativos, donde se incluyen: componente, sitio de muestreo, fecha, código, coordenadas, altitud, tipos de vegetación y tipo de muestreo (Anexo D: Cartografía. [Mapa 3.2-2 Flora]), los cuales constan en el sistema WGS84.

Página en blanco

Tabla 3-71 Sitios de Muestreo del Componente Flora

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM Sistema WGS 84 (Zona 18 Sur)				Ecosistema (MAE 2013)	Tipo de Vegetación	Descripción de la Metodología
		Vértice	Este (m)	Norte (m)	Altitud (msnm)			
PMF-01	7-9/11/2023	V1	295440	9985523	307	BsTa01	Bosque intervenido Bosque secundario	Cuantitativo 50 x 50 m
		V2	295434	9985577	305			
		V3	295381	9985566	309			
		V4	295382	9985519	307			
POF-01	10/11/2023	Inicio	295742	9986082	305	BsTa01	Área Intervenida	Cualitativo
		Fin	295765	9986087	307			
POF-02	10/11/2023	Inicio	295446	9986138	304	BsTa01	Área Intervenida	Cualitativo
		Fin	292482	9987660	302			
POF-03	11/11/2023	Inicio	292502	9989608	302	BsTa01	Área Intervenida	Cualitativo
		Fin	292312	9987660	304			
POF-04	11/11/2023	Inicio	293134	9989659	307	BsTa01	Área Intervenida	Cualitativo
		Fin	293100	9989617	305			

Codificación: PMF: Punto de Muestreo Flora, V: Vértice; PI: Inicio; PF; Fin; Ecosistema: BsTa01: Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá.

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Esfuerzo de Muestreo

El esfuerzo de muestreo es la intensidad de trabajo invertido para obtener los datos de un muestreo. En la siguiente tabla se indican las horas dedicadas a realizar el trabajo de campo. Estas horas se utilizan para calcular el esfuerzo de muestreo total.

Tabla 3-72 Esfuerzo de Muestreo del Componente Flora

Código de Cartografía/Informe	Descripción de la Metodología	Número de Días	Personal	Superficie Muestreada	Total Horas
PMF-01	Parcela permanente	3 días	3 (1 técnico, 2 guías)	2500 m ²	72 horas
POF-01	Punto de observación	1 día	3 (1 técnico, 2 guías)	718 m	6 horas
POF-02	Punto de observación	1 día	3 (1 técnico, 2 guías)	4041 m	6 horas
POF-03	Punto de observación	1 día	3 (1 técnico, 2 guías)	2540 m	6 horas
POF-04	Punto de observación	1 día	3 (1 técnico, 2 guías)	794 m	6 horas

Codificación: P: Punto, M: Muestreo; F: Flora, O: Observación.

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

3.2.4.2 Fauna Terrestre

3.2.4.2.1 Caracterización de los Sitios de Muestreo Seleccionados

Se caracterizó un punto de muestreo cuantitativo en la única área que conserva un parche de bosque y que se encuentra cercana a la plataforma Eno Sur con un punto de muestreo cualitativo asociado, así como dos puntos cualitativos alrededor de la plataforma Eno Norte. La codificación que se designó para estos puntos de muestreo es: PMM-0-, PMA-0-, PMH-0- y PME-0-, considerando que la tercera letra corresponde a la inicial de cada subcomponente de fauna terrestre: M: Mastofauna, A: Avifauna, H: Herpetofauna y E: Entomofauna.

En cuanto a los puntos de muestreo cualitativos adicionales, se realizaron cubriendo las áreas intervenidas (mosaicos agropecuarios, pastizales, etc.) que se encontraban en el área de influencia de plataformas y líneas de flujo y transmisión.

3.2.4.2.2 Criterios Metodológicos

Fase de Gabinete

Análisis Global

Riqueza

Se presentará el número de especies y su composición taxonómica por cada punto de muestreo cualitativo. Se emplean los términos de riqueza para expresar la presencia o ausencia de especies en una determinada área (Moreno C., 2001).

Curva de Acumulación

Las curvas de acumulación de especies están diseñadas para determinar si las muestras tomadas en los puntos de estudio son representativas. Indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad a través de la relación de las especies capturadas o unidad de muestreo (eje de las abscisas x) y su abundancia de captura (eje de las coordenadas y). A medida que el número de especies crece, la probabilidad de añadir una nueva disminuye de manera proporcional hasta llegar a 0. Cuando la curva de acumulación es asintótica revela que el número de especies no se incrementará a pesar de que se aumenten las unidades de muestreo. Según Magurran (2004), el esfuerzo puede ser el número de individuos recolectados o una medida sustituta, como el número acumulativo de muestras o el tiempo de muestreo. Según Jiménez y Hortal (2003), al construir una curva de acumulación de especies, lo primero que se debe decidir es la manera en la que se va a cuantificar el esfuerzo de muestreo. El número medio de individuos colectados puede ser una medida indirecta del esfuerzo de muestreo: a mayor esfuerzo, mayor número de individuos capturados (a veces, las curvas de acumulación basadas en individuos son empleadas para rareficiar y, por tanto, en ocasiones se las ha denominado curvas de rarefacción; esto adolece de varios problemas como la pérdida importante de datos). Sin embargo, si se quiere aportar una serie de recomendaciones sobre la planificación del muestreo para otros investigadores es preferible expresar el esfuerzo como unidades de muestreo (Moreno & Halffter, 2001). Las unidades de muestreo pueden ser horas de observación, número de trampas, etc. Otras veces son unidades más complejas, como las empleadas en Coddington et al. (1996), Toti et al. (2000) y Jiménez-Valverde & Lobo (2004), en donde cada unidad representa un conjunto complementario de métodos diferentes de muestreo, cada uno empleado durante un tiempo concreto y, en ocasiones, por personas diferentes. Cuando se cuenta con fuentes de datos heterogéneas (datos procedentes de campañas de muestreo, citas bibliográficas, especímenes de colecciones públicas y privadas, etc.) sobre la fauna de una determinada zona, es posible agrupar estos datos en unidades más o menos equivalentes de esfuerzo de manera exitosa para poder evaluar así el inventario resultante (ver ejemplos y discusión de la aplicación de esta medida en Lobo & Martín Piera, 2002; Hortal & Lobo, 2002).

Para los componentes de avifauna, mastofauna y herpetofauna se tomarán los días trabajados como unidades de muestreo, teniendo en cuenta los datos de metodologías cuantitativas y cualitativas, y se utilizará el índice Chao 2 para estimar la riqueza; mientras que para el caso de entomofauna se utilizarán como unidades de muestreo las estaciones de trampas pitfall y se utilizará el índice Chao 1 para estimar la riqueza.

Índice Chao 2

Para el análisis de datos global se ha utilizado el índice Chao 2, el cual es un método no paramétrico para estimar el número de especies en un ecosistema determinado. Este índice toma en cuenta las especies raras de la muestra para estimar el número de especies en la comunidad. Chao 2 estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que solo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas. Este estimador ha probado ser el menos sesgado para muestras pequeñas (Escalante, 2003). Su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Chao 2} = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

S: número de especies en una muestra

L: número de especies que ocurren solamente en una muestra

M: número de especies que ocurren exactamente en dos muestras

Según Villareal et al. (2004), los valores generados por los estimadores se utilizan para conocer qué porcentaje de las especies esperadas se han colectado en el muestreo. Magurran (2004) menciona que la representatividad del muestreo se puede evaluar a través de las curvas de acumulación de especies al relacionar los valores observados de la riqueza de especies con los valores esperados a partir de estimadores no paramétricos. Para estimar los valores esperados de riqueza se puede utilizar el programa Estimates, cuya aplicación y uso están explicados en detalle en Colwell y Coddington (1994) y Colwell (1997).

Por esta razón, con la finalidad de obtener la curva de acumulación se utilizaron los datos estimados e intervalos de confianza proporcionados por el programa EstimateS (V.9.1.0; Colwell 2013), software especializado que permite realizar este tipo de análisis basado en un proceso de remuestreo y rarefacción, mediante iteraciones al azar del ordenamiento de especies.

Índice Chao 1

En adición a lo explicado anteriormente para las curvas de acumulación, para el caso de muestreos de entomofauna (únicamente datos cuantitativos) se utilizó el estimador Chao 1, índice que estima el número de especies en una comunidad ponderando el número de especies raras presentes en la comunidad, por lo que es muy sensible a la cantidad de especies raras registradas. Su fórmula es (Moreno C. E, 2001):

$$S_{Chao1} = S_{obs} + \frac{F_1^2}{2F_2}$$

Donde:

Sobs representa el total de especies registradas,

F1 es el número de especies registradas por un solo individuo (*singletons*) y

F2 es la cantidad de especies representadas en la muestra por dos individuos (*doubletons*).

El estimador Chao 1 proporciona una medida de eficiencia del muestreo al comparar la riqueza observada frente a la diversidad regional estimada.

Al igual que para los datos cualitativos, para obtener la curva de acumulación se utilizaron los datos estimados e intervalos de confianza proporcionados por el programa EstimateS (V.9.1.0; Colwell 2013), software especializado que permite realizar este tipo de análisis basado en un proceso de remuestreo y rarefacción mediante iteraciones al azar del ordenamiento de especies.

Análisis de Datos Cuantitativos

Riqueza y Abundancia

La riqueza total de un sitio muestreado se refiere al número total de especies registradas en este, mientras que el término abundancia es el número de individuos registrados (colectados o liberados) por cada especie (Johnson, Seymour & Padgett, 2002).

Curva de Rango-Abundancia

Estas curvas constituyen la información relativa al número de especies y a su distribución de abundancias a través del conjunto de la comunidad. En el eje X se ordenan las especies en rangos de la más abundante hasta la más rara, mientras que en el eje Y se encuentra la abundancia relativa. Evaluando la abundancia relativa a cada especie es posible diferenciar las especies dominantes y, en consecuencia, brindar una idea clara de la estructura de la comunidad (Magurran A., 2013). La curva de rango abundancia tiene una relación directa con la dominancia de especies en un área específica, por lo cual se realizará un análisis conjunto con el índice de dominancia de Simpson.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de Simpson calcula la probabilidad de que dos individuos escogidos aleatoriamente de una comunidad infinitamente grande pertenezcan a la misma especie. Se calcula por la fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde: p_i es la proporción de individuos encontrados de la especie i .

Mientras menor sea el valor D , menor será la dominancia y mayor la diversidad, ya que se interpreta como que es más probable que la comunidad se encuentre formada por individuos de una o pocas especies (Magurran, 2004).

Diversidad de Diversidad de Shannon

Este índice “mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección”. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Varía desde 0, en comunidades con una sola especie o taxón, hasta valores del logaritmo de S cuando existen comunidades con muchos taxones representadas por pocos individuos en el mismo número. Este índice incorpora el análisis de equidad de las especies presentes.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde la proporción de especies i relativa al total de especies (p_i) es calculada y multiplicada por el logaritmo natural de esta proporción ($\ln p_i$). El producto resultante es sumado entre las especies y multiplicado por -1 .

Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo que va desde 0, cuando hay una sola especie, hasta el logaritmo natural del número total de especies registradas, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001).

Los índices de diversidad que se emplean en el presente trabajo (Shannon) combinan la cantidad de especies y sus abundancias relativas dentro de una comunidad, evaluando tanto la riqueza específica como cuán equitativas son sus abundancias. El problema es que estos índices son a veces difíciles de interpretar. Un valor aislado de un índice de diversidad puede confundir la importancia relativa de sus dos componentes (riqueza y equitatividad). Por ejemplo, el mismo valor de un índice puede obtenerse tanto de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad (Schlegel, 2001). Es por esta razón que la interpretación del valor del índice se realiza de manera comparativa.

Diversidad Beta

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazo de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972).

Coeficiente de Similitud de Jaccard

Expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975 en Moreno, 2001). Sin embargo, a partir de un valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras: $d = 1 - s$ (Magurran, 1988 en Moreno, 2000).

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

Su fórmula es:

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios, A y B

Aspectos Ecológicos

Avifauna

Gremio o Nicho Trófico: Una de las funciones más importantes de las aves en el ecosistema es que son excelentes polinizadores y dispersores de semillas, de allí la importancia del conocimiento del tipo de dieta que estas presentan. Esta clasificación se ha realizado en base a la información recopilada en campo y a la información disponible en literatura especializada. Se determinaron considerando la dieta alimenticia de la familia a la que taxonómicamente pertenece la especie, en base a la publicación de Ridgely & Greenfield, 2006.

Hábito: Se considera la actividad diaria en la cual se desenvuelven las diferentes especies de aves siendo el hábito diurno entre el amanecer y el atardecer, y el hábito nocturno durante la puesta y la salida del sol (Roldán, 2019). Para la determinación del hábito de la avifauna se utilizó la Guía de Aves del Ecuador (Ridgely & Greenfield, 2006) y se tomó en cuenta el patrón de actividad de las especies en campo.

Estrato de Forrajeo: Se especifica el nivel en el que el ave se alimenta dentro de su hábitat, de terrestre a aéreo. Los estratos de alimentación pueden tener implicaciones específicas para la conservación cuando se tala el bosque o se permite que el ganado deambule por este (esencialmente destruyendo la capa de sotobosque) (Stotz et al., 1996).

Especies Indicadoras: De acuerdo con Stotz et al., 1996, ciertos organismos pueden desempeñar un papel clave para ayudar a identificar comunidades biológicas integrales en materia de protección. Las especies indicadoras comparten al menos una de las siguientes características biológicas: endemismo, hábitat, especialización y rareza o sensibilidad a la alteración del hábitat. Tener una o más de estas características típicamente coloca a un organismo en mayor riesgo de extinción. Las áreas con muchas de estas especies contienen comunidades biológicas vulnerables y deben ocupar un lugar destacado en una lista de sitios prioritarios para la protección.

Los buenos indicadores para identificar sitios apropiados para la conservación de un hábitat comparten cuatro características:

- > Típicamente ocurren en uno o muy pocos hábitats
- > Son relativamente comunes
- > Se pueden detectar fácilmente
- > Muestran una alta sensibilidad a la alteración del hábitat (es decir, se vuelven raros o desaparecen en hábitats alterados, cazados en exceso o fragmentados)

Especies Migratorias: En ornitología se dice de un ave puede trasladarse de un lugar a otro en distintas épocas del año y por períodos estacionales de tiempo de acuerdo con las condiciones climáticas o la disponibilidad de recursos en sus áreas de origen (Chaves & Freile, 2005). Para determinar la migración de aves se tomó en cuenta los criterios utilizados por Ridgely y Greenfield, 2006.

Estado de Conservación de las Especies: Se analizó si en la zona existen especies amenazadas, para lo cual se revisó el *Libro rojo aves del Ecuador* (Freile et al., 2019) y las páginas de IUCN (2022) y CITES (2020), para establecer las categorías de amenaza global y proponer un plan de manejo adecuado que permita establecer medidas adecuadas para que las especies prevalezcan o se queden en el sitio de muestreo.

Uso del Recurso: Se clasifica para las especies conforme el uso que la población les da por medio de entrevistas a los guías locales, y conforme esto su clasificación puede ser: especies comerciales, identificadas con la CITES 2020 o especies para el consumo humano, mascotas, artesanías, etc.

Especies Sensibles: Las especies sensibles han sido determinadas por su categorización dentro de las listas rojas de la UICN, su rango de distribución (endemismo), la rareza dentro del área de estudio y los hábitos migratorios de las especies. A cada una de las variables se ha colocado un puntaje que se analiza de la siguiente manera:

Tabla 3-73 Criterios de Sensibilidad para Avifauna

Variable	Criterio	Puntaje
Categoría de conservación de la UICN/libros rojos del Ecuador	Especies en categoría Casi amenazada (NT), Vulnerable (VU), En peligro (EN) o En peligro crítico	2
	Especies No evaluadas (NE), Datos insuficientes (DD)	1
	Especies en Preocupación menor (LC)	0
Rango de distribución	Especies endémicas o distribución restringida	2
	Especies no endémicas o sin distribución restringida	0

Variable	Criterio	Puntaje
Rareza en área de estudio	Especies con abundancia relativa (p_i) entre 0 y 0,015	2
	Especies con abundancia relativa (p_i) entre 0,015 y 0,30	1
	Especies con abundancia relativa (p_i) > 0,30	0
Migración	Especies migratorias	2
	Especies no migratorias	0

Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

De esta manera, las especies con sensibilidad Alta serán aquellas con un puntaje total entre 7 y 8, las especies con sensibilidad Media serán las que alcancen un puntaje entre 4 y 6, finalmente, las especies de sensibilidad Baja tendrán un puntaje entre 0 y 3.

Mastofauna

Gremio o Nicho Trófico: Tiene que ver con las costumbres alimenticias y las especializaciones para conseguir recursos. Los gremios alimenticios pueden ser: frugívoros, insectívoros, carnívoros, omnívoros, herbívoros, nectarívoros o hematófago. Se definieron estas categorías basadas en las observaciones de campo y bibliografía especializada (Emmons & Feer, 1999; Tirira, D., 2017).

Hábito: Los mamíferos se clasificaron de acuerdo con su patrón de actividad en dos clases: nocturnos y diurnos. Algunos grupos de mamíferos tienen rangos más amplios, que son de hábitos diurnos y nocturnos, como los tapires (Tirira D., 2017).

Distribución Vertical de las Especies: Los mamíferos se clasificaron, de acuerdo con sus hábitos y locomoción dentro del bosque, en: arborícolas, terrestres o aéreos. En algunos casos, la característica puede ser combinada, pues algunos mamíferos son terrestres y arborícolas, semiacuáticos, etc. (Tirira, 2017).

Especies Indicadoras

Para el caso de mamíferos, la determinación de las especies indicadoras se realizó en base a la abundancia de especies presentes en el área de estudio, tomando en cuenta que un cambio en la abundancia es reflejo de cambios positivos o negativos hacia el ambiente y, por lo tanto, cambio en las poblaciones de mamíferos.

Estado de Conservación de las Especies: El estado de conservación de las especies registradas de mamíferos se determinó utilizando el *Libro Rojo de mamíferos del Ecuador* (Tirira, D., 2021) y *The IUCN Red List of Threatened Species* (Versión 2022.2). También se consideró las categorías establecidas por *The Checklist of CITES Species Website* (UNEP-WCMC (Comps.)) (CITES, 2023).

Uso del Recurso: Se refiere a la acción antrópica que culturalmente la gente que vive en las áreas aledañas a los puntos de muestreo les da a los mamíferos, pues por cultura ancestral algunas especies de mamíferos pueden ser utilizados con algún fin, siendo este alimenticio, ritual o para venderlos como partes constitutivas o comercio de especímenes vivos. Para este análisis se toma en cuenta a las especies registradas cuantitativamente como cualitativamente, junto con la información que procede del asistente de campo, quien vive en las cercanías del área de influencia.

Especies Sensibles: Las especies sensibles para mastofauna han sido determinadas por su categorización dentro de las listas rojas de la UICN, su rango de distribución (endemismo), la rareza dentro del área de estudio y el uso por parte de las comunidades locales. A cada una de las variables se ha colocado un puntaje que se analiza de la siguiente manera:

Tabla 3-74 Criterios de Sensibilidad para Mastofauna

Variable	Criterio	Puntaje
Categoría de conservación de la UICN/libros rojos del Ecuador	Especies en categoría Casi amenazada (NT), Vulnerable (VU), En peligro (EN) o En peligro crítico	2
	Especies No evaluadas (NE), Datos insuficientes (DD)	1
	Especies en Preocupación menor (LC)	0
Rango de distribución	Especies endémicas o distribución restringida	2
	Especies no endémicas o sin distribución restringida	0
Rareza en área de estudio	Especies con abundancia relativa (pi) entre 0 y 0,015	2
	Especies con abundancia relativa (pi) entre 0,015 y 0,30	1
	Especies con abundancia relativa (pi) > 0,30	0
Uso del recurso	Especies con un uso dentro del área de estudio	2
	Especies sin un uso dentro del área de estudio	0

Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

De esta manera, las especies con sensibilidad Alta serán aquellas con un puntaje total entre 7 y 8, las especies con sensibilidad Media serán las que alcancen un puntaje entre 4 y 6 y, finalmente, las especies de sensibilidad Baja tendrán un puntaje entre 0 y 3.

Herpetofauna

Gremio o Nicho Trófico: La caracterización de cada especie corresponde a información revisada en el repositorio virtual de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) Bioweb Ecuador, sección Fauna Web, apartado anfibios (Ron et al., 2022) y apartado de reptiles (Torres-Carvajal et al., 2023).

Se utilizó la siguiente clasificación:

- > S/I: Sin información
- > IG: Insectívoro generalista
- > IE: Insectívoro especialista
- > CARN: Carnívoro
- > OMN: Omnívoro

Hábito: Los anfibios, por sus aspectos biológicos (morfología, obtención de alimento y apareamiento) son bastante activos en la noche (aunque algunos de ellos presentan actividad diurna), tendencia marcada especialmente por la estacionalidad. Así, se puede escuchar a varios anfibios vocalizar después o durante lluvias. En el caso de los reptiles, es común ser observados durante el día, para regular su calor corporal y alimentarse; aunque varias especies presentan hábitos nocturnos.

Los parámetros que se utilizaron son:

- > Nocturno
- > Diurno
- > Nocturno-diurno

Distribución Vertical de las Especies: En cuanto a la observación y registro de la herpetofauna en el área de muestreo, se especifica su ubicación en función de la estratificación vertical del bosque, de acuerdo con la siguiente clasificación:

- > Dosel (Do) = estrato > 3 m.
- > Subdosel (SubD) = estrato 0-3 m.
- > Terrestre (Te) = A nivel del suelo.
- > Semiacuático (Sem) = cuerpos de agua a nivel del suelo.

Modos o Patrones Reproducción: Este aspecto es sumamente importante, ya que los anfibios constituyen uno de los componentes bióticos con mayor variedad de estrategias reproductivas, generalmente asociadas a los microhábitats donde se desarrollan, factor que los vuelve muy susceptibles a los cambios en la estructura de su hábitat.

Se entiende como estrategias reproductivas, tanto al factor de ovoposición como al factor de desarrollo, que incluyen: el sitio de ovoposición, características del óvulo, tasa y duración del desarrollo, estado y tamaño de la cría y cuidado parental.

Especies Indicadoras: Los anfibios merecen especial atención por ser especies indicadoras de la calidad ambiental y cumplir múltiples papeles funcionales en los sistemas acuáticos y terrestres. Los anfibios son considerados buenos indicadores de la calidad de hábitat debido a muchos factores; uno de ellos es que no pueden regular su temperatura corporal mediante procesos metabólicos que generan calor (Duellman y Trueb, 1994), dependiendo necesariamente de las condiciones climáticas de su entorno ambiental; otro factor es la capacidad que poseen para respirar a través de su piel, factor que los hace sensibles a cambios ambientales (aumento de temperatura, enfermedades, contaminación, entre otros) (Wells, 2007). Los reptiles son los animales mejor adaptados al medio terrestre en comparación con los anfibios, especialmente por sus características morfológicas. Sin embargo, debido a la destrucción de sus hábitats, estos están desapareciendo, principalmente aquellos de gran tamaño (Valencia y Garzón, 2011).

Por esta razón, para determinar las especies sensibles dentro del componente herpetofauna, se escogerá especies o grupos de especies que por su historia natural sean sensibles a cambios que puedan generarse por las actividades del proyecto.

Estado de Conservación de las Especies: El estado de conservación de anfibios y reptiles se revisó de acuerdo con los criterios de la UICN (Versión 2022.2), la lista roja de reptiles de Carrillo et al., 2005 y la lista roja de anfibios del Ecuador (Ortega, et al., 2021).

Uso del Recurso: Se refiere al uso alimenticio, comercial o ancestral de las especies de anfibios y reptiles por parte de las comunidades adyacentes al área de estudio.

Especies Sensibles: Las especies sensibles para herpetofauna han sido determinadas por su categorización dentro de las listas rojas de la UICN, su rango de distribución (endemismo), la rareza dentro del área de estudio y el uso por parte de las comunidades locales. A cada una de las variables se ha colocado un puntaje que se analiza de la siguiente manera:

Tabla 3-75 Criterios de Sensibilidad para Herpetofauna

Variable	Criterio	Puntaje
Categoría de conservación de la UICN/libros rojos del Ecuador	Especies en categoría Casi amenazada (NT), Vulnerable (VU), En peligro (EN) o En peligro crítico	2
	Especies No evaluadas (NE), Datos insuficientes (DD)	1
	Especies en Preocupación menor (LC)	0
Rango de Distribución	Especies endémicas o distribución restringida	2

Variable	Criterio	Puntaje
	Especies no endémicas o sin distribución restringida	0
Rareza en área de estudio	Especies con abundancia relativa (pi) entre 0 y 0,015	2
	Especies con abundancia relativa (pi) entre 0,015 y 0,030	1
	Especies con abundancia relativa (pi) > 0,30	0
Uso del recurso	Especies con un uso dentro del área de estudio	2
	Especies sin un uso dentro del área de estudio	0

Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

De esta manera, las especies con sensibilidad Alta serán aquellas con un puntaje total entre 7 y 8, las especies con sensibilidad Media serán las que alcancen un puntaje entre 4 y 6 y, finalmente, las especies de sensibilidad Baja tendrán un puntaje entre 0 y 3.

Entomofauna

Gremio o Nicho Trófico: De acuerdo con los cebos a utilizarse en las trampas VSR, el único gremio trófico en que se clasifican los Rhopaloceros para este estudio, es el gremio Acimófagas (ACI) propuesto por Luis y Llorente (1990), que corresponde a las mariposas que se alimentan de frutos, animales u otros organismos en descomposición y excretas de vertebrados. En cuanto a los escarabajos peloterios, el gremio trófico identificado para el presente estudio corresponde a copronecrófagos, para clasificar a las especies recolectadas se categorizó como coprófagas o necrófagas cuando más del 80 % de los individuos se recolectaron en copro o necrotrampas, y generalistas a aquellas especies en las que se recolecto menos del 80 % en uno de los dos tipos de trampa (Ibarra-Polesel et al., 2011).

Grupo Funcional¹: Oficio de una especie dentro de su población o la función de esta dentro de la comunidad. No hace referencia al espacio físico que ocupa el organismo, sino a su función. Se analizan los grupos funcionales reconociendo tres clases de escarabajos de acuerdo con su estado de nidificación y comportamiento: 1) cavadores o paracópridos, 2) rodadores o telecópridos y 3) moradores o endocópridos (Halffter & Edmonds, 1982).

Hábito: Es la práctica o costumbre adquirida por la repetición constante de la misma actividad. Para el hábito de los escarabajos peloterios se usó como base el libro de *Escarabajos del Ecuador* (Carvajal et al., 2011). Mientras que, para el caso de los Rhopaloceros, conocidos actualmente como lepidópteros diurnos, como su nombre indica, vuelan de manera exclusiva durante el día; por tanto este será el único hábito a considerarse dentro de este aspecto ecológico

Especies Indicadoras: Se considera a todo el grupo de escarabajos copronecrófagos como especies indicadoras, al igual que a todo el grupo de los Rhopaloceros.

Especies Sensibles: Son aquellas especies que se asocian a condiciones específicas del hábitat o cuyo rango de amplitud es muy restringido a los parámetros fijos. Se basó en la riqueza y abundancia hallada en el punto de muestreo, en base a ScarabNet (2008).

Los criterios de sensibilidad de las especies para los puntos de muestreo cuantitativos están basados en un análisis de estructura de individuos (abundancia), donde se clasifica a las especies de escarabajos peloterios en cuatro categorías: 1) raras o sensibles, de uno a tres individuos; 2) especies comunes o de mediana sensibilidad, de cuatro a nueve individuos, que indican ecosistemas medianamente conservados al presentar capacidad de adaptabilidad a cierto grado de alteración; 3) especies abundantes (sensibilidad Baja), de 10 a 49 individuos; y, 4) especies dominantes, de sensibilidad Baja, de 50 individuos en adelante,

¹ Aspecto ecológico considerado únicamente para los escarabajos copronecrófagos.

capaces de adaptarse a un entorno intervenido (Araujo y Pearson, 2005). Mientras que, para el grupo de las mariposas diurnas, las cuatro categorías a considerar son: 1) rara (especies con un individuo), 2) escasa (de 2 a 5 individuos), 3) frecuente (de 6 a 21 individuos); y, 4) común (con 22 o más individuos) (Luna-Reyes et al., 2010).

Estado de Conservación de las Especies: Las especies de escarabajos peloteros, así como las demás especies de insectos terrestres registrados en el presente estudio no constan en ninguna categoría de amenaza de la UICN (2022-2) o en la lista de la CITES (2023).

Uso del Recurso: Se refiere al tipo de uso que están sometidas las especies de escarabajos copronecrófagos del estudio, aunque ninguna especie tiene un uso local.

Avifauna

Pese a su pequeño tamaño, Ecuador está entre los cinco países con mayor diversidad de aves en el mundo, detrás de países varias veces más grandes. En la actualidad, la lista de aves registradas en Ecuador es de aproximadamente 1692 especies. La elevada diversidad de aves en Ecuador está asociada a una compleja historia geológica y la resultante heterogeneidad de ecosistemas y gradientes climáticos y topográficos (Freile & Poveda, 2019). No es de sorprenderse que el grupo de las aves sea el que mejor estudiado se encuentre y el que mejor se ha adaptado a los cambios en los ecosistemas. Probablemente este éxito evolutivo se debe a la adopción del vuelo como medio de locomoción típico en la mayoría de ellas, lo cual les ha permitido llegar hasta los lugares más recónditos del planeta y repoblar muchas áreas de las cuales habían desaparecido, una vez que las condiciones ambientales las han tornado nuevamente habitables (Cuadros & Weber, 2004).

En la Amazonía, la explotación petrolera iniciada en la década de 1960 marcó un antes y después para los bosques amazónicos. Desde entonces, se han abierto innumerables vías para llegar a los pozos de perforación, estaciones de bombeo y campamentos. El problema principal radica en que las vías facilitaron el ingreso de colonos, iniciando así un proceso agresivo y no controlado de deforestación y transformación de bosques en terrenos para la agricultura y la ganadería (García et al., 2014).

Según Albuja et al., 2012, el clima cálido del piso tropical oriental, la humedad, la exuberante vegetación y otras condiciones ecológicas han propiciado hábitats variados en donde prolifera una gran diversidad de especies animales. Es importante destacar que este piso forma parte de la Provincia Biogeográfica Amazónica, caracterizada principalmente por su alta biodiversidad. Además, integra el denominado Refugio Pleistocénico Napo, donde las especies se diversificaron. En este piso, el más diverso de todos, habitan alrededor de 1943 especies de vertebrados, siendo las aves (730 especies) las más numerosas.

El componente ornitológico de este estudio pretende evaluar el estado general, la estructura y composición de la avifauna de la zona de influencia del Estudio Complementario al EsIA y PMA para la Fase de Desarrollo y Producción del Bloque 54 Eno-Ron, por medio de inventarios cuantitativos y cualitativos. De esta forma, este levantamiento de información busca alertar o prevenir los posibles impactos ambientales generados por el proyecto antes mencionado.

Validación y Justificación de la Metodología

En el estudio de ornitofauna existe una variedad de técnicas para estimar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las poblaciones de aves, siendo estos los métodos para monitorear y evaluar a las poblaciones de aves disponibles (Ralph y Scott, 1981; Verner, 1985; Bibby et al., 1992; Ralph et al., 1996), pero los más usados son: puntos de conteo de radio fijo, redes de captura, trayectos de línea y registros auditivos; sin embargo, cabe indicar que estas metodologías fueron adaptadas a las condiciones del área de estudio que se describen a continuación.

Muestreo Cuantitativo

Puntos de conteo de radio variable y radio fijo: El objetivo en los puntos de conteo es contar a los individuos una sola vez y constituye uno de los métodos más populares para estudiar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en las aves terrestres (Reynolds et al., 1980; Bibby et al., 1992; Ralph et al., 1996). A diferencia de los trayectos, los puntos de conteo son de longitud y velocidad cero, pero con conceptos y teorías similares. Los puntos de conteo requieren que un observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada, ya sea visual o auditivamente, o incluso como respuesta a una sesión de *playback* (Chávez–León y Velázquez 2004).

Los puntos de conteo de radio fijo fueron colocados de manera paralela a las redes de neblina en los puntos cuantitativos, es decir, un punto de conteo por red de neblina. Para evitar contar a un mismo individuo en puntos de conteo diferentes se realizaron recorridos aleatoriamente en las redes más distantes a diferentes horas, tanto en la mañana como en la tarde, abarcando una superficie circular de 25 m de radio contando todas las aves vistas o escuchas durante un periodo de 10 minutos, evitando contar en más de una ocasión a un mismo individuo (Ortega et al., 2012). Los puntos de conteo se ejecutaron de 06h00 a 11h00 y en la tarde de 15h00 a 18h00, durante tres días consecutivos.

Los puntos de conteo requieren del cumplimiento de los siguientes supuestos principales: a) las aves no se aproximan al observador o vuelan, b) las aves son 100 % detectables al observador, c) las aves no se mueven mucho durante el periodo de conteo (Hutto et al., 1986; Bibby et al., 1992).

Además, junto con los puntos de conteo se utilizó el registro auditivo de vocalizaciones en los horarios de 05h45-06h15 y al atardecer de 16h30-17h30, como parte esencial de los puntos de conteo, ya que es una técnica sugerida para estudiar aves en regiones de alta riqueza de especies (Parker, 1991).

Redes de neblina: Consiste en atrapar las aves para la estimación de la riqueza y diversidad de especies de sotobosque (DeSante & Geupel, 1987; Peach, Buckland & Baillie, 1990; Peach, 1992; Ralph y otros, 1996). Este método permitió detectar especies poco vocales o de difícil observación (Stouffer & Bierregaard, 1995; Remsen & Good, 1996). Las ventajas de esta metodología radican en la facilidad de usar y estandarizar, lo cual reduce el sesgo del observador y capacidad de detectar aves poco vocales, terrestres y crípticas (Blake & Loiselle, 2001).

Se estableció una estación de captura con 10 redes de neblina de 12 m x 2,5 m cada una por cada punto de muestreo, que fueron situadas en lugares de altas tasas de captura (a lo largo de un arroyo, cerca de un manantial y en otras áreas donde la vegetación es densa, etc.). El área de captura se estableció según los tipos de hábitats y la experiencia del investigador. Las redes fueron abiertas de 06h00 a 11h00 y en la tarde de 15h00 a 18h00 durante tres días consecutivos. Las aves que fueron capturadas se las identificó *in situ* y posteriormente los individuos fueron fotografiados, marcados con un corte pequeño al borde de una de las rectrices y liberados. Es importante especificar que las redes no fueron abiertas cuando existió lluvia (Villarreal et al., 2004).

De acuerdo con Ralph et al. (1996) y Manuwal y Carey (1991), para evitar el recuento de individuos de avifauna se realizó un corte en una pluma de la cola. La marcación fue realizada mediante un registro minucioso de cortes al final de sus plumas, tanto en las alas derecha e izquierda como en la cola, con el fin de evitar sesgos en la información.

Para la movilización de ejemplares desde las redes de neblina a la estación de revisión y fotografía, se empleó fundas de tela para evitar la manipulación directa durante el transporte de las especies. Todos los ejemplares capturados en este estudio fueron liberados. Este método, al presentar un espectro muestral muy limitado daría datos de riqueza de un sitio determinado. Por esto, se utilizó como metodología cualitativa.

Muestreo Cualitativo

Trayectos en línea: Este método consiste en caminar lentamente uno o varios trayectos o líneas de determinada longitud a través de uno o varios hábitats. Es importante que el observador atraviese el trayecto a una velocidad determinada, generalmente a 1 km/h. Sin embargo, detectar e identificar aves mientras se camina es un reto para las habilidades del observador, de tal modo que el método es sensible a sesgos en función de su experiencia y a factores que afectan la detectabilidad de las aves. Los censos de trayectos en línea pueden tomar diversas formas (Bibby et al., 1992; Wunderle, 1992; Ralph et al., 1996). Es importante estar en el sendero justo al amanecer (06:00-10:00) o en la tarde (16:00-18:00) (Villareal et al., 2004). Cada trayecto lineal se realizó durante cuatro horas en cada punto cualitativo, respetando las horas de mayor actividad mencionadas anteriormente.

Como parte de la metodología, cabe recalcar la importancia del diálogo con los guías locales, los que proveyeron información sobre aves observadas, cazadas, especies consumidas, zonas de mayor abundancia de aves, percepción de cambios en las poblaciones, nombres comunes, etc. Adicionalmente, el reconocimiento de las vocalizaciones de aves se efectuó mediante la publicación Bird Sounds of Ecuador (Moore, 2013) y de la web especializada en vocalizaciones de aves Xeno canto (<https://www.xeno-canto.org/>).

De acuerdo con lo antes citado, las especies de aves originadas mediante registros cualitativos (observación o detecciones visuales y grabaciones o registros auditivos) permiten conocer la composición de las comunidades presentes en una determinada localidad. Este método efectivo admite obtener listados de especies lo más completos y representativos posible. Es altamente eficiente, ya que maximiza la información obtenida por unidad de tiempo y esfuerzo y, además, permite obtener datos sobre el comportamiento, ecología e historia natural de las especies. Es por ello por lo que el presente estudio las analiza a nivel de riqueza, cuyo término hace referencia al número de las especies que integran una comunidad.

Sitios de Muestreo

A continuación, se incluyen en la tabla los sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. El mapa de sitios de muestreos se incluye dentro del anexo cartográfico (Anexo D. Cartografía 3.2-3 [Avifauna]). Adicionalmente, en la sección Anexos se puede revisar: Anexo B. Documentos de Respaldo, B.2 Biótico, B.2.1 Tablas Bióticas, B.2.2 Bases de Datos.

Tabla 3-76 Sitios de Muestreo de Avifauna

Sitio de Muestreo/ Localidad	Fecha de Muestreo	Código del Informe	Código Cartografía	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 S		Altitud (msnm)	Ecosistema (MAE 2013)	Tipo de Vegetación	Descripción de la Metodología
				Este (m)	Norte (m)				
Las Nieves-plataforma Eno Sur	07-09/11/2023	PMA-01-R	PMA-01-R	295442	9985570	309	Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá (BsTa01)	Bosque secundario muy intervenido. Alrededor existen cultivos de cacao y palma africana, potreros y pastizales.	Puntos de conteo de radio fijo y estaciones de redes de neblina. Cuantitativo
				295337	9985599	311			
		PMA-01-PC	PMA-01-PC	295521	9985559	302			
				295108	9985664	309			
	10/11/2023	POA-01	POA-01	295783	9986060	303		Área abierta con presencia de cultivos de palma africana y cacao junto con potreros y pastizales.	Trayectos en línea-cualitativo
				295692	9986130	298		Área abierta junto a la vía con presencia de cultivos de palma africana y cacao junto con potreros y pastizales.	Trayectos de línea-cualitativo
Al línea de flujo Eno Sur-Eno 2	10/11/2023	POA-02	POA-02	295111	9986337	293		Área abierta junto a la vía con presencia de cultivos de palma africana y cacao junto con potreros y pastizales.	Trayectos de línea-cualitativo
				292408	9987350	301			
Al línea de flujo Eno Norte-Eno 2	11/11/2023	POA-03	POA-03	292186	9989616	305		Área abierta junto a la vía con presencia de cultivos de palma africana y cacao junto con potreros y pastizales	Trayectos de línea-cualitativo
				292078	9987933	303			
Conambo-plataforma Eno Norte	11/11/2023	POA-04	POA-04	293152	9989616	304		Área intervenida con presencia de arbustos pequeños y cultivos de maíz	Trayectos de línea-cualitativo
				292664	9989668	307			

Simbología: PM: Punto de Muestreo; PO: Punto de observación; A: Avifauna

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 3-77 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Avifauna

Sitio de Muestreo/Localidad	Fecha de Muestreo	Código del Informe	Código Cartografía	Metodología	No. Red/No. Trampa/Transecto	Horas/Día	Horas/Total
Las Nieves-plataforma Eno Sur	07-09/11/2023	PMA-01-PC	PMA-01-R	Puntos de conteo de radio fijo	1 punto de conteo	8 h x 3 días	24 horas
	07-09/11/2023	PMA-01-R	PMA-01-R	Redes de neblina-cuantitativo	Estación 10 redes de neblina	8 h x 3 días	24 horas
	10/11/2023	POA-01	POA-01	Trayectos de línea-cualitativo	1 trayecto de línea de distancia variable	4 h x 1 día	4 horas
Al línea de flujo Eno Sur-Eno 2	10/11/2023	POA-02	POA-02	Trayectos de línea-cualitativo	1 trayecto de línea de distancia variable	4 h x 1 día	4 horas
Al línea de flujo Eno Norte-Eno 2	11/11/2023	POA-03	POA-03	Trayectos de línea-cualitativo	1 trayecto de línea de distancia variable	4 h x 1 día	4 horas
Conambo-plataforma Eno Norte	11/11/2023	POA-04	POA-04	Trayectos de línea-cualitativo	1 trayecto de línea de distancia variable	4 h x 1 día	4 horas
Simbología: PM: Punto de Muestreo; PO: Punto de Observación; A: Avifauna							

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Limitantes Metodológicas

Las metodologías detalladas en el presente trabajo pueden estar influenciadas por limitantes de origen físico como son las variaciones climáticas (lluvias fuertes), lo cual afecta la presencia y dinámica de las aves.

Sin embargo, se tomó medidas que contrarrestaron la limitante señalada. Por ejemplo, para el caso de las lluvias, lo que se hizo fue esperar que estas cesaran para reiniciar el muestreo. Bajo ningún concepto o limitante los trabajos fueron suspendidos y ningún punto de los planteados fue excluido a causa de las precipitaciones o factores ajenos o indirectos.

Mastofauna

Los mamíferos constituyen un elemento crítico en la biodiversidad terrestre, desempeñando un papel determinante desde una perspectiva ecológica y biológica. De acuerdo con Mammal Diversity Database (2023), aproximadamente 6495 especies de mamíferos componen esta clase de vertebrados, lo que los convierte en una de las más variadas en términos de adaptabilidad y diversidad. Estas especies se encuentran en una multitud de ecosistemas, abarcando desde selvas y desiertos, hasta montañas y hábitats acuáticos como océanos y mares.

En el caso particular del Ecuador, se observa una notable riqueza de mamíferos. De hecho, el país se encuentra en la cuarta posición a nivel global en diversidad de vertebrados y en primer lugar en cuanto a especies por unidad de área (Hutter et al., 2013). En Ecuador, se estima la presencia de 467 especies de mamíferos, agrupadas en 13 órdenes, 53 familias y 210 géneros (Tirira et al., 2023). Los murciélagos y roedores son los grupos taxonómicos más ricos en especies, con 179 y 134 especies respectivamente.

En los ecosistemas los mamíferos desempeñan roles fundamentales como la descomposición de materia orgánica, el reciclaje de nutrientes (Tirira, 2017), la herbivoría, la polinización (Kasso y Balakrishnan, 2013) y la dispersión de semillas. También juegan un papel como depredadores y presas y reguladores biológicos de otras especies (Lacher et al., 2019), siendo actores esenciales en las cadenas tróficas en las que se insertan.

Aunque su importancia ecológica es inmensa, los mamíferos también son valiosos bioindicadores, ya que muchas especies responden de manera sensible a las perturbaciones ambientales y cambios ecosistémicos (Capó, 2002; Helm et al., 2014; Hartung, 1995). Por tanto, resulta crucial evaluar las repercusiones de las acciones humanas en las poblaciones de mamíferos para poder diseñar y ejecutar estrategias efectivas para la preservación de los ecosistemas y la protección de la biodiversidad. Sin embargo, la falta de estudios poblacionales y biogeográficos ha llevado a un déficit de información sobre muchas especies (Cuesta et al., 2017), lo que subraya la necesidad de profundizar la investigación en este grupo para generar estrategias de conservación duraderas.

En el marco del presente estudio, se pretende llevar a cabo el levantamiento de información de la mastofauna para el Estudio Complementario al EsIA y PMA para la Fase de Desarrollo y Producción del Bloque 54 Eno-Ron. El propósito de esta tarea es determinar el estado de conservación de los ecosistemas que forman parte del área operativa de dicho Bloque. Al contrastar datos de investigaciones previas con los obtenidos en el monitoreo actual, se busca desentrañar la composición y estructura de la mastofauna en la zona de estudio. Finalmente, se realizará una evaluación de la sensibilidad de las distintas especies de mamíferos y se interpretarán posibles cambios que se hayan producido en el área de influencia del Bloque 54 Eno-Ron.

Validación y Justificación de la Metodología

El estudio de los mamíferos requiere una metodología específica que depende de las características de cada especie, tales como su patrón de actividad, su forma de locomoción, su uso del hábitat y su dieta. De acuerdo con Tirira (2017), esto implica que no es posible generalizar las metodologías de estudio. Los

criterios para el muestreo de mamíferos se basan en las teorías propuestas por Kunz & Parsons (2009), Voss y Emmons (1996), que han sido adaptados y modificados por investigadores en el país, tal como Suárez y Mena (1994), Albuja (2013) y Tirira (2017).

De forma general, se utilizan tres métodos para evaluaciones ambientales, siendo estas la captura de micromamíferos no voladores, la captura de quirópteros y recorridos de observación. El análisis de datos permite visualizar numéricamente la estructura de la comunidad de mamíferos presentes en las áreas de estudio, su riqueza y su diversidad en un periodo de tiempo determinado, lo que permite su monitoreo en el futuro (Arévalo, 2001).

Las metodologías de captura son utilizadas para obtener datos cuantitativos y están diseñadas para mamíferos de tamaño pequeño o mediano. Por ejemplo, para mamíferos voladores o quirópteros se utilizan redes de neblina, mientras que, para los micromamíferos no voladores, como los roedores, se utilizan trampas tipo Sherman, y las trampas Tomahawk son utilizadas para atrapar mesomamíferos.

Sin embargo, los mamíferos grandes no pueden ser capturados con trampas con cebos, por lo que se requiere de metodologías no invasivas como la colocación de cámaras trampa o recorridos de observación directa para el registro de sonidos, huellas y otros rastros.

Además, es importante tener en cuenta que las metodologías de captura también presentan limitaciones en cuanto a la representatividad de la comunidad de mamíferos. Por ejemplo, especies más pequeñas o de hábitos nocturnos pueden ser subestimadas en comparación con especies más grandes o diurnas. Por esta razón, es importante combinar diferentes métodos de muestreo para obtener una visión más completa de la comunidad de mamíferos en un área específica (Kunz & Parsons, 2009). Además, es importante aplicar las metodologías de muestreo en diferentes estaciones y en diferentes años para obtener una idea más precisa de la dinámica de la comunidad de mamíferos (Voss y Emmons, 1996).

En resumen, el muestreo de mamíferos es una tarea compleja que requiere una planificación cuidadosa y una adaptación a las características específicas de cada especie. Es importante tener en cuenta las limitaciones de cada metodología y combinar diferentes métodos para obtener una visión más completa de la comunidad de mamíferos en un área específica (Tirira, 2017).

Muestreo Cuantitativo

Redes de Neblina: Para el estudio de quirópteros se instalaron diez redes de neblina en cada uno de los puntos cuantitativos; cada una de 3 m de altura y 10 m de ancho, a lo largo de un transecto de 100 m aproximadamente. Las redes se mantuvieron operativas desde las 18h00 hasta las 22h00 durante tres noches consecutivas en cada sitio de muestreo y se revisaron cada 15 minutos.

Los lugares escogidos para la colocación de redes fueron espacios semiabierto en el bosque, tomando en cuenta sitios adecuados para el paso y forrajeo de murciélagos; estos sitios fueron seleccionados dependiendo de la presencia de especies arbóreas en épocas de floración o fructificación. Se tomó en cuenta también cuerpos de agua.

Los individuos capturados fueron registrados, identificados, fotografiados y liberados en el mismo sitio. Para evitar la recaptura de individuos, se realizó un pequeño corte del pelo a la altura de la espalda superior de cada individuo, una técnica de marcaje poco invasiva que se adapta a los cortos periodos de tiempo de muestreo.

Trampas Sherman y Tomahawk: Para el estudio de micromamíferos se emplearon 20 trampas Sherman y seis Tomahawk. Se estableció un transecto de aproximadamente 300 m con 10 estaciones donde se colocaron 2 trampas Sherman por estación con una separación de aproximadamente 30 metros entre ellas, mientras que las trampas Tomahawk se instalaron dentro del mismo transecto en seis estaciones, separadas entre ellas 50 metros aproximadamente con una trampa por estación.

Las trampas permanecieron activas durante tres días consecutivos y fueron revisadas una vez por día; a su vez, para su instalación se tomó en cuenta los distintos microhábitats, los ecotonos y sitios donde se presume la presencia de los animales buscados, como huecos de troncos o bajo arbustos. Como cebo se utilizó una mezcla de mantequilla de maní, esencia de vainilla, aceite de atún o hígado de bacalao puro y avena, además de semillas de girasol y diversos granos que resultan atractivos para algunos roedores (Wilson et al., 1996; Tirira, 1998).

Trampas de caída Pitfall: Se utilizó el método de trampas de caída pitfall para la captura de micromamíferos. Este método permite la recolección de varios individuos en un solo acto de muestreo. Para su instalación se emplearon seis baldes separados entre sí por 10 m aproximadamente; estos baldes fueron enterrados a nivel del suelo y cubiertos en sus bordes con hojarasca sobre la cual se colocó parte del cebo, ya que este puede resultar atractivo para roedores. Además, se instala una larga barrera verticalmente sobre los recipientes (generalmente de plástico o de metal de 0,50 m de altura) que pase por la mitad de los baldes y los conecte para facilitar la conducción de los animales hacia las trampas. Las trampas permanecieron activas por tres días/noches consecutivas por un total de 72 horas (Tabla 3-79). Es importante aclarar que en este estudio se trabajó con trampas secas, es decir, sin ninguna solución contenida en los baldes, para garantizar la supervivencia de los individuos capturados (Voss y Emmons, 1996; Tirira, 1998; Umetsu, Naxara y Pardini, 2006; Richter y Freegard, 2009; McCleery, Monadjem, Conner, Austin; Taylor, 2021).

Muestreo Cualitativo

Transectos de observación directa, huellas y rastros: Para el registro de macro y mesomamíferos se utilizaron transectos de observación cualitativa de longitud variable, dependiendo de las condiciones y accesibilidad del terreno (Tabla 3-79).

Los recorridos se realizaron indistintamente por la mañana desde las 8h00 hasta las 10h00 y por la tarde desde las 16h00 hasta las 18h00. Estos se encontraban separados de las estaciones asociadas de monitoreo cuantitativo para evitar interferencia en la posibilidad de captura de las trampas. Se utilizaron caminos y senderos para tener un transecto lo más lineal posible y fue recorrido a baja velocidad buscando huellas y otros rastros, así como buscando en los estratos de subdosel y dosel a posibles especies que podrían ocuparlos.

De este modo, durante estos trayectos y en la medida de lo posible se procuró abarcar los diferentes mosaicos de cobertura vegetal existentes; a su vez, se registraron las especies observadas y se identificaron los rastros encontrados; en los casos pertinentes, se grabó los sonidos de mamíferos para posteriormente poder identificarlos según Emmons, Ross y Whitney (1997).

Registro por cámaras-trampa: El foto-trampeo es un método que se refiere al uso de cámaras que al tener sensores de movimiento se activan automáticamente y capturan fotografías y videos de animales cuando estos pasan por su campo de detección. Esta técnica no invasiva es fundamental para los muestreos de mastofauna, ya que ha demostrado ser altamente eficiente para registrar mediante evidencia clara y objetiva (fotografías y videos) la presencia de especies de mamíferos terrestres medianos y grandes en un lugar.

Se instalaron dos cámaras trampa con una distancia aproximada entre ella de 50 m que permanecieron en funcionamiento por tres días consecutivos (72 horas) en el punto de muestreo cuantitativo (plataforma Eno Sur). Para su instalación, con la finalidad de maximizar el éxito de este tipo de trampeo, se seleccionaron lugares estratégicos, como caminos de animales, sitios donde se observaron rastros o donde se identificó la presencia de alimento consumido por mamíferos (como ciertos frutos del bosque), etc. Finalmente, en la cercanía de las dos trampas cámara, se colocaron cebos constituidos principalmente por atún, puesto que se ha demostrado que el uso de este alimento como atrayente incrementa la probabilidad de detectar algunas especies, especialmente de carnívoros (Tirira, 1998; Rovero, Tobler y Sanderson, 2010; Randler, Katzmaier, Kalb, Kalb y Gottschalk, 2020).

Sitios de Muestreo

En la tabla a continuación, se incluyen los sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. El mapa de sitios de muestreo se incluye dentro del anexo cartográfico (Anexo D. Cartografía 3.2-4 [Mastofauna]). Adicionalmente, en la sección Anexos se puede revisar: Anexo B. Documentos de Respaldo, B.2 Biótico, B.2.1 Tablas Bióticas, B.2.2 Bases de Datos.

Tabla 3-78 Sitios de Muestreo de Mastofauna

Sitio de Muestreo/ Localidad	Fecha de Muestreo	Código del Informe	Código Metodología	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 S		Altitud (msnm)	Ecosistema (MAE 2013)	Tipo de Vegetación	Metodología Utilizada	
				Este (m)	Norte (m)					
Las Nieves-plataforma Eno Sur	07-09/11/2023	PMM-01	PMM-01-RN	295444	9985576	309	BsTa01	Bosque secundario muy intervenido	Cuantitativo (redes de neblina)	
				295343	9985587	309			Cuantitativo (trampas pitfall)	
			PMM-01-P	295385	9985618	310			Cuantitativo (trampas Sherman y Tomahawk)	
				295344	9985658	311			Trampas cámara	
			PMM-01-TS	295464	9985577	309			Área abierta con presencia de cultivos de palma africana y cacao junto con potreros y pastizales.	Recorridos de observación-Cualitativo
				295306	9985677	309				Recorridos de observación-Cualitativo
	10/11/2023	POM-01	POM-01	295446	9985647	309		Área abierta junto a la vía con presencia de cultivos de palma africana y cacao junto con potreros y pastizales.	Recorridos de observación-Cualitativo	
				295402	9985655	311				
	10/11/2023	POM-02	POM-02	295710	9986093	303		Área abierta junto a la vía con presencia de cultivos de palma africana y cacao junto con potreros y pastizales.	Recorridos de observación-Cualitativo	
				295629	9986129	298				
Al línea de flujo Eno Sur-Eno 2	10/11/2023	POM-02	POM-02	295204	9986164	293	Área abierta junto a la vía con presencia de cultivos de palma africana y cacao junto con potreros y pastizales.	Recorridos de observación-Cualitativo		
				293659	9986328	301				
Al línea de flujo Eno Norte-Eno 2	11/11/2023	POM-03	POM-03	292770	9989629	305	Área abierta junto a la vía con presencia de cultivos de palma africana y cacao junto con potreros y pastizales.	Recorridos de observación-Cualitativo		
				292079	9987931	303				
Conambo-plataforma Eno Norte	11/11/2023	POA-04	POA-04	293155	9989623	304	Área intervenida con presencia de arbustos pequeños y cultivos de maíz	Recorridos de observación-Cualitativo		
				292842	9989619	307				

Significado: BsTa01-Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá; Al: área de Influencia

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 3-79 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Mastofauna

Sitio de Muestreo/ Localidad	Fecha de Muestreo	Código del Informe	Código Cartografía	Metodología	N.º Red/N.º Trampa/Transecto	Horas/día	N.º de Personas	Horas/ Total
Las Nieves- plataforma Eno Sur	07- 09/11/2023	PMM-01	PMM-01-R	Redes de neblina	Redes x 10 (12 x 3 m c/u)	3 noches efectivas/4 horas	2	120 horas
			PMM-01-P	Trampas pitfall	Pitfall x 6 (50 m)	3 días/noches efectivas/24 horas	2	432 horas
			PMM-01-TS	Trampas Sherman y Tomahawk	Sherman (20), Tomahawk (6)	3 días/noches consecutivos/24 horas	2	1872 horas
		PMM-CT-01	PMM-CT-01	Cámaras trampa	Dos cámaras trampa	3 días/noches consecutivos/24 horas	2	144 horas
	PMM-CT-02	PMM-CT-02	Cámaras trampa	Dos cámaras trampa	3 días consecutivos/24 horas	2	144 horas	
	10/11/2023	POM-01	POM-01	Transecto de observación	Transecto ~ 1 km	1 día/4 horas-hombre	2	8 horas
Al línea de flujo Eno Sur-Eno 2	10/11/2023	POM-02	POM-02	Transecto de observación	Transecto ~ 1,7 km	1 día/4 horas-hombre	2	8 horas
Al línea de flujo Eno Norte-Eno 2	11/11/2023	POM-03	POM-03	Transecto de observación	Transecto ~ 2,5 km	1 día/4 horas-hombre	2	8 horas
Conambo- plataforma Eno Norte	11/11/2023	POM-04	POM-04	Transecto de observación	Transecto ~ 0,7 km	1 día/4 horas-hombre	2	8 horas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Limitantes Metodológicas

Las estrategias de muestreo que se emplean para recopilar información tanto cuantitativa como cualitativa están especialmente diseñadas para animales de tamaño pequeño a mediano. Para los quirópteros o mamíferos voladores se usan las redes de neblina. Para micromamíferos terrestres, como los roedores, se usan trampas Sherman, mientras que las trampas Tomahawk están diseñadas para capturar mesomamíferos. Sin embargo, para los mamíferos más grandes que no pueden ser capturados con trampas cebo, se necesitan técnicas no invasivas como el uso de cámaras trampa o seguimientos directos para documentar sonidos, huellas y otros indicios.

Es crucial considerar que las estrategias de captura también tienen limitaciones en términos de cómo representan a la comunidad de mamíferos. Las especies más pequeñas o nocturnas pueden ser subrepresentadas en comparación con las más grandes o las diurnas. Por lo tanto, es esencial combinar varios métodos de muestreo para obtener una perspectiva más amplia de la comunidad de mamíferos en un área dada (Kunz & Parsons, 2009). Además, para obtener una comprensión más precisa de la dinámica de la comunidad de mamíferos es crucial implementar estrategias de muestreo en diferentes estaciones del año y a lo largo de múltiples años (Voss y Emmons, 1996).

Los métodos presentados en este estudio son efectivos para monitorear a los mamíferos silvestres, pero pueden tener limitaciones debido a factores externos, como las variaciones climáticas y de tiempo. Por ejemplo, la presencia de precipitaciones puede disminuir la eficacia de las redes de neblina, dado que la actividad de los quirópteros decrece notablemente durante la lluvia. Esto también pone en peligro a los individuos atrapados en las redes debido a la disminución de su temperatura corporal. Por lo tanto, se interrumpió el muestreo cuando existió la presencia de lluvias, continuando con este una vez que las precipitaciones terminaron, completando las horas de esfuerzo de muestreo. Se ha observado que la eficiencia de las trampas Sherman y Tomahawk puede verse comprometida debido a que el cebo que se utiliza es atractivo para grupos de artrópodos, como las hormigas, que pueden consumirlo y disuadir a los micromamíferos que buscan alimento.

Herpetofauna

La Amazonía ecuatoriana es una de las regiones más diversas del mundo debido a varias características como a la complejidad de ecosistemas presentes, su densa cobertura y variada topografía. Esto ha hecho que la región sea catalogada como una de las reservas bióticas más importantes del mundo y desempeña un papel crucial en la regulación del clima global como sumidero de carbono (Zuquim et al., 2020; Hoorn et al., 2010). Las selvas tropicales mantienen gran cantidad de servicios ecosistémicos, como provisión de madera, hábitat para la vida silvestre, secuestro de carbono, alimento, medicina, etc., por lo que su conservación es necesaria para la sostenibilidad global (Hoorn et al., 2010).

En este ecosistema, uno de los grupos de fauna que destaca por su diversidad y relevancia ecológica es el grupo de anfibios y reptiles (herpetofauna). La Amazonía ecuatoriana alberga una gran variedad de especies de anfibios y reptiles, muchas de las cuales son endémicas y aún desconocidas para la ciencia (Elmer & Cannatella 2008; Hoorn et al., 2010). Estos organismos desempeñan un rol fundamental en la cadena trófica de los elementos, ya que actúan como consumidores y presas, ayudan a mantener el equilibrio biológico en las poblaciones y contribuyen al control de plagas y enfermedades (Duellman & Trueb 1994; Vitt & Caldwell 2014). Por otra parte, ciertos grupos de anfibios son considerados como indicadores de la calidad del hábitat debido a sus características fisiológicas que los hacen particularmente sensibles a la contaminación y a pequeñas alteraciones en su entorno natural (Pough 1983, Vitt & Caldwell 2014). En la actualidad, estos grupos biológicos se han convertido en fuente importante de recursos, ya que su estudio ha permitido desarrollar medicamentos y sustancias utilizadas en el tratamiento de enfermedades que contribuyen al bienestar y a mejorar la calidad de vida de los seres humanos (Ron et al., 2022).

Lamentablemente, estos organismos se enfrentan a un rápido proceso de disminución en sus poblaciones y lo más preocupante es que las causas específicas de su desaparición no son del todo claras. No obstante, se ha identificado factores que podrían estar relacionados con esta disminución como el aumento de la temperatura global, la aparición de enfermedades emergentes, incremento de la frontera agrícola y actividades antrópicas en los ecosistemas (Foster 2001, Malcolm et al., 2006; Voyles et al., 2009).

Validación y Justificación de la Metodología

Las metodologías para la identificación de las poblaciones de anfibios y reptiles que habitan en el área son ampliamente utilizadas para estudios de inventarios y muestreos ajustados a periodos de tiempos cortos. En este documento se hace referencia al manual para el monitoreo de anfibios en Latinoamérica (Lips et al., 2000), así como al manual de métodos estandarizados para anfibios (Heyer et al., 1994).

Muestreo Cuantitativo

Transectos lineales: Esta metodología consiste en la delimitación de bandas longitudinales con una dimensión preestablecida de acuerdo con el área de estudio. En este caso, para el punto de muestreo cuantitativo (PMH-01) se establecieron cuatro transectos de 100 m de largo x 4 m de ancho aproximadamente. Cada transecto fue ubicado conforme la gradiente de mayor variabilidad de microhábitats con el objetivo de cubrir la mayor cantidad de hábitats. En cada uno de los transectos se efectuó una búsqueda minuciosa de anfibios y reptiles entre la vegetación, bajo troncos caídos, hojarasca, bajo piedras, etc., con el objetivo de registrar la mayor cantidad de especies (Heyer et al., 1994). Los transectos fueron recorridos por tres días en horario diurno (8h00-12h00) y nocturno (19h00-23h00). Todos los individuos capturados fueron transportados en bolsas plásticas (anfibios) y de tela (reptiles) para su identificación y registro fotográfico. Para evitar el recuento de individuos, los animales fueron liberados después del último día de muestreo.

Muestreo Cualitativo

Registros por encuentros visuales (REV): Esta metodología fue aplicada en transectos de longitud variable dependiendo de las condiciones y accesibilidad del terreno, con recorridos de 5 horas en un día, empleándose un muestreo más extensivo en zonas naturales mejor conservadas. Es importante destacar que las áreas de estudio donde se realizaron los recorridos y/o transectos estuvieron directamente relacionadas con las áreas de influencia de plataformas y áreas circundantes al trazado de las líneas de flujo, LT y oleoducto secundario. De manera complementaria, se aplicó la técnica de registros auditivos, específicamente para anuros (machos vocalizando) que habitan en el dosel y en sitios donde la accesibilidad es limitada. La herpetofauna fue identificada por avistamientos y capturas temporales (Lips & Reaser, 2000).

Cabe señalar que la manipulación de anfibios y reptiles en campo se realizó solo por el experto para preservar la integridad de los ejemplares y no exponer al personal local acompañante. La necesidad de su captura va ligada a aspectos como toma de fotografías, identificación y evitar el recuento de individuos dando robustez a los resultados de cualquier investigación. Menos de una semana en cautiverio es considerado un tiempo corto de captura, el cual realizado de manera adecuada no influye negativamente en el bienestar del animal, ya que por su naturaleza ectotérmica tiene un metabolismo desacelerado en comparación con las aves o mamíferos, por lo que pueden estar largos periodos de tiempo sin alimentarse. Es así como el tiempo en el que fueron mantenidos en el campamento base fue de tres días, que no compromete de ninguna manera su salud por falta de alimentación.

Las recomendaciones para mantener a anfibios y reptiles en cortos periodos de tiempo se basan en mantener la temperatura, humedad y condiciones de iluminación (Beaupre et al., 2004; Pough, F. H., 1991; Eekhout, X., 2010). La humedad se mantiene al colocarlos en recipientes (un individuo por recipiente) con toallas de papel humedecidas que son cambiadas diariamente, esta toallas también son usadas por los animales para que tengan donde esconderse; para mantener su temperatura, se guardan los recipientes

en lugares frescos como *coolers*, los cuales están bajo la sombra; las condiciones de luz se controlan al mantenerlos en lugares sin luz directa que pueda incrementar la temperatura del recipiente, y en el caso de las especies nocturnas se los mantiene en lugares alejados de ruidos durante sus horas de actividad.

Sitios de Muestreo

A continuación, se incluyen en la tabla los sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. El mapa de sitios de muestreo se incluye dentro del anexo cartográfico (Anexo D. Cartografía 3.2-5 [Herpetofauna]). Adicionalmente, en la sección Anexos se puede revisar: Anexo B. Documentos de Respaldo, B.2 Biótico, B.2.1 Tablas Bióticas, B.2.2 Bases de Datos.

Página en blanco

Tabla 3-80 Sitios de Muestreo de Herpetofauna

Sitio de Muestreo/ Localidad	Fecha de Muestreo	Código del Informe	Código Metodología	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 S		Altitud (msnm)	Ecosistema (MAE 2013)	Tipo de Vegetación	Descripción de la Metodología
				Este (m)	Norte (m)				
Las Nieves-plataforma Eno Sur	07-09/11/2023	PMH-01	PMH-01-T1 I	295190	9985588	308	BsTa01	Bosque secundario muy intervenido	Transectos lineales
			PMH-01-T1 F	295113	9985483	307			
	07-09/11/2023		PMH-01-T2 I	295106	9985484	307	BsTa01	Bosque secundario muy intervenido	
			PMH-01-T2 F	295086	9985615	310			
	07-09/11/2023		PMH-01-T3 I	295197	9985563	308	BsTa01	Bosque secundario muy intervenido	
			PMH-01-T3 F	295304	9985505	310			
	07-09/11/2023		PMH-01-T4 I	295325	9985589	310	BsTa01	Bosque secundario muy intervenido	
			PMH-01-T4 F	295456	9985582	309			
10/11/2023	POH-01	POH-01 Inicio	295723	9986079	301	BsTa01	Bosque secundario muy intervenido	Recorrido por encuentros visuales (REV)	
		POH-01 Fin	295819	9986133	307				
Al línea de flujo Eno Sur-Eno 2	10/11/2023	POH-02	POH-02 Inicio	295111	9986327	309	BsTa01	Bosque secundario muy intervenido	Recorrido por encuentros visuales (REV)
			POH-02 Fin	292467	9987202	305			
Al línea de flujo Eno Norte-Eno 2	11/11/2023	POH-03	POH-03 Inicio	292843	9989699	294	BsTa01	Bosque secundario muy intervenido	Recorrido por encuentros visuales (REV)
			POH-03 Fin	292089	9987912	299			
Conambo-plataforma Eno Norte	11/11/2023	POH-04	PT0H-04 Inicio	292995	9989587	301	BsTa01	Bosque secundario muy intervenido	Recorrido por encuentros visuales (REV)
			PT0H-04 Fin	292859	9989729	310			
Simbología: PMH: Punto de Muestreo de Herpetofauna Cuantitativo; POH: Punto de Observación de Herpetofauna Cualitativo; REV: Relevamiento por Encuentro Visual.									

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 3-81 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Herpetofauna

Sitio de Muestreo/ Localidad	Fecha de Muestreo	Código del Informe	Descripción de la Metodología	Transecto	Horas/Día	Horas/Total
Las Nieves-plataforma Eno Sur	07-09/11/2023	PMH-01	Transectos lineales	4 transectos de 100 m x 4 m	8 horas x 3 días	24 horas
	07-09/11/2023					
	07-09/11/2023					
	07-09/11/2023					
	10/11/2023	POH-01	Recorrido por encuentros visuales (REV)	1 transecto ~ 700 m	5 horas x 1 día	5 horas
Al línea de flujo Eno Sur-Eno 2	10/11/2023	POH-02	Recorrido por encuentros visuales (REV)	1 transecto ~ 3200 m	5 horas x 1 día	5 horas
Al línea de flujo Eno Norte-Eno 2	11/11/2023	POH-03	Recorrido por encuentros visuales (REV)	1 transecto ~ 2700 m	5 horas x 1 día	5 horas
Conambo-plataforma Eno Norte	11/11/2023	POH-04	Recorrido por encuentros visuales (REV)	1 transecto ~ 700 m	5 horas x 1 día	5 horas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Limitantes Metodológicas

Durante la fase de campo, al realizar los muestreos cuantitativo y cualitativo se presentaron precipitaciones, lo que influyó en una mayor actividad de los anfibios anuros, sobre todo en vocalizaciones.

Entomofauna

El estudio de los insectos permite conocer la productividad, los niveles de contaminación acuática, atmosférica y, a su vez, el estado de conservación de los ecosistemas, gracias al hecho de que sus poblaciones se encuentran directamente relacionadas con los intercambios genéticos, biomasa y energía transferida en los ecosistemas (Brown, 1991); asimismo, es importante identificar las especies de insectos indicadoras en los distintos ecosistemas, cuyas poblaciones permitirán determinar el estado de conservación de un ambiente por su continuidad en el tiempo mediante los monitoreos periódicos (Nilsson S., 1994).

Las poblaciones de insectos presentes en los distintos ecosistemas tienen vital importancia para mantener el equilibrio ecológico debido a su participación en procesos ecológicos, tales como la translocación de energía, la polinización, dispersión de poblaciones vegetales, la herbivoría, entre otros (Borror, 2004).

Los escarabajos copronecrófagos, dentro del grupo de los Coleópteros, son considerados de importancia bioindicadora, porque presentan varias relaciones intraespecíficas. Una de las características más importantes en la biología de los coleópteros coprófagos es la relocalización del recurso, que implica el uso del alimento como sustrato para nidificación y/o alimentación (Halffter G., 1966). Los escarabajos coprófagos, según el método de relocalización del alimento, se clasifican en tres grupos funcionales: endocópridos o moradores, paracópridos o cavadores y telecópridos o rodadores (Halffter, 1982; Noriega, 2015). Dependiendo del tipo de especie de escarabajo pelotero varía la cantidad de bolas de crías, así como la arquitectura y complejidad del nido donde depositan sus huevos para su desarrollo.

Las especies de escarabajos copronecrófagos (orden Coleoptera-familia Scarabaeidae), por su biología están directamente relacionadas con la estructura de las distintas comunidades de fauna existentes en un hábitat; por ello, este grupo presenta distintos grados de especialización a un determinado tipo de recurso alimenticio (Davis, 2001). Esta especialización permitió proponer a los escarabajos copronecrófagos como grupo bioindicador de perturbaciones en los diferentes hábitats (Celi, 2001), demostrando que la pérdida de cobertura vegetal, producto de la deforestación, incide en disminución de la riqueza de especies en esta familia (Escobar, 2004).

Los escarabajos estercoleros, debido a su sensibilidad a los cambios en el ecosistema son considerados como un grupo bioindicador en la evaluación de los cambios producidos por la actividad antrópica en ecosistemas naturales, además de que estos permiten una fácil estandarización de los métodos para su recolección (Celi, 2001), así como por su estrecha relación con los mamíferos (silvestres y domésticos), pues dependen de sus excrementos para su alimentación y nidificación, cumpliendo un papel muy importante en el funcionamiento de los ecosistemas.

Los lepidópteros son considerados bioindicadores de calidad de bosque debido a que reaccionan rápidamente ante cualquier cambio ambiental y sus respuestas son fáciles de medir. Debido a su regulación ectotérmica, son susceptibles a cambios en el clima, como la temperatura, la humedad y la luz. Factores que son altamente influenciados cuando existe alteración en el hábitat. Asimismo, son sensibles a los cambios vegetacionales, ya que dependen de sus plantas hospederas para su ciclo de vida (Checa et al., 2014; Checa, 2013).

Validación y Justificación de la Metodología

Muestreo Cuantitativo

Trampas pitfall: Para la colecta de escarabajos copronecrófagos se empleó la metodología de transectos y trampas pitfall vivas, para lo cual en las estaciones de muestreo se estableció un transecto de 200 m de largo por 4 m de ancho, donde se colocaron 11 estaciones de trampas pitfall vivas en cada transecto dispuestas cada 20 m de distancia, conformando un total de 22 trampas. De estas, 11 trampas fueron cebadas con excremento humano y 11 trampas, con carroña (camarón en descomposición) (Carvajal, 2011). La actividad de cada trampa fue de 48 horas (Figuroa y Alvarado, 2011) y fueron revisadas diariamente procediendo a la identificación, tabulación y liberación de los individuos de fácil determinación, colectando únicamente aquellos individuos que no puedan ser identificados *in situ*; una vez transcurridas las 48 horas, las trampas fueron retiradas. Los detalles de la metodología empleada constan en el *Manual de técnicas de colecta y preservación de invertebrados* (Márquez, 2005). Históricamente, las trampas de caída con cebos han sido utilizadas desde 1980, en ese entonces conocidas como coprotrampas y necrotrampas, cuya intención era atraer y capturar insectos afines a los cebos que se utilizaron en la colecta y el estudio de una gran diversidad de insectos debido a que su diseño permite colectar de manera sistemática por largos periodos de tiempo (Morón y Terrón, 1984).

Trampas Van Someren Rydon (VSR): Además, en cada punto de muestreo se colocaron once trampas Van Someren Rydon (VSR) para capturar mariposas (Brown & Freitas, 2000), en un transecto de 200 m de longitud por 2 m de ancho, distanciadas 20 m entre sí y a una altura aproximada de 1,50 m desde el suelo (Villarreal y otros, 2006). Para atraer a las mariposas, en cada trampa se colocaron cebos compuestos por pescado y frutas en descomposición fermentados con levadura. Este método es bastante sencillo y muy utilizado para la captura de mariposas diurnas. Para mejorar la acción de los cebos, es recomendable que las trampas duren por lo menos 48 horas en su lugar de instalación, y la revisión debe hacerse periódicamente (De Vries, 1987). Las trampas VSR fueron situadas en lugares con poca incidencia de luz solar, con un dosel alto y penetrable, de manera que permita extender los toldos para la captura de mariposas.

Debido a que la metodología de trampas pitfall y Van Someren tienen un periodo de acción de 48 horas, los individuos fueron contabilizados una vez que el tiempo de acción de las trampas y el tiempo destinado al punto de muestreo finalizó; de esta manera, se tiene la información certera sobre la abundancia del punto de muestreo.

Muestreo Cualitativo

Para el muestreo cualitativo, se realizaron recorridos de observación directa y colecta manual en un rango de distancia de 500 m de longitud (Carvajal, Villamarín-Cortez & Ortega, 2011); todos los individuos observados fueron registrados fotográficamente, se recorrieron los distintos tipos de vegetación que se halló dentro del área de estudio, se tomó el tiempo de permanencia en cada una de ellas y la hora en que se recorre. Esta técnica se enfoca en puntos o sitios óptimos para la presencia de insectos, por lo que se requiere experiencia y conocimiento, tanto del área de muestreo como de las posibles especies presentes (Pozo, Llorente-Bousquets, Luis, Vargas & Salas, 2005). La colecta directa en plantas, hojarasca y suelo es apoyada frecuentemente por una red de barrido en la cual caen insectos que están sujetos a las plantas, ya que muchos de ellos tienen la conducta de dejarse caer cuando se encuentran en peligro. De acuerdo con la metodología, se procede a barrer la vegetación arbustiva en varias plantas por periodos cortos de tiempo con intervalos de 10 minutos hasta completar una hora (Márquez, 2005).

Identificación de Especies

Dentro de la identificación de especies, se manejará los siguientes códigos taxonómicos:

sp: Aquellos individuos que fueron identificadas hasta nivel de género y morfoespecie.

Flia: Individuos pertenecientes a otros órdenes de insectos registrados en los puntos cualitativos.

Sitios de Muestreo

A continuación, se incluyen en la tabla los sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. El mapa de sitios de muestreos se incluye dentro del anexo cartográfico (Anexo D. Cartografía 3.2-6 [Entomofauna]). Adicionalmente, en la sección Anexos se puede revisar: Anexo B. Documentos de Respaldo, B.2 Biótico, B.2.1 Tablas Bióticas, B.2.2 Bases de Datos.

Página en blanco

Tabla 3-82 Sitios de Muestreo de Entomofauna

Sitio de Muestreo/ Localidad	Fecha de Muestreo	Código del Informe	Código Metodología	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 S		Altitud (msnm)	Ecosistema (MAE 2013)	Tipo de Vegetación	Metodología Utilizada
				Este (m)	Norte (m)				
Las Nieves-plataforma Eno Sur	07-09/11/2023	PME-01	PME-01_TP	295433	9985635	309	BsTa01	Bosque secundario muy intervenido	Cuantitativo (trampas pitfall)
				295273	9985595	309			
			PME-01_VSR	295265	9985596	310	BsTa01		Cuantitativo (Van Someren Rydon)
				295131	9985585	311			
	10/11/2023	POE-01	POE-01	295783	9986043	303	BsTa01	Área abierta con presencia de cultivos de palma africana y cacao junto con potreros y pastizales.	Recorridos de observación-Cualitativo
				295609	9986132	298			
Al línea de flujo Eno Sur-Eno 2	10/11/2023	POE-02	POE-02	295162	9986335	293	BsTa01	Área abierta junto a la vía con presencia de cultivos de palma africana y cacao junto con potreros y pastizales.	Recorridos de observación-Cualitativo
				292285	9987560	301			
Al línea de flujo Eno Norte-Eno 2	11/11/2023	POE-03	POE-03	292690	9989655	305	BsTa01	Área abierta junto a la vía con presencia de cultivos de palma africana y cacao junto con potreros y pastizales	Recorridos de observación-Cualitativo
				292467	9987660	303			
Conambo-plataforma Eno Norte	11/11/2023	POE-04	POE-04	293133	9989665	304	BsTa01	Área intervenida con presencia de arbustos pequeños y cultivos de maíz	Recorridos de observación-Cualitativo
				292836	9989617	307			
Simbología: BsTa01-Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá; Al: área de Influencia									

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 3-83 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Entomofauna

Sitio de Muestreo/Localidad	Fecha de Muestreo	Código del Informe	Código Cartografía	Metodología	No. Red/No. Trampa/Transecto	Horas/día	Horas/Total
Las Nieves-plataforma Eno Sur	07-09/11/2023	PME-01	PME-01_TP	Trampas pitfall	22 copronecrotrampas, 11 trampas cebadas con carroña, 11 trampas cebadas con heces	24 horas x 2 días	1056 horas
	07-09/11/2023		PME-01_VSR	Trampas VSR	11 redes aéreas, 5 trampas cebadas con carroña, 5 trampas cebadas con fruta fermentada	24 horas x 2 días	528 horas
	10/11/2023	POE-01	POE-01	Trayectos de línea-cualitativo	1 trayecto de línea de distancia variable	4 h x 1 día	4 horas
Al línea de flujo Eno Sur-Eno 2	10/11/2023	POE-02	POE-02	Trayectos de línea-cualitativo	1 trayecto de línea de distancia variable	4 h x 1 día	4 horas
Al línea de flujo Eno Norte-Eno 2	11/11/2023	POE-03	POE-03	Trayectos de línea-cualitativo	1 trayecto de línea de distancia variable	4 h x 1 día	4 horas
Conambo-plataforma Eno Norte	11/11/2023	POE-04	POE-04	Trayectos de línea-cualitativo	1 trayecto de línea de distancia variable	4 h x 1 día	4 horas
Simbología: PM: Punto de Muestreo; PO: Punto de Observación; E: Entomofauna							

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Limitantes Metodológicos

Las metodologías detalladas en el presente trabajo bajo ningún concepto o limitante fueron suspendidas y ningún punto de los planteados fue excluido a causa de las precipitaciones o factores ajenos o indirectos.

3.2.4.3 Fauna Acuática

3.2.4.3.1 Caracterización del Paisaje

A continuación, se realiza la descripción de los puntos de muestreo cuantitativos que se establecieron en el presente estudio. Las descripciones consideran la presencia de aguas turbias causadas por un incremento en el caudal del río, arrastrando sedimentos (provocado por precipitaciones en días anteriores al muestreo) y ríos de aguas negras, los cuales son ríos que se forman en la cuenca baja de los trópicos y poseen una coloración oscura por la presencia de fenoles.

PMI-01/PMMA-01: Quebrada de aguas turbias. Estero de 2 m de amplitud de cauce, con una profundidad de 50 cm, con sustrato lodoso, materia orgánica y aguas negras. Presenta hojarasca y ramas sumergidas. Sus orillas muestran vegetación dominada por plantas arbustivas y pequeños parches de bosque semiconservado. Su lecho se encuentra formado de barro.

PMI-02/PMMA-02: Estero de 0,30 m de amplitud de cauce, con una profundidad de 0,10 m, con sustrato lodoso, piedras, materia orgánica y abundante vegetación marginal. En este punto no se aplicó técnicas de muestreo de ictiofauna y no se obtuvo registros de macroinvertebrados debido a las condiciones del cuerpo de agua.

PMI-03/PMMA-03: Quebrada de aguas turbias. Presenta un nivel de corriente bajo. Quebrada de 3 m de amplitud de cauce, con una profundidad de 40 a 60 cm, con sustrato arenoso, materia orgánica, piedras y palizada.

PMI-04/PMMA-04: Río de aguas negras de 5 m de ancho y 1-1,5 m de profundidad de cauce, compuesto por lodo y abundante cobertura vegetal.

PMI-05/PMMA-05: Río de aguas negras de 5 m de ancho y 30 cm a 1 m de profundidad de cauce, compuesto por arena, piedras y lodo.

PMI-06/PMMA-06: Quebrada con una amplitud de cauce de 2 m de ancho y entre 1 y 1,5 m de profundidad. Se caracteriza por presentar un nivel de corriente bajo y visibilidad media. El lecho está conformado de rocas, arena y fango. Presenta raíces sumergidas. Sus orillas muestran poca vegetación dominada por herbáceas.

3.2.4.3.2 Criterios Metodológicos

Fase de Gabinete

Curva de Acumulación

Las curvas de acumulación de especies están diseñadas para determinar si las muestras tomadas en los puntos de estudio son representativas. Indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad a través de la relación de las especies capturadas o unidad de muestreo (eje de las abscisas x) y su abundancia de captura (eje de las coordenadas y). A medida que el número de especies crece, la probabilidad de añadir una nueva disminuye de manera proporcional hasta llegar a 0. Cuando la curva de acumulación es asintótica revela que el número de especies no se incrementará a pesar de que se aumenten las unidades de muestreo. Según Magurran (2004), el esfuerzo puede ser el número de individuos recolectados o una medida sustituta, como el número acumulativo de muestras o el tiempo de muestreo. Según Jiménez y Hortal (2003), al construir una curva de acumulación de especies, lo primero que se debe decidir es la manera en la que se va a cuantificar el esfuerzo de muestreo. El número medio

de individuos colectados puede ser una medida indirecta del esfuerzo de muestreo: a mayor esfuerzo, mayor número de individuos capturados (a veces, las curvas de acumulación basadas en individuos son empleadas para rarificar y, por tanto, en ocasiones se las ha denominado curvas de rarefacción; esto adolece de varios problemas como la pérdida importante de datos). Sin embargo, si se quiere aportar una serie de recomendaciones sobre la planificación del muestreo para otros investigadores, es preferible expresar el esfuerzo como unidades de muestreo (Moreno & Halffter, 2001). Las unidades de muestreo pueden ser horas de observación, número de trampas, etc. Otras veces son unidades más complejas, como las empleadas en Coddington et al. (1996), Toti et al. (2000) y Jiménez-Valverde & Lobo (2004), en donde cada unidad representa un conjunto complementario de métodos diferentes de muestreo, cada uno empleado durante un tiempo concreto y en ocasiones por personas diferentes. Cuando se cuenta con fuentes de datos heterogéneas (datos procedentes de campañas de muestreo, citas bibliográficas, especímenes de colecciones públicas y privadas, etc.) sobre la fauna de una determinada zona, es posible agrupar estos datos en unidades más o menos equivalentes de esfuerzo de manera exitosa para poder evaluar así el inventario resultante (ver ejemplos y discusión de la aplicación de esta medida en Lobo & Martín Piera, 2002; Hortal & Lobo, 2002).

Para los componentes de fauna acuática se utilizarán como unidades de muestreo los cuerpos de agua estudiados y el índice Chao 1 para estimar la riqueza.

Índice Chao 1

En adición a lo explicado anteriormente para las curvas de acumulación, para el caso de muestreos de ictiofauna (únicamente datos cuantitativos) se utilizó el estimador Chao 1, índice que estima el número de especies en una comunidad ponderando el número de especies raras presentes en la comunidad, por lo que es muy sensible a la cantidad de especies raras registradas. Su fórmula es (Moreno C. E, 2001):

$$S_{Chao1} = S_{obs} + \frac{F_1^2}{2F_2}$$

Donde:

Sobs representa el total de especies registradas,

F1 es el número de especies registradas por un solo individuo (*singletons*) y

F2 es la cantidad de especies representadas en la muestra por dos individuos (*doubletons*).

El estimador Chao 1 proporciona una medida de eficiencia del muestreo al comparar la riqueza observada frente a la diversidad regional estimada.

Al igual que para los datos cualitativos, para obtener la curva de acumulación se utilizaron los datos estimados e intervalos de confianza proporcionados por el programa EstimateS (V.9.1.0; Colwell 2013), software especializado que permite realizar este tipo de análisis basado en un proceso de remuestreo y rarefacción, mediante iteraciones al azar del ordenamiento de especies.

Riqueza y Abundancia

La riqueza total de un sitio muestreado se refiere al número total de especies registradas en este, mientras que el término abundancia es el número de individuos registrados (colectados o liberados) por cada especie (Johnson, Seymour & Padgett, 2002).

Curva de Rango-Abundancia

Las curvas de rango-abundancia son un modelo de distribución mediante el cual se puede desarrollar una interpretación ecológica del estado de los ecosistemas evaluados. En las abscisas (eje x) se representan las especies dispuestas desde la más abundante hasta la menos abundante, mientras que en el eje de las ordenadas (eje y) se presenta el número total de individuos por especie.

Dependiendo del registro de especies obtenido en campo mediante las curvas de rango-abundancia es posible evaluar si una comunidad está dominada por pocas especies o, por el contrario, posee una mayor equidad. La curva de rango abundancia tiene una relación directa con la dominancia de especies en un área específica, por lo cual se realizará un análisis conjunto con el índice de dominancia de Simpson.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de Simpson calcula la probabilidad de que dos individuos escogidos aleatoriamente de una comunidad infinitamente grande pertenezcan a la misma especie. Se calcula por la fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde: p_i es la proporción de individuos encontrados de la especie i .

Mientras menor sea el valor D , menor será la dominancia y mayor la diversidad, ya que se interpreta como que es más probable que la comunidad se encuentre formada por individuos de una o pocas especies (Magurran, 2004).

Diversidad Alfa (únicamente ictiofauna)

La diversidad alfa mide el número de especies que están interactuando en un área de un determinado tamaño. Comprende la variabilidad de especies bajo los criterios de riqueza y heterogeneidad o equitatividad (Jost & González-Oreja, 2012).

Índice de Diversidad de Shannon

Este índice incorpora una medida sobre la equidad de las especies presentes, midiendo el grado de incertidumbre de la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a dos especies distintas. El índice varía desde 0 en comunidades con una sola especie o taxón hasta valores del logaritmo de S cuando existen comunidades con muchos taxones representadas por pocos individuos (Magurran A., 2004).

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde la proporción de especies i relativa al total de especies (p_i) es calculada y multiplicada por el logaritmo natural de esta proporción ($\ln p_i$).

Esto permitirá obtener un valor de diversidad que podrá ser comparable entre comunidades y monitoreos.

Diversidad Beta

Coeficiente de Similitud de Jaccard

Expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975 en Moreno, 2001). Sin embargo, a partir de un valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras: $d = 1 - s$ (Magurran, 1988 en Moreno, 2000).

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

Su fórmula es:

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

- a = número de especies presentes en el sitio A
- b = número de especies presentes en el sitio B
- c = número de especies presentes en ambos sitios, A y B

Índices Ecológicos-Macroinvertebrados

Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)

Se calcula dividiendo el total de individuos pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, para el total de individuos colectados en un sitio determinado, y este resultado se multiplica por 100 para obtener un porcentaje que indicará la calidad biológica del agua (Carrera, 2001).

Tabla 3-84 Rango y Calidad de Agua según el Índice EPT

Rango	Calidad
75-100 %	Muy buena
50-74 %	Buena
25-49 %	Regular
0-24 %	Severamente impactada

Fuente: Carrera, C. & Fierro, K. 2001
Elaboración: Enrix, diciembre 2023

Índice BMWP/Col

Este índice fue adaptado por Roldán (2003) para los ríos colombianos. Consiste en asignar un valor simple entre 1 y 10 a una familia de macroinvertebrados, el cual es determinado de acuerdo con la tolerancia del organismo a la contaminación orgánica. Para calcular el valor de este índice, se realiza una sumatoria de los puntajes asignados a todas las familias de macroinvertebrados halladas en una muestra y se obtiene el valor total del índice que señala la calidad biológica del agua (Roldán, 2003).

Tabla 3-85 Puntajes de las Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col. (Roldán, 2003)

Familias	Puntaje
Anomalopsychidae – Atriplectididae – Blepharoceridae – Calamoceratidae – Ptilodactylidae – Chordodidae – Gomphidae – Hydridae – Lampyridae – Lymnessidae – Odontoceridae – Oligoneuriidae – Perlidae – Polythoridae – Psephenidae, Athericidae.	10
Ampullariidae – Dytiscidae – Ephemeridae – Euthyplociidae – Gyrinidae – Hydraenidae – Hydrobiosidae – Leptophlebiidae – Philopotamidae – Polycentropodidae – Polymitarcyidae – Xiphocentronidae.	9
Gerridae – Hebridae – Helicopsychidae – Hydrobiidae – Leptoceridae – Lestidae – Palaemonidae – Pleidae – Pseudothelphusidae – Saldidae – Simuliidae – Veliidae.	8
Baetidae – Caenidae – Calopterygidae – Coenagrionidae – Corixidae – Dixidae – Dryopidae – Glossosomatidae – Hyalellidae – Hydroptilidae – Hydropsychidae – Leptohiphidae – Naucoridae – Notonectidae – Planariidae – Psychodidae – Scirtidae.	7
Aeshnidae – Ancyliidae – Corydalidae – Elmidae – Libellulidae – Limnichidae – Lutrochidae – Megapodagrionidae – Sialidae – Staphylinidae.	6

Familias	Puntaje
Belastomatidae – Gelastocoridae – Mesoveliidae – Nepidae – Planorbiidae - Pyralidae – Tabanidae – Thiaridae.	5
Chrysomelidae – Stratiomyidae – Haliplidae – Empididae – Dolichopodidae – Sphaeriidae – Lymnaeidae – Hydrometridae – Noteridae.	4
Ceratopogonidae – Glossiphoniidae – Cyclobdellidae – Hydrophilidae – Physidae – Tipulidae.	3
Culicidae – Chironomidae – Muscidae – Sciomyzidae – Syrphidae.	2
Tubificidae	1

Fuente: Roldán, 2003

Tabla 3-86 Clases de Calidad de Agua, Valores BMWP/Col y su Significado

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado
I	Muy Buena	>121	Aguas muy limpias
II	Buena	101-120	Aguas limpias
III	Aceptable	61-100	Aguas medianamente contaminadas
IV	Dudosa	36-60	Aguas contaminadas
V	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas
VI	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas

Fuente: Zamora, H, 2007

Elaboración: Entrix, diciembre 2023

Aspectos Ecológicos

Ictiofauna

Gremio o Nicho Trófico

Es el papel alimenticio que un animal cumple dentro de su ecosistema, consiste en la relación bidireccional de este con los recursos disponibles en su medio (García, 1983).

Las comunidades de peces incluyen diferentes niveles tróficos: omnívoro, insectívoro, detritívoro y carnívoro, y se sitúan en los niveles próximos al vértice de la pirámide trófica (García, 1983). De este modo, la composición y estructura de la comunidad integra la información de los niveles tróficos inferiores (especialmente de algas e invertebrados) y reflejan el estado de calidad de todo el ecosistema acuático.

Para determinar los aspectos tróficos de los peces identificados, se usó la base de referencias bibliográficas, en donde se ha realizado un análisis del contenido estomacal de cada especie (Galvis y otros, 2006).

Distribución Vertical de las Especies en la Columna de Agua

La distribución de la propuesta en la columna de agua está dada según su ecología trófica, relacionando hábitos alimenticios, reproductivos, mecanismos de desarrollo o movimientos migratorios con los parámetros físicos y demográficos del cuerpo de agua, generando una estratificación vertical (Nelson, 2006).

Especies Indicadoras

Para determinar especies indicadoras dentro de una población de peces, se realiza un análisis en base a los hábitos y preferencias alimentarias de especies afines entre sí. Este enfoque es válido, ya que dentro

de la estructura ecológica las especies pertenecen a gremios y estos a comunidades, lo que determina que las especies asociadas al fondo se las catalogue como buenos indicadores de la calidad del agua (Scott & Hall, 1997).

Especies Migratorias

Se puede hacer una primera categorización desde este punto de vista entre especies o poblaciones animales migratorias y especies sedentarias o residentes que no experimentan los mencionados movimientos migratorios.

Entre los vertebrados que presentan mayor incidencia de comportamientos migratorios, se describe a los peces, las aves y algunos mamíferos. En el caso de los peces, son estos movimientos que pueden estar localizados en el mar, en las aguas dulces o entre el río y el mar. Así, se puede clasificar a los peces migratorios en tres grandes grupos: diadromos, potamodromos y oceanodromos pequeños (Barthem & Mercado, 2017).

Estado de Conservación de las Especies

Para el estado de conservación de las especies se procedió a la revisión de las listas de especies de la UICN y CITES (2023), donde las categorías están evaluadas a nivel mundial.

Uso del Recurso

Para determinar el uso de la ictiofauna del área de estudio, se efectuaron conversaciones con los guías locales y gente del lugar.

Especies Sensibles

Las especies sensibles para ictiofauna han sido determinadas tanto por su categorización dentro de las listas rojas de la UICN, su rango de distribución (endemismo), la rareza dentro del área de estudio y los hábitos migratorios de las especies. A cada una de las variables se le ha colocado un puntaje de la siguiente manera:

Tabla 3-87 Criterios de Sensibilidad para Ictiofauna

Variable	Criterio	Puntaje
Categoría de conservación de la UICN/libros rojos del Ecuador	Especies en categoría Casi amenazada (NT), Vulnerable (VU), En peligro (EN) o En peligro crítico	2
	Especies No evaluadas (NE), Datos insuficientes (DD)	1
	Especies en Preocupación menor (LC)	0
Rango de distribución	Especies endémicas o distribución restringida	2
	Especies no endémicas o sin distribución restringida	0
Rareza en área de estudio	Especies con abundancia relativa (π) entre 0 y 0,015	2
	Especies con abundancia relativa (π) entre 0,015 y 0,030	1
	Especies con abundancia relativa (π) > 0,30	0
Migración	Especies migratorias	2
	Especies no migratorias	0

Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Así, las especies con sensibilidad Alta serán aquellas con un puntaje total entre 7 y 8, las especies con sensibilidad Media serán las que alcancen un puntaje entre 5 y 6 y, finalmente, las especies de sensibilidad Baja tendrán un puntaje entre 0 y 4.

Macroinvertebrados

Gremio o Nicho Trófico

Se determina por el papel que cumple cada una de las especies de macroinvertebrados acuáticos registrados en la dinámica fluvial, de acuerdo con las características alimenticias.

Especies Indicadoras

Especies de macroinvertebrados, que en un sentido ecológico son importantes para mantener la estructura y funcionalidad del ecosistema fluvial BMWP/Col y EPT (Carrera, 2001; Roldán, 2003; Zamora, H, 2007).

Sensibilidad

La sensibilidad está dada por la presencia de la categoría más alta de cada orden registrado en los puntos de muestreo. De esta manera, la presencia del Orden con sensibilidad más alta con base al índice EPT corresponde a la sensibilidad del cuerpo de agua.

Estado de Conservación de las Especies

Para macroinvertebrados no existe una lista de categorización de las especies, por lo que no se definirá este ítem.

Fase de Campo

El trabajo de campo se realizó entre el 7 y el 9 de noviembre 2023. Para el levantamiento de información se realizaron técnicas de muestreos cuantitativos que permitieron incrementar el esfuerzo de muestreo y asegurar que la mayor cantidad de especies sean capturadas.

Ictiofauna

La Convención sobre la Diversidad Biológica establece que la diversidad biológica es la variabilidad entre grupos vivos de todos los orígenes y los complejos ecológicos de los cuales forman parte, incluyendo la diversidad dentro de especies, entre especies y de ecosistemas. Entre todos los vertebrados que habitan el planeta, los peces ocupan un lugar no solamente por el número de especies conocidas, sino también por la extraordinaria variedad de adaptaciones y residencias ecológicas que implican modificaciones en su estructura y comportamiento. Ecuador es considerado como megadiverso en lo referente a especies de fauna y flora terrestre, existiendo poca información de la biota acuática, lo cual se ha convertido en un problema socioambiental (Coello, D., & Herrera, M. 2010).

La diversidad de comunidades ictiológicas en Ecuador, especialmente aquellos que habitan los ecosistemas acuáticos de la región Amazónica, se ve altamente influenciada por factores abióticos, como la topografía, características climáticas, geografía y las propiedades exclusivas de dichos ecosistemas (Barletta et al., 2010) La dinámica de estos factores a lo largo de los años ha provocado que las poblaciones ictiológicas modifiquen sus características morfológicas y comportamiento; estos cambios ayudan a inferir sobre los posibles impactos negativos que tienen ciertas actividades antrópicas sobre estas comunidades de peces (DoNascimento et al., 2017).

En América del Sur, a pesar de que existen muchos estudios en ecosistemas altoandinos y tropicales de la calidad de agua a través del uso de macroinvertebrados, la mayoría de información no se ha publicado y es considerada literatura gris, por lo que tampoco se han establecido protocolos estandarizados (Azabache, L. 2018), lo cual provoca una duplicación de esfuerzos por parte de los investigadores. En los últimos años se ha incrementado el interés por conocer y proteger los ecosistemas acuáticos, lo que ha permitido el desarrollo de criterios biológicos para estimar el efecto de la intervención humana en ellos (Caravantes et al., 2018).

Durante las últimas décadas, los sistemas fluviales han sido expuestos a altos niveles de explotación y alteraciones en el uso del suelo, afectando así la calidad del agua por las actividades desarrolladas en función de las cuencas hídricas (Idárraga, F. 2013). La degradación de los recursos acuáticos ha llevado al hombre a identificar los factores que determinarían el daño ecológico que causan los residuos domésticos e industriales a las corrientes de agua. A mediados de los años 50 se comenzó a establecer metodologías para la evaluación de la calidad del agua mediante el uso de indicadores biológicos que podrían dar un resultado sobre las condiciones ecológicas dentro de una fuente de agua (Pérez G., 1999).

Por esta razón, es importante estudiar el estado ecológico de los ecosistemas acuáticos, porque son fuente de aprovisionamiento de muchos recursos naturales que el ser humano necesita para su subsistencia y se están viendo sometidos a presiones antrópicas, causando modificaciones significativas en los usos del suelo y la cobertura vegetal, afectando la calidad del agua y el flujo normal de los ríos (Acosta et al., 2009). Impactos de estas magnitudes no solo afectan a las zonas altas, también están afectando a los pueblos y sectores aledaños a las perturbaciones, lo que demanda la gran necesidad de tener un manejo integral de las cuencas.

Validación y Justificación de la Metodología

Las técnicas que se utilizaron para el actual levantamiento de información del EIA de la fauna acuática se basaron en metodologías aplicadas en diferentes estudios de este tipo. La metodología de campo empleada en el actual estudio presenta como principal antecedente su aplicación en estudios pioneros de la diversidad ictiofaunística para el Ecuador (Barriga, 1983, 1987, 1994, 1997). Estos criterios han sido ejecutados por diversos investigadores especializados en el estudio de ictiofauna (Guarderas, 2004, 2009; Jácome, 2005, 2013; Román-Valencia, 2007; Valdiviezo, 2016; Rivadeneira, 2010; Jiménez-Prado et al., 2015).

Muestreo Cuantitativo

Los peces fueron colectados utilizando las técnicas de pesca descritas a continuación :

- > **Red de Arrastre:** Red de dimensiones de 4 m de largo, 1,80 m de ancho y un tamaño de malla de 0,5 cm. Para su empleo se necesita de dos personas, una que tome la red de un extremo y se quede fijo dentro del agua y cerca de la orilla, mientras que la otra persona ingresa al agua con el otro extremo de la red girándola alrededor del compañero, la cual al alcanzar la orilla y altura de su compañero debe salir con este del agua cuidando de no levantar los plomos del suelo (Barriga & Olalla, 1983). Este proceso se realizó con una frecuencia de 10 veces por punto de muestreo, abarcando un área de 100 m por un lapso de 40 minutos aproximadamente. La utilización de este arte de pesca no se ha modificado desde la fecha de su publicación debido a la efectividad de su empleo, al permitir coleccionar especies de distintos nichos ecológicos, ya que su manejo abarca toda la columna de agua (Galvis y otros, 2006).
- > **Red Manual:** Su uso se limita a zonas cerca de la vegetación de ribera, bajo piedras u hojarasca en riachuelos pequeños. Sujetando el madero medio y con una leve inclinación se sumerge con una frecuencia basada en el criterio del técnico (Barriga & Olalla, 1983). Esta red se empleó en conjunto con otras técnicas de muestreo en los puntos PMI-01, PMI-03, PMI-04 y PMI-05 por un lapso aproximado de 30 minutos, mientras que en los puntos PMI-02 y PMI-06 por un lapso de dos horas como única técnica de muestreo debido a las características de los cuerpos de agua. El empleo de esta red no se ha modificado desde la fecha de su publicación, ya que permite evaluar cuerpos de agua de difícil acceso o con características morfológicas que no permitan la utilización de otro tipo de arte de pesca (Tufiño & Barrantes, 2013).
- > **Atarraya:** Red a manera de disco (2,5 m de radio). Se lanzó en fosas libres de troncos y material vegetal en descomposición, intentando abarcar el mayor número de hábitats. Se realizaron 10

repeticiones (lances) en los puntos PMI-01, PMI-03, PMI-04 y PMI-05 por un lapso de 30 minutos aproximadamente.

- > **Anzuelos:** Se aplicó esta técnica en los puntos de muestreo PMI-01, PMI-03, PMI-04 y PMI-05 usando anzuelos de diferentes tamaños por un lapso aproximado de 20 minutos, y como carnada se emplearon peces pequeños, insectos y lombrices. Se extendieron varias líneas de pesca, aumentando así la probabilidad de captura en los distintos puntos de muestreo.

En cada uno de los puntos de muestreo se realizó la combinación de técnicas descritas anteriormente (dependiendo de las condiciones del cuerpo hídrico) por un lapso aproximado de dos horas en un día de muestreo entre las 08h00 y 16h00.

Los especímenes capturados fueron colocados en un balde plástico para mantenerlos vivos y así fotografiarlos e identificarlos *in situ* para su posterior liberación.

Sitios de Muestreo

A continuación, en la tabla se incluyen los sitios y fechas de muestreo, así como también la descripción del cuerpo de agua, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. El mapa de sitios de muestreos se incluye dentro del anexo cartográfico (Anexo D. Cartografía 3.2-7 [Ictiofauna]). Adicionalmente, en la sección Anexos se puede revisar: Anexo B. Documentos de Respaldo, B.2 Biótico, B.2.1 Tablas Bióticas, B.2.2 Bases de Datos.

Página en blanco

Tabla 3-88 Sitios de Muestreo de Ictiofauna

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur		Altitud (msnm)	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral	Metodología	Descripción
		Inicio						
		Este (m)	Norte (m)					
PMI-01	07/11/2023	295054	9986332	309	Cuantitativo	100 m	Red de mano, atarraya, anzuelos y red de arrastre	Estero de 2 m de amplitud de cauce, con una profundidad de 0,50 cm, con sustrato lodoso, materia orgánica y aguas negras.
PMI-02	07/11/2023	295378	9985792	308	Cuantitativo	30 m	Red de mano	Estero de 0,30 cm de amplitud de cauce, con una profundidad de 0,10 cm, con sustrato lodoso, piedras, materia orgánica y abundante vegetación marginal. En este punto se aplicó únicamente la red de mano como técnica de muestreo.
PMI-03	07/11/2023	293527	9985830	306	Cuantitativo	100 m	Red de mano, atarraya, anzuelos y red de arrastre	Quebrada de 3 m de amplitud de cauce, con una profundidad de 0,40 a 60 cm, con sustrato arenoso, materia orgánica, piedras y palizada. En este punto no se aplica la red de arrastre por la presencia de palizada.
PMI-04	08/11/2023	293163	9989052	321	Cuantitativo	100 m	Red de mano, atarraya, anzuelos y red de arrastre	Rio de 5 m de ancho y 1-1,5 m de profundidad de cauce, compuesto por lodo y abundante cobertura vegetal.
PMI-05	09/11/2023	292058	9989382	311	Cuantitativo	100 m	Red de mano, atarraya, anzuelos y red de arrastre	Rio de 5 m de ancho y 0,30 cm a 1 m de profundidad de cauce, compuesto por arena, piedras y lodo.
PMI-06	08/11/2023	292653	9989618	326	Cuantitativo	30 m	Red de mano	Estero de 30 cm de amplitud, con una profundidad de 0,30-0,5 cm, con sustrato arenoso, lodo, hojarasca y vegetación marginal. En este punto se aplicó únicamente la red de mano como técnica de muestreo.

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 3-89 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Ictiofauna

Código del Informe	Método	Número Trampas/ Redes/Transecto	Horas por Día	N.º por Día	Total, Trampas/Noche/Punto de Muestreo
PMI-01	Cuantitativo	Red de mano (30 minutos), atarraya (30 minutos), anzuelos (30 minutos) y red de arrastre (30 minutos)	2	1	2 horas
PMI-02	Cuantitativo	Red de mano (120 minutos)	2	1	2 horas
PMI-03	Cuantitativo	Red de mano (30 minutos), atarraya (30 minutos), anzuelos (30 minutos) y red de arrastre (30 minutos)	2	1	2 horas
PMI-04	Cuantitativo	Red de mano (30 minutos), atarraya (30 minutos), anzuelos (30 minutos) y red de arrastre (30 minutos)	2	1	2 horas
PMI-05	Cuantitativo	Red de mano (30 minutos), atarraya (30 minutos), anzuelos (30 minutos) y red de arrastre (30 minutos)	2	1	2 horas
PMI-06	Cuantitativo	Red de mano (120 minutos)	2	1	2 horas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Limitantes Metodológicos

Las características propias de los cuerpos de agua como la morfología y ancho del cauce, así como la presencia de abundante sustrato lodoso, materia orgánica y palizada dentro de estos, limitan la adecuada aplicación de las artes de pesca. Por ello, la aplicación de la red manual permite evaluar cuerpos de agua de difícil acceso o en donde las características morfológicas no permitan la utilización de otro tipo de arte de pesca (Tufiño & Barrantes, 2013).

Las intermitentes precipitaciones limitaron los registros obtenidos, este tipo de condiciones ambientales influyen en el comportamiento de ciertas especies de peces, disminuyendo la probabilidad de obtener una diversidad más alta en los puntos de muestreo.

Las condiciones de los cuerpos de agua también limitaron los registros obtenidos, ya que en ciertos puntos el cuerpo de agua era estacionario, es decir, no contaba con el caudal suficiente para aplicar las técnicas de pesca. Por otro lado, la excesiva vegetación en las orillas de ciertas zonas no permitía aplicar las artes de pesca de manera adecuada.

El cuerpo de agua PMI-02 es estacionario, el cual carecía de un buen caudal (agua extremadamente baja) juntamente con pastizales y vegetación que cubría todo el punto. No se pudo aplicar la metodología de pesca.

Macroinvertebrados Acuáticos

En las últimas décadas, los sistemas fluviales han estado sometidos a una fuerte presión de explotación, y cambio en el uso de la tierra, afectando la calidad del agua por las principales actividades que se desarrollan y que están asociadas a las cuencas hidrográficas. Estas alteraciones han promovido cambios microclimáticos importantes, afectando el nicho de la fauna acuática, considerando que la dinámica de este taxa es muy susceptible a perturbaciones. Dicho esto, los macroinvertebrados como bioindicadores juegan un papel muy importante en el manejo adecuado de los recursos hídricos (Gamboa et al., 2008). Los macroinvertebrados acuáticos son utilizados como medio de evaluación de la calidad de agua en ríos, esteros, remansos, lagos y lagunas principalmente. La presencia o ausencia de estos individuos puede estar directamente relacionada con la capacidad de autodepuración y preservación de un ecosistema acuático (Terneus y Vásconez, 2004).

Estos organismos han demostrado ser buenos indicadores de la calidad del ambiente acuático (Gabriels, Lock, De Pauw, y Goethals, 2010), ya que proporcionan una respuesta cuantificable frente a diversas perturbaciones del medio. Son actualmente una herramienta ideal para la caracterización biológica e integral de la calidad del recurso hídrico, siendo necesario para un apropiado control y conservación de un determinado ecosistema (Roldán, 1996). La naturaleza sedentaria de algunas especies facilita la evaluación espacial de efectos adversos a largo plazo en la comunidad. A su vez, son de amplia distribución y abundancia, viven y se alimentan sobre los sedimentos donde tienden a acumularse las toxinas, las cuales pueden estar presentes tanto en el agua como en el sedimento (Gamboa et al., 2008). Cabe recalcar que no todos los organismos acuáticos podrán ser tomados como bioindicadores; sin embargo, las adaptaciones evolutivas a diferentes condiciones ambientales, así como sus límites de tolerancia, determinan la sensibilidad de ciertos organismos ante perturbaciones ambientales. Estos cambios de estructura y composición de las comunidades bióticas pueden ser utilizados para identificar y evaluar el estado de salud de un ecosistema acuático (Giacometti y Bersosa, 2006).

El uso de macroinvertebrados como bioindicadores es el núcleo de todo proceso de monitoreo y evaluación de la calidad de agua. En América del Sur, a pesar de que existen muchos estudios en ecosistemas altoandinos y tropicales de la calidad de agua utilizando macroinvertebrados, la mayoría de información no se ha publicado, por lo tanto, tampoco se ha establecido protocolos estandarizados (Racines, 2014). El establecimiento de la calidad del agua mediante un índice biótico es necesario para poder identificar fácilmente los factores antrópicos causantes de la contaminación.

La descripción de los métodos utilizados para determinar la fauna macrobentónica del área de estudio se describe a continuación. Esta fue escogida con la finalidad de determinar las especies de macroinvertebrados acuáticos hallados en los puntos de muestreo del área de influencia de las plataformas de Eno-Norte y Eno-Sur.

Validación y Justificación de la Metodología

Los cuerpos de agua establecidos como puntos de muestreo están comprendidos entre 1431 y 1899 msnm, presentando desniveles en donde predominan grandes caídas de agua en el desarrollo del cauce, sustrato pedregoso-arenoso, con presencia de troncos en el fondo. Muestran orillas estrechas con buena cobertura vegetal, flujo rápido, de transparencia moderada y cristalina.

El área comprende bosques piemontanos secundarios de composición densa e intervenidos con pastizales y cultivos de caña de azúcar, destacan abundantes elevaciones escasamente pobladas y de difícil acceso, empleadas por los habitantes de la zona mayormente en actividades agropecuarias y en menor medida en actividades agrícolas.

Muestreo Cuantitativo

La recolección de muestras se basa en un método multihábitat, lo que significa que se muestrean todos los hábitats presentes en el punto elegido en función de su representatividad, mientras que la importancia de un muestreo cualitativo es que proporciona una información más completa de la riqueza de taxones del tramo, e incluso da una idea de la relación de abundancia entre los diferentes taxones por tipo de hábitat (Barbour et al., 1999). Se escogió fusionar las metodologías siguiendo las recomendaciones de Terneus et al. (2012), Domínguez y Fernández (2009) y Roldán (1996), que determinan la utilización de una red D-net con un ojo de malla de 150 micras sujeta a un mango de aluminio. Se realiza un muestreo cuantitativo/cualitativo durante 10 minutos en cada punto, donde se colocó el marco sobre el fondo de la corriente y se removió el material del fondo mediante el método de patada (*kick sampling*), tiempo en el cual se atraparon organismos nadadores o que viven adheridos en piedras, tallos y hojas de vegetación sumergida. Esta operación se repitió tres veces en cada sitio (tres repeticiones en cada punto de muestreo). Esta técnica permite obtener información sobre la composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados presentes en los diferentes microhábitats de un cuerpo de agua, mediante la identificación de grupos bioindicadores con relación a su riqueza y abundancia por metro cuadrado.

Red Surber y D-Net: La colecta de macroinvertebrados acuáticos se realizó mediante una red conformada por un marco o cuadro abatible de 1/9 m², que sostiene una red de 300 micrones de luz de entramado, a través de la cual se deja fluir la corriente de agua quedando depositados en su superficie los organismos a ser estudiados. Dicho marco se deposita en el sustrato del cuerpo de agua a contracorriente de tal manera que la red reciba los especímenes en su fondo al agitar el sustrato acuático por un minuto dentro de los límites del cuadro.

Este procedimiento fue aplicado en cada sitio de muestreo por tres ocasiones para obtener una muestra de 1 m² de sustrato y procurando abarcar los principales hábitats y microhábitats en los que se desarrollan los organismos acuáticos (cada repetición tiene un tiempo estimado de 10 minutos aproximadamente). Esta metodología, al proporcionar datos cuantitativos, permite ponderar los resultados de riqueza y abundancia por área (Ramírez, Restrepo & Viña, 1997). Entre cada repetición se realiza una identificación de microhábitats a muestrear (distancia de 10 m entre submuestras), la caracterización del cuerpo de agua y una limpieza parcial de las muestras con un tiempo total estimado de 2 horas). El material obtenido se depositó en una bandeja de loza blanca para poder colectar los macroinvertebrados con estructuras más sensibles —como el caso del orden Ephemeroptera, que fueron colectados con la ayuda de pinzas entomológicas—, donde los especímenes se colocaron en *vacutainers* previamente etiquetados con alcohol al 75 %, para su posterior traslado e identificación en el laboratorio; el resto de la muestra se colocó en fundas Ziploc con alcohol al 75 %, para ser limpiadas en laboratorio con un adecuado procedimiento.

Sitios de Muestreo

En la tabla a continuación, se incluyen los sitios y fechas de muestreo, así como también la descripción del cuerpo de agua, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. El mapa de sitios de muestreo se incluye dentro del del anexo cartográfico (Anexo D. Cartografía 3.2-8 [Macroinvertebrados]). Adicionalmente, en la sección Anexos se puede revisar: Anexo B. Documentos de Respaldo, B.2 Biótico, B.2.1 Tablas Bióticas, B.2.2 Bases de Datos.

Página en blanco

Tabla 3-90 Sitios de Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur		Altitud (msnm)	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral	Metodología	Descripción
		Inicio						
		Este (m)	Norte (m)					
PMMA-01	07/11/2023	295054	9986332	309	Cuantitativo	Punto de muestreo (3 repeticiones por metodología)	Red D-net y red Surber	Estero de 2 m de amplitud de cauce, con una profundidad de 0,50 cm, con sustrato lodoso, materia orgánica y aguas negras.
PMMA-02	07/11/2023	295378	9985792	308	Cuantitativo	Punto de muestreo (3 repeticiones por metodología)	Red D-net y red Surber	Estero de 0,30 cm de amplitud de cauce, con una profundidad de 0,10 cm, con sustrato lodoso, piedras, materia orgánica y abundante vegetación marginal. En este se obtuvo resultados debido a las condiciones del cuerpo de agua.
PMMA-03	07/11/2023	293527	9985830	306	Cuantitativo	Punto de muestreo (3 repeticiones por metodología)	Red D-net y red Surber	Quebrada de 3 m de amplitud de cauce, con una profundidad de 0,40 a 60 cm, con sustrato arenoso, materia orgánica, piedras y palizada.
PMMA-04	08/11/2023	293163	9989052	321	Cuantitativo	Punto de muestreo (3 repeticiones por metodología)	Red D-net y red Surber	Rio de 5 m de ancho y 1-1,5 m de profundidad de cauce, compuesto por lodo y abundante cobertura vegetal.
PMMA-05	09/11/2023	292058	9989382	311	Cuantitativo	Punto de muestreo (3 repeticiones por metodología)	Red D-net y red Surber	Rio de 5 m de ancho y 0,30 cm a 1 m de profundidad de cauce, compuesto por arena, piedras y lodo.
PMMA -06	08/11/2023	292653	9989618	326	Cuantitativo	Punto de muestreo (3 repeticiones por metodología)	Red D-net y red Surber	Estero de 30 cm de amplitud, con una profundidad de 0,30-0,5 cm, con sustrato arenoso, lodo, hojarasca y vegetación marginal.

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 3-91 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Macroinvertebrados

Fecha D/M/A	Código de Punto de Muestreo	Metodología	Horas/Día	N.º Personas	Total Horas
07/11/2023	PMMA-01	Cuantitativa: Red Surber, red D-net	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
07/11/2023	PMMA-02	Cuantitativa: Red Surber, red D-net	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
07/11/2023	PMMA-03	Cuantitativa: Red Surber, red D-net	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
08/11/2023	PMMA-04	Cuantitativa: Red Surber, red D-net	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
09/11/2023	PMMA-05	Cuantitativa: Red Surber, red D-net	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
08/11/2023	PMMA -06	Cuantitativa: Red Surber, red D-net	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

3.2.5 **Resultados y Aspectos Ecológicos**

3.2.5.1 **Flora**

A continuación, se muestran los resultados del componente flora hallados durante la fase de campo levantada para el presente estudio y cuyos respaldos se muestran en la sección Anexos (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.2 Biótico, B.2.1 Tablas Bióticas, B.2.2 Bases de Datos, B.2.4 Hojas de Campo; Anexo C. Registro Fotográfico, C.2 Biótico).

3.2.5.1.1 **Análisis General**

Riqueza

Dentro de la parcela analizada y los transectos de observación ubicados en Eno Sur y Eno Norte se reportaron 22 familias, 49 géneros y 53 especies (Figura 3-).

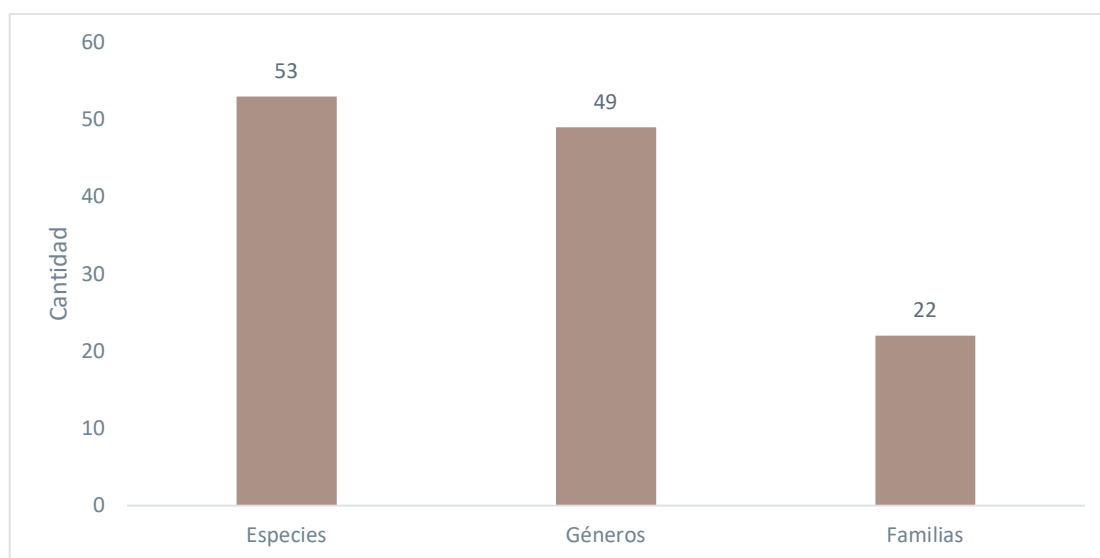


Figura 3-31 Riqueza de Especies de Flora Registradas-Monitoreo Eno Sur y Eno Norte

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Riqueza y Abundancia por Familia

Al analizar la riqueza por familias en toda el área de estudio, se observó que las familias más diversas a nivel de géneros y especies fueron: Malvaceae, que presentó seis géneros y siete especies; Arecaceae, que registró seis géneros y seis especies; y Moraceae, que registró cinco géneros y cinco especies (Figura 3-32).

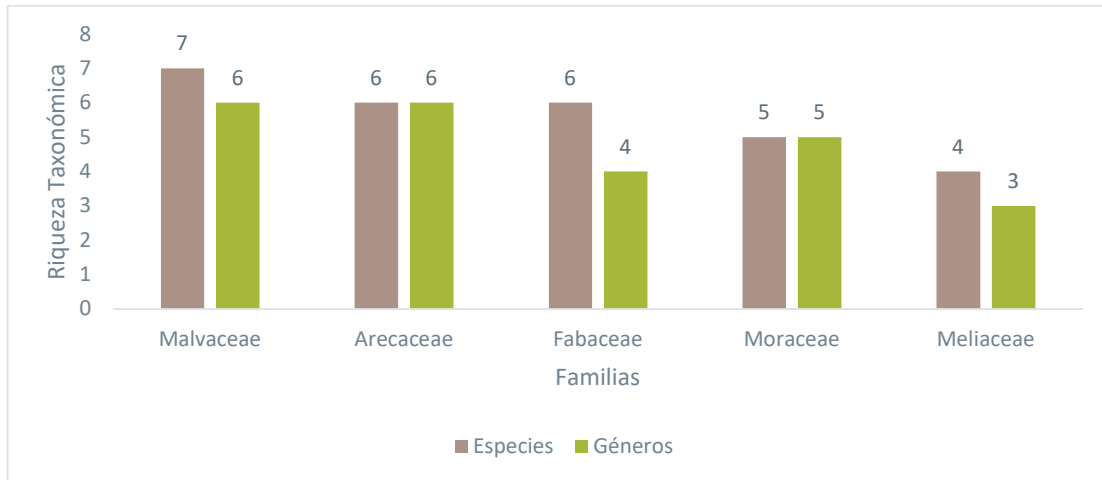


Figura 3-32 Riqueza de las Familias Florísticas más Representativas en Términos de Diversidad-Monitoreo Eno Sur y Eno Norte

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2

A fin de abarcar la mayor cantidad de especies y por lo tanto la mejor representatividad del área de estudio, este análisis se lo realizó de manera acumulada, es decir, tomando en cuenta los datos de la parcela del muestreo cuantitativo y los cuatro transectos del muestreo cualitativo.

Al analizar la curva de acumulación de especies, se observó que esta no está cercana a la asíntota, lo que supone un mayor esfuerzo de muestreo. Sin embargo, hay que reconocer la intervención antrópica en el área de estudio.

El índice de Chao 2 alcanzó 131 especies, por lo que el dato reportado en el campo (53 spp.) representa un 40,45 % de las especies estimadas, determinando de esta manera que el esfuerzo de monitoreo no es representativo.

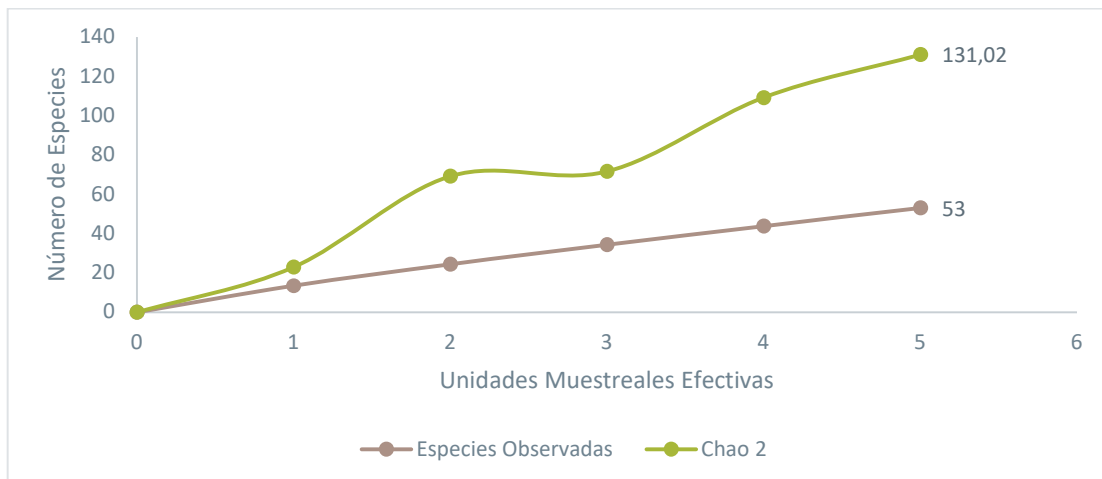


Figura 3-33 Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2-Monitoreo Eno Sur y Eno Norte

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

3.2.5.1.2 Muestreo Cualitativo

Descripción de las Áreas de Muestreo Cualitativas

POF-01. Se ubica alrededor de la plataforma Eno Sur, en la comunidad Las Nieves, parroquia El Eno. El recorrido de observación presenta franjas extensas de pastizal y cultivos. Se ubica sobre una superficie plana con una leve inclinación en el inicio. No existen viviendas cerca de la plataforma. Las especies más dominantes son: *Ochroma pyramidale*, *Iriartea deltoidea*, *Otoba glyycarpa*, *Piptocoma discolor*, *Psidium guajava* y *Gmelina arborea*.

POF-02. Se realiza un recorrido desde la plataforma Eno Sur por la vía que conduce hasta la plataforma Eno 2. El trayecto atraviesa zonas de superficie plana, ligeramente inclinada con bosques secundarios, pastizales, cultivos, pantanos y riachuelos. Existen viviendas al llegar a la comunidad en el trayecto final del punto de observación. Las especies más representativas son: *Brownea grandiceps*, *Gustavia longifolia*, *Iriartea deltoidea*, *Socratea exorrhiza*, *Ochroma pyramidale*, *Theobroma cacao*, *Psidium guajava*, *Elaeis guineensis*, *Sterculia apeibophylla*, *Duroia hirsuta*, *Brosimum utile*, *Inga edulis*, entre otros.

POF-03. Consiste en un recorrido desde la plataforma Eno Norte hasta el campamento Eno 2. Se observa que las zonas aledañas son fincas, viviendas y vías de acceso. Es tierra aprovechada al máximo para actividades agrícolas y ganaderas. Las especies cultivadas son: *Elaeis guineensis*, *Ochroma pyramidale*, *Zea mays* y *Theobroma cacao*.

POF-04. Se ubica alrededor de la plataforma Eno Norte, en la comunidad Conambo, Bosque secundario en su totalidad, especies pioneras intentando regenerar el suelo intervenido. Hay pocos individuos de palmas como *Attalea butyracea*, *Iriartea deltoidea*, *Guadua angustifolia*, *Cedrela odorata* y *Theobroma cacao*.

Riqueza de los Transectos Cualitativos en el Área de Estudio

Se registró la siguiente riqueza en los transectos dentro del área de estudio (Tabla 3-92).

Tabla 3-92 Especies de Flora Registradas en los Transectos Cualitativos

Nombre Científico	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04
<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.) Wess. Boer	-	-	-	x
<i>Axonopus scoparius</i> (Flüggé) Hitchc.	-	-	x	-
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	-	x	-	-
<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	-	x	-	-
<i>Cedrela odorata</i> L.	-	-	-	x
<i>Duroia hirsuta</i> (Poepp.) K. Schum.	-	x	-	-
<i>Elaeis guineensis</i> L.	x	x	x	x
<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	x	-	-	-
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	-	-	-	x
<i>Gustavia longifolia</i> Poepp. ex O. Berg	-	x	-	-
<i>Inga edulis</i> Mart.	-	x	-	-
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav	x	x	-	x
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. Ex Lam.) Urban	x	x	x	-
<i>Otoba glyycarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram	x	-	-	-
<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	x	-	-	-

Nombre Científico	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04
<i>Psidium guajava</i> L.	x	x	-	-
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	-	x	-	-
<i>Sterculia apeibophylla</i> Ducke	-	x	-	-
<i>Theobroma cacao</i> L.	x	x	x	x
<i>Zea mays</i> L.	-	-	x	x

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Dentro del POF-01 se registraron ocho especies, ocho géneros y seis familias, donde la familia *Arecaceae* fue la más diversa registrando dos géneros y dos especies.

Dentro del POF-02 se registraron 12 especies, 12 géneros y siete familias donde las familias *Arecaceae* y *Malvaceae* fueron las más diversas registrando tres géneros y tres especies cada una.

Dentro del POF-03 se registraron cinco especies, cinco géneros y tres familias, donde las familias *Malvaceae* y *Poaceae* fueron las más diversas registrando dos géneros y dos especies cada una.

Dentro del POF-04 se registraron siete especies, siete géneros y cuatro familias, donde la familia *Arecaceae* fue la más diversa registrando tres géneros y tres especies.

Análisis de Similitud

Coefficiente de Similitud de Jaccard en los Transectos Cualitativos

Al analizar el coeficiente de similitud del estudio cualitativo, se pudo evidenciar la presencia de dos grupos. El primero, formado por los transectos POF-01 y POF-02, que poseen una similitud del 33 %. El segundo grupo está conformado por los transectos POF-03 y POF-04, que poseen una similitud del 33 % (Tabla 3-93; Figura 3-34).

Tabla 3-93 Matriz de Similitud de Jaccard de los Transectos Cualitativos

	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04
POF-01	1,00	0,33	0,25	0,30
POF-02	0,33	1,00	0,19	0,21
POF-03	0,25	0,19	1,00	0,33
POF-04	0,30	0,21	0,33	1,00

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

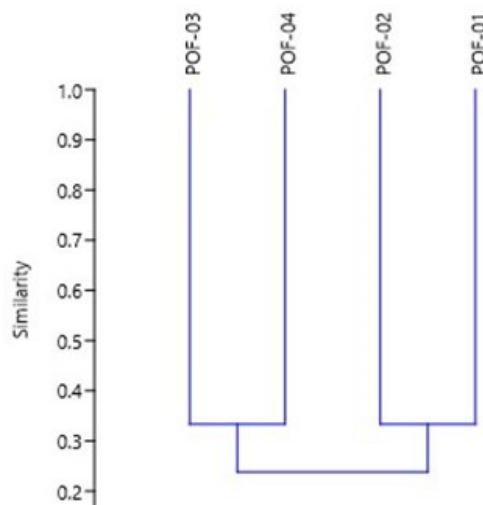


Figura 3-34 Análisis Clúster de Jaccard para los Transectos Cualitativos

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

3.2.5.1.3 Muestreo Cuantitativo

Descripción del Área de Muestreo Cuantitativo

El punto de muestreo se ubica a 350 m de la vía que conduce a la plataforma Eno Sur, en la comunidad Las Nieves, parroquia El Eno. La parcela se ubica en una superficie plana con buen drenaje. La zona de estudio es un bosque natural intervenido, aislado, aunque se aproxima a un área recientemente talada con fines agrícolas y una vía de acceso lastrada. Se trata de un territorio con estratificación vertical en donde se visualizan especies representativas. El bosque, al gozar de un buen estado provee de alimento a especies de fauna silvestre como monos, aves y roedores medianos. El dosel semiabierto tiene individuos que alcanzan los 20-25 m, y entre las especies más representativas están: *Jacaratia spinosa*, *Sapium* sp. 1, *Iriartea deltoidea* (pambil), *Eschweilera coriacea* y *Pourouma bicolor*. El subdosel oscila entre los 15-20 m representado por *Grias neuberthii*, *Otoba parviflora*, *Astrocaryum murumuru*. El sotobosque es parcialmente abierto y alcanza los 15 m, se compone de especies arbustivas y árboles pequeños como *Miconia elata* e *Iryanthera juruensis* y *Neea* sp. 1. El último estrato corresponde a especies de crecimiento bajo y está conformado por una gran variedad de herbáceas y arbustos de las familias Marantaceae, Zingiberaceae, Heliconiaceae, Araceae, Cyclanthaceae, Melastomataceae y Rubiaceae.

Hay presencia de viviendas cerca del área de estudio, con cultivos de mango, palma africana, maíz, cacao, plátano, yuca, balsa y café. Se observa la caída natural de árboles, que puede deberse a que por estar en una zona cerca del pantano las especies tienen expuestas sus raíces, lo que conlleva a la caída natural por el viento.

Riqueza y Abundancia

Dentro del área de estudio en base al muestreo cuantitativo se observó la presencia de 97 individuos los cuales están agrupados en 35 especies, 33 géneros y 18 familias, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3-94 Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en el Área de Estudio

Nombre Científico	Fr	Área Basal m ²	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	IVI
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg	1	0,02	1,03	0,38	1,41
<i>Allophylus floribundus</i> (Poepp.) Radlk	2	0,09	2,06	1,96	4,03
<i>Annona dolichopetala</i> (R. E. Fr.) H. Rainer	1	0,03	1,03	0,65	1,68
<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart	1	0,05	1,03	0,94	1,97
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	1	0,04	1,03	0,87	1,90
<i>Cordia</i> sp.1	4	0,07	4,12	1,52	5,64
<i>Ficus maxima</i> Mill	3	0,50	3,09	10,43	13,52
<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr	1	0,02	1,03	0,46	1,49
<i>Guarea</i> cf. <i>macrophylla</i> Vahl	5	0,14	5,15	2,87	8,02
<i>Guarea purusana</i> C. DC	2	0,41	2,06	8,57	10,63
<i>Guatteria</i> cf. <i>modesta</i> Diels	1	0,20	1,03	4,22	5,25
<i>Inga</i> cf. <i>acreana</i> Harms	2	0,02	2,06	0,48	2,54
<i>Inga vismiifolia</i> Poepp	3	0,05	3,09	1,04	4,14
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav	7	0,32	7,22	6,57	13,78
<i>Jacaranda glabra</i> (A. DC.) Bureau & K. Schum	6	0,08	6,19	1,67	7,86
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC	9	1,41	9,28	29,32	38,60
<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav	1	0,01	1,03	0,28	1,31
<i>Matisia obliquifolia</i> Standl	8	0,10	8,25	2,14	10,38
<i>Naucleopsis krukovii</i> (Standl.) C. C. Berg	1	0,01	1,03	0,22	1,25
<i>Neea</i> cf. <i>divaricata</i> Poepp. & Endl	1	0,02	1,03	0,43	1,46
<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram	1	0,04	1,03	0,80	1,83
<i>Perebea guianensis</i> Aubl	1	0,02	1,03	0,39	1,42
<i>Phytelephas tenuicaulis</i> (Barfod) A.J.Hend	1	0,02	1,03	0,36	1,39
<i>Pourouma bicolor</i> Mart	6	0,35	6,19	7,27	13,46
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J. F. Macbr	1	0,16	1,03	3,39	4,42
<i>Pterocarpus</i> cf. <i>rohrii</i> Vahl	2	0,03	2,06	0,62	2,68
<i>Quararibea amazonica</i> Ulbr	3	0,04	3,09	0,73	3,83
<i>Randia</i> cf. <i>armata</i> (Sw.) DC	1	0,01	1,03	0,28	1,31
<i>Sapium</i> sp.1	2	0,03	2,06	0,60	2,66
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	1	0,01	1,03	0,28	1,31
<i>Sterculia colombiana</i> Sprague	3	0,10	3,09	2,12	5,22
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud	1	0,02	1,03	0,36	1,39
<i>Trichilia poeppigii</i> C. DC	1	0,04	1,03	0,82	1,85
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex. Griseb	12	0,33	12,37	6,80	19,17

Nombre Científico	Fr	Área Basal m ²	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	IVI
<i>Virola duckei</i> A.C.Sm	1	0,01	1,03	0,18	1,21

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Al analizar la diversidad de las familias dentro del área de estudio se observa que Malvaceae y Moraceae son las familias con mayor número de géneros y especies registrados; seguidas de Fabaceae. En cuanto a la abundancia, la familia con mayor número de individuos fue Urticaceae (18), seguida de Malvaceae (15) (Figura 3-35).

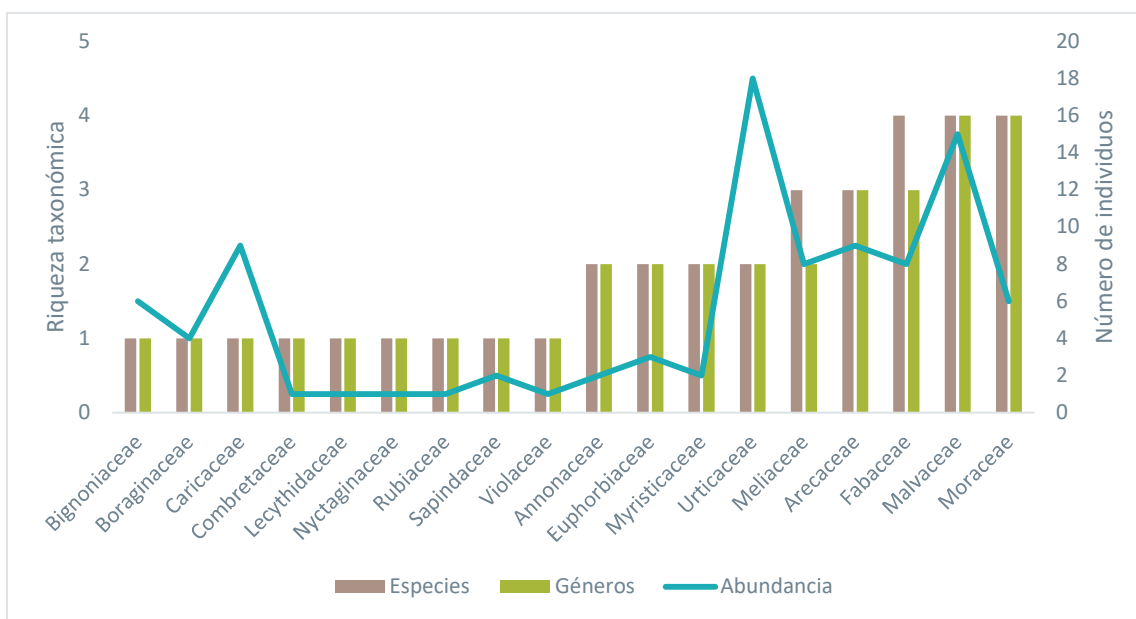


Figura 3-35 Diversidad y Abundancia de las Familias de Flora en el Área de Estudio

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 1

Este análisis se realizó tomando en cuenta los tres días de trabajo efectivo para el monitoreo de la parcela a fin de abarcar la mayor cantidad de especies y por lo tanto la mejor representatividad del área de estudio.

Al analizar la curva de acumulación de especies se observó que está cercana a la asíntota, lo que supone que la mayoría de las especies del área de estudio han sido muestreadas y que el esfuerzo de muestreo es representativo. El índice de Chao 1 alcanzó 43 (42,96) especies, por lo que el dato reportado en el campo (35 spp.) representa el 81,47 % de las especies estimadas, (Figura 3-36).

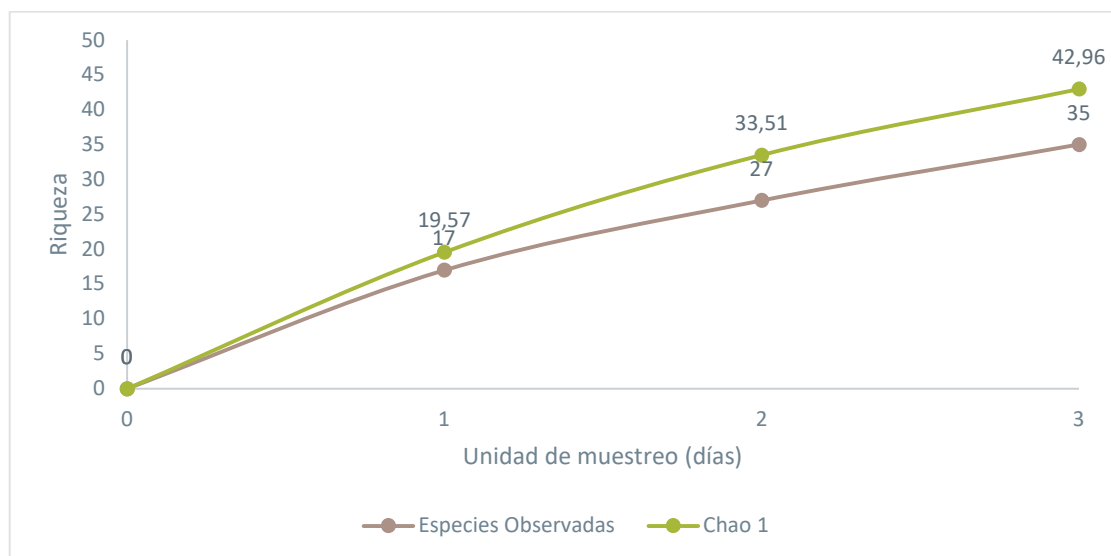


Figura 3-36 Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 1 en el Área Total de Estudio

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva Dominancia-Diversidad de las Parcelas Permanentes

La siguiente figura demuestra que existe una estructura en la cual el 65,71 % de las especies tiene uno o dos individuos. La especie con mayor porcentaje de abundancia relativa registrada fue: *Urera caracasana*, de la familia Urticaceae, con 12 individuos, lo que equivale al 12,37 % del total de individuos registrados; seguida de *Jacaratia spinosa*, de la familia Caricaceae, que registró nueve individuos, lo que equivale al 9,28 % de individuos (Figura 3-37).

El modelo observado en cuanto a la abundancia-dominancia fue de serie logarítmica (Log Series) ($p = 1$), el cual sucede en ambientes con pocas especies abundantes y gran proporción de especies raras. Son comunidades pequeñas sometidas a estrés o comunidades de especies pioneras, pero la ocupación del nicho en este caso es aleatoria.

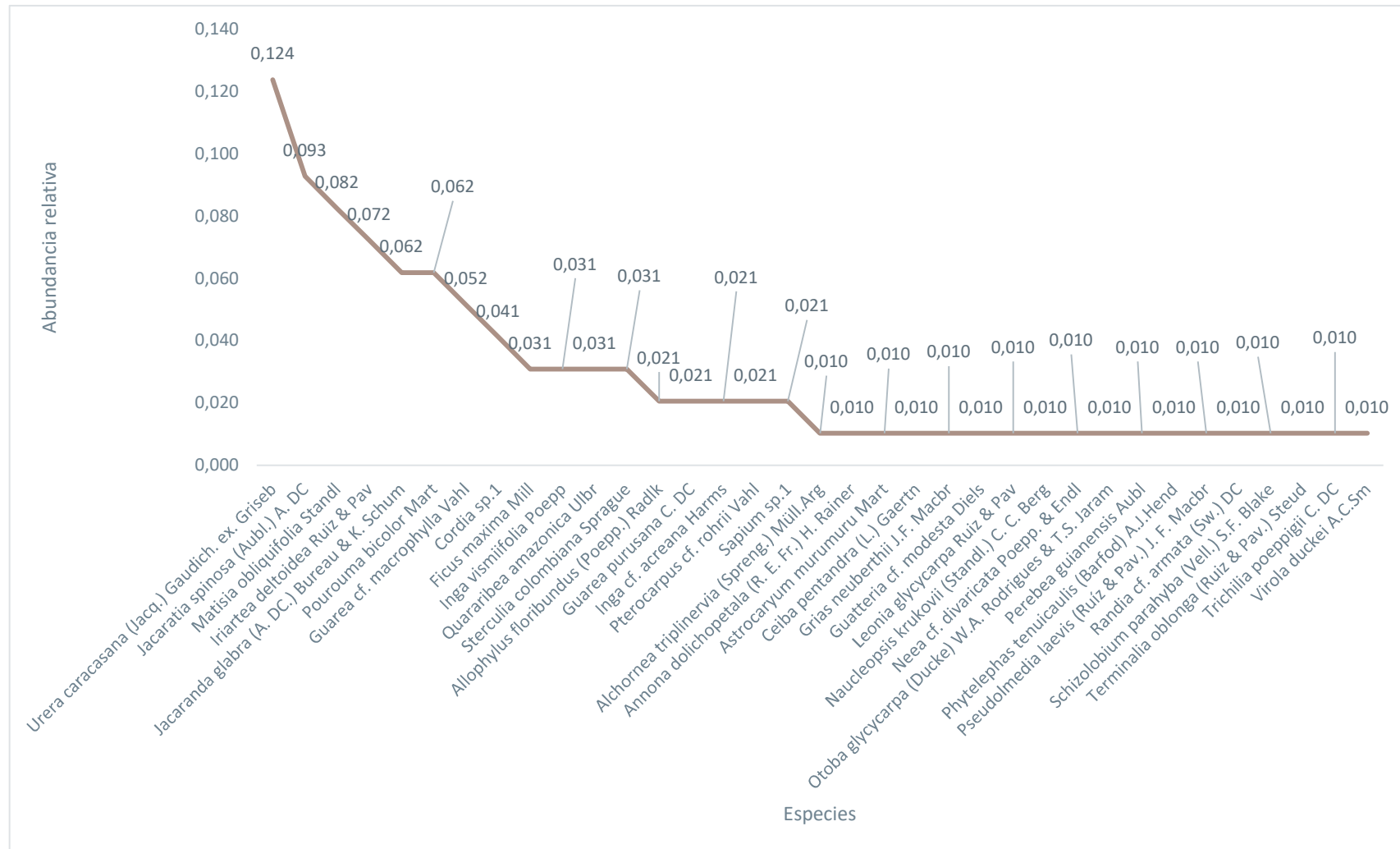


Figura 3-37 Curva de Abundancia-Diversidad de Especies de Flora para el Área de Estudio

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Página en blanco

Área Basal

Dentro de toda el área de estudio se reportó un área basal de 4,82 m². La especie con mayor área basal fue *Jacaratia spinosa*, de la familia Caricaceae; seguida de *Ficus máxima*, de la familia Moraceae (Figura 3-38).

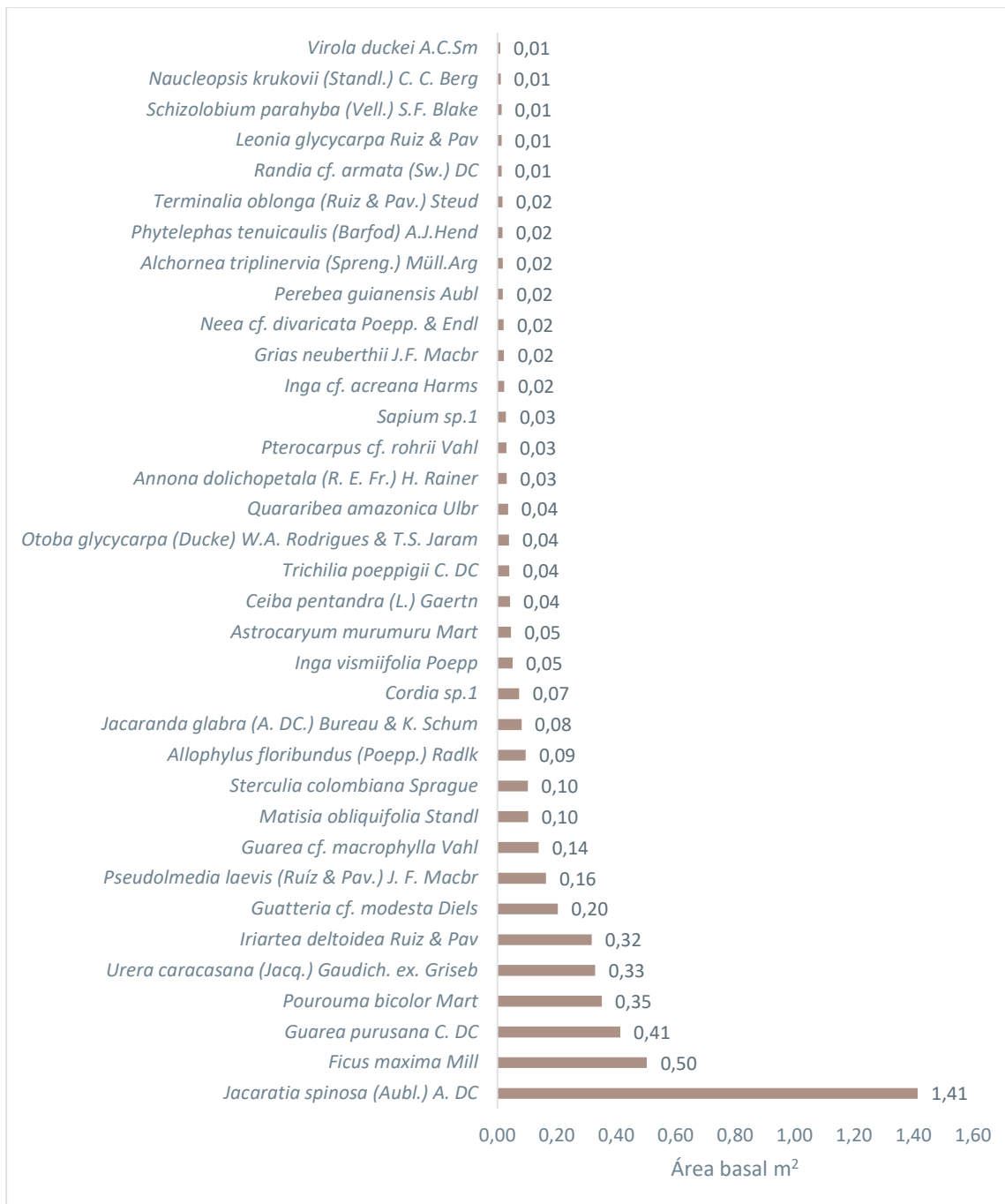


Figura 3-38 Área Basal de las Especies Registradas en el Área de Estudio

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Densidad Relativa (DnR)

De manera general, en la parcela permanente del área de estudio las especies más importantes en relación con la densidad relativa (DnR) son: *Urera caracasana*, de la familia Urticaceae, que presentó un DnR de 12,37; seguida de *Jacaratia spinosa*, de la familia Caricaceae, que presentó una DnR de 9,28; y *Matisia obliquifolia*, de la familia Malvaceae, que presentó una DnR de 8,25. El resto de las especies registraron valores menores a 8,00 (Tabla 3-94).

Dominancia Relativa (DmR)

De manera general, en la parcela permanente del área de estudio las especies más importantes en relación con la dominancia relativa (DmR) son: *Jacaratia spinosa*, de la familia Caricaceae, que presentó una DmR de 29,32; y *Ficus máxima*, de la familia Moraceae, que presentó una DmR de 10,43. El resto de las especies registraron valores menores a 10,00 (Tabla 3-94).

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De manera general, en la parcela permanente del área de estudio las especies más importantes en relación con el índice de valor de importancia (IVI) son: *Jacaratia spinosa*, de la familia Caricaceae, que presentó un IVI de 38,60; y *Urera caracasana*, de la familia Urticaceae, que presentó un IVI de 19,17. El resto de las especies registraron valores menores a 15,00 (Tabla 3-94).

Diversidad Alfa-Índice de Shannon

El área de estudio presentó una alta equidad y, por lo tanto, una alta diversidad relativa. El índice de diversidad de Shannon calculado fue de 3,182 (3,14-3,342), demostrando una diversidad alta que se ve representada por los 97 individuos agrupados en 35 especies.

Dominancia-Diversidad de Simpson

El valor del índice de diversidad de Simpson para el área de estudio fue de 0,9442 (0,938-0,9578) y de dominancia 0,0558 (0,04219-0,06175), lo que demuestra la presencia de un número representativo de especies en relación con el número de individuos; es decir, el área de estudio es heterogénea, ya que existe la presencia de varias especies con un solo individuo (18 especies lo que equivale al 51,43 %).

Biomasa

Dentro del área de estudio en base al análisis cuantitativo se determinó una biomasa total de 37,42 Tm (2500 m²) (149,68 Tm/ha), un valor inferior al registrado en los bosques que tienen un promedio de 220 a 250 t/ha (Schlegel, 2001). Este resultado puede deberse a la dinámica natural de los bosques, así como a que los bosques en su gran mayoría son intervenidos y que la fórmula utilizada no ocupa la densidad de madera de las especies debido a que este dato aún no es conocido para todas las especies (Tabla 3-95).

Tabla 3-95 Biomasa Aérea de las Especies dentro del Área de Estudio

Nombre Científico	Fr	Área Basal m ²	Biomasa Tm
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg	1,00	0,02	0,10
<i>Allophylus floribundus</i> (Poepp.) Radlk	2,00	0,09	0,65
<i>Annona dolichopetala</i> (R. E. Fr.) H. Rainer	1,00	0,03	0,19
<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart	1,00	0,05	0,29
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	1,00	0,04	0,26
<i>Cordia</i> sp.1	4,00	0,07	0,40
<i>Ficus maxima</i> Mill	3,00	0,50	4,54
<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr	1,00	0,02	0,12

Nombre Científico	Fr	Área Basal m ²	Biomasa Tm
<i>Guarea cf. macrophylla</i> Vahl	5,00	0,14	0,87
<i>Guarea purusana</i> C. DC	2,00	0,41	3,94
<i>Guatteria cf. modesta</i> Diels	1,00	0,20	1,78
<i>Inga cf. acreana</i> Harms	2,00	0,02	0,11
<i>Inga vismiifolia</i> Poepp	3,00	0,05	0,26
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav	7,00	0,32	2,04
<i>Jacaranda glabra</i> (A. DC.) Bureau & K. Schum	6,00	0,08	0,41
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC	9,00	1,41	12,41
<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav	1,00	0,01	0,07
<i>Matisia obliquifolia</i> Standl	8,00	0,10	0,53
<i>Naucleopsis krukovii</i> (Standl.) C. C. Berg	1,00	0,01	0,05
<i>Neea cf. divaricata</i> Poepp. & Endl	1,00	0,02	0,11
<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram	1,00	0,04	0,24
<i>Perebea guianensis</i> Aubl	1,00	0,02	0,10
<i>Phytelephas tenuicaulis</i> (Barfod) A.J.Hend	1,00	0,02	0,09
<i>Pourouma bicolor</i> Mart	6,00	0,35	2,80
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J. F. Macbr	1,00	0,16	1,37
<i>Pterocarpus cf. rohrii</i> Vahl	2,00	0,03	0,16
<i>Quararibea amazonica</i> Ulbr	3,00	0,04	0,17
<i>Randia cf. armata</i> (Sw.) DC	1,00	0,01	0,07
<i>Sapium</i> sp.1	2,00	0,03	0,15
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	1,00	0,01	0,07
<i>Sterculia colombiana</i> Sprague	3,00	0,10	0,67
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud	1,00	0,02	0,09
<i>Trichilia poeppigii</i> C. DC	1,00	0,04	0,25
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex. Griseb	12,00	0,33	2,03
<i>Virola duckei</i> A.C.Sm	1,00	0,01	0,04

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Estimación de Carbono Fijado

Los ecosistemas forestales, ya sean bosques o plantaciones, a través del proceso de fotosíntesis y respiración toman el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera incorporando el carbono (C) a su estructura y liberando O₂, convirtiéndose en medidas de mitigación para disminuir o mantener los niveles actuales de CO₂; este fenómeno se conoce como fijación de carbono. La tasa anual de fijación de carbono está relacionada de manera directa con las especies y su crecimiento. Este carbono lo van acumulando los árboles desde su establecimiento hasta la muerte. Para la estimación de cuánto carbono fija un bosque se debe considerar los flujos de carbono del ecosistema.

Dentro de la parcela PMF-01 se está fijando 18,71 TmC (74,84 TmC/ha), un valor inferior al registrado en los bosques tropicales amazónicos que tienen un promedio de 125 TmC por cada hectárea (Schlegel, 2001).

Aspectos Ecológicos

Estructura Vertical

El área de monitoreo está ubicada en una zona de bosque intervenido que posee áreas de cultivos y pastizales por la presencia de ganado. El dosel es abierto con una altura que oscila entre los 20 y 25 m, dentro del cual se destacan individuos de *Iriartea deltoidea*, de la familia Arecaceae; y *Ficus máxima*, de la familia Moraceae. Por su parte, el subdosel agrupa individuos con una altura entre los 15 y 20 m. En este estrato se puede hallar individuos en crecimiento de las especies de dosel y otras especies representativas como: *Pourouma bicolor*, de la familia Urticaceae; *Ceiba pentandra*, de la familia Malvaceae; *Guarea purusana*, de la familia Meliaceae; y *Jacaratia spinosa*, de la familia Caricaceae. El sotobosque está formado por individuos con alturas entre los 5 y 15 m. Este estrato posee individuos juveniles de las especies de dosel y subdosel, así como especies propias del sotobosque, entre las cuales se puede mencionar a: *Annona dolichopetala*, de la familia Annonaceae; *Inga* cf. *acreana*, de la familia Fabaceae; y *Leonia glycyarpa*, de la familia Violaceae.

En gran parte del estudio se encontró una alta intervención por frontera agrícola, cultivos de café (*Coffea arabica*) y cacao (*Theobroma cacao*), zonas de maizal y pantanos.

Caracterización Fenológica

Al conocer el comportamiento de las especies vegetales se puede determinar las épocas de floración, fructificación, calidad y cantidad de semillas, con lo cual se garantiza la obtención de plántulas. El conocimiento pleno de las especies garantiza su propagación y puede determinar la época de siembra.

De acuerdo con la dinámica y la variación en la expresión climática, los períodos reproductivos son distintos para cada especie de planta. En la Tabla 3-96 se muestran las especies que presentaron estructuras fértiles durante la fase de campo.

Tabla 3-96 Fenología de las Especies Registradas

Código	Familia	Nombre Científico	Fenología
POF3	Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.) Wess. Boer	Frutos
POF-01, POF-02, POF-03, POF-04	Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> L.	Frutos
POF-01, POF-02	Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav	Flores
POF3	Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav	Flores
POF2	Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Flores y frutos
POF1	Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Flores
POF2	Fabaceae	<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	Flores
POF2	Lecythidaceae	<i>Gustavia longifolia</i> Poepp. ex O. Berg	Flores
POF-02, POF-04	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. Ex Lam.) Urban	Flores
POF-01, POF-02, POF-03, POF-04	Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i> L.	Flores y frutos
POF-01	Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram	Flores
POF-01, POF-02	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Frutos

Código	Familia	Nombre Científico	Fenología
POF4	Poaceae	<i>Axonopus scoparius</i> (Flüggé) Hitchc.	Flores
POF-03, POF-04	Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	Frutos

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Especies Indicadoras

La heterogeneidad de la diversidad florística del área de estudio se ve reflejada en los distintos ambientes en los que se desarrollan las especies de flora. De manera general, especies indicadoras de los bosques tropicales amazónicos son las palmeras (Arecaceae); entre estas se puede mencionar a *Astrocarym murumuru*, *Iriartea deltoidea* (pambil) y *Socratea exorrhiza* (patona), que son un elemento florístico importante en toda el área de estudio debido a su abundancia en todos los ambientes que se encuentran creciendo. La importancia ecológica y antrópica de estas especies de palmeras radica en que son fuente de alimento para aves y mamíferos y, además, proveen de alimento y materiales para las actividades antrópicas.

En relación con los tipos de vegetación presentes en el área de estudio, las especies indicadoras del bosque maduro (Bm) por su demografía y tamaño son *Ficus máxima*, de la familia Moraceae; e *Iriartea deltoidea*, de la familia Arecaceae; además, es importante mencionar que estas especies son aprovechadas constantemente por su potencial maderable y que su sobreexplotación puede causar su extinción local, afectando directamente los servicios ecosistémicos de este bosque.

Otros tipos de vegetación conspicuos del área de estudio son los bosques intervenidos (Bi), las áreas de pastizales y cultivos (P-C) y la vegetación que crece en los márgenes de las vías, las cuales pueden ser identificadas mediante la presencia de especies pioneras como son los guarumos de la familia Urticaceae que se caracterizan por ser bioindicadores de áreas disturbadas y su estado de conservación. Al ser consideradas especies pioneras o de rápido crecimiento son también usadas en planes de reforestación y restauración de áreas degradadas o intervenidas.

Como se ha mencionado anteriormente, en el área de estudio se evidencia una fuerte intervención antrópica que causa un impacto en la dinámica natural de este bosque. Esto se evidencia con la presencia de *Ochroma pyramidale*, de la familia Malvaceae. Esta especie al parecer aprovecha los claros del bosque para colonizar estas áreas y regenerarlas.

Tabla 3-97 Especies Indicadoras Florísticas dentro del Área de Estudio

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Especies Indicadoras	Estatus
Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i> Mart	Guarumo	Especie pionera	Nativo
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Balsa	Especie pionera	Nativo
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & PavKunth	Chonta	Indicadora de bosque maduro	Nativo
Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.) Wess. Boer	Conambo	Indicadora de bosque maduro	Nativo
Arecaceae	<i>Phytelephas tenuicaulis</i> (Barfod) A.J.Hend	Tagua	Indicadora de bosque maduro	Nativo
Moraceae	<i>Ficus maxima</i> Mill	-	Indicadora de bosque maduro	Nativo

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Estado de Conservación y Endemismo

Dentro del área de estudio no se registró especies endémicas. Por otro lado, se registró la presencia de 40 especies con categoría de Preocupación Menor (LC) y cuatro especies No Evaluadas (NE) según la UICN. La especie *Cedrela odorata*, de la familia Meliaceae, se encuentra en categoría Vulnerable (VU). Las especies *Socratea exorrhiza*, de la familia Arecaceae e *Inga vismiifolia*, de la familia Fabaceae que, a pesar de tener una categoría de Preocupación menor (LC), presentan poblaciones que están decreciendo. Finalmente, las especies con sufijo sp. o con prefijos cf., no poseen evaluaciones dentro de la UICN. Estas especies se detallan en la Tabla 3-98.

Además, es importante mencionar que *Cedrela odorata*, de la familia Meliaceae, es una especie CITES Apéndice II.

Tabla 3-98 Categorías de la UICN para las Especies de Flora Registradas

Punto del Informe	Familia	Especie con Autor	UICN
PMF-01	Annonaceae	<i>Annona dolichopetala</i> (R. E. Fr.) H. Rainer	LC
PMF-01	Annonaceae	<i>Guatteria cf. modesta</i> Diels	-
PMF-01	Arecaceae	<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart	LC
POF-04	Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.) Wess. Boer	LC
POF-01, POF-02, POF-03, POF-04	Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> L.	LC
PMF-01, POF-01, POF-02, POF-04	Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav	LC
PMF-01	Arecaceae	<i>Phytelephas tenuicaulis</i> (Barfod) A.J.Hend	LC
POF-02	Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	LC
POF-01	Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	LC
PMF-01	Bignoniaceae	<i>Jacaranda glabra</i> (A. DC.) Bureau & K. Schum	LC
PMF-01	Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.1	-
PMF-01	Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC	LC
PMF-01	Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud	LC
PMF-01	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg	LC
PMF-01	Euphorbiaceae	<i>Sapium</i> sp.1	-
POF-02	Fabaceae	<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	LC
PMF-01	Fabaceae	<i>Inga cf. acreana</i> Harms	-
POF-02	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	LC
PMF-01	Fabaceae	<i>Inga vismiifolia</i> Poepp	LC
PMF-01	Fabaceae	<i>Pterocarpus cf. rohrii</i> Vahl	-
PMF-01	Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	LC
POF-01	Lamiaceae	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	LC
PMF-01	Lecythidaceae	<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr	LC
POF-02	Lecythidaceae	<i>Gustavia longifolia</i> Poepp. ex O. Berg	NE
PMF-01	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	LC
PMF-01	Malvaceae	<i>Matisia obliquifolia</i> Standl	LC

Punto del Informe	Familia	Especie con Autor	UICN
POF-01, POF-02, POF-03, POF-04	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. Ex Lam.) Urban	LC
PMF-01	Malvaceae	<i>Quararibea amazonica</i> Ulbr	LC
POF-02	Malvaceae	<i>Sterculia apeibophylla</i> Ducke	NE
PMF-01	Malvaceae	<i>Sterculia colombiana</i> Sprague	LC
POF-01, POF-02, POF-03, POF-04	Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i> L	NE
POF-04	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	VU
PMF-01	Meliaceae	<i>Guarea cf. macrophylla</i> Vahl	-
PMF-01	Meliaceae	<i>Guarea purusana</i> C. DC	LC
PMF-01	Meliaceae	<i>Trichilia poeppigii</i> C. DC	LC
POF-02	Moraceae	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	LC
PMF-01	Moraceae	<i>Ficus maxima</i> Mill	LC
PMF-01	Moraceae	<i>Naucleopsis krukovii</i> (Standl.) C. C. Berg	LC
PMF-01	Moraceae	<i>Perebea guianensis</i> Aubl	LC
PMF-01	Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruíz & Pav.) J. F. Macbr	LC
PMF-01, POF-01	Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram	LC
PMF-01	Myristicaceae	<i>Viola duckei</i> A.C.Sm	LC
POF-01, POF-02	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	LC
PMF-01	Nyctaginaceae	<i>Neea cf. divaricata</i> Poepp. & Endl	-
POF-03	Poaceae	<i>Axonopus scoparius</i> (Flüggé) Hitchc.	LC
POF-04	Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	NE
POF-03, POF-04	Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	LC
POF-02	Rubiaceae	<i>Duroia hirsuta</i> (Poepp.) K. Schum.	LC
PMF-01	Rubiaceae	<i>Randia cf. armata</i> (Sw.) DC	-
PMF-01	Sapindaceae	<i>Allophylus floribundus</i> (Poepp.) Radlk	LC
PMF-01	Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i> Mart	LC
PMF-01	Urticaceae	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex. Griseb	LC
PMF-01	Violaceae	<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav	LC

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Uso del Recurso Florístico

El recurso florístico del área de estudio se utiliza principalmente como material de construcción y alimento; además, es fuente natural de alimento para varias especies de vertebrados. A la par, se registraron varios usos medicinales (Ríos et al., 2007; De la Torre et al., 2008). Los usos más comunes registrados por los pobladores son el de alimento y construcción.

Tabla 3-99 Especies de Flora Utilizadas en el Área de Estudio

Espece	Alimento	Construcción	Medicinal	Social	Tóxico	Medio Ambiente
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg	x	x				
<i>Allophylus floribundus</i> (Poepp.) Radlk	x	x				
<i>Annona dolichopetala</i> (R. E. Fr.) H. Rainer	x	x				x
<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart	x	x		x		
<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.) Wess. Boer	x	x				
<i>Axonopus scoparius</i> (Flüggé) Hitchc.	x	x	x			
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	x	x	x			
<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	x	x	x	x		
<i>Cedrela odorata</i> L.	x	x	x			
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	x	x		x		
<i>Cordia</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-
<i>Duroia hirsuta</i> (Poepp.) K. Schum.	x	x	x	x	x	x
<i>Elaeis guineensis</i> L.	x	x				
<i>Ficus maxima</i> Mill	x	x	x			
<i>Gmelina arborea</i> Roxb.		x				x
<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr	x	x	x	x		
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	x	x	x			x
<i>Guarea</i> cf. <i>macrophylla</i> Vahl	x	x	x	x		
<i>Guarea purusana</i> C. DC	x	x				x
<i>Gutteria</i> cf. <i>modesta</i> Diels						x
<i>Gustavia longifolia</i> Poepp. ex O. Berg	x	x	x			
<i>Inga</i> cf. <i>acreana</i> Harms	x	x				
<i>Inga edulis</i> Mart.	x	x	x	x		x
<i>Inga vismiifolia</i> Poepp	x	x				
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav	x	x	x	x		
<i>Jacaranda glabra</i> (A. DC.) Bureau & K. Schum		x	x	x		
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC	x		x			
<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav	x	x	x	x		
<i>Matisia obliquifolia</i> Standl	x	x				
<i>Naucleopsis krukovii</i> (Standl.) C. C. Berg	x	x				
<i>Neea</i> cf. <i>divaricata</i> Poepp. & Endl	x	x				
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. Ex Lam.) Urban		x	x			x

Espece	Alimento	Construcción	Medicinal	Social	Tóxico	Medio Ambiente
<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram	x	x	x	x		
<i>Perebea guianensis</i> Aubl	x	x	x			
<i>Phytelephas tenuicaulis</i> (Barfod) A.J.Hend	x	x	x	x		
<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski		x	x	x		
<i>Pourouma bicolor</i> Mart	x	x	x			
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J. F. Macbr	x	x	x			
<i>Psidium guajava</i> L.	x	x	x			x
<i>Pterocarpus cf. rohrii</i> Vahl		x				
<i>Quararibea amazonica</i> Ulbr	x					
<i>Randia cf. armata</i> (Sw.) DC	x	x	x			
<i>Sapium</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake		x				x
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	x	x	x	x	x	x
<i>Sterculia apeibophylla</i> Ducke	x	x				
<i>Sterculia colombiana</i> Sprague	x	x				
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud		x				
<i>Theobroma cacao</i> L.	x		x	x		x
<i>Trichilia poeppigii</i> C. DC			x			
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex. Griseb	x		x	x		
<i>Virola duckei</i> A.C.Sm	x	x	x			
<i>Zea mays</i> L.	x	x	x			

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Especies Sensibles

Después de evaluar la sensibilidad con las variables planteadas en la metodología (categoría de amenaza, distribución restringida, rareza en el área de estudio y uso por parte de las comunidades), de las 53 especies registradas, no se obtuvo especies con sensibilidad Alta, 19 especies obtuvieron calificación de sensibilidad Media y 34 tuvieron sensibilidad Baja.

Página en blanco

Tabla 3-100 Sensibilidad de Especies de Flora

Nombre Científico	UICN/CITES			Distribución		Rareza en el Área de Estudio			Uso		Total	Sensibilidad
	CR, EN, VU, NT (CITES)	NE, DD	LC	Endémica/Distribución Restringida	No Endémica/Distribuida Ampliamente	pi: 0-0,015	pi: 0,016-0,030	pi: > 0,030	Se Usa a Nivel Local	No se Usa a Nivel Local		
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Annona dolichopetala</i> (R. E. Fr.) H. Rainer	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Cedrela odorata</i> L.	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Guatteria cf. modesta</i> Diels	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Naucleopsis krukovii</i> (Standl.) C. C. Berg	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Neea cf. divaricata</i> Poepp. & Endl	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Perebea guianensis</i> Aubl	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Phytelephas tenuicaulis</i> (Barfod) A.J.Hend	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruíz & Pav.) J. F. Macbr	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Randia cf. armata</i> (Sw.) DC	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Trichilia poeppigii</i> C. DC	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	
<i>Virola duckei</i> A.C.Sm	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	

Nombre Científico	UICN/CITES			Distribución		Rareza en el Área de Estudio			Uso		Total	Sensibilidad
	CR, EN, VU, NT (CITES)	NE, DD	LC	Endémica/Distribución Restringida	No Endémica/Distribuida Ampliamente	pi: 0-0,015	pi: 0,016-0,030	pi: > 0,030	Se Usa a Nivel Local	No se Usa a Nivel Local		
<i>Allophylus floribundus</i> (Poepp.) Radlk	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3	
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3	
<i>Guarea purusana</i> C. DC	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3	
<i>Gustavia longifolia</i> Poepp. ex O. Berg	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3	
<i>Inga</i> cf. <i>accreana</i> Harms	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3	
<i>Pterocarpus</i> cf. <i>rohrii</i> Vahl	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3	
<i>Sterculia apeibophylla</i> Ducke	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3	
<i>Theobroma cacao</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3	
<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.) Wess. Boer	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Axonopus scoparius</i> (Flüggé) Hitchc.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Duroia hirsuta</i> (Poepp.) K. Schum.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Elaeis guineensis</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Ficus maxima</i> Mill	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Guarea</i> cf. <i>macrophylla</i> Vahl	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Inga edulis</i> Mart.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Inga vismiifolia</i> Poepp	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	

Nombre Científico	UICN/CITES			Distribución		Rareza en el Área de Estudio			Uso		Total	Sensibilidad
	CR, EN, VU, NT (CITES)	NE, DD	LC	Endémica/Distribución Restringida	No Endémica/Distribuida Ampliamente	pi: 0-0,015	pi: 0,016-0,030	pi: > 0,030	Se Usa a Nivel Local	No se Usa a Nivel Local		
<i>Jacaranda glabra</i> (A. DC.) Bureau & K. Schum	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Matisia obliquifolia</i> Standl	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. Ex Lam.) Urban	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Pourouma bicolor</i> Mart	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Psidium guajava</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Quararibea amazonica</i> Ulbr	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Sterculia colombiana</i> Sprague	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex. Griseb	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Zea mays</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Página en blanco

3.2.5.1.4 Discusión

Estructura del Bosque y Diversidad de Especies

La dinámica y estructura de los bosques están determinadas por la riqueza y abundancia de especies, así como también por la presencia de especies conspicuas y raras, especies endémicas y en peligro en conjunto. En el área de estudio el ecosistema presente según el MAE (2013) es Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá (BsTa01). Estos bosques se caracterizan por poseer dosel cerrado de 25 a 35 m, multiestratificados con árboles emergentes de 45 m o más. Los árboles del dosel presentan fustes rectos y diámetros entre 0,8 y 1,2 m, a veces mayores, las raíces tablares son frecuentes. Géneros como *Eschweilera*, *Iryanthera* y *Protium* son abundantes y diversos. Estos ecosistemas además albergan muchas de las especies endémicas de las que se tiene registro para la baja Amazonía. A pesar de la presencia de especies propias del bosque maduro, también se evidencia una abundancia de especies pioneras, como es el caso de las especies del género *Cecropia*, de la familia Urticaceae, que revelan la existencia de un disturbio antrópico.

En cuanto a la estructura del bosque se pudo observar que el tipo de vegetación que domina en el pequeño parche de bosque al suroeste de la plataforma Eno Sur se caracteriza por tener una continua estratificación vertical cuyo dosel es de 20-23 m, con árboles emergentes de hasta 27 m, subdosel de 17 a 19 m, un sotobosque bien representado con árboles y arbustos entre 12-15 m, alta presencia de lianas y bejucos. El estrato herbáceo está bien representado por algunas especies de la familia Araceae y helechos del género *Diplazium* que lo dominaban; los briofitos y algunas plantas vasculares epífitas abundaban sobre los troncos y ramas.

En cuanto a la diversidad que se registró en el área muestreada, esta fue baja en comparación a otros estudios reportados para la Amazonía ecuatoriana (Cerón et al., 1997; Valencia et al., 1997; Oliveira y Mori, 1999 en Laurance et al., 2002). Un total de 53 especies clasificadas en 22 familias y 49 géneros fueron registrados en el área de estudio.

Adicionalmente, es importante recalcar que este parche de bosque está formado por especies con rangos amplios de distribución, las cuales además son abundantes en el ecosistema del cual forma parte, sin embargo, se consideran especies raras o escasas en el área geográfica debido a la escasa presencia de parches o remanentes de bosque.

Un componente muy importante dentro de la diversidad de especies en el área de estudio es la presencia de una especie con categoría de amenaza según la UICN, *Cedrela odorata*, de la familia Meliaceae, con categoría de amenaza de Vulnerable (VU); mientras que, *Socratea exorrhiza*, de la familia Arecaceae e *Inga vismiifolia*, de la familia Fabaceae, a pesar de estar en categoría de Preocupación menor (LC), sus poblaciones están decreciendo.

La diversidad de especies de palmeras presente en el sitio de estudio es baja (seis especies) si se compara con las 60 especies de palmeras registradas para la Amazonía ecuatoriana, lo que representa aproximadamente el 10 % de las especies de toda esta área (Jørgensen, 1999). Sin embargo, las palmeras son un componente muy importante de la estructura y composición local de los bosques amazónicos debido a que son la fuente de alimento de la gran mayoría de aves y mamíferos que están viviendo en el bosque (Valencia et al., 1994 en Borchsenius, 1998; Montúfar, 1999). Además, las palmas son un componente social muy importante debido a sus múltiples usos. Se ha reportado que una sola especie de palma provee al ser humano 18 usos diferentes, ya sea de sus raíces, tallos, hojas, inflorescencias o infrutescencias (De la Torre, Navarrete, Muriel, Macias, & Balslev, 2008).

De las 53 especies registradas en el área de estudio, ninguna fue categorizada como de sensibilidad alta, mientras que 19 presentaron sensibilidad media. Estos resultados reflejan el estado de conservación del área geográfica, la cual presenta únicamente el 1,32 % de cobertura boscosa, mientras que el porcentaje restante está representado por vegetación herbácea, cultivos, mosaico agropecuario, pastizales y eriales. Es por esto que las especies registradas con sensibilidad media en el presente estudio cumplen dos

características esenciales (con excepción de *Cedrela odorata*): la rareza en el área de estudio (baja cobertura vegetal boscosa) y presentar un uso a nivel local. Es importante tener en cuenta que la implantación de infraestructura para la fase de desarrollo y producción del Bloque Eno – Ron evaluada en el presente estudio, se realizará sobre áreas abiertas y no sobre los parches de bosque existentes.

Las áreas donde se construirán las plataformas, tramos de vías e instalación de líneas de flujo son abiertas o muy intervenidas, con poca presencia de especies arbóreas, por lo que el impacto sobre este componente es muy bajo. Al no existir desbroce de vegetación, tampoco se afecta la fijación de carbono, un servicio ecosistémico importante brindado por la flora.

Es importante mencionar que la diversidad de especies en flora es un dato dinámico debido a la difícil taxonomía que las plantas presentan. Además, existen ciertas variaciones morfológicas que pueden causar confusiones al momento de la determinación taxonómica. El determinar una especie involucra estudios más exhaustivos en los que se conozca su fenología, biología reproductiva y variación morfológica.

3.2.5.2 Fauna Terrestre

3.2.5.2.1 Avifauna

A continuación, se muestran los resultados del componente avifauna hallados durante la fase de campo levantada para el presente estudio y cuyos respaldos se muestran en la sección Anexos (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.2 Biótico, B.2.1 Tablas Bióticas, B.2.2 Bases de Datos, B.2.4 Hojas de Campo; Anexo C. Registro Fotográfico, C.2 Biótico).

Análisis General

Riqueza Global

Mediante metodologías cuantitativas y cualitativas en los sitios de muestreo se obtuvo un total de 50 especies de aves, pertenecientes a 47 géneros, 28 familias y 17 órdenes; este número de especies es el 2,96 % del total de aves de Ecuador y 6,85 % del total de especies del piso tropical oriental.

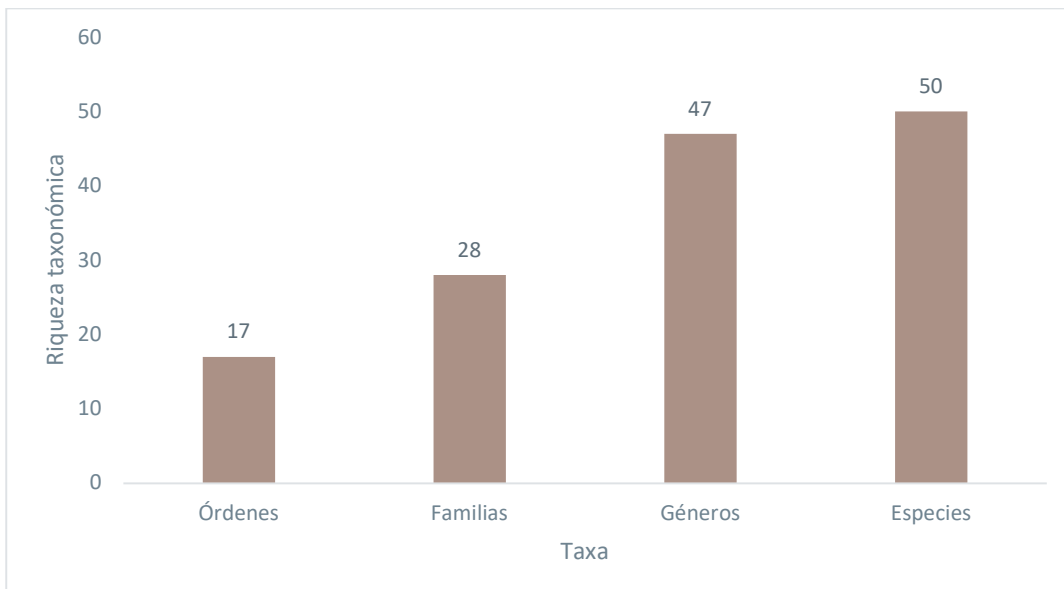


Figura 3-39 Riqueza de Aves Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

La familia con mayor número de especies registradas es Thraupidae, con cinco especies; seguida de Icteridae y Tyrannidae, con cuatro especies cada una; Columbidae, Picidae y Psittacidae, con tres especies cada una; Accipitridae, Capitonidae, Falconidae, Furnariidae, Ramphastidae y Troglodytidae, con dos especies cada una; mientras que las familias restantes presentaron una sola especie cada una.

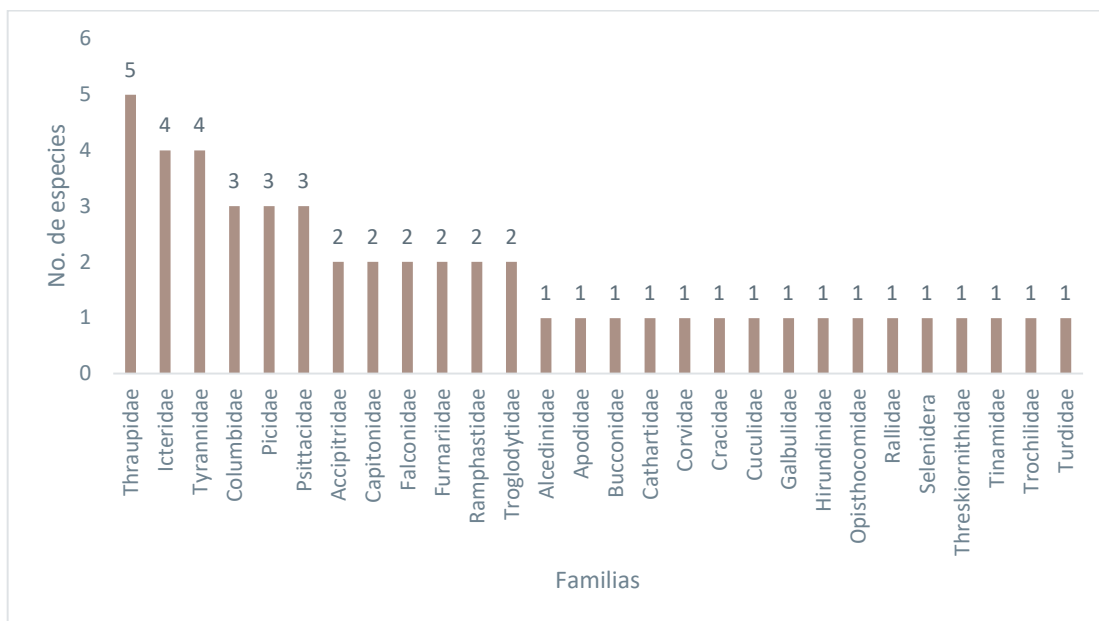


Figura 3-40 Riqueza de Especies de las Familias Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2

El análisis de curva de acumulación de especies para el área total de estudio se realizó de manera global, es decir, tomando en cuenta el punto de muestreo cuantitativo con su respectivo cualitativo y los cualitativos realizados de manera independiente (tres). La unidad de muestreo utilizada para la curva de acumulación fue el número de días. De esta manera, se asignó tres días como unidad de muestreo del punto cuantitativo y dos días donde se levantó la información de los puntos cualitativos, dando como resultado cinco días como unidad de muestreo.

La curva de acumulación presenta una pendiente leve al final de las unidades de muestreo, por lo cual no ha alcanzado la asíntota; sin embargo, el esfuerzo de muestreo es aceptable. El índice de Chao 2 alcanzó 56,44 especies, por lo que el dato reportado en el campo (50 spp.) representa un 88,59 % de las especies estimadas.

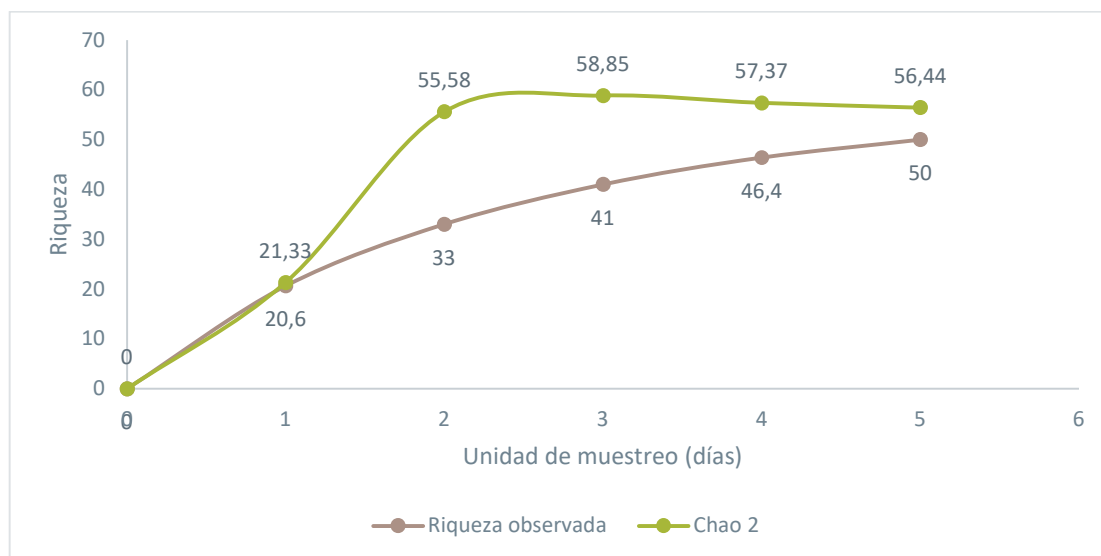


Figura 3-41 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Análisis Cuantitativo (PMA-01)

Riqueza y Abundancia

A partir de las metodologías cuantitativas se registró un total de 124 individuos pertenecientes a 29 especies (este número de especies representa 1,71 % del total de aves de Ecuador). Esta riqueza de especies se distribuye en 12 órdenes, 19 familias y 28 géneros.

Tabla 3-101 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Abundancias en PMA-01

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero	2
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	2
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila rufaxilla</i>	Paloma frentigrís	2
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma rojiza	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón reidor	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	Caracara bayo	1
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Monasa nigrifrons</i>	Monja frentinegra	8
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca (guacharaca) jaspeada	10
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Rascón montés cuelligrís	6
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea	10
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Trepatroncos pardo	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	Trepatroncos golianteado	4
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique lomiamarillo	4
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola dorsirrojiza	16

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropéndola crestada	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Cissopis leverianus</i>	Tangara urraca	2
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorinchus turdinus</i>	Sotorey mirlo	4
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Swainson	1
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Ibis verde	8
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo filigrana	2
Piciformes	Picidae	<i>Celeus elegans</i>	Carpintero castaño	3
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	4
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari orejicastaño	4
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán goliblanco	1
Piciformes	Ramphastidae	<i>Selenidera reinwardtii</i>	Tucancillo collaridorado	1
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara severus</i>	Guacamayo frenticastaño	8
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga weddellii</i>	Perico cabecioscuro	5
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	Loro cabeciazul	7
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i>	Tinamú cinéreo	2

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

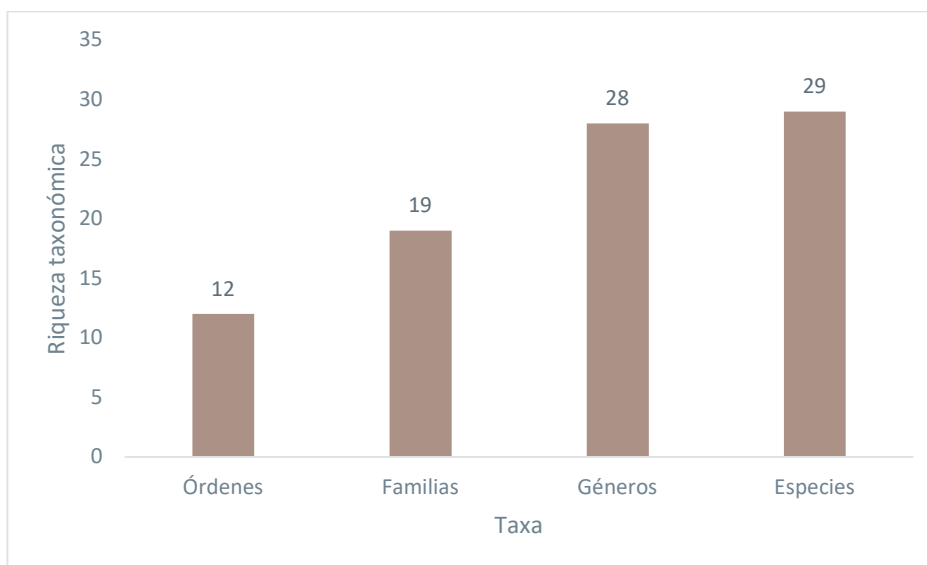


Figura 3-42 Riqueza de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Las familias con mayor número de especies registradas fueron Icteridae, Psittacidae y Ramphastidae, con tres especies cada una; seguidas de Columbidae, Falconidae, Furnariidae y Picidae con dos especies cada una. Las familias restantes presentaron una sola especie.

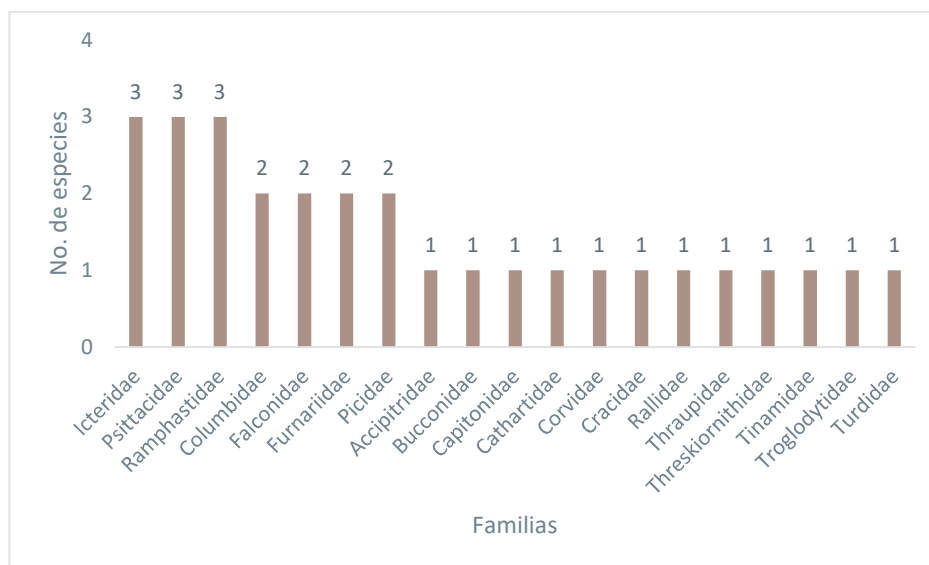


Figura 3-43 Riqueza de Familias de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Rango-Abundancia

La especie más Abundante en el sitio fue *Psarocolius angustifrons* (oropéndola dorsirrojiza), con 16 individuos ($\pi = 0,129$); seguida de *Cyanocorax violaceus* (urraca violácea) y *Ortalis guttata* (chachalaca jaspeada), con 10 individuos cada una ($\pi = 0,081$); *Ara severus* (guacamayo frenticastaño), *Mesembrinibis cayennensis* (ibis verde) y *Monasa nigrifrons* (monja frentinegra), con ocho individuos cada una ($\pi = 0,065$). El resto de las especies registraron siete individuos o menos. En la siguiente figura se puede observar el π de cada una de las especies. En general, la abundancia relativa de las especies es baja, lo cual corrobora los datos de dominancia de Simpson que indican un valor de 0,058, lo que se interpreta como una baja probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie.

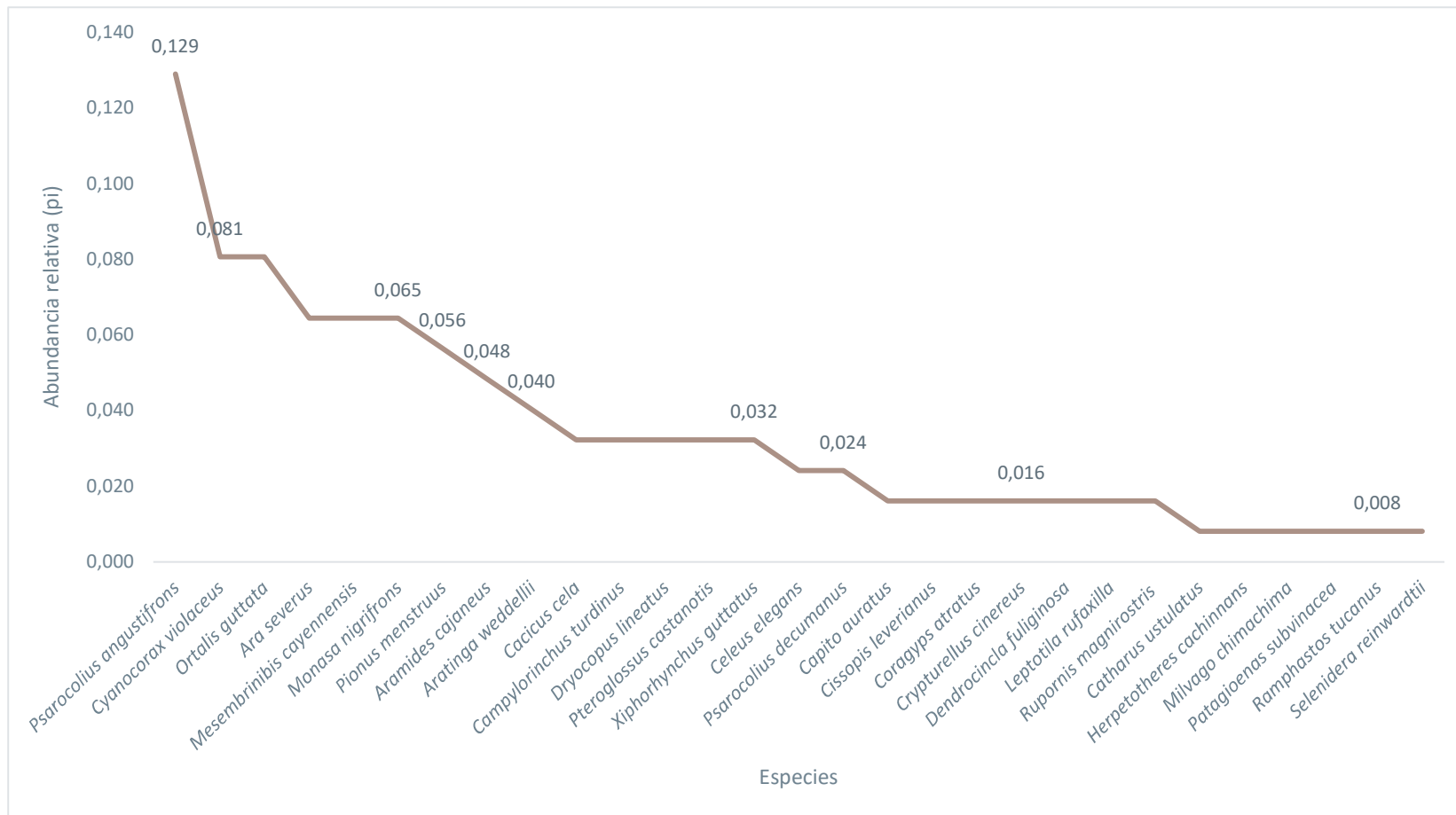


Figura 3-44 Curva de Rango-Abundancia de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Página en blanco

Diversidad Alfa

El Índice de Shannon para el punto de muestreo cuantitativo fue PMA-01: $H' 3,07$, resultado que refleja una alta equitatividad entre las abundancias de la mayoría de las especies.

Tabla 3-102 Valores de Diversidad de Shannon Registradas en el Punto Cuantitativo

Sitio	Riqueza	Abundancia	Shannon_H
PMA-01	29	124	3,07

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Análisis Cualitativo

Riqueza

Dentro de los cuatro puntos cualitativos se registró un total de 34 especies, que pertenecen a 32 géneros, 20 familias y 13 órdenes.

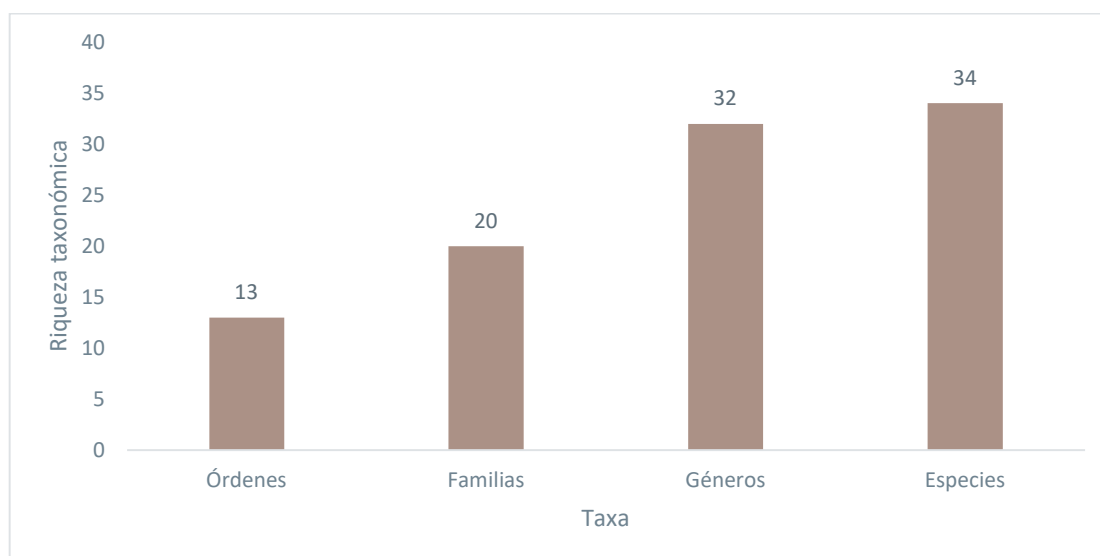


Figura 3-45 Riqueza de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cualitativas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

La familia Thraupidae (tangaras), con cinco especies, fue la más representativa en el área; seguida de las familias Icteridae y Tyrannidae, con cuatro especies cada una; y Accipitridae, Columbidae, Picidae y Psittacidae, con dos especies cada una; el resto de las familias están representadas por una sola especie, tal como se indica en la siguiente figura.

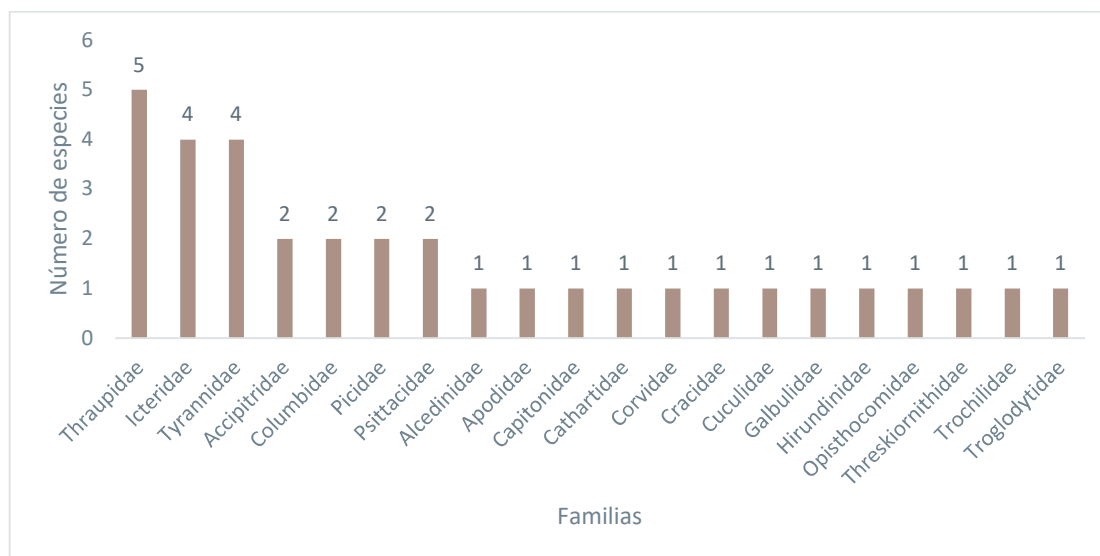


Figura 3-46 Número de Especies por Familia de las Especies Registradas mediante Muestreos Cualitativos

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

A continuación, en la Tabla 3-103, se describe la riqueza de la avifauna hallada en cada recorrido de observación realizados en el presente estudio.

Tabla 3-103 Lista de Especies Registradas en los Puntos Cualitativos

Orden	Familia	Especie	POA-01	POA-02	POA-03	POA-04
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Gampsonyx swainsonii</i>		X		
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	X	X	X	
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonalis</i>			X	X
Apodiformes	Trochilidae	<i>Anthracothorax nigricollis</i>				X
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	X	X	X	X
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	X	X	X	
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila rufaxilla</i>			X	X
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>		X		
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	X	X	X	X
Galbuliformes	Galbulidae	<i>Galbalcyrhynchus leucotis</i>		X	X	
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	X			
Opisthocomiformes	Opisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	X			
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>		X		
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne tapera</i>			X	X
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	X			X
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus croconotus</i>				X

Orden	Familia	Especie	POA-01	POA-02	POA-03	POA-04
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	X	X	X	X
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	X			
Passeriformes	Thraupidae	<i>Cissopis leverianus</i>	X			
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila angolensis</i>			X	X
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	X	X	X	X
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	X	X	X	X
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	X			X
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	X	X		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	X		X	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	X	X	X	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	X		X	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	X	X	X	X
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	X			
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito aurovirens</i>	X			
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>				X
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>		X		
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga weddellii</i>		X		X
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	X			
		Total general	21	16	16	16

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Análisis por Punto de Muestreo Cualitativo

A continuación, se describe la riqueza de la avifauna hallada en cada recorrido de observación realizados en el presente estudio.

POA-01/Plataforma Eno Sur

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-01 se registró un total de 21 especies pertenecientes a 19 géneros, 13 familias y 10 órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con cuatro familias y 12 especies (Tabla 3-103).

POA-02/Línea de Flujo Eno Sur-Eno 2

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-02 se registró un total de 16 especies pertenecientes a 15 géneros, 13 familias y nueve órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con cinco familias y siete especies (Tabla 3-103).

POA-03/Línea de Flujo Plataforma Eno Norte-Eno 2

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-03 se registró un total de 16 especies pertenecientes a 15 géneros, 10 familias y siete órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con cuatro familias y nueve especies (Tabla 3-103).

POA-04/Plataforma Eno Norte

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-04 se registró un total de 16 especies pertenecientes a 15 géneros, 11 familias y siete órdenes; siendo el más representativo el de los Passeriformes con cuatro familias y nueve especies (Tabla 3-103).

Diversidad Beta

Análisis de Similitud de Jaccard

El índice de Jaccard muestra dos conglomerados: el primero, formado únicamente por el punto POA-04, el cual posee una similitud del 25 % con el otro grupo formado por todos los puntos restantes. Dentro del segundo grupo se vuelven a formar dos subgrupos: el primero, con los puntos POA-02 y POA-03, los cuales poseen una similitud del 42 %, siendo estos los puntos de muestreo que se encuentran junto a vías y poseen impactos previos altos sin presentar cobertura vegetal boscosa en toda su extensión. El segundo subgrupo está formado por el punto POA-01, el cual comparte una riqueza del 34 % con POA-02 y POA-03.

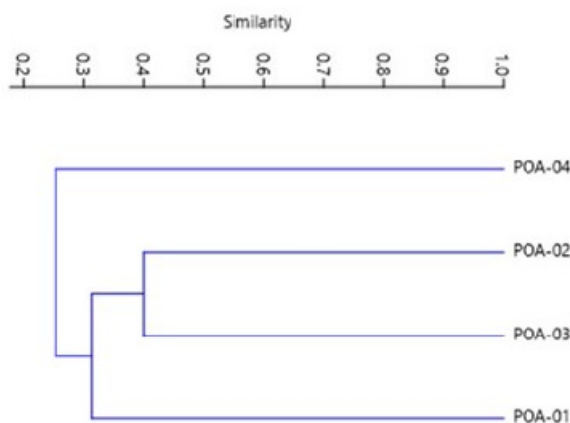


Figura 3-47 Similitud entre los Puntos Cualitativos

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Aspectos Ecológicos

Gremio Alimenticio

Se registró un total de 50 especies, que se agrupan en nueve gremios alimenticios donde 16 especies (32 %) son insectívoras (biocontroladores de plagas); 13 especies (26 %) son frugívoras, que permiten la dispersión de semillas; ocho especies (16 %), son omnívoras, que también ayudan al control de

poblaciones de animales que puedan ser una plaga; cinco especies (10 %) corresponden a granívoras, que se alimentan de semillas de plantas o granos; cuatro especies (8 %) representan a los carnívoros, que requieren de una variada gama de presas de diferente tamaño; finalmente, los nectarívoros (que son elementos importantes de los ecosistemas por su rol en la polinización), herbívoros (se alimenta principalmente de plantas), piscívoros (se alimentan principalmente de peces) y carroñeros (eliminan la carroña del ecosistema) están representados por una especie (2 %) cada gremio.

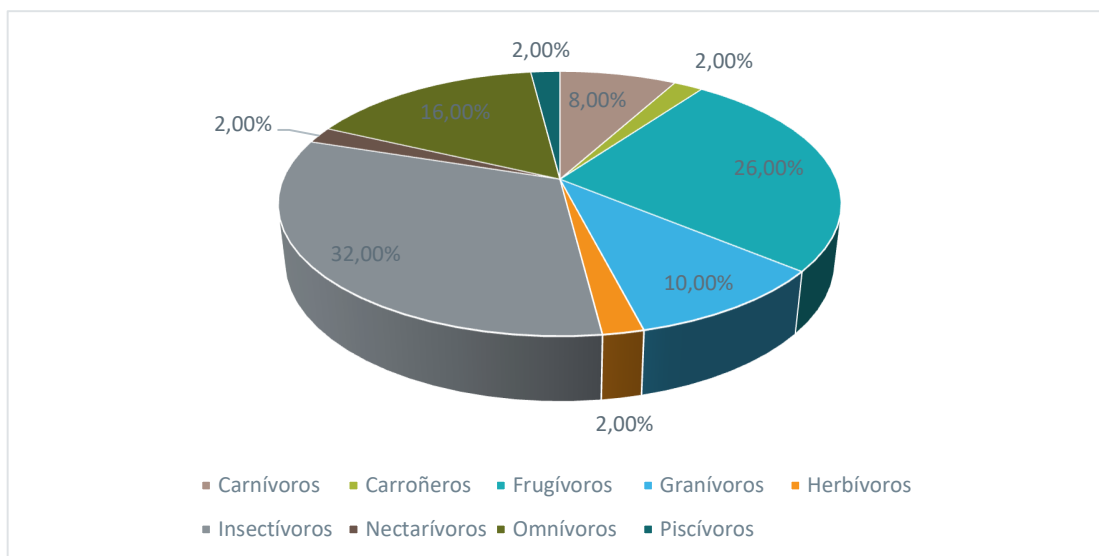


Figura 3-48 Porcentaje de Especies en cada Nicho Trófico

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Tabla 3-104 Gremios Alimenticios de las Especies Registradas

Especie	Gremio	Especie	Gremio
<i>Gamponyx swainsonii</i>	Carnívoro	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Insectívoro
<i>Rupornis magnirostris</i>	Carnívoro	<i>Crotophaga ani</i>	Insectívoro
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Carnívoro	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Insectívoro
<i>Milvago chimachima</i>	Carnívoro	<i>Galbalcyrhynchus leucotis</i>	Insectívoro
<i>Coragyps atratus</i>	Carroñero	<i>Monasa nigrifrons</i>	Insectívoro
<i>Crypturellus cinereus</i>	Frugívoro	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Insectívoro
<i>Ortalis guttata</i>	Frugívoro	<i>Celeus elegans</i>	Insectívoro
<i>Ara severus</i>	Frugívoro	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Insectívoro
<i>Aratinga weddellii</i>	Frugívoro	<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	Insectívoro
<i>Pionus menstruus</i>	Frugívoro	<i>Myiozetetes similis</i>	Insectívoro
<i>Capito aurovirens</i>	Frugívoro	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Insectívoro
<i>Capito auratus</i>	Frugívoro	<i>Megarynchus pitangua</i>	Insectívoro
<i>Ramphastos tucanus</i>	Frugívoro	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Insectívoro
<i>Selenidera reinwardtii</i>	Frugívoro	<i>Progne tapera</i>	Insectívoro
<i>Pteroglossus castanotis</i>	Frugívoro	<i>Troglodytes aedon</i>	Insectívoro

Especie	Gremio	Especie	Gremio
<i>Cissopis leverianus</i>	Frugívoro	<i>Campylorinchus turdinus</i>	Insectívoro
<i>Thraupis episcopus</i>	Frugívoro	<i>Aramides cajaneus</i>	Omnívoro
<i>Thraupis palmarum</i>	Frugívoro	<i>Dryocopus lineatus</i>	Omnívoro
<i>Columbina talpacoti</i>	Granívoro	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Omnívoro
<i>Patagioenas subvinacea</i>	Granívoro	<i>Catharus ustulatus</i>	Omnívoro
<i>Leptotila rufaxilla</i>	Granívoro	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Omnívoro
<i>Volatinia jacarina</i>	Granívoro	<i>Psarocolius decumanus</i>	Omnívoro
<i>Sporophila angolensis</i>	Granívoro	<i>Cacicus cela</i>	Omnívoro
<i>Opisthocomus hoazin</i>	Herbívoro	<i>Icterus croconotus</i>	Omnívoro
<i>Anthracothorax nigricollis</i>	Nectarívoro	<i>Megasceryle torquata</i>	Piscívoro

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Estrato de Forrajeo

Se analizaron cinco estratos de forrajeo, los cuales son las conductas encaminadas a conseguir alimento (búsqueda, exploración y selección), aprendizaje de los juveniles de aves, confianza entre la bandada, el cortejo, supervivencia y reproducción, etc., evidenciándose una especie (2 %) perteneciente al estrato aéreo; 35 especies (70 %) corresponden al estrato dosel; nueve especies (18 %) se encuentran en el estrato subdosel; cuatro especies (8 %), en el estrato terrestre; y, finalmente, una especie (2 %) en el estrato acuático.

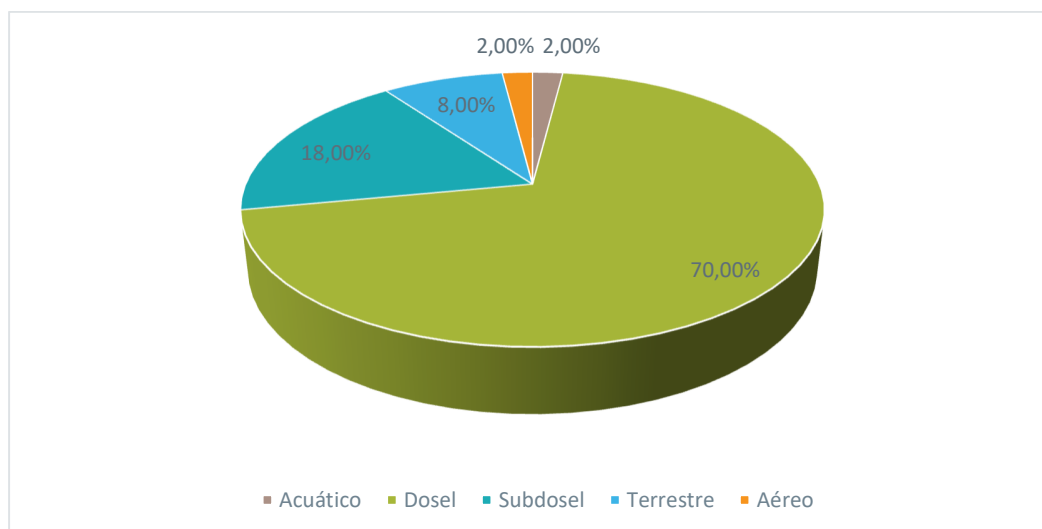


Figura 3-49 Porcentaje de Especies en cada Estrato de Forrajeo

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Tabla 3-105 Estratos de Forrajeo de las Especies Registradas

Especie	Estrato de forrajeo	Especie	Estrato de forrajeo
<i>Aramides cajaneus</i>	Acuático	<i>Megarynchus pitangua</i>	Dosel
<i>Progne tapera</i>	Aéreo	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Dosel

<i>Ortalis guttata</i>	Dosel	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Dosel
<i>Coragyps atratus</i>	Dosel	<i>Campylorinchus turdinus</i>	Dosel
<i>Gampsonyx swainsonii</i>	Dosel	<i>Catharus ustulatus</i>	Dosel
<i>Rupornis magnirostris</i>	Dosel	<i>Cissopis leverianus</i>	Dosel
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Dosel	<i>Thraupis episcopus</i>	Dosel
<i>Milvago chimachima</i>	Dosel	<i>Thraupis palmarum</i>	Dosel
<i>Columbina talpacoti</i>	Dosel	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Dosel
<i>Patagioenas subvinacea</i>	Dosel	<i>Psarocolius decumanus</i>	Dosel
<i>Leptotila rufaxilla</i>	Dosel	<i>Cacicus cela</i>	Dosel
<i>Ara severus</i>	Dosel	<i>Icterus croconotus</i>	Dosel
<i>Aratinga weddellii</i>	Dosel	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	Subdosel
<i>Pionus menstruus</i>	Dosel	<i>Megaceryle torquata</i>	Subdosel
<i>Opisthocomus hoazin</i>	Dosel	<i>Galbalcyrhynchus leucotis</i>	Subdosel
<i>Streptoprocne zonaris</i>	Dosel	<i>Capito aurovirens</i>	Subdosel
<i>Monasa nigrifrons</i>	Dosel	<i>Capito auratus</i>	Subdosel
<i>Ramphastos tucanus</i>	Dosel	<i>Dendrocicla fuliginosa</i>	Subdosel
<i>Selenidera reinwardtii</i>	Dosel	<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	Subdosel
<i>Pteroglossus castanotis</i>	Dosel	<i>Troglodytes aedon</i>	Subdosel
<i>Melanerpes cruentatus</i>	Dosel	<i>Sporophila angolensis</i>	Subdosel
<i>Celeus elegans</i>	Dosel	<i>Crypturellus cinereus</i>	Terrestre
<i>Dryocopus lineatus</i>	Dosel	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Terrestre
<i>Myiozetetes similis</i>	Dosel	<i>Crotophaga ani</i>	Terrestre
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Dosel	<i>Volatinia jacarina</i>	Terrestre

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Hábito

Todas las especies registradas presentaron hábito diurno.

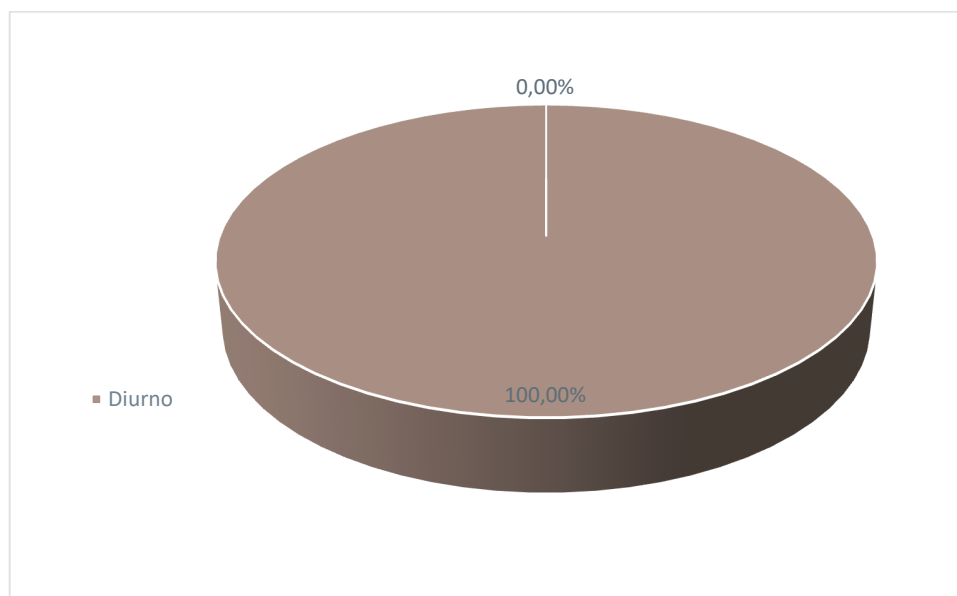


Figura 3-50 Porcentaje de Especies según su Hábito

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Especies Indicadoras

Algunas especies de aves son considerablemente más vulnerables a las perturbaciones humanas que otras, sin embargo, durante el presente estudio se registraron especies generalistas que pueden adaptarse a cambios en su ambiente y pueden obtener sus recursos en ambientes muy alterados. Las especies *Psarocolius angustifrons*, *Cyanocorax olivaceus* y *Ortalis guttata* son las que registraron mayores abundancias y son las que se establecen como bioindicadores para el presente estudio.

Especies Endémicas

En el presente estudio no se registró especies de distribución restringida o endemismo.

Especies Migratorias

Se registró una especie migratoria austral, *Progne tapera* (martín pechipardo). Sin embargo, es importante mencionar que un número reducido de especies migratorias cuentan tanto con poblaciones migratorias como poblaciones reproductoras. Estas especies pasan el invierno parcial o totalmente en Ecuador (Ridgely & Greenfield, 2006).

Tabla 3-106 Especies Migratorias de Aves Registradas

Orden	Familia	Nombre Científico	Migración
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne tapera</i>	Migratoria austral

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Estado de Conservación

Según la UICN y la *Lista roja de aves del Ecuador* (Freile et al, 2019), las 50 especies registradas se encuentran en categoría de Preocupación menor (LC).

En CITES se registraron 10 especies en el Apéndice II: *Rupornis magnirostris*, *Herpetotheres cachinnans*, *Milvago chimachima*, *Ara severus*, *Aratinga weddellii*, *Pionus menstruus*, *Anthracothorax nigricollis*, *Ramphastos tucanus*, *Pteroglossus castanotis* y *Gampsonyx swainsonii*.

Tabla 3-107 Especies en Categoría de Amenaza Registradas en el Área

Nombre Científico	Nombre Común	UICN	Libro Rojo	CITES
<i>Anthracothorax nigricollis</i>	Mango gorginegro	LC	LC	II
<i>Ara severus</i>	Guacamayo frenticastaño	LC	LC	II
<i>Aratinga weddellii</i>	Perico cabecioscuro	LC	LC	II
<i>Gampsonyx swainsonii</i>	Elanio perla	LC	LC	II
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón reidor	LC	LC	II
<i>Milvago chimachima</i>	Caracara bayo	LC	LC	II
<i>Pionus menstruus</i>	Loro cabeciazul	LC	LC	II
<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari orejicastaño	LC	LC	II
<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán goliblanco	LC	LC	II
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero	LC	LC	II

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Uso del Recurso

En general, los pobladores aledaños no efectúan usos directos de las aves presentes en los sitios de muestreo. Sin embargo, en CITES las especies de las familias Cathartidae, Accipitridae, Falconidae, Psittacidae, Trochilidae y Ramphastidae podrían llegar a estar en comercio.

Especies Sensibles

Después de evaluar la sensibilidad con las variables planteadas en la metodología (categoría de amenaza, distribución restringida, rareza en el área de estudio y especies migratorias), de las 50 especies registradas, no se obtuvo especies con sensibilidad Alta, cuatro especies obtuvieron calificación de sensibilidad Media y 46 tuvieron sensibilidad Baja.

Tabla 3-108 Especies de Aves con Sensibilidad Media Registradas en el Área de Muestreo

Nombre Científico	UICN/CITES			Distribución		Rareza en el Área de Estudio			Migración		Total
	CR, EN, VU, NT (CITES)	NE, DD	LC	Endémica/ Distribución Restringida	No Endémica/ Distribuida Ampliamente	pi: 0-0,015	pi: 0,016-0,030	pi: > 0,030	Especies Migratorias	Especies No Migratorias	
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
<i>Milvago chimachima</i>	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
<i>Ramphastos tucanus</i>	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
<i>Rupornis magnirostris</i>	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Discusión

El área de estudio se encuentra constituida en su mayor parte por áreas abiertas o intervenidas, donde existe poca presencia de parches de bosque secundario. El área está dominada por pastizales y cultivos de maíz, palma africana, plátano, boya y árboles frutales. Como se mencionó, los parches de bosque existentes presentan intervención principalmente por la tala selectiva de madera y senderos que utilizan los pobladores locales para cacería. El sotobosque es denso debido a que no se presenta un dosel cerrado, lo que permite el desarrollo de varias especies pioneras. Tomando en cuenta las condiciones del área, solamente se registraron 50 especies de aves, donde la mayoría (92 %) presenta una sensibilidad Baja, es decir, especies que pueden adaptarse rápidamente a cambios en el ecosistema o que soportan cambios permanentes en su medio. Las poblaciones de aves están sometidas a oscilaciones constantes por las actividades humanas, muchos de estos cambios afectan directa o indirectamente a las especies que se encuentran amenazadas y sus hábitats (Gallina y Lopez, 2011). En la Amazonía ecuatoriana la deforestación es una de las principales causas de pérdida de especies vegetales y animales debido a la alteración de los hábitats naturales, también el incremento de tráfico ilegal de fauna silvestre y el incremento de la población humana hacen que disminuya el número de poblaciones naturales (Meffe, G,K y Carroll, 1997).

Respecto a la metodología, resulta más eficiente el levantamiento de información por trayectos de línea y puntos de conteo, ya que se tiene un mayor registro de especies, mientras que con las redes de neblina la captura de especies es baja porque solo se considera especies que se desplazan por el sotobosque y estrato medio del bosque.

El índice de diversidad de Shannon presentó un valor de 3,07, lo que refleja una alta equitatividad en las abundancias de las diferentes especies; sin embargo, la riqueza (29 especies por métodos cuantitativos) está dominada por especies generalistas y adaptadas a lugares intervenidos. Se registró solo una especie migratoria austral, la golondrina parda o martín pechipardo (*Progne tapera*), cuyas poblaciones migran hacia los trópicos entre marzo y junio, por lo cual su registro en noviembre es atípico o podría tratarse de individuos residentes del país. Cabe mencionar que un número reducido de especies migratorias cuentan tanto con poblaciones migratorias como poblaciones reproductoras; estas especies pasan el invierno parcial o totalmente en Ecuador (Ridgely & Greenfield, 2006).

En cuanto al estado de conservación de la Lista Roja del Ecuador, se evidenció que todas las especies registradas se encuentran en categoría de Preocupación menor (LC), mientras que 10 especies se encuentran en el Apéndice II de CITES. Solamente se registraron cuatro especies con sensibilidad media debido principalmente a que se encuentran en alguna categoría de amenaza y son raras (escasas) en el área geográfica debido a la baja presencia de cobertura vegetal boscosa.

Como se mencionó anteriormente, el área donde se implementarán las plataformas, tramos de acceso e instalación de líneas de flujo son áreas abiertas o muy intervenidas por lo que, no existen impactos directos hacia las poblaciones de aves por pérdida de cobertura vegetal que afecte sus recursos o refugio, así como tampoco se verán afectados los servicios ecosistémicos que prestan las diferentes comunidades de aves como son la polinización y la dispersión de semillas. Sin embargo, la generación de ruido durante las actividades constructivas podría afectar a las poblaciones de aves canoras, que utilizan sus cantos como medios de comunicación, los cuales podrían ser solapados, ahuyentando a las especies por un lapso corto.

3.2.5.2.2 Mastofauna

A continuación, se muestran los resultados del componente mastofauna hallados durante la fase de campo levantada para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.2 Biótico, B.2.1 Tablas Bióticas, B.2.2 Bases de Datos, B.2.4 Hojas de Campo; Anexo C. Registro Fotográfico, C.2 Biótico).

Análisis General

Riqueza Global

Para el área de estudio se registraron 13 especies, que representan el 2,78 % de la mastofauna total del Ecuador (n = 467), de acuerdo con el listado de Tirira et al., 2023; y el 6,02 % de los mamíferos presentes en el piso tropical oriental (n = 216) (Albuja, 2012). Estas 13 especies se distribuyen en 12 géneros, 10 familias y seis órdenes. Estos resultados incluyen los datos obtenidos mediante las metodologías cuantitativas y cualitativas anteriormente detalladas.

Tabla 3-109 Mastofauna Total Registrada en el Área de Estudio

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta
		<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago común de cola corta
		<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago de lengua larga común oriental
		<i>Rhinophylla pumilio</i>	Murciélago frutero pequeño enano
	Vespertilionidae	<i>Myotis riparius</i>	Myotis ripario
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya común de orejas negras
Pilosa	Cyclopedidae	<i>Cyclopes ida</i>	Flor de balsa amazónico
Primates	Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	Mono aullador rojo de Linneo
	Callitrichidae	<i>Leontocebus nigricollis</i>	Tamarín de dorso negro
	Cebidae	<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla de Humboldt
	Pitheciidae	<i>Plecturocebus discolor</i>	Tití rojizo
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023

Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

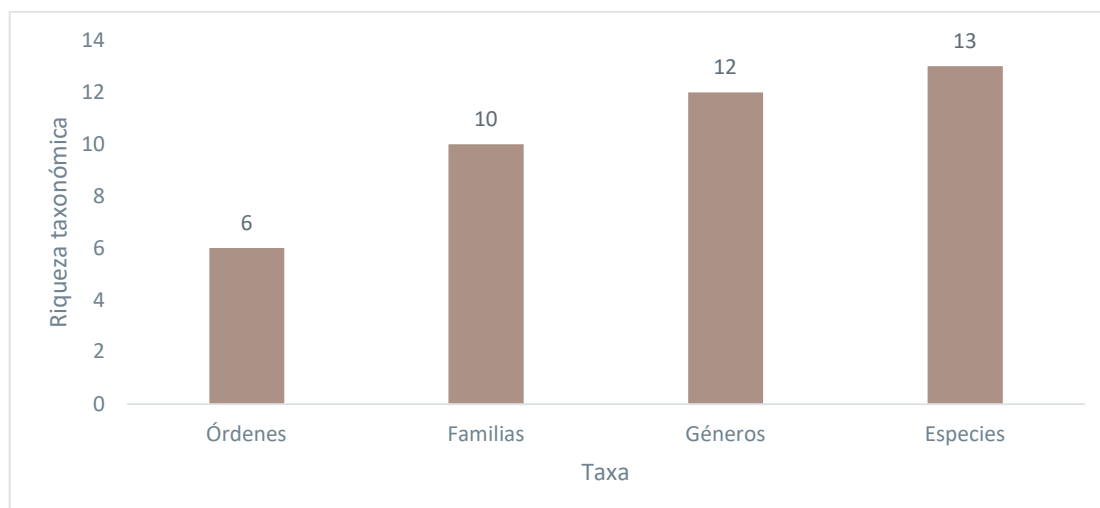


Figura 3-51 Diversidad Taxonómica de la Mastofauna

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2

El análisis de la curva de acumulación de especies para el área total de estudio se realizó de manera global, es decir, tomando en cuenta el punto de muestreo cuantitativo con su respectivo cualitativo y los cualitativos realizados de manera independiente (tres). La unidad de muestreo utilizada para la curva de acumulación fue el número de días. De esta manera, se asignó tres días como unidad de muestreo del punto cuantitativo y dos días donde se levantó la información de los puntos cualitativos, dando como resultado cinco días de unidad de muestreo.

La curva de acumulación presenta una pendiente leve al final de las unidades de muestreo tendiendo a la asíntota, por lo cual el esfuerzo de muestreo es aceptable. El índice de Chao 2 alcanzó 15,8 especies, por lo que el dato reportado en el campo (13 spp.) representa un 82,28 % de las especies estimadas.

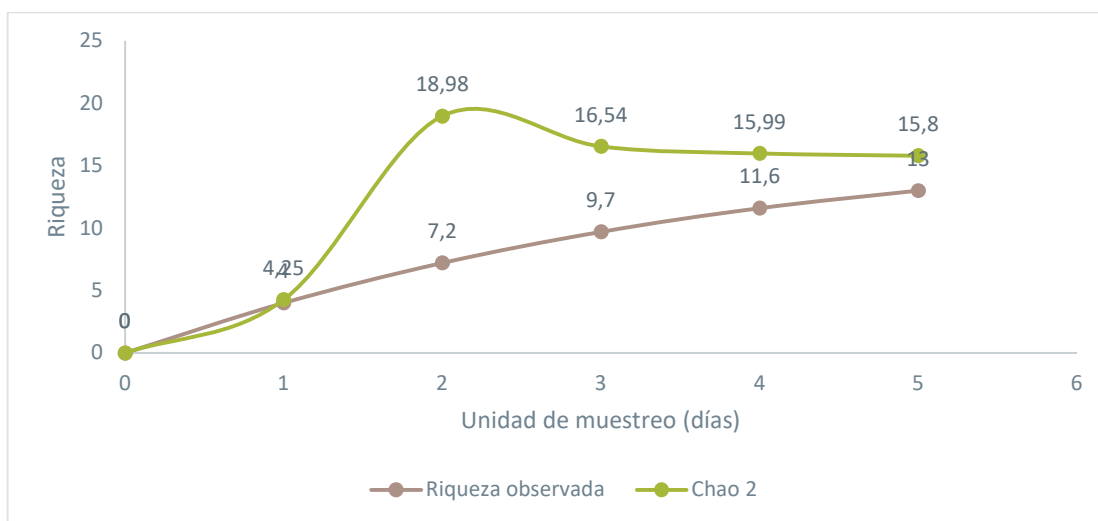


Figura 3-52 Curva Acumulación de Especies de Mastofauna Registradas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Análisis Cuantitativo (PMM-01)

Riqueza y Abundancia

Durante el levantamiento de información cuantitativa se registró un total de cinco especies distribuidas en un orden, dos familias y cuatro géneros. El 100 % de los registros corresponde al orden Chiroptera.

Tabla 3-110 Riqueza y Abundancia de Especies de Mastofauna

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Frecuencia	Pi
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta	5	0,179
		<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago común de cola corta	8	0,286
		<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago de lengua larga común oriental	5	0,179
		<i>Rhinophylla pumilio</i>	Murciélago frutero pequeño enano	9	0,036

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Frecuencia	Pi
	Vespertilionidae	<i>Myotis riparius</i>	Myotis ripario	1	0,321

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Rango-Abundancia

En el presente estudio se capturó 28 individuos mediante métodos cuantitativos. Todas las capturas corresponden al orden Chiroptera registrados mediante el uso de redes de neblina.

Analizando la curva de rango-abundancia presentada a continuación, se puede determinar que la subfamilia Carollinae (i.e., géneros *Carollia* y *Rhinophylla*) es dominante dentro de toda el área de estudio, donde las especies *Rhinophylla pumilio* y *Carollia perspicillata* son las más abundantes, con nueve y ocho capturas respectivamente, sumando entre las dos el 60,07 % de la abundancia total. El índice de dominancia de Simpson es de 0,25, reflejando la dominancia que mantienen las especies mencionadas sobre las abundancias de las especies restantes.

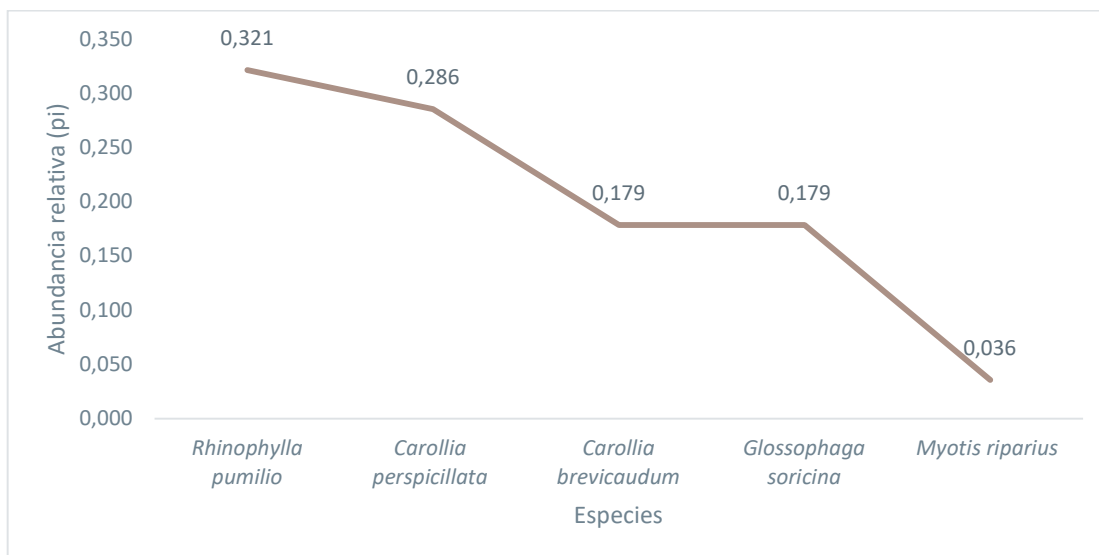


Figura 3-53 Curva de Rango-Abundancia de las Especies de Mastofauna

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Índices de Diversidad Alfa

Índice de Diversidad de Shannon

Este índice contempla la riqueza de especies presentes en el área de estudio y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies, donde se calcula la probabilidad de que un individuo al azar pertenezca a determinada especie.

En el caso del Bloque 54 Eno-Ron, el punto PMM-01 presentó un índice de 1,457 lo que refleja una equitatividad de la abundancia de poblaciones de la mayoría de las especies registradas, aunque su riqueza es baja.

Tabla 3-111 Valores de Diversidad de Shannon para Mastofauna Registrada

Sitio	Riqueza	Abundancia	Shannon_H
PMM-01	5	28	1,457

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Análisis Cualitativo

Riqueza

A lo largo de los puntos cualitativos se registró un total de ocho especies distribuidas en cinco órdenes, ocho familias y ocho géneros. La mayoría de los registros corresponde a observaciones visuales de individuos que forrajearan cercanos a los transectos de observación, también se reportan especies mediante la identificación de rastros de huellas y madrigueras; por último, utilizando técnicas de fototrampeo se registró dos especies.

Tabla 3-112 Mastofauna Registrada en los Puntos de Muestreo Cualitativos

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de Registro
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	Rastro
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya común de orejas negras	Trampa cámara/visual
Pilosa	Cyclopedidae	<i>Cyclopes ida</i>	Flor de balsa amazónica	Visual
Primates	Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	Mono aullador rojo de Linneo	Visual
	Callitrichidae	<i>Leontocebus nigricollis</i>	Tamarín de dorso negro	Visual
	Cebidae	<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla de Humboldt	Visual
	Pitheciidae	<i>Plecturocebus discolor</i>	Tití rojizo	Visual
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	Trampa cámara

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Análisis por Punto de Muestreo

POM-01, PMM-CT/Plataforma Eno Sur

Las cámaras trampa se encontraban dentro del punto cuantitativo perteneciente al área cercana a la plataforma Eno Sur, un bosque secundario intervenido dentro del cual cruza un pequeño cuerpo de agua, mientras que el punto cualitativo asociado al cuantitativo es un área abierta rodeada de rastrojos y cultivos.

Riqueza

En este sitio se reporta la presencia de ocho especies de mamíferos distribuidos en cinco órdenes y ocho familias.

Tabla 3-113 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo Cualitativo POM-01

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de Registro
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	Rastro
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya común de orejas negras	Trampa cámara

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de Registro
Pilosa	Cyclopedidae	<i>Cyclopes ida</i>	Flor de balsa amazónica	Visual
Primates	Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	Mono aullador rojo de Linneo	Visual
	Callitrichidae	<i>Leontocebus nigricollis</i>	Tamarín de dorso negro	Visual
	Cebidae	<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla de Humboldt	Visual
	Pitheciidae	<i>Plecturocebus discolor</i>	Tití rojizo	Visual
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	Trampa cámara

Fuente: Entrix Latin America, noviembre 2023
Elaboración: Entrix Latin America, diciembre 2023

POA-02/Línea de Flujo Eno Sur-Eno 2

Punto cualitativo realizado a lo largo del área de futura implantación de líneas de flujo entre Eno Sur y Eno 2 que recorre cercana a la vía. Son áreas abiertas en su mayoría con presencia de pastizales y cultivos.

Riqueza

En este punto se registraron dos especies de mamíferos correspondientes a dos órdenes y dos familias.

Tabla 3-114 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo Cualitativo POM-02

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de Registro
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya común de orejas negras	Visual
Primates	Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	Mono aullador rojo de Linneo	Visual

Fuente: Entrix Latin America, noviembre 2023
Elaboración: Entrix Latin America, diciembre 2023

POA-03/ Línea de Flujo Plataforma Eno Norte-Eno 2

Punto cualitativo realizado a lo largo del área de la futura implantación de líneas de flujo entre Eno Norte y Eno 2 que recorre cercana a la vía. Son áreas abiertas en su mayoría con presencia de pastizales, rastrojos y cultivos de maíz y palma africana.

Riqueza

No se registraron especies de mamíferos en este punto durante el recorrido de observación.

POA-04/Plataforma Eno Norte

Punto cualitativo ubicado en las inmediaciones del área delimitada para la plataforma Eno Norte, corresponde a un área abierta con baja presencia de arbustos pioneros y cultivos de plátano abandonados.

Riqueza

En este punto se reporta la presencia de dos especies de mamíferos correspondientes a dos órdenes y dos familias.

Tabla 3-115 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo Cualitativo POM-04

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de Registro
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	Rastro
Primates	Pitheciidae	<i>Plecturocebus discolor</i>	Tití rojizo	Visual

Fuente: Entrix Latin America, noviembre 2023
Elaboración: Entrix Latin America, diciembre 2023

Diversidad Beta

Análisis de Similitud de Jaccard

Los análisis de similitud muestran la conformación de dos grupos. El primero, conformado únicamente por el punto POM-03, el cual no presentó registro de especies, por lo cual no posee similitud con el segundo grupo conformado por los tres puntos restantes. Dentro del segundo grupo se forman nuevamente dos subgrupos, el primero conformado por POM-01 y POM-02 que comparten un 25 % de su riqueza (dos especies), mientras que con el punto POM-04, se tiene una similitud del 12,5 %, es decir una especie con los primeros.

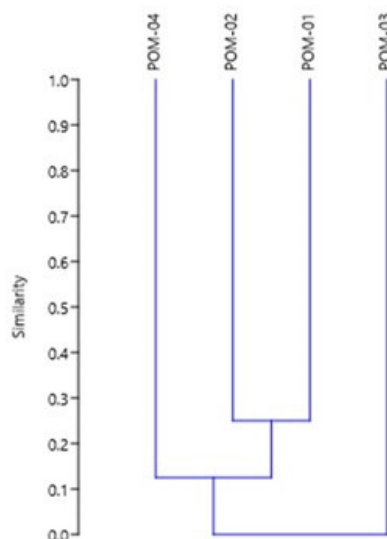


Figura 3-54 Clúster del Análisis de Similitud entre los Puntos de Muestreo Cualitativos

Fuente: Entrix Latin America, noviembre 2023
Elaboración: Entrix Latin America, diciembre 2023

Aspectos Ecológicos

Gremio Alimenticio

Dentro de las 13 especies registradas, se evaluaron cinco gremios tróficos. El gremio alimenticio más representativo es el de los frugívoros, con el 46,15 % (6 spp.); seguido de los insectívoros, con el 30,77 % (4 spp.). Por otro lado, los omnívoros, nectarívoros y herbívoros abarcaron el 7,69 % (1 spp.) para cada grupo.

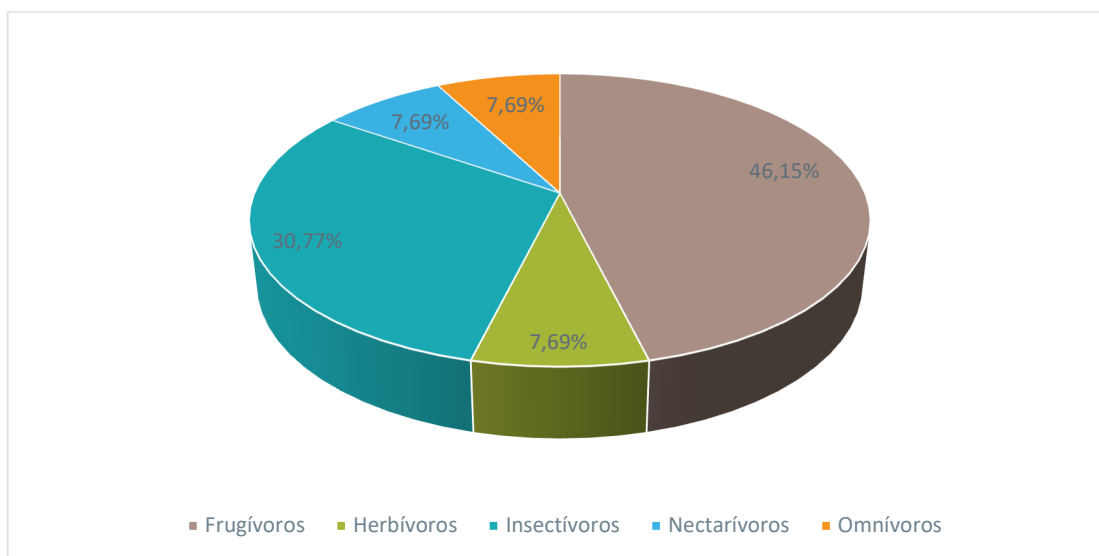


Figura 3-55 Gremio Trófico de las Especies de Mastofauna Registrada

Fuente: Entrix Latin America, noviembre 2023
Elaboración: Entrix Latin America, diciembre 2023

Tabla 3-116 Gremio Alimenticio de la Mastofauna Registrada

Nombre Científico	Gremio alimenticio
<i>Alouatta seniculus</i>	Herbívoros
<i>Carollia brevicaudum</i>	Frugívoro
<i>Carollia perspicillata</i>	Frugívoro
<i>Cuniculus paca</i>	Frugívoro
<i>Cyclopes ida</i>	Insectívoro
<i>Dasybus novemcintus</i>	Insectívoro
<i>Didelphis marsupialis</i>	Omnívoro
<i>Glossophaga soricina</i>	Nectarívoro
<i>Leontocebus nigricollis</i>	Frugívoro
<i>Myotis riparius</i>	Insectívoro
<i>Plecturocebus discolor</i>	Frugívoro
<i>Rhinophylla pumilio</i>	Frugívoro
<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Insectívoro

Fuente: Entrix Latin America, noviembre 2023
Elaboración: Entrix Latin America, diciembre 2023

Hábito

Las especies de hábito nocturno fueron las mejor representadas, correspondientes al 69,23 % de los registros, con nueve especies. Se registraron cuatro especies de hábito diurno, que representan el 30,77 %.

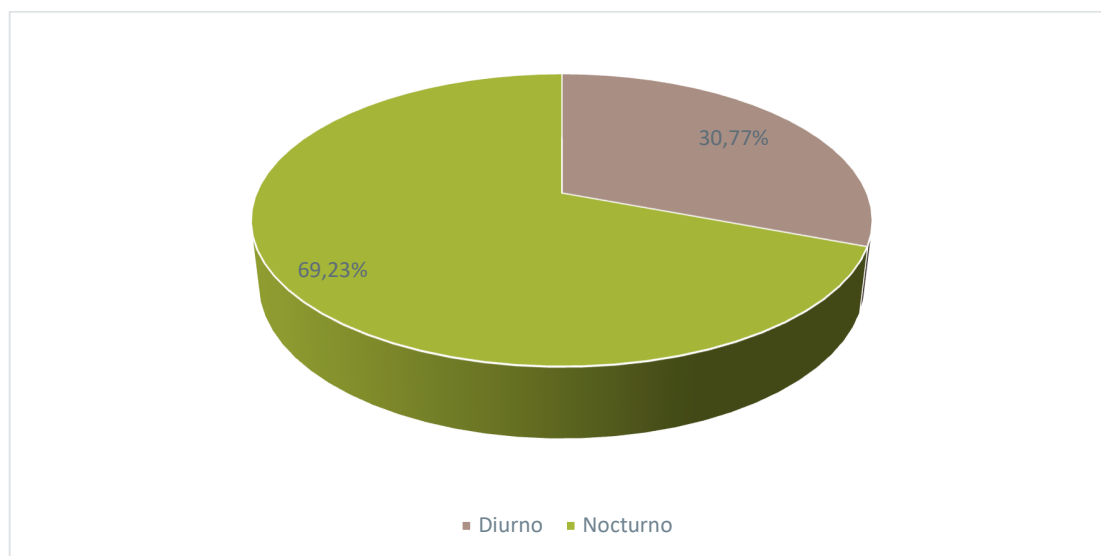


Figura 3-56 Hábito de los Mamíferos Registrados en el Área del Proyecto

Fuente: Entrix Latin America, noviembre 2023
Elaboración: Entrix Latin America, diciembre 2023

Tabla 3-117 Hábito de la Mastofauna Registrada

Nombre Científico	Hábito
<i>Alouatta seniculus</i>	Diurno
<i>Carollia brevicaudum</i>	Nocturno
<i>Carollia perspicillata</i>	Nocturno
<i>Cuniculus paca</i>	Nocturno
<i>Cyclopes ida</i>	Nocturno
<i>Dasypus novemcintus</i>	Nocturno
<i>Didelphis marsupialis</i>	Nocturno
<i>Glossophaga soricina</i>	Nocturno
<i>Leontocebus nigricollis</i>	Diurno
<i>Myotis riparius</i>	Nocturno
<i>Plecturocebus discolor</i>	Diurno
<i>Rhinophylla pumilio</i>	Nocturno
<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Diurno

Fuente: Entrix Latin America, noviembre 2023
Elaboración: Entrix Latin America, diciembre 2023

Distribución Vertical

En cuanto a la distribución vertical, los registros que pertenecen al estrato aéreo representan cinco especies que constituyen el 38,46 %; seguido de cuatro especies que utilizan el subdosel con el 30,77 %. Tres especies utilizan el estrato terrestre para movilizarse (23,08 %) y una especie se desplaza por el dosel del bosque (7,69 %).

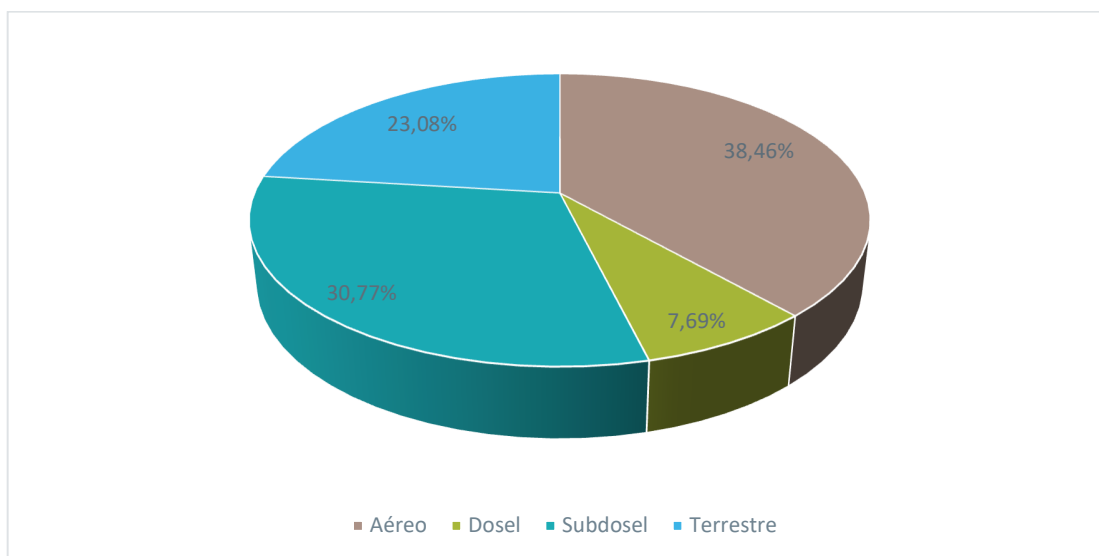


Figura 3-57 Locomoción de las Especies de Mastofauna Registrada

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Tabla 3-118 Distribución Vertical de la Mastofauna Registrada

Nombre Científico	Estrato
<i>Alouatta seniculus</i>	DoseL
<i>Carollia brevicaudum</i>	Aéreo
<i>Carollia perspicillata</i>	Aéreo
<i>Cuniculus paca</i>	Terrestre
<i>Cyclopes ida</i>	SubdoseL
<i>Dasypus novemcintus</i>	Terrestre
<i>Didelphis marsupialis</i>	Terrestre
<i>Glossophaga soricina</i>	Aéreo
<i>Leontocebus nigricollis</i>	SubdoseL
<i>Myotis riparius</i>	Aéreo
<i>Plecturocebus discolor</i>	SubdoseL
<i>Rhinophylla pumilio</i>	Aéreo
<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	SubdoseL

Fuente: Entrix Latin America, noviembre 2023
Elaboración: Entrix Latin America, diciembre 2023

Estado de Conservación y Endemismo

De acuerdo con la última actualización de la lista roja de la UICN (2022-2), de las 13 especies reportadas en este estudio, una se encuentra como No Evaluada (NE) y corresponde a *Cyclopes ida*, flor de balsa amazónica, cuyas poblaciones no han sido bien estudiadas. Las especies restantes se clasifican como Preocupación menor (LC).

En cuanto a la Lista Roja de mamíferos del Ecuador del 2021, se reportaron dos especies de primates en la categoría de Vulnerable (VU) (*Leontocebus nigricollis* y *Saimiri cassiquiarensis*) y dos especies más figuran como Casi amenazadas (NT): *Plecturocebus discolor* y *Cuniculus paca*. *Cyclopes ida* se encuentra como No Evaluada (NE) en la Lista Roja de Ecuador y en la UICN y el resto de las especies corresponde a la categoría Preocupación menor (LC).

Por último, de acuerdo con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2023), se reportan cuatro especies de primates dentro del Apéndice II, *Leontocebus nigricollis*, *Alouatta seniculus*, *Plecturocebus discolor* y *Saimiri cassiquiarensis*.

Tabla 3-119 Estado de Conservación Local y Regional de las Especies Registradas de Mastofauna

Orden	Familia	Nombre Científico	Lista Roja Ecuador (2021)	CITES (2023)	UICN (2022)
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicaudum</i>	LC	-	LC
		<i>Carollia perspicillata</i>	LC	-	LC
		<i>Glossophaga soricina</i>	LC	-	LC
		<i>Rhinophylla pumilio</i>	LC	-	LC
	Vespertilionidae	<i>Myotis riparius</i>	LC	-	LC
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	LC	-	LC
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	LC	-	LC
Pilosa	Cyclopedidae	<i>Cyclopes ida</i>	NE	-	NE
Primates	Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	LC	II	LC
	Callitrichidae	<i>Leontocebus nigricollis</i>	VU	II	LC
	Cebidae	<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	VU	II	LC
	Pitheciidae	<i>Plecturocebus discolor</i>	NT	II	LC
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	NT	-	LC
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2022; Datos Insuficientes (DD), Preocupación menor (LC), Casi amenazado (NT), Vulnerable (VU), En peligro (EN), En peligro crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres Apéndices I, II y III.					

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Especies Indicadoras

Las especies del género *Carollia* (*Carollia perspicillata*, *Carollia brevicaudum*) han demostrado ser altamente resilientes a los disturbios ambientales. Esta notable resistencia, junto con su capacidad para sobrevivir en condiciones de degradación de hábitat y en procesos de homogeneización biótica, posiciona a estas especies como potenciales indicadores de dichas condiciones adversas. En una línea similar, las especies del género *Rhinophylla* también han mostrado una capacidad admirable para resistir en entornos degradados y perturbados por acciones antrópicas, contribuyendo de forma activa a la recuperación del ecosistema a través de su rol en la dispersión de semillas y en la polinización. Sin embargo, es imperativo reconocer que los cambios significativos en la diversidad y abundancia de estas especies pueden ser un indicativo de una degradación más avanzada del hábitat, lo cual requeriría intervenciones de gestión enfocadas y estratégicas.

Paralelamente, las especies del orden Primates, conocidas por su alta sensibilidad a la intervención humana y a la pérdida de hábitat, han sido identificadas como indicadores positivos del estado de los ecosistemas. En su condición de organismos que se ubican en la cúspide de la cadena alimentaria y que dependen de recursos de alta calidad, los cambios en las poblaciones de primates pueden reflejar alteraciones significativas en la calidad del hábitat y en la disponibilidad de recursos, proveyendo una visión crítica sobre la salud a largo plazo de los ecosistemas. Por ende, es esencial el monitoreo constante de estas especies para poder orientar eficazmente las acciones de conservación y gestión del hábitat.

Tabla 3-120 Especies de Mastofauna Registrada Indicadoras de Buen y Mal Estado de Conservación

Orden	Familia	Especies Indicadoras	Bioindicadores
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicaudum</i>	Aumento de abundancia: Mal estado de conservación
		<i>Carollia perspicillata</i>	Aumento de abundancia: Mal estado de conservación
		<i>Rhynophylla pumilio</i>	Aumento de abundancia: Mal estado de conservación
Primates	Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	Presencia: Buen estado de conservación
	Callitrichidae	<i>Leontocebus nigricollis</i>	Presencia: Buen estado de conservación
	Cebidae	<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Presencia: Buen estado de conservación
	Pitheciidae	<i>Plecturocebus discolor</i>	Presencia: Buen estado de conservación

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Uso del Recurso

En este estudio se reportan dos especies de mamíferos que las comunidades humanas locales explotan para su alimentación. Dichas especies son: *Dasyopus novemcinctus* y *Cuniculus paca*, que son apreciadas por su carne, la cual sirve como una esencial fuente de nutrición. Estos animales son cazados tanto para su uso alimentario doméstico como para su venta o intercambio dentro de la comunidad. La práctica de utilizar estas especies para el consumo es una costumbre profundamente arraigada en estas comunidades locales y puede tener consecuencias para la supervivencia de las personas, así como para la conservación de las especies y los ecosistemas en los que habitan.

Adicionalmente, hay grupos de especies, como los primates, que muestran una sensibilidad extrema a las perturbaciones en sus ecosistemas y pueden verse afectados por la pérdida de hábitat y las actividades antrópicas. Por esta razón, también se les considera marcadores de la salud de los ecosistemas debido a que su presencia suele estar vinculada a recursos exclusivos de ecosistemas heterogéneos. Esto se evidencia en las especies identificadas en el presente seguimiento, como *Alouatta seniculus*, *Leontocebus nigricollis* y *Saimiri cassiquiarensis*. En estos casos, se observa una tendencia a cazar a los adultos para su venta o uso como mascotas, dejando a las crías vivas. Esta práctica puede tener serias repercusiones para la conservación de las especies de primates debido a que la pérdida de individuos adultos puede impactar la supervivencia y la reproducción de estos grupos.

Sensibilidad

Dentro del análisis de sensibilidad se determinó que cuatro de las 13 especies reportadas presentan una sensibilidad Media, estas corresponden a los primates: *Leontocebus nigricollis*, *Alouatta seniculus*, *Saimiri cassiquiarensis*, que se ven amenazados por la caza con fines de tráfico ilegal, y a la especie de consumo alimentario que se encuentra bajo categoría de amenaza (*Cuniculus paca*). El resto de las especies registradas presentan sensibilidad Baja.

Tabla 3-121 Especies de Mastofauna con Sensibilidad Media

Nombre Científico	UICN/CITES			Distribución		Rareza en el Área de Estudio			Uso		Total
	CR, EN, VU, NT, CITES	NE, DD	LC	Endémica/ Distribución Restringida	No Endémica/ Distribuida Ampliamente	pi: 0-0,015	pi: 0,016-0,030	pi: > 0,030	Se Usa a Nivel Local	No se Usa a Nivel Local	
<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	2	0	0	0	0	0	1	0	2	0	5
<i>Leontocebus nigricollis</i>	2	0	0	0	0	0	1	0	2	0	5
<i>Alouatta seniculus</i>	2	0	0	0	0	0	1	0	2	0	5
<i>Cuniculus paca</i>	2	0	0	0	0	0	1	0	2	0	5

Fuente: Entrix Latin America, noviembre 2023
Elaboración: Entrix Latin America, diciembre 2023

Discusión

Durante el levantamiento de información se registró la presencia de 13 especies de mamíferos que representan apenas el 6,02 % de mamíferos presentes en el piso tropical oriental (Albuja, 20212). El reducido número de especies registrado da cuenta del estado de conservación en la que se desarrolla el campo Eno, con dominancia de lugares con alta intervención antrópica, donde el cambio del uso de suelo para el desarrollo de cultivos, colonización, vías de acceso y actividades extractivistas ha disminuido considerablemente la presencia de bosques. La diversidad y la resistencia de estas especies en un ambiente tan degradado es notable y acentúa la importancia de conservar los remanentes de hábitats naturales (Emmons & Feer, 1997).

Entre los grupos de mamíferos, los murciélagos fueron los mejor representados, con 28 individuos capturados, lo cual es consistente con investigaciones previas que han identificado una alta abundancia de murciélagos en hábitats tropicales perturbados (Clare et al., 2013). Particularmente, las especies de los géneros *Carollia* y *Rhynophylla* fueron las más abundantes y su número aumenta en áreas de bosques intervenidos, lo que sugiere un alto grado de alteración del hábitat. Sin embargo, también se debe considerar que los murciélagos desempeñan un papel crítico en los ecosistemas como polinizadores y controladores de insectos, por lo que su presencia y abundancia son indicadores significativos de la salud del ecosistema (Kunz et al., 2011).

Durante el presente muestreo, no se registraron especies de micromamíferos no voladores mediante trampas Sherman, Tomahawk y trampas pitfall. Para el caso de las trampas Sherman y Tomahawk, la utilización de un número reducido de trampas (20 y 6 respectivamente) en el sitio de muestreo cuantitativo (bosque intervenido cercano a la plataforma Eno sur) y la presencia de una alta cantidad de hormigas u otros insectos que consumían rápidamente los cebos fueron los factores determinantes para este resultado. Woodman et al (1996) señalan que las trampas Sherman y Tomahawk no son tan efectivas como las trampas de resorte y que el tipo de atrayente tienen una gran influencia en la abundancia y composición de organismos que se capturan. De igual manera, Sánchez et al (2004) señalan que se necesita mucho esfuerzo de muestreo para la captura de mamíferos menores mediante el uso de trampas Sherman, y que son factores determinantes para su efectividad la época del año y su colocación en cercanías de áreas perturbadas. Astúa et al (2006) mencionan que el tipo de atrayente (cebo) puede verse afectado por distintas condiciones climáticas como los altos índices de calor y humedad que pueden descomponer rápidamente los diferentes componentes de un cebo, perdiendo de esta manera su eficacia. De esta manera, debido a que la efectividad de trampas Sherman y Tomahawk en bosques tropicales es

baja y, en el caso del presente estudio, el sitio de muestreo se encuentra influenciado por la cercanía de áreas perturbadas (extensas áreas de cultivo, potreros y áreas abiertas) con altos usos de químicos (insecticidas), se recomienda que, para los monitoreos plantados en el Plan de manejo, no se utilice la metodología de trampas Sherman y Tomahawk.

Para el caso de trampas pitfall, Umetsu et al (2006) mencionan que capturan mayor cantidad de organismos, sin embargo, hay un fuerte efecto de los factores climáticos sobre la efectividad de las trampas, lo cual se debe a los cambios en la actividad de los organismos. Además, las trampas pitfall están influenciadas especialmente por el tipo de suelo en el que se está trabajando. De esta manera los suelos arcillosos como los que encontramos dentro del área muestreada necesitan un mayor esfuerzo de muestreo (Sactic, 2017). Debido a la falta de registros mediante el uso de esta metodología se recomienda no utilizar esta metodología en los futuros monitoreos plantados en el Plan de Manejo.

En relación con los aspectos ecológicos, a nivel de gremio de las especies registradas la mayor proporción se atribuye a los frugívoros, que juegan un papel crucial en los procesos ecológicos como la dispersión de semillas y la regeneración del bosque (Jordano, 2000). Además, las especies insectívoras también juegan un papel crucial en el control de las poblaciones de insectos y en la estructura de sus comunidades (Kalka et al., 2008).

Respecto al estado de conservación, el estudio identificó que varias especies presentes en el Bloque 54 Eno-Ron están catalogadas en la *Lista roja de mamíferos del Ecuador*. Las especies *Leontocebus nigricollis* y *Saimiri cassiquiarensis* están catalogadas como Vulnerables (VU), y *Plecturocebus discolor* y *Cuniculus paca* están listadas como Casi amenazadas (NT). Las demás especies en el estudio se clasificaron como de Preocupación menor (LC).

La presencia de especies amenazadas en un ambiente degradado subraya la necesidad de establecer estrategias de conservación efectivas. Incluso en su estado reducido, los remanentes de la vegetación amazónica en el Bloque 54 Eno-Ron proporcionan un hábitat crítico para las especies que aún persisten. En este estudio se registraron pocas especies de macromamíferos, lo que indica que las áreas de estudio no están bien conservadas, ya que estos organismos suelen ser indicadores efectivos del estado de los ecosistemas.

Una consideración importante respecto a los resultados, es que estos pueden sugerir una heterogeneidad de la distribución de las especies en la región, probablemente debido a la variación en la degradación del hábitat entre los sitios (Morrison et al., 2007), dado que se observa que si bien se comparten especies entre la mayoría de los puntos de muestreo, tal y como se evidencia en el análisis de similitud, existen sitios donde no fue posible registrar especies de mamíferos, pues las condiciones ambientales de estos no proveen de nichos disponibles para organismos que requieran determinada complejidad de hábitat (Eisenberg & Redford, 1999).

Las actividades planificadas se desarrollarán principalmente sobre áreas intervenidas o abiertas, por lo cual la alteración de nichos de mamíferos que poseen requerimientos específicos para su supervivencia es prácticamente nula. En los pocos parches de bosque presentes dentro del área geográfica se registraron varias especies de primates como *Leontocebus nigricollis* y *Saimiri cassiquiarensis*, que figuran en diferentes grados de amenaza según las listas rojas de la UICN y de Ecuador. Dada la sensibilidad de los primates a las alteraciones en sus ecosistemas y su papel como indicadores de la salud del ecosistema estos parches de bosque no serán afectados por las actividades planificadas.

El ruido puntual producido por maquinaria utilizada durante la construcción y generadores durante la operación podría ahuyentar a las especies, por lo que la dispersión de semillas a cargo de mamíferos frugívoros disminuiría perdiendo la flora del sector la oportunidad de dispersarse. La construcción y funcionamiento de trampas API y Cellar, podrían ocasionar la caída de animales y su posterior ahogamiento, por lo cual se tomarán las medidas necesarias dentro del plan de manejo (instalación de malla) para que esto no ocurra. Finalmente, existe la posibilidad de ingreso de especies exóticas de

carácter invasivo como la rata común, lo que causaría competencia por recursos con otras especies silvestres y la probabilidad de contagio de enfermedades (rabia) a pobladores.

3.2.5.2.3 Herpetofauna

A continuación, se muestran los resultados del componente herpetofauna hallados durante la fase de campo levantada para el presente estudio y cuyos respaldos se muestran en la sección de anexos. Anexos (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.2 Biótico, B.2.1 Tablas Bióticas, B.2.2 Bases de Datos, B.2.4 Hojas de Campo; Anexo C. Registro Fotográfico, C.2 Biótico).

Análisis General

Riqueza Global

Para el componente herpetofauna se registró una riqueza general de 27 especies entre anfibios y reptiles distribuidos en 10 familias y 16 géneros. Esta riqueza fue registrada en un punto de monitoreo cuantitativo y tres puntos de observación cualitativos.

Amphibia: Se registraron 19 especies pertenecientes al orden Anura y seis familias: Aromobatidae, Bufonidae, Centrolenidae, Hylidae, Leptodactylidae y Strabomantidae.

Reptilia: Se registraron ocho especies que pertenecen a dos órdenes (Squamata: Sauria, Squamata: Serpentes) y cuatro familias: Boide, Iguanidae: Dactyloinae, Phyllodactylidae y Sphaerodactylidae.

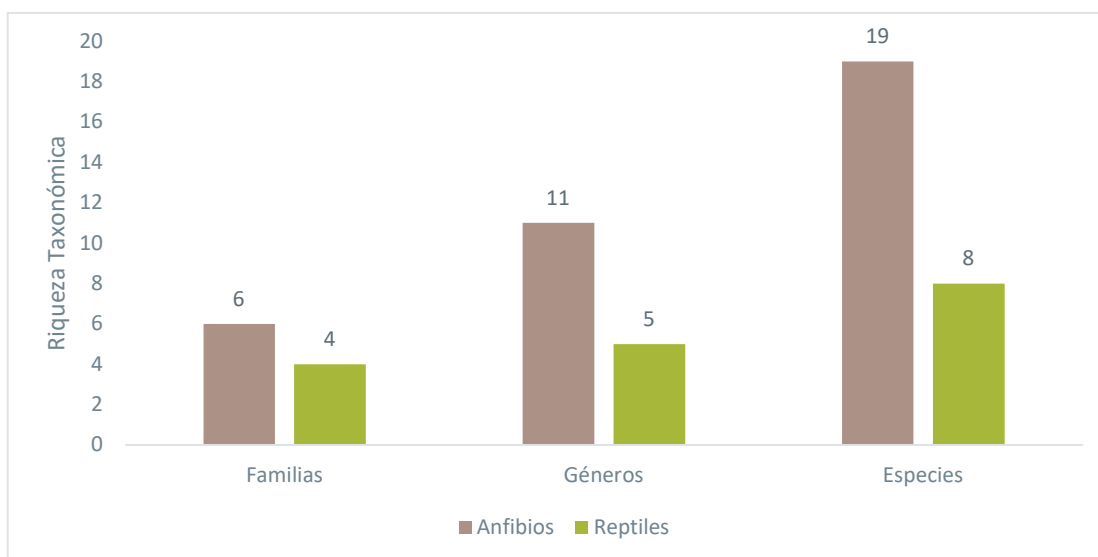


Figura 3-58 Diversidad General de Especies de Herpetofauna Registrada

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Tabla 3-122 Especies de Herpetofauna Registrada en los Puntos de Muestreo

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates insperatus</i>	Rana saltarina de Santa Cecilia
		Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo común sudamericano
			<i>Rhinella marina</i>	Sapo de la caña
		Centrolenidae	<i>Teratohyla midas</i>	Rana de cristal del Aguarico

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común
		Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Rana arbórea de Alfaro
			<i>Boana cinerascens</i>	Rana granosa
			<i>Boana lanciformis</i>	Rana lanceolada común
			<i>Boana punctata</i>	Rana punteada
			<i>Dendropsophus brevifrons</i>	Ranita arbórea de Crump
			<i>Osteocephalus buckleyi</i>	Rana de casco de Buckley
			<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	Rana mono verde naranja
			<i>Scinax garbei</i>	Ranita de lluvia trompuda
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Rana terrestre de Vanzolini
			<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Rana terrestre gigante
		Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Sapito bocón amazónico
			<i>Pristimantis altamazonicus</i>	Cutín amazónico
			<i>Pristimantis conspicillatus</i>	Cutín de Zamora
			<i>Pristimantis kichwarum</i>	Cutín Kichwa
			<i>Pristimantis lanthanites</i>	Cutín metálico
Reptilia	Squamata: Sauria	Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis fuscoauratus</i>	Anolis café dorado
			<i>Anolis scypheus</i>	Anolis de lengua amarilla amazónico
			<i>Anolis trachyderma</i>	Anolis de piel áspera
		Phyllodactylidae	<i>Thecadactylus solimoensis</i>	Salamanquesa gigante oriental
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes concinnatus</i>	Salamanquesa de tronco
			<i>Gonatodes humeralis</i>	Salamanquesa de Trinidad
	<i>Pseudogonatodes guianensis</i>		Salamanquesa	
Squamata: Serpentes	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa matacaballo	

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

En el presente estudio se evaluó un punto cuantitativo y cuatro cualitativos. El punto cuantitativo PMH-01 fue el más representativo y registró 26 especies, mientras que los puntos cualitativos POH-01, POH-02, POH-03 y POH-04 registraron entre cero y dos especies. El punto cuantitativo siempre presenta un mayor esfuerzo de muestreo en comparación con los puntos cualitativos y sus hábitats se encuentran mejor conservados.

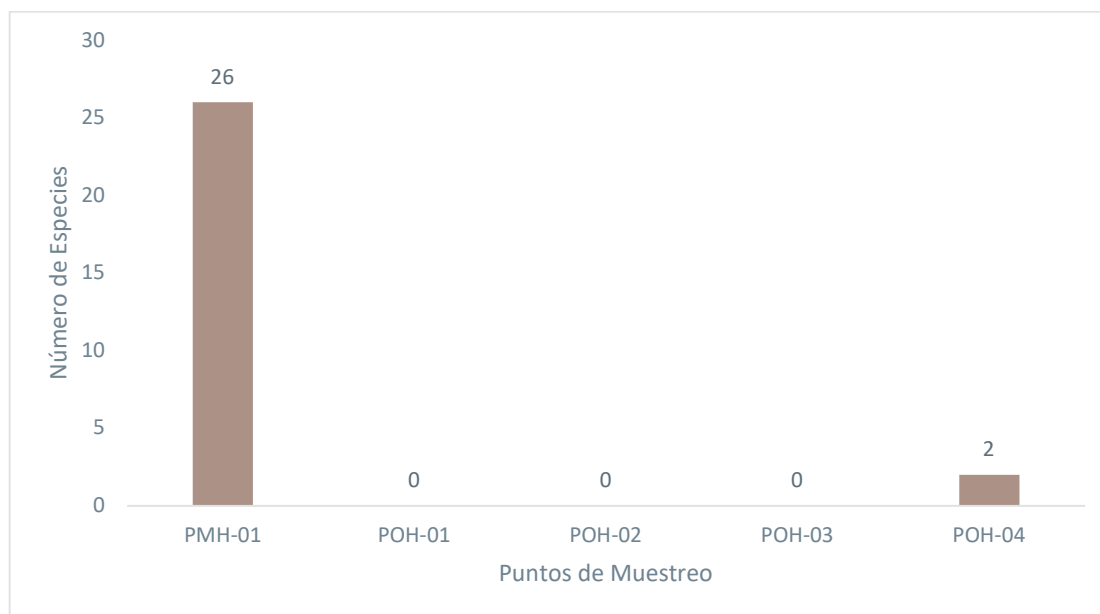


Figura 3-59 Datos de Riqueza de Especies en los Puntos de Muestreo de Herpetofauna

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2

La curva de acumulación se encuentra estimada en base a los cinco días de campo (unidades de muestreo) que comprenden un punto cuantitativo y cuatro puntos cualitativos. El punto cuantitativo PMH-01 se realizó en los primeros tres días, mientras que los puntos cualitativos POH-01 y POH-02 fueron ejecutados en el día cuatro; finalmente, los puntos cualitativos POH-03 y POH-04 se realizaron en el día cinco.

El valor calculado de Chao 2 sugiere una riqueza total estimada de 28,6 especies. En el presente estudio se registraron 27 especies, valor que representa el 94,40 % de la riqueza estimada. La curva de acumulación presenta una pendiente menor acercándose a su asíntota al final de las unidades muestrales, es decir, el esfuerzo de monitoreo es aceptable.

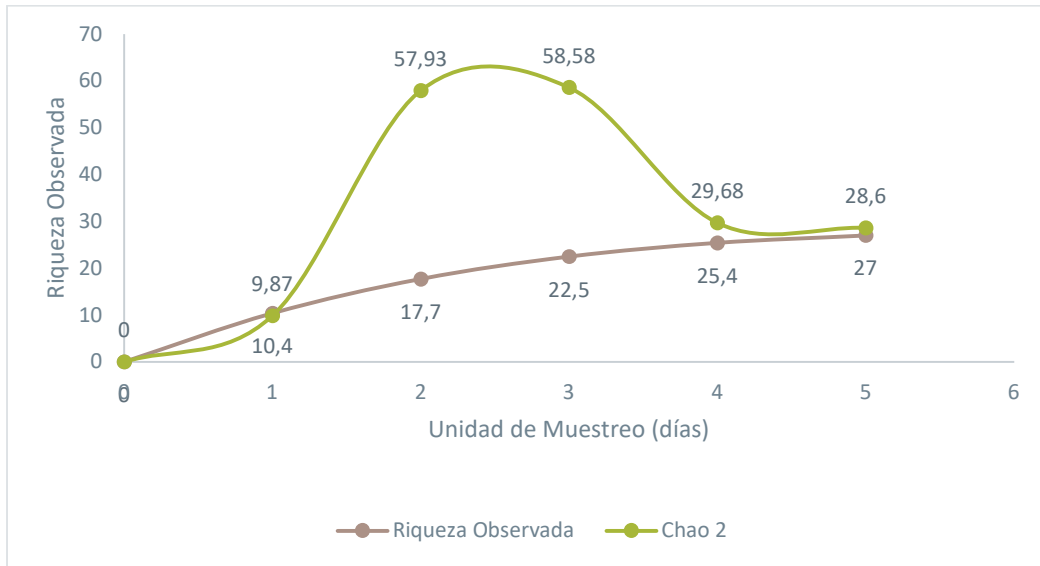


Figura 3-60 Curva Acumulación de Especies de Herpetofauna Registradas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Análisis Cuantitativo

Riqueza y Abundancia

El componente herpetofauna registró un total de 26 especies y 170 individuos en un punto cuantitativo PMH-01 entre las clases Amphibia y Reptilia, distribuidas en nueve familias y 15 géneros.

El taxa Amphibia registró 19 especies que pertenecen al orden Anura, distribuidas en seis familias: Aromobatidae, Bufonidae, Centrolenidae, Hylidae, Leptodactylidae y Strabomantidae. El taxa Reptilia registró siete especies pertenecientes a un orden (Squamata: Sauria), distribuidas en tres familias Iguanidae: Dactyloinae, Phyllodactylidae y Sphaerodactylidae.

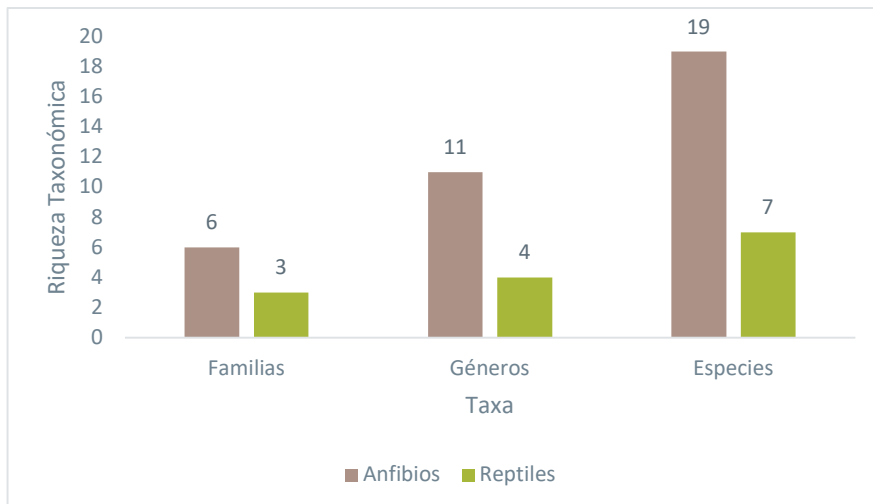


Figura 3-61 Diversidad de Herpetofauna en el Puntos Cuantitativo PMH-01

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

De las nueve familias registradas para anfibios y reptiles, Hylidae fue la más representativa, con ocho especies; seguida de Strabomantidae, con cinco especies y Dactyloinae y Sohaerodactylidae con tres especies cada una. Las familias restantes estuvieron representadas por una y dos especies.

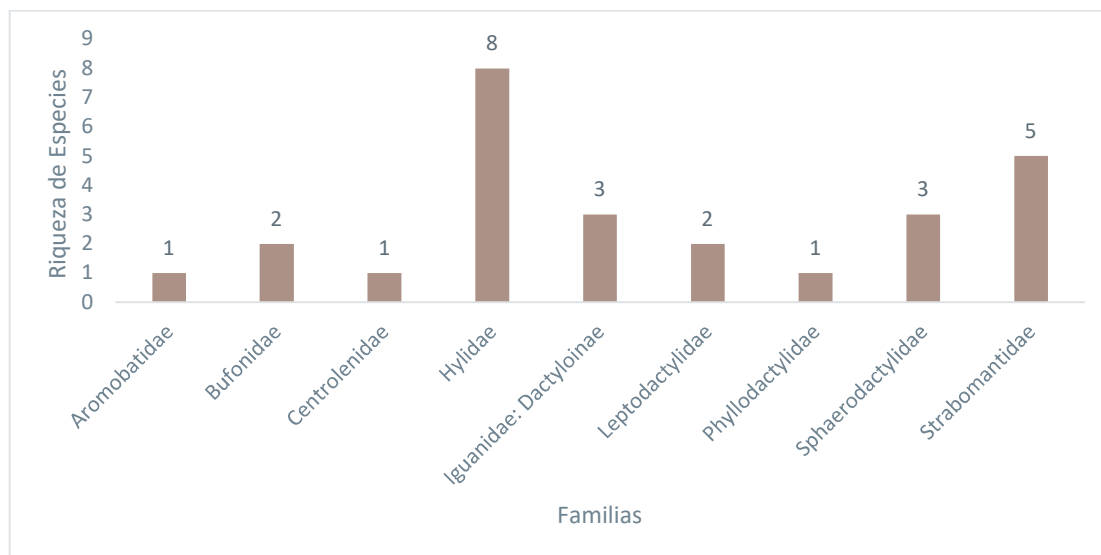


Figura 3-62 Número de Especies de Herpetofauna por Familia Registradas en el Punto Cuantitativo PMH-01

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Mediante el uso de metodologías cuantitativas en el punto PMH-01, se registró un total de 170 individuos pertenecientes a 26 especies de herpetofauna.

De este grupo, las especies *Pristimantis lanthanites*, *Teratohyla midas* y *Pristimantis conspicillatus* presentaron más de diez individuos y se consideraron abundantes. Las especies restantes presentaron abundancias entre uno y diez individuos.

Tabla 3-123 Abundancia Absoluta y Criterios de Abundancia de Individuos Registrados en el Punto Cuantitativo

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Total	Criterio de Abundancia
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates insperatus</i>	9	Común
		Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	10	Común
			<i>Rhinella marina</i>	2	Raro
		Centrolenidae	<i>Teratohyla midas</i>	26	Abundante
		Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	2	Raro
			<i>Boana cinerascens</i>	4	Poco común
			<i>Boana lanciformis</i>	5	Poco común
			<i>Boana punctata</i>	3	Poco común
			<i>Dendropsophus brevifrons</i>	1	Raro
			<i>Osteocephalus buckleyi</i>	3	Poco común
<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	2		Raro		

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Total	Criterio de Abundancia		
		Leptodactylidae	<i>Scinax garbei</i>	10	Común		
			<i>Leptodactylus discodactylus</i>	6	Común		
			<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	7	Común		
		Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	9	Común		
			<i>Pristimantis altamazonicus</i>	6	Común		
			<i>Pristimantis conspicillatus</i>	17	Abundante		
			<i>Pristimantis kichwarum</i>	4	Poco común		
			<i>Pristimantis lanthanites</i>	30	Abundante		
		Reptilia	Squamata: Sauria	Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis fuscoauratus</i>	1	Raro
					<i>Anolis scypheus</i>	3	Poco común
<i>Anolis trachyderma</i>	3				Poco común		
Phyllodactylidae	<i>Thecadactylus solimoensis</i>			1	Raro		
Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes concinnatus</i>			2	Raro		
	<i>Gonatodes humeralis</i>			1	Raro		
	<i>Pseudogonatodes guianensis</i>			3	Poco común		

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Rango-Abundancia

En el presente estudio se registraron 170 individuos mediante métodos cuantitativos. *Pristimantis lanthanites*, *Teratohyla midas* y *Pristimantis conspicillatus* fueron las especies más representativas dentro del monitoreo con 30, 26 y 17 registros respectivamente. Estas especies constituyen en conjunto el 42,94 % de la abundancia total. El índice de dominancia de Simpson es de 0,9145 que indica la dominancia de las especies mencionadas sobre las abundancias de las especies restantes. Adicionalmente, el resto de los registros presentaron valores de abundancia relativa de $pi \leq 0,058$.

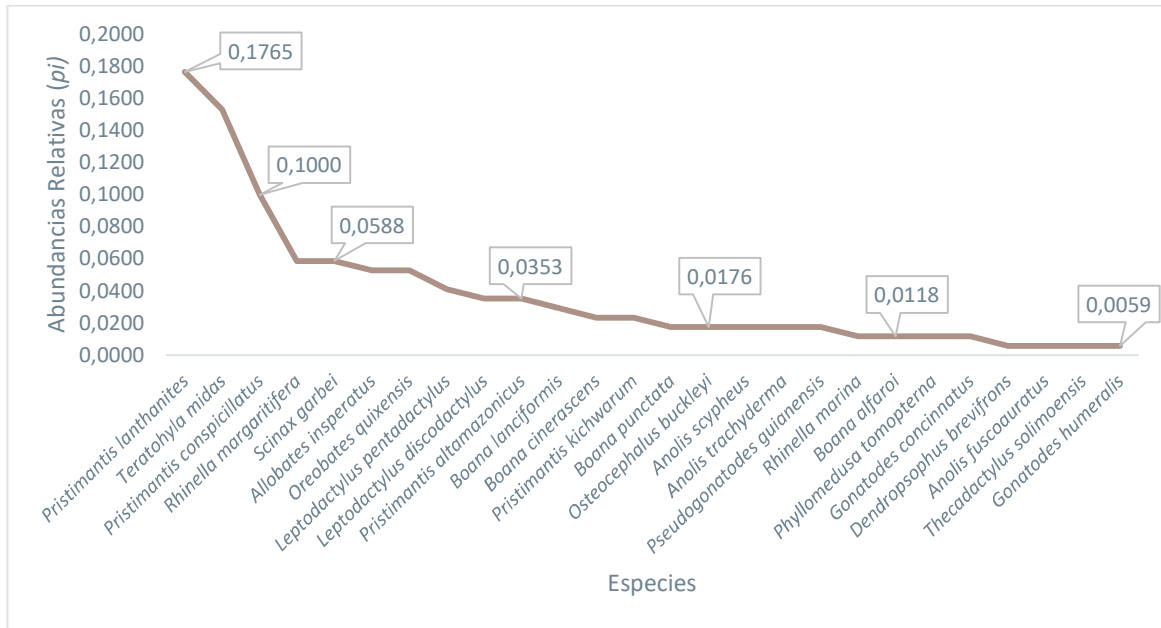


Figura 3-63 Curva de Rango-Abundancia de las Especies Registradas en los Puntos Cuantitativos

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Diversidad Alfa

Índice de Diversidad de Shannon

Este índice contempla la riqueza de especies presentes en el área de estudio y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies, donde se calcula la probabilidad de que un individuo al azar pertenezca a determinada especie.

La diversidad ha sido evaluada en base a la estimación no paramétrica de Shannon (H') tomando en cuenta los datos obtenidos mediante técnicas cuantitativas. Sin embargo, para este estudio solo se presenta el valor del índice para el único punto cuantitativo PMH-01.

Tabla 3-124 Valores de los Índices de Shannon para los Puntos Cuantitativos

Código de Transecto	Riqueza	Abundancia	Shannon (H')
PMH-01	26	170	2,802

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Diversidad Beta

Análisis de Similitud Jaccard

El coeficiente de similitud de Jaccard expresa el grado de semejanza entre los puntos de muestreo a través de las especies presentes en ellas (0, cuando no hay especies compartidas, y 1 cuando presentan la misma composición de especies). Para el presente estudio, solo se registró especies en un punto cuantitativo, por lo tanto, es imposible realizar este análisis.

Análisis Cualitativo

Riqueza

Para el componente herpetofauna se hizo cuatro recorridos cualitativos de observación y se registró una riqueza de dos especies de reptiles repartidos en dos familias y dos géneros.

El taxa Reptilia registró dos especies pertenecientes a dos órdenes (Squamata: Serpentes, Squamata: Sauria) y dos familias (Boidae y Dactyloinae). En los recorridos cualitativos no se halló registros del taxa Amphibia.

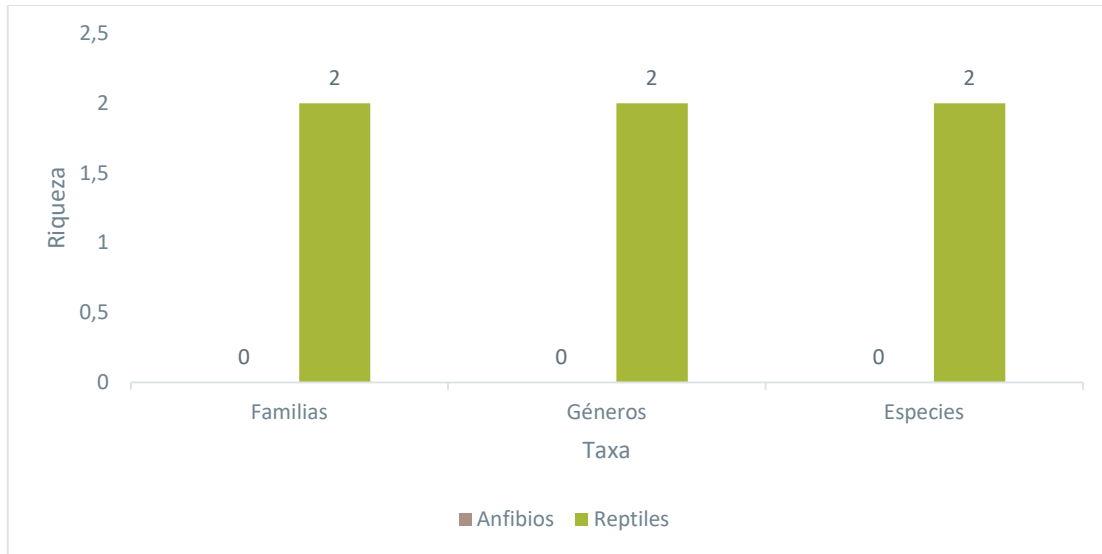


Figura 3-64 Diversidad de Herpetofauna en los Puntos Cualitativos

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Para el presente estudio se realizaron cuatro recorridos de observación correspondientes a transectos bajo metodología cualitativa: POH-01, POH-02, POH-03 y POH-04; este último en un principio estaba designado como un punto cuantitativo, pero el lugar se encontraba en su mayoría intervenido, por lo que se decidió convertirlo en recorrido de observación.

De los cuatro puntos de observación solo se registró dos especies en POH-04, ambas pertenecientes a la clase Reptilia y distribuidas en los órdenes (Squamata: Sauria y Squamata: Serpentes). Estos registros se muestran en detalle en la siguiente tabla.

Tabla 3-125 Riqueza de Especies Registradas en los Puntos Cualitativos del Área de Explotación

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	POH-01	POH-02	POH-03	POH-04
Reptilia	Squamata: Sauria	Boidae	<i>Boa constrictor</i>				X
	Squamata: Serpentes	Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis fuscoauratus</i>				X

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Las dos familias registradas en el área de estudio presentaron una especie cada una.

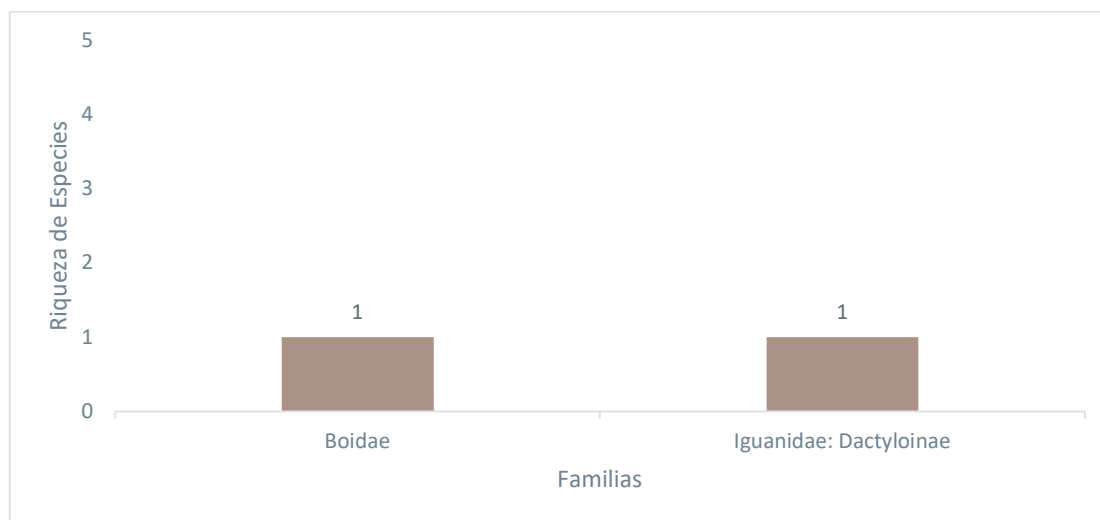


Figura 3-65 Número de Especies de Herpetofauna por Familia en los Puntos Cualitativos

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Análisis de Similitud de Jaccard

El coeficiente de similitud de Jaccard expresa el grado de semejanza entre los puntos de muestreo a través de las especies presentes en estos (0, cuando no hay especies compartidas y 1, cuando presentan la misma composición de especies). Sin embargo, para el presente estudio solo se registró especies en el punto cualitativo POH-04, por lo que es imposible realizar este análisis.

Aspectos Ecológicos

Gremio Alimenticio

De las 27 especies registradas, se evidenciaron tres gremios tróficos: insectívoro generalista, insectívoro especialista y carnívoro.

El gremio con mayor representatividad fue el insectívoro generalista, con 25 especies (92,59 %) incluyendo 18 especies de la clase Amphibia y siete especies de la clase Reptilia. Para el gremio insectívoro especialista se registró una especie *Allobates insperatus* que representa el 3,70 % de la composición total. Esta especie se alimenta principalmente de hormigas, así como de escarabajos y ácaros específicos (Ron et al., 2022). El gremio carnívoro registró la especie (3,70 %) *Boa constrictor*, que tiene una dieta que se basa principalmente de mamíferos, aves, lagartijas y anfibios (Torres-Carvajal et al., 2021).

Tabla 3-126 Gremio Trófico de los Anfibios y Reptiles Registrados en el Área Estudio

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Gremio Alimenticio
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates insperatus</i>	Insectívoro especialista
		Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	Insectívoro generalista
			<i>Rhinella marina</i>	Insectívoro generalista
		Centrolenidae	<i>Teratohyla midas</i>	Insectívoro generalista
		Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Insectívoro generalista
			<i>Boana cinerascens</i>	Insectívoro generalista
			<i>Boana lanciformis</i>	Insectívoro generalista

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Gremio Alimenticio		
			<i>Boana punctata</i>	Insectívoro generalista		
			<i>Dendropsophus brevifrons</i>	Insectívoro generalista		
			<i>Osteocephalus buckleyi</i>	Insectívoro generalista		
			<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	Insectívoro generalista		
			<i>Scinax garbei</i>	Insectívoro generalista		
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Insectívoro generalista		
			<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Insectívoro generalista		
		Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Insectívoro generalista		
			<i>Pristimantis altamazonicus</i>	Insectívoro generalista		
			<i>Pristimantis conspicillatus</i>	Insectívoro generalista		
			<i>Pristimantis kichwarum</i>	Insectívoro generalista		
			<i>Pristimantis lanthanites</i>	Insectívoro generalista		
		Reptilia	Squamata: Sauria	Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis fuscoauratus</i>	Insectívoro generalista
					<i>Anolis scypheus</i>	Insectívoro generalista
					<i>Anolis trachyderma</i>	Insectívoro generalista
Phyllodactylidae	<i>Thecadactylus solimoensis</i>			Insectívoro generalista		
Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes concinnatus</i>			Insectívoro generalista		
	<i>Gonatodes humeralis</i>			Insectívoro generalista		
	<i>Pseudogonatodes guianensis</i>			Insectívoro generalista		
	Squamata: Serpentes			Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Carnívoro

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

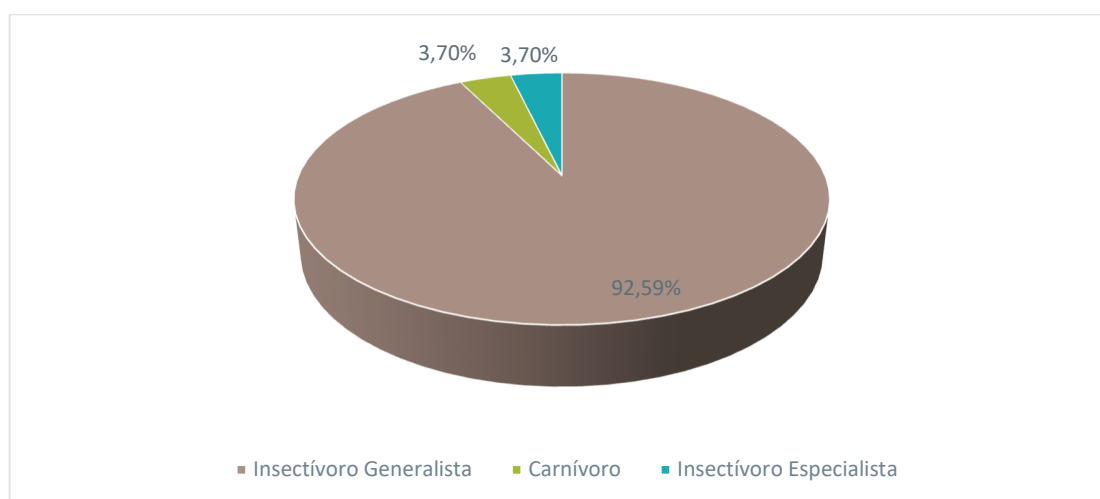


Figura 3-66 Composición de Gremios Alimenticios de Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Patrones Reproductivos

Para la clasificación de modos reproductivos se utilizaron los criterios planteados por Wells (2007) para anfibios, que es una actualización de la clasificación realizada por Duellman & Trueb, (1994), y Torres-Carvajal (2023) para reptiles. De esta manera, se identificó nueve tipos de estrategias reproductivas utilizadas por la herpetofauna registrada en el área de estudio. Cabe destacar que existe un grupo de especies que no presenta la información suficiente para determinar su modo reproductivo.

En este contexto, se identificaron los siguientes patrones reproductivos con sus respectivos porcentajes de presencia en el total de las especies registradas:

Modo 1: Huevos acuáticos depositados en cuerpos de agua léntica; los renacuajos se desarrollan en estanques (25,93 % de las especies).

Modo 4: Huevos acuáticos que son depositados en agua dentro de agujeros de árboles o plantas aéreas (3,70 % de las especies).

Modo 11: Huevos acuáticos en nidos de espuma sobre estanques; los renacuajos se desarrollan en estos cuerpos acuáticos (3,70 % de las especies).

Modo 18: Huevos no acuáticos son puestas terrestres o arbóreas que son depositados en árboles; de los huevos nacen renacuajos que caen en pozas o riachuelos (11,11 % de las especies).

Modo 20: Huevos no acuáticos depositados en nidos terrestres; los renacuajos son llevados hacia cuerpos de agua (3,70 % de las especies).

Modo 23: Huevos no acuáticos depositados en nidos terrestres; los individuos presentan desarrollo directo (18,52 % de las especies).

Modo 30: Huevos no acuáticos depositados en nidos de espuma dentro de cuevas; los renacuajos se desarrollan en cuerpos acuáticos luego de inundaciones (3,70 % de las especies).

Ovíparo: Nacidos a partir de huevos que se desarrollan afuera de la madre (25,93 % de las especies, todos los reptiles registrados).

Vivíparo: Los embriones se desarrollan dentro de la madre (3,70 % de las especies, todos los reptiles registrados).

Los modos reproductivos más representativos fueron el Modo 1, con siete especies (25,93 %) para el taxa Amphibia; y el modo ovíparo, con siete especies (25,93 %) para el taxa Reptiles. Los modos reproductivos restantes están representados por una y cinco especies.

Tabla 3-127 Patrones Reproductivos de la Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Modo Reproductivo
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates insperatus</i>	Modo 20
		Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	Modo 1
			<i>Rhinella marina</i>	Modo 1
		Centrolenidae	<i>Teratohyla midas</i>	Modo 18
		Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Modo 1
			<i>Boana cinerascens</i>	Modo 1
			<i>Boana lanciformis</i>	Modo 1
			<i>Boana punctata</i>	Modo 1
			<i>Dendropsophus brevifrons</i>	Modo 18

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Modo Reproductivo
			<i>Osteocephalus buckleyi</i>	Modo 4
			<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	Modo 18
			<i>Scinax garbei</i>	Modo 1
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Modo 11
			<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Modo 30
		Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Modo 23
			<i>Pristimantis altamazonicus</i>	Modo 23
			<i>Pristimantis conspicillatus</i>	Modo 23
			<i>Pristimantis kichwarum</i>	Modo 23
			<i>Pristimantis lanthanites</i>	Modo 23
Reptilia	Squamata: Sauria	Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis fuscoauratus</i>	Ovíparo
			<i>Anolis scypheus</i>	Ovíparo
			<i>Anolis trachyderma</i>	Ovíparo
		Phyllodactylidae	<i>Thecadactylus solimoensis</i>	Ovíparo
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes concinnatus</i>	Ovíparo
			<i>Gonatodes humeralis</i>	Ovíparo
	<i>Pseudogonatodes guianensis</i>		Ovíparo	
Squamata: Serpentes	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Vivíparo	

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

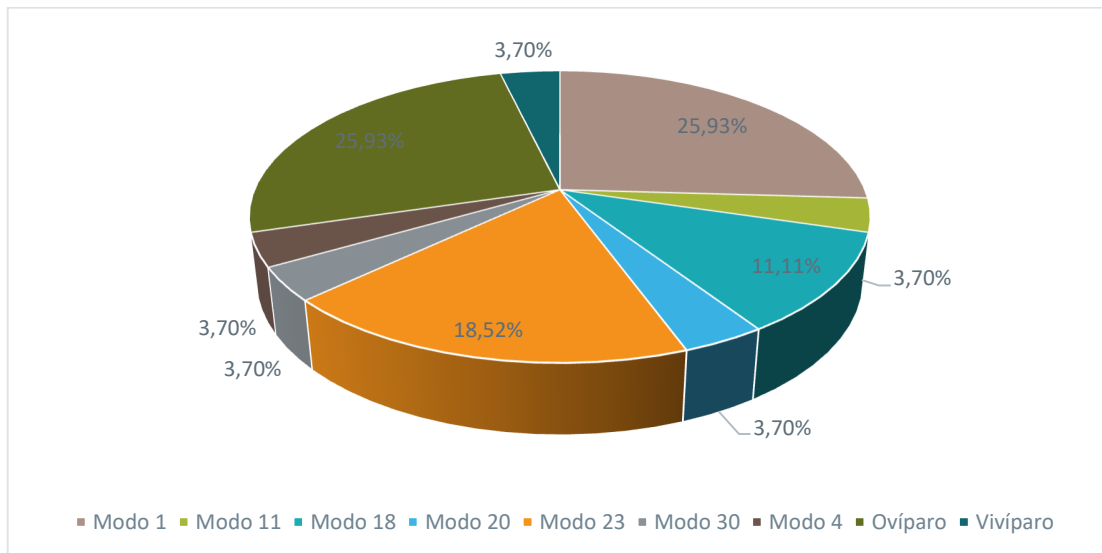


Figura 3-67 Porcentaje de Modos Reproductivos de las Especies de Anfibios y Reptiles Registrados en el Área de Estudio Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023

Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Distribución Vertical

Se identificaron tres tipos de estratos de ocupación de las especies de herpetofauna registradas en el área de estudio. El estrato más utilizado fue el sotobosque, con 20 especies que representan el 74,04 % de las especies; seguido del estrato terrestre, con seis especies equivalentes al 22,22 %; y, finalmente, el estrato combinado sotobosque/terrestre, con una especie que representa el 3,70 % de las especies registradas.

Tabla 3-128 Distribución Vertical de la Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Distribución Vertical
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates insperatus</i>	Terrestre
		Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	Terrestre
			<i>Rhinella marina</i>	Terrestre
		Centrolenidae	<i>Teratohyla midas</i>	Sotobosque
		Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Sotobosque
			<i>Boana cinerascens</i>	Sotobosque
			<i>Boana lanciformis</i>	Sotobosque
			<i>Boana punctata</i>	Sotobosque
			<i>Dendropsophus brevifrons</i>	Sotobosque
			<i>Osteocephalus buckleyi</i>	Sotobosque
			<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	Sotobosque
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Terrestre
			<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Terrestre
		Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Terrestre
			<i>Pristimantis altamazonicus</i>	Sotobosque
			<i>Pristimantis conspicillatus</i>	Sotobosque
<i>Pristimantis kichwarum</i>	Sotobosque			
<i>Pristimantis lanthanites</i>	Sotobosque			
Reptilia	Squamata: Sauria	Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis fuscoauratus</i>	Sotobosque
			<i>Anolis scypheus</i>	Sotobosque
			<i>Anolis trachyderma</i>	Sotobosque
		Phyllodactylidae	<i>Thecadactylus solimoensis</i>	Sotobosque
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes concinnatus</i>	Sotobosque
			<i>Gonatodes humeralis</i>	Sotobosque
			<i>Pseudogonatodes guianensis</i>	Sotobosque
	Squamata: Serpentes	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Sotobosque/terrestre

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

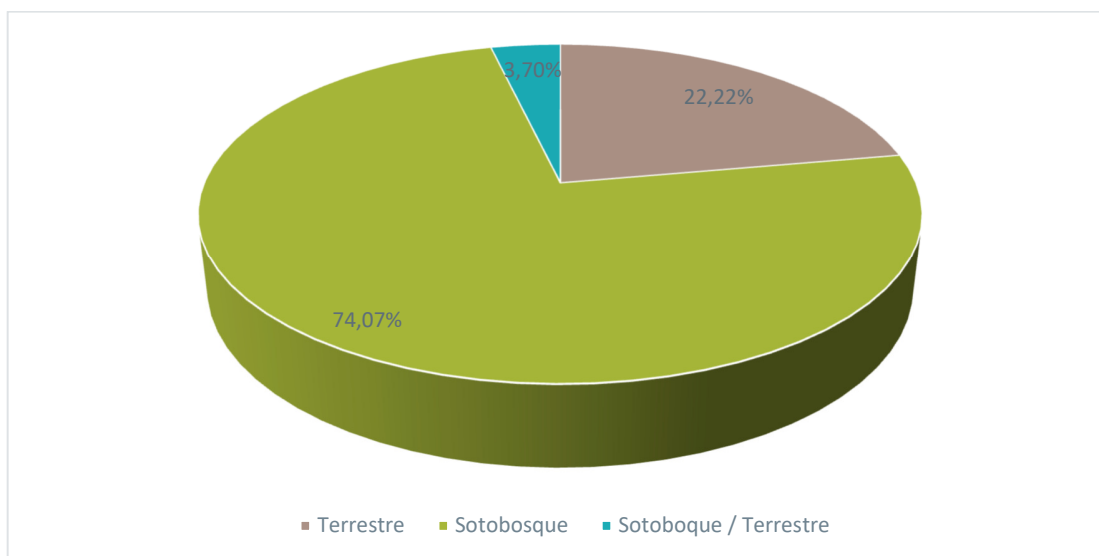


Figura 3-68 Porcentaje de Distribución Vertical de las Especies de Anfibios y Reptiles Registrados en el Área de Estudio

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Hábito

Se identificaron cuatro tipos de hábito para las especies de herpetofauna registradas en el área de estudio. Las especies de hábito nocturno fueron las más abundantes (17 spp.), con una representatividad del 62,96 % de todos los registros. Seguidas de siete especies diurnas, que representan el 25,93 %; dos especies de hábito catemeral, es decir, con periodos de actividad en el día y en la noche; y, finalmente, una especie con hábito combinado crepuscular/nocturno, que representa el 3,70 % de las especies registradas para el área de estudio.

Tabla 3-129 Hábito de la Herpetofauna Registrada en el Área del Estudio

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Hábito
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates insperatus</i>	Diurno
		Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	Catemeral
			<i>Rhinella marina</i>	Nocturno
		Centrolenidae	<i>Teratohyla midas</i>	Nocturno
		Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Nocturno
			<i>Boana cinerascens</i>	Nocturno
			<i>Boana lanciformis</i>	Nocturno
			<i>Boana punctata</i>	Nocturno
			<i>Dendropsophus brevifrons</i>	Nocturno
			<i>Osteocephalus buckleyi</i>	Nocturno
			<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	Nocturno
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Catemeral

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Hábito
		Strabomantidae	<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Nocturno
			<i>Oreobates quixensis</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis altamazonicus</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis conspicillatus</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis kichwarum</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis lanthanites</i>	Nocturno
Reptilia	Squamata: Sauria	Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis fuscoauratus</i>	Diurno
			<i>Anolis scypheus</i>	Diurno
			<i>Anolis trachyderma</i>	Diurno
		Phyllodactylidae	<i>Thecadactylus solimoensis</i>	Nocturno
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes concinnatus</i>	Diurno
			<i>Gonatodes humeralis</i>	Diurno
	<i>Pseudogonatodes guianensis</i>		Diurno	
Squamata: Serpentes	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Crepuscular/nocturno	

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

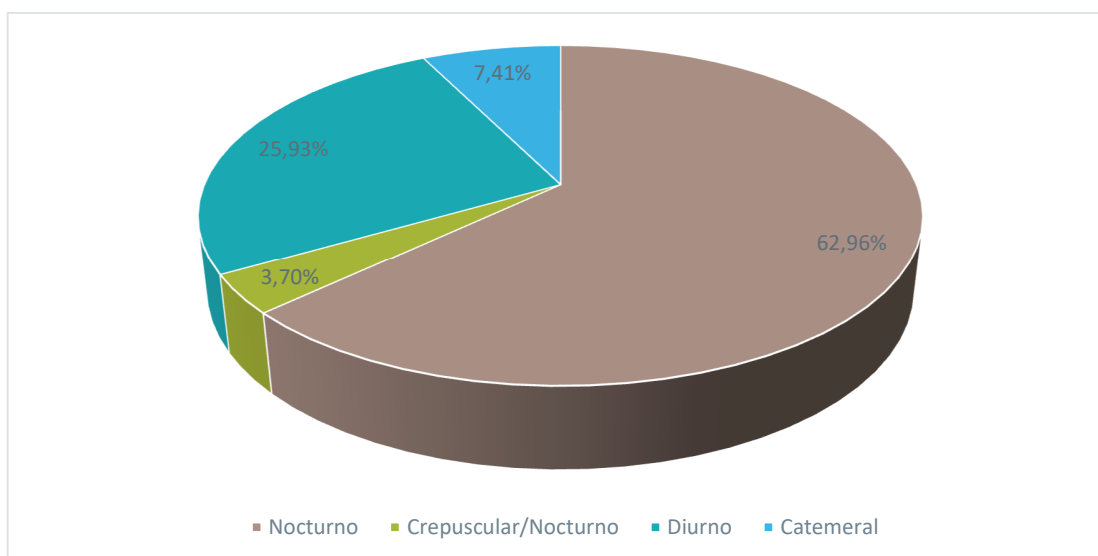


Figura 3-69 Porcentaje de Hábito de las Especies de Anfibios y Reptiles Registrados en el Área de Estudio

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Estado de Conservación

De acuerdo con el análisis de los criterios de la Unión Internacional de la Conservación para la Naturaleza (UICN, 2022), se refleja que 26 especies que representan el 96,29 % de las especies registradas constan en la categoría LC o de Preocupación menor, mientras que las especies restantes no han sido evaluadas bajo este criterio.

El análisis realizado mediante los criterios de las listas rojas nacionales de Carrillo et al., 2005 y de Ortega-Andrade et al., 2021 refleja que 24 de las especies se encuentran en la categoría de LC o de Preocupación menor y este grupo representa el 88,89 % de las especies registradas; las categorías de NT (Casi amenazada), NE (No evaluada) y VU (Vulnerable) tienen una sola especie y cada una representa un 3,70 % del total de las especies registradas para el área de estudio.

Finalmente, ninguna de las especies registradas en el área de estudio consta en algún apéndice del listado CITES (2023).

Tabla 3-130 Estado de Conservación a Escala Global y Nacional de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Área de Estudio

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	UICN (2022)	Listas Rojas
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates insperatus</i>	LC	LC
		Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	LC	LC
			<i>Rhinella marina</i>	LC	LC
		Centrolenidae	<i>Teratohyla midas</i>	LC	LC
		Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Ne	LC
			<i>Boana cinerascens</i>	LC	LC
			<i>Boana lanciformis</i>	LC	LC
			<i>Boana punctata</i>	LC	LC
			<i>Dendropsophus brevifrons</i>	LC	LC
			<i>Osteocephalus buckleyi</i>	LC	LC
			<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	LC	LC
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	LC	LC
			<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	LC	NT
		Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	LC	LC
			<i>Pristimantis altamazonicus</i>	LC	LC
			<i>Pristimantis conspicillatus</i>	LC	LC
			<i>Pristimantis kichwarum</i>	LC	LC
<i>Pristimantis lanthanites</i>	LC		LC		
Reptilia	Squamata: Sauria	Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis fuscoauratus</i>	LC	LC
			<i>Anolis scypheus</i>	LC	LC
			<i>Anolis trachyderma</i>	LC	LC
		Phyllodactylidae	<i>Thecadactylus solimoensis</i>	LC	Ne
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes concinnatus</i>	LC	LC
			<i>Gonatodes humeralis</i>	LC	LC
	<i>Pseudogonatodes guianensis</i>		LC	LC	
Squamata: Serpentes	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	LC	VU	

Fuente: Entrix, noviembre 2023
Elaboración: Entrix, noviembre 2023

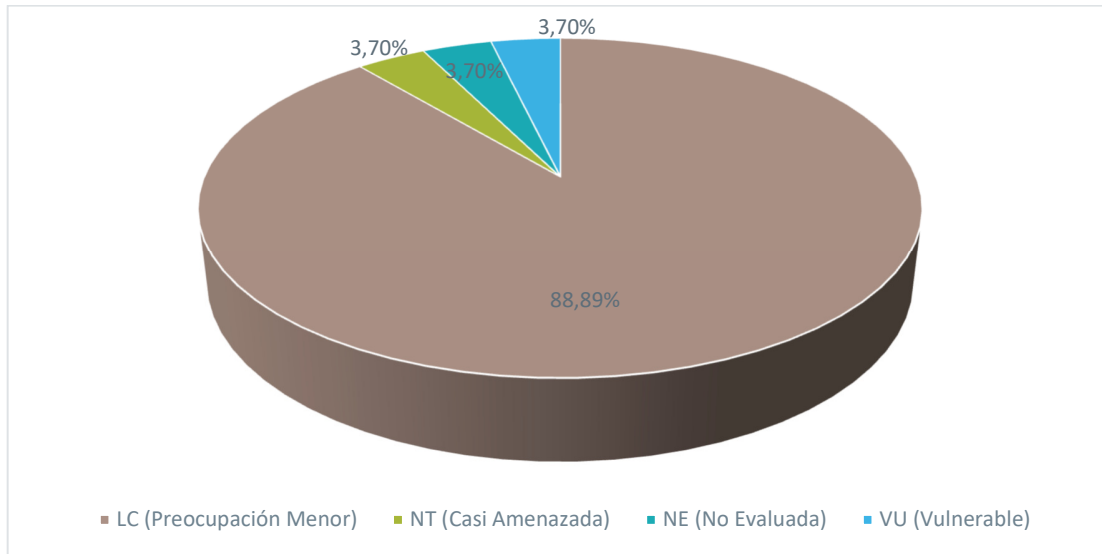


Figura 3-70 Categorías de Amenaza de las Especies Registradas en el Área de Estudio bajo Evaluaciones Nacionales

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Especies Indicadoras

Las especies con mayor abundancia de registros generalmente son indicadoras de que sus poblaciones se encuentran en buen estado, es decir, tienen los recursos suficientes para su alimentación y reproducción, así como también las condiciones ambientales óptimas para su desarrollo. Para el presente estudio, las especies registradas con mayor frecuencia fueron *Pristimantis lanthanites*, *Teratohyla midas* y *Pristimantis conspicillatus*. Estas especies se encuentran asociadas a áreas disturbadas y fragmentos de bosque natural; para el caso particular de *T. midas*, que pertenece a la familia Centrolenidae, esta especie se encuentra asociada a cuerpos de agua. Adicionalmente, *Boa constrictor* es una especie depredadora que se alimenta de mamíferos, aves, lagartijas y anfibios, por lo que también mantiene los recursos necesarios para su desarrollo. En este contexto, las especies antes mencionadas al ser las más comunes en el área serán las indicadoras de este estudio.

Uso del Recurso

Por información provista localmente, ninguna de las especies es utilizada como recurso.

Sensibilidad

El análisis de sensibilidad para las especies registradas en el área de estudio consideró los siguientes criterios: conservación UICN, listas rojas, rango de distribución, uso local de las especies, así como su abundancia en el área. De acuerdo con estos criterios, se determinó que el 100 % de las especies (27 spp.) presenta una sensibilidad Baja.

Tabla 3-131 Sensibilidad de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Área de Estudio

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Categorías Conservación	Rango de Distribución	Uso del Recurso	Abundancia	Sensibilidad
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates insperatus</i>	0	2	0	1	Baja
		Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	0	0	0	2	Baja
			<i>Rhinella marina</i>	0	0	0	1	Baja
		Centrolenidae	<i>Teratohyla midas</i>	0	0	0	1	Baja
		Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	1	0	0	2	Baja
			<i>Boana cinerascens</i>	0	0	0	1	Baja
			<i>Boana lanciformis</i>	0	0	0	1	Baja
			<i>Boana punctata</i>	0	0	0	1	Baja
			<i>Dendropsophus brevifrons</i>	0	0	0	2	Baja
			<i>Osteocephalus buckleyi</i>	0	0	0	1	Baja
			<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	0	0	0	2	Baja
			<i>Scinax garbei</i>	0	0	0	1	Baja
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	0	0	0	1	Baja
			<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	2	0	0	1	Baja
		Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	0	0	0	1	Baja
			<i>Pristimantis altamazonicus</i>	0	0	0	1	Baja
			<i>Pristimantis conspicillatus</i>	0	0	0	1	Baja
			<i>Pristimantis kichwarum</i>	0	0	0	1	Baja
<i>Pristimantis lanthanites</i>	0		0	0	1	Baja		
Reptilia	Squamata: Sauria	Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis fuscoauratus</i>	0	0	0	2	Baja
			<i>Anolis scypheus</i>	0	0	0	1	Baja
			<i>Anolis trachyderma</i>	0	0	0	1	Baja

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Categorías Conservación	Rango de Distribución	Uso del Recurso	Abundancia	Sensibilidad
		Phyllodactylidae	<i>Thecadactylus solimoensis</i>	1	0	0	2	Baja
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes concinnatus</i>	0	0	0	2	Baja
			<i>Gonatodes humeralis</i>	0	0	0	2	Baja
			<i>Pseudogonatodes guianensis</i>	0	0	0	1	Baja
	Squamata: Serpentes	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	2	0	0	1	Baja

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Discusión

La herpetofauna registrada del área muestra que la composición de la comunidad se encuentra dominada por las familias Hylidae (ranas arbóreas) y Strabomantidae (ranas terrestres). Este patrón de diversidad probablemente responde a las características del hábitat del área de estudio. En este lugar se evidenciaron áreas extensas con un alto grado de intervención antrópica y pocos remanentes de bosques. La mayoría de los registros fueron localizados en árboles o en el estrato terrestre, que coincide con la dominancia de familias de herpetofauna registradas (arbóreas y terrestres) (Figueiredo et al., 2019; Chen et al., 2020). La presencia de una especie abundante de la familia Centrolenidae (*Teratohyla midas*) se relacionaría con la presencia de riachuelos y cuerpos de agua en el punto de muestreo cuantitativo que mantiene un parche de bosque en las cercanías de la plataforma Eno Sur, debido a que son requerimientos ecológicos para el desarrollo óptimo de esta especie (Díaz-Ricaurte et al., 2019).

En cuanto a los patrones de riqueza, la provincia de Sucumbíos posee gran diversidad de herpetofauna y ha registrado 180 especies de anfibios y 139 especies de reptiles (Ron et al., 2023; Torres-Carvajal et al., 2023). Esta riqueza se da gracias a varios factores, pero principalmente a la exuberante presencia de los bosques tropicales de la región. El presente estudio registró 27 especies (19 especies de anfibios y ocho especies de reptiles). Es importante considerar que el área de estudio presentaba una elevada intervención antrópica, y como se mencionó anteriormente, el muestreo se realizó sobre un solo punto cuantitativo que corresponde a un pequeño parche de bosque.

Un aspecto particular para destacar es la estacionalidad climática de la región, un factor importante para considerar al momento de la detectabilidad de especies. Los organismos regulan sus momentos de actividad de acuerdo con el clima; en este sentido, en épocas secas existe un limitado desplazamiento de estos organismos, mientras que las temporadas lluviosas promueven una explosión de actividad (Crawford et al., 2020). Los anfibios son un claro ejemplo de cómo la estacionalidad influye en su desarrollo y actividades, ya que dependen directamente de la humedad del ambiente para regular su metabolismo, incrementando su actividad durante los episodios lluviosos (Duellman & Trueb, 1994; Maxwell et al., 2019).

Es importante considerar que *L. pentadactylus* es la única especie categorizada con criterios de amenaza a la conservación; en este sentido, Ortega-Andrade et al. (2021) identifica amenazas localizadas por parte de ciertas comunidades amazónicas hacia esta especie. En concreto, al ser una rana de tamaño grande puede ser utilizada como recurso alimenticio (Ortega-Andrade et al., 2021; Ron et al., 2022). Sin embargo, en el área de estudio no se registró el uso de ninguna especie como un recurso para las comunidades. En el mismo contexto, la especie *Allobates insperatus* presenta endemismo en el Ecuador, convirtiéndola en una especie de importancia para el área de estudio, aunque debido a su rango de distribución extendido en varias localidades orientales del país no la ha llevado a ser considerada como una especie amenazada.

Por último, se puede identificar que un gran porcentaje de las especies registradas son consideradas como organismos con cierta tolerancia a modificaciones del hábitat, ya que parte de su distribución incluye áreas con presencia de ganadería, cultivos o infraestructuras (Ron et al., 2022; Torres-Carvajal et al., 2023). Sin embargo, la presencia de las especies *L. pentadactylus* y *A. insperatus* en el área de estudio refleja la importancia de generar planes de conservación a largo plazo para precautelar la supervivencia de la flora y fauna presentes en estos ecosistemas.

Como se ha mencionado en los grupos de estudio anteriores, las actividades planificadas para el Bloque Eno Ron se realizarán sobre áreas abiertas o muy intervenidas, sin generar cambios en cobertura vegetal boscosa. Los potenciales impactos serán acumulativos y sinérgicos a los impactos previos o existentes ya que los efectos producidos sobre el microclima externo pueden extenderse grandes distancias ampliando el efecto de borde en los fragmentos de bosque cercanos (únicamente sobre el reducto de bosque cercano a la plataforma Eno Sur). Dado que las actividades no implican desbroce de vegetación boscosa y, por lo tanto, no existirá disminución en la biomasa, las poblaciones presentes en los parches de bosque no se verán afectadas por cambios en la estructura de los bosques donde aprovechan sus recursos. Sin embargo, debido a que los anfibios se comunican por medio de sus cantos, teniendo frecuencias muy

específicas para su reproducción, por ejemplo, esta comunicación podría ser opacados por el ruido puntual producido por la maquinaria utilizada en las diferentes fases del proyecto de manera temporal, lo que también podría afectar directamente a sus poblaciones (Ron et al, 2022). Finalmente, el uso de vías podría aumentar el atropellamiento y mortalidad de especies de herpetofauna, principalmente de grupo de serpientes.

3.2.5.2.4 Entomofauna

A continuación, se muestran los resultados del componente entomofauna hallados durante la fase de campo levantada para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos (Anexos se pueden revisar: Anexo B. Documentos de Respaldo, B.2 Biótico, B.2.1 Tablas Bióticas, B.2.2 Bases de Datos, B.2.4 Hojas de Campo; Anexo C. Registro Fotográfico, C.2 Biótico).

Análisis General

Riqueza Global

Para el presente estudio se determinó un punto de muestreo cuantitativo, en el cual se aplicó dos metodologías (trampas pitfall para la captura de escarabajos peloteros y trampas VSR para la captura de mariposas diurnas). Es así como se registró un total de 33 especies, de las cuales 22 pertenecen al grupo Coleoptera: Scarabaeidae, cuya riqueza corresponde a 12 géneros y una familia; y 11 especies pertenecen al grupo Lepidoptera: Rhopaloceros, cuya riqueza corresponde a 11 géneros y cinco familias.

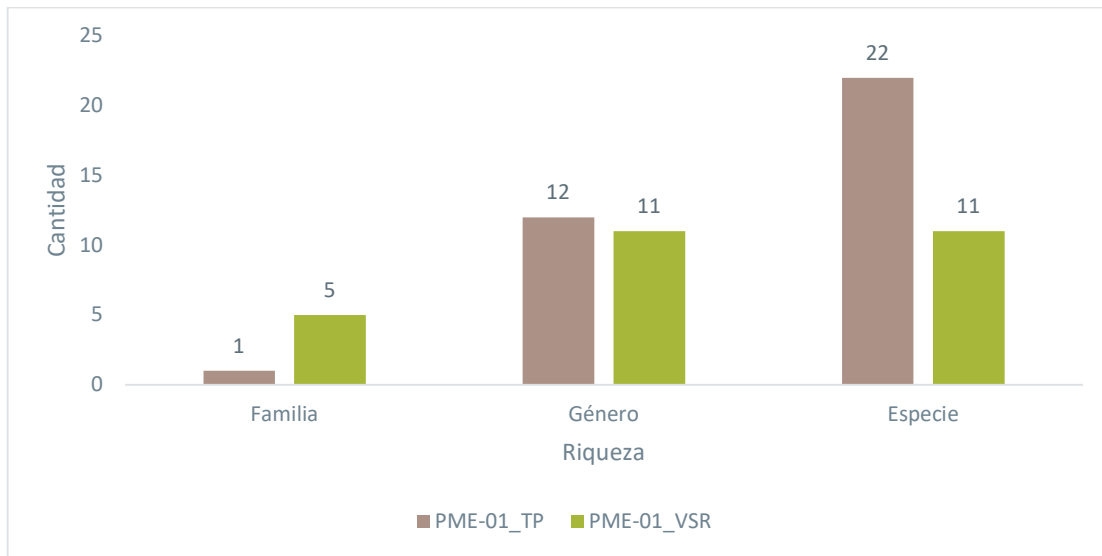


Figura 3-71 Diversidad General de Escarabajos Peloteros y Mariposas Diurnas Registradas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Tabla 3-132 Riqueza de Especies de Escarabajos Peloteros y Mariposas Diurnas Registradas en Puntos Cuantitativos

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthidium coerulescen</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Canthon luteicollis</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Coprophanaeus telamon</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Deltochilum crenulipes</i>	Escarabajo pelotero

Orden	Familia	Especie	Nombre común
		<i>Deltochilum larseni</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Dichotomius compressicollis</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Dichotomius mamillatus</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Dichotomius ohausi</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Dichotomius podalirius</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Dichotomius problematicus</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Eurysternus caribaeus</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Eurysternus cayennensis</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Eurysternus hamaticollis</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Eurysternus hypocrita</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Eurysternus lanuginosus</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Eurysternus vastiorum</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Malagoniella astyanaxpolita</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Ontherus pubens</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Onthophagus xanthomerus</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Oxysternon silenus</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Phanaeus cambeforti</i>	Escarabajo pelotero
		<i>Uroxys sp.</i>	Escarabajo pelotero
Lepidoptera	Brassolidae	<i>Caligo placidianus</i>	Mariposa diurna
		<i>Catoblepia berecynthia</i>	Mariposa diurna
		<i>Opsiphanes cassina</i>	Mariposa diurna
	Ithomiinae	<i>Ithomia salapia</i>	Mariposa diurna
		<i>Pteronymia veia</i>	Mariposa diurna
	Morphidae	<i>Morpho helenor</i>	Mariposa diurna
	Nymphalidae	<i>Hypna clytemnestra</i>	Mariposa diurna
		<i>Nessaea hewitsoni</i>	Mariposa diurna
		<i>Tigridia acesta</i>	Mariposa diurna
	Satyridae	<i>Euptychoides eugenia</i>	Mariposa diurna
<i>Taygetis laches</i>		Mariposa diurna	

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 1

La curva de acumulación de especies para el grupo de escarabajos copronecrófagos se realizó agrupando los datos obtenidos en las dos estaciones de muestreo (estación con 11 trampas cebadas con excremento humano y estación con 11 trampas cebadas con carroña). La siguiente gráfica, muestra que la curva de acumulación llega a la asíntota, por lo cual el muestreo fue representativo. En cuanto al índice Chao 1, se consiguió registrar 100 % de las especies estimadas.

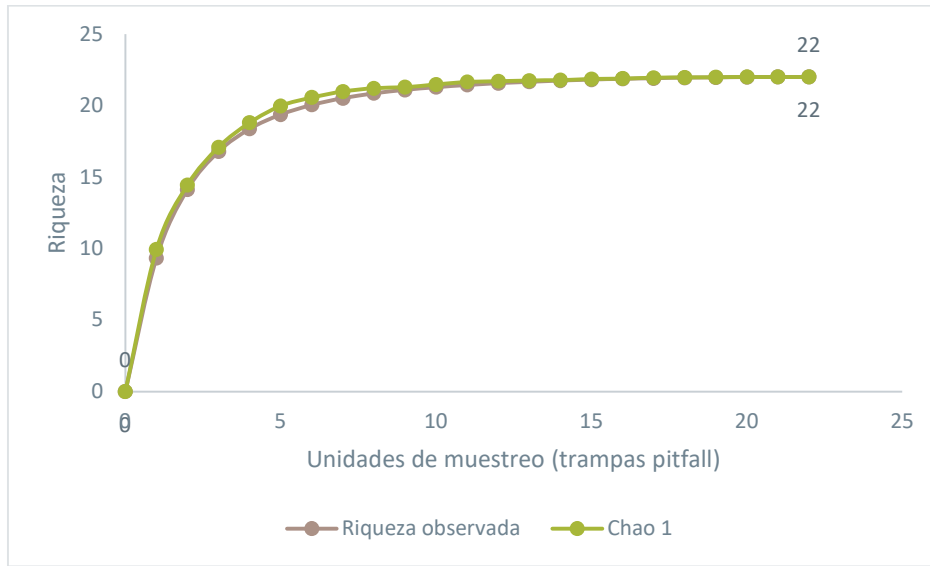


Figura 3-72 Curva Acumulación de Escarabajos Copronecrófagos Registrados

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

La curva de acumulación de especies para el grupo de mariposas diurnas se realizó tomando en cuenta los datos obtenidos en la estación compuesta por 11 trampas Van Someren Rydon. La siguiente gráfica, muestra que la curva de acumulación no alcanza a la asíntota, sin embargo por la forma de las curvas se observa un muestreo fue representativo. En cuanto al índice Chao 1, se consiguió registrar 69,8 % de las especies estimadas.

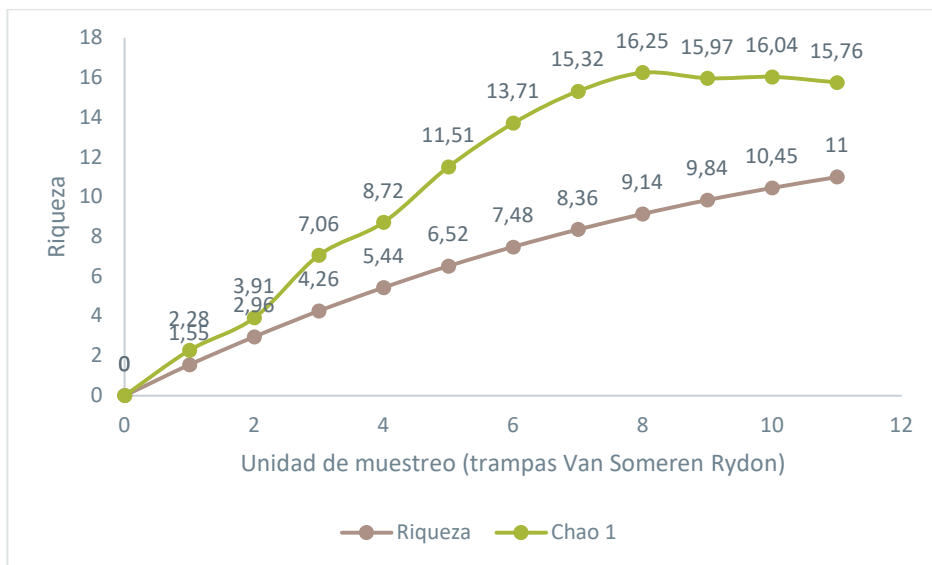


Figura 3-73 Curva Acumulación de Mariposas Diurnas Registradas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Diversidad Alfa

Índice de Diversidad de Shannon

El valor del índice de diversidad de Shannon-Wiener para el grupo de escarabajos copronécrofos fue de 2,545, mientras que, para mariposas diurnas fue 2,227.

Índice de Dominancia de Simpson

El valor del índice de dominancia de Simpson para el grupo de escarabajos copronecrófagos fue 0,11, mostrando una dominancia de *Deltochilum crenulipes* sobre el resto de las especies, mientras que, para las mariposas diurnas, el índice fue 0,12, mostrando una dominancia de *Euptychoides eugenia* y *Pteronymia veía* sobre las abundancias de las especies restantes.

En la siguiente tabla, se puede observar los valores resultantes por grupo estudiado.

Tabla 3-133 Valores de los Índices de Simpson y Shannon para el Punto PME-01

Código de Transecto	Riqueza	Abundancia	Shannon (H')	Simpson (Dominancia)
PME-01_TP	22	605	2,545	0,11
PME-01_VSR	11	21	2,227	0,12

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Análisis Cuantitativo (PME-01)

A continuación, se realiza el análisis de cada uno de los transectos instalados en el punto PME-01 conforme cada metodología aplicada (PME-01_TP para la captura de escarabajos peloterios y PME-01_VSR para la captura de mariposas diurnas).

PME-01 TP

Riqueza y Abundancia

En el punto de muestreo se registró un total de 22 especies pertenecientes a 12 géneros y cinco tribus. El género con mayor número de especies corresponde a *Eurysternus*, con un total de seis especies; seguido del género *Dichotomius*, que presentó cinco especies. Los demás géneros *Deltochilum*, *Canthidium*, *Canthon*, *Coprophanaeus*, *Malagoniella*, *Ontherus*, *Onthophagus*, *Oxysternon*, *Phanaeus* y *Uroxys* registraron entre dos y una especie cada uno.

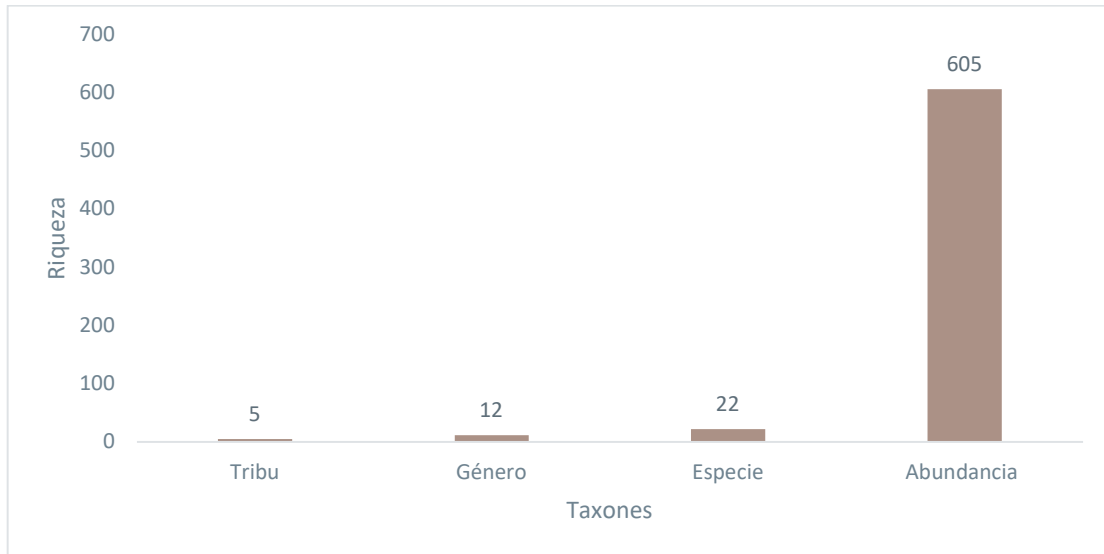


Figura 3-74 Riqueza y Abundancia de Especies en el Punto de Muestreo PME-01_TP

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Rango-Abundancia

La curva de dominancia de especies muestra, según los registros obtenidos en el presente sitio de muestreo, que *Deltochilum crenulipes* fue la especie más abundante, representando el 26,80 % ($\pi = 0,27$) de la densidad, con 149 individuos; seguida por *Eurysternus caribaeus*, con el 14,93 % ($\pi = 0,15$), con 83 individuos; *Canthidium coerulescen*, con el 12,23 % ($\pi = 0,12$), con 68 individuos. El resto de las especies registradas presentan porcentajes inferiores a 10 % ($\pi = 0,10$), es decir, abundancias totales inferiores a 55 individuos.

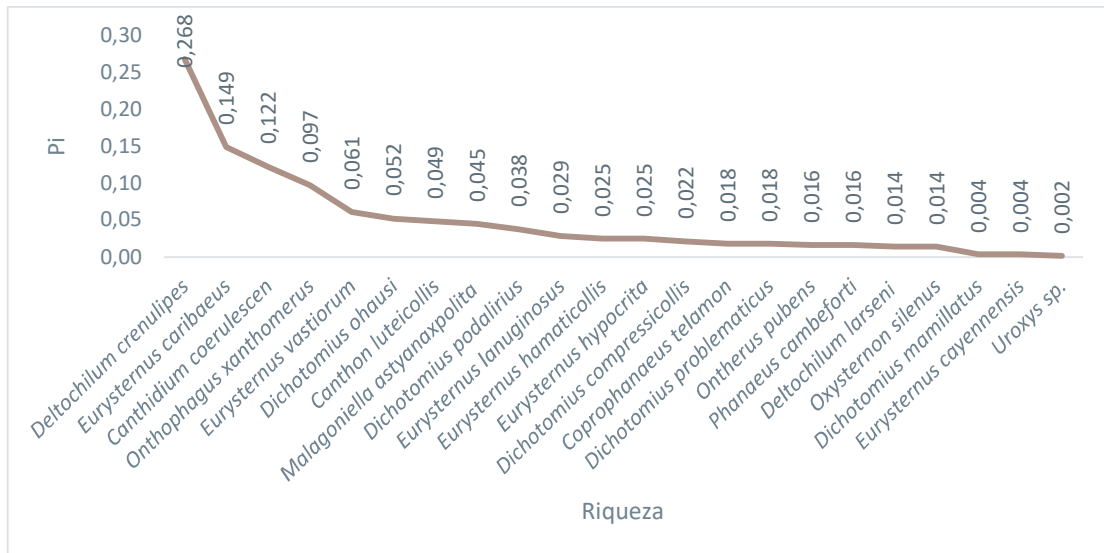


Figura 3-75 Curva Rango-Abundancia Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_TP

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

PME-01_VSR

Riqueza y Abundancia

En el punto de muestreo se registró un total de 11 especies pertenecientes a 11 géneros y cinco familias. Todos los géneros presentaron la misma cantidad de especies; los géneros registrados fueron: *Caligo*, *Catoblepia*, *Euptychoides*, *Hypna*, *Ithomia*, *Morpho*, *Nessaea*, *Opsiphanes*, *Pteronymia*, *Taygetis* y *Tigridia*.

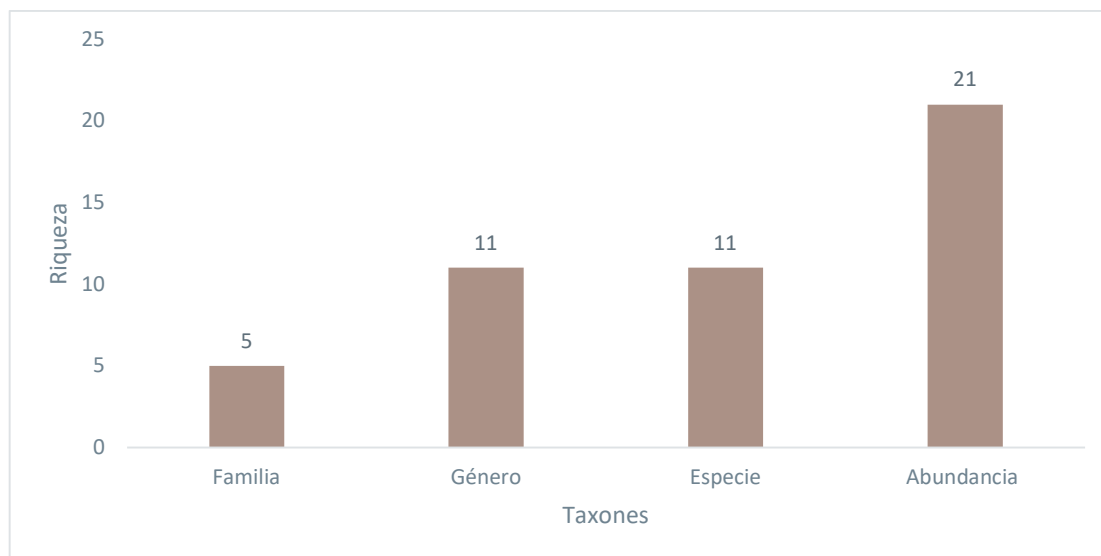


Figura 3-76 Riqueza y Abundancia de Especies en el Punto de Muestreo PME-01_VSR

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Rango-Abundancia

La curva de dominancia de especies muestra, según los registros obtenidos en el presente sitio de muestreo, que las especies *Euptychoides eugenia* y *Pteronymia veia* fueron las más abundantes representando el 19,04 % ($\pi = 0,19$) de la densidad, con cuatro individuos cada una; seguidas por *Taygetis laches*, con el 14,28 % ($\pi = 0,14$), con tres individuos. El resto de las especies registradas presentan porcentajes inferiores a 10 % ($\pi = 0,10$), es decir, abundancias totales inferiores a tres individuos.

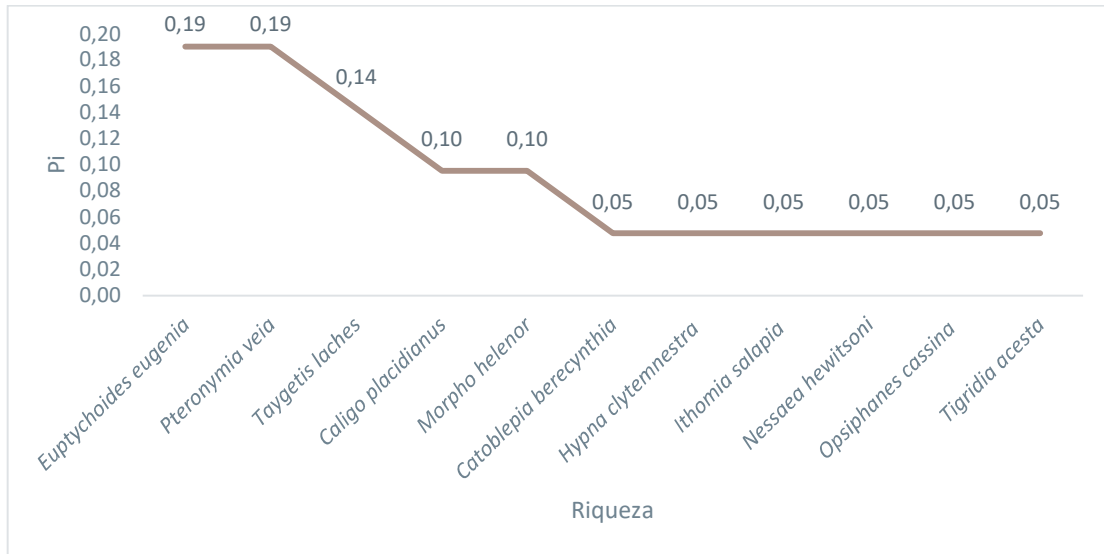


Figura 3-77 Curva Rango-Abundancia Registrada en el Punto de Muestreo PME-02

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Análisis Cualitativo

Riqueza

Dentro de los cuatro puntos cualitativos se registró un total de 59 especies, que pertenecen a 56 géneros, 31 familias y 10 órdenes.

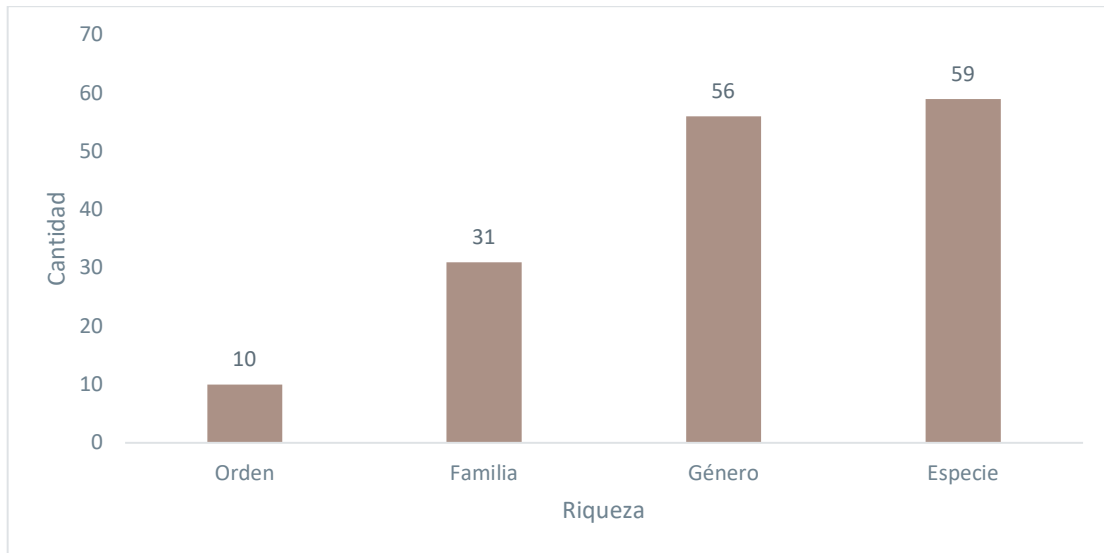


Figura 3-78 Riqueza de Especies de Insectos Registrados Mediante Metodologías Cualitativas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Las familias Formicidae y Acrididae, con siete especies cada una, fueron las más representativa en el área; seguidas de las familias Coreidae y Nymphalidae, con cinco y cuatro especies respectivamente. Las

familias Blaberidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Passalidae, Apidae y Vespidae, registraron dos especies cada una.

Y, finalmente, las familias Ectobiidae, Termitidae, Coccinelidae, Curculionidae, Endomychidae, Erotylidae, Forficulidae, Asilidae, Calliphoridae, Culicidae, Curtonotidae, Dolichopodidae, Gerridae, Reduviidae, Hesperidae, Pieridae, Satyrinae, Sphingidae, Mantidae, Libellulidae y Tettigoniidae están representadas por una sola especie, tal como se indica en la siguiente figura.

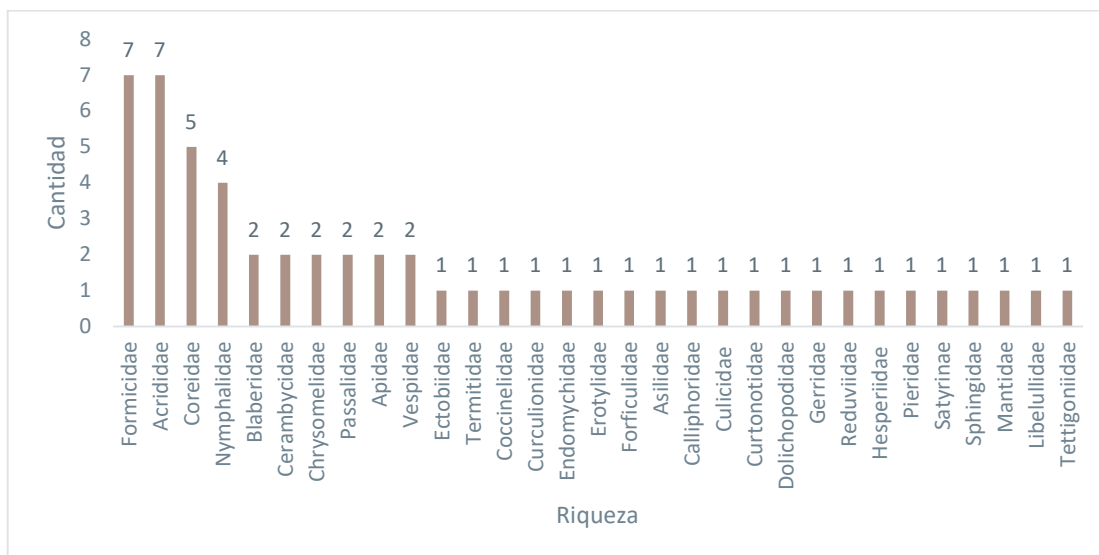


Figura 3-79 Número de Especies por Familia de las Especies Registradas mediante Muestreos Cualitativos

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

En la Tabla 3-134 a continuación, se describe la riqueza de la entomofauna hallada en cada uno de los recorridos de observación realizados en el presente estudio.

Tabla 3-134 Lista de Especies Registradas en los Puntos Cualitativos

Orden	Familia	Género	Especie	POE-01	POE-02	POE-03	POE-04
Blattodea	Blaberidae	<i>Epilampra</i>	<i>Epilampra</i> sp.	X	-	-	-
		<i>Indeterminado</i>	nd. 1	-	X	-	-
	Ectobiidae	<i>Euphyllodromia</i>	<i>Euphyllodromia</i> sp.	X	-	X	X
	Termitidae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes</i> sp.	X	X	-	X
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Indeterminado</i>	nd. 1	X	-	-	-
		<i>Steirastoma</i>	<i>Steirastoma breve</i>	-	-	-	X
	Chrysomelidae	<i>Indeterminado</i>	nd. 1	-	X	X	-
		<i>Ischnocodia</i>	<i>Ischnocodia annulus</i>	X	-	-	-
	Coccinelidae	<i>Indeterminado</i>	nd. 1	-	X	-	-
	Curculionidae	<i>Indeterminado</i>	nd. 1	X	X	-	-
	Endomychidae	<i>Indeterminado</i>	nd. 1	-	-	X	-
Erotylidae	<i>Erotylus</i>	<i>Erotylus</i> sp.	X	-	-	-	

Orden	Familia	Género	Especie	POE-01	POE-02	POE-03	POE-04
	Passalidae	<i>Indeterminado</i>	nd. 1	X	-	-	-
		<i>Passalus</i>	<i>Passalus</i> sp.	-	X	-	-
Dermaptera	Forficulidae	<i>Doru</i>	<i>Doru</i> sp.	-	X	-	-
Diptera	Asilidae	<i>Glaphyropyga</i>	<i>Glaphyropyga</i> sp.	-	-	-	X
	Calliphoridae	<i>Indeterminado</i>	nd. 1	-	X	-	-
	Culicidae	<i>Indeterminado</i>	nd. 1	-	X	-	-
	Curtonotidae	<i>Curtonotum</i>	<i>Curtonotum</i> sp.	-	-	-	X
	Dolichopodidae	<i>Condylostylus</i>	<i>Condylostylus</i> sp.	-	X	-	-
Hemiptera	Coreidae	<i>Anisoscelis</i>	<i>Anisoscelis foliaceus</i>	-	-	-	X
		<i>Leptoscelis</i>	<i>Leptoscelis saepifera</i>	X	-	-	-
		<i>Nematopus</i>	<i>Nematopus</i> sp.	-	-	X	-
		<i>Spartocera</i>	<i>Spartocera</i> sp.	-	-	-	X
		<i>Stenoscelidea</i>	<i>Stenoscelidea</i> sp.	-	-	X	-
	Gerridae	<i>Aquarius</i>	<i>Aquarius</i> sp.	X	X	-	-
	Reduviidae	<i>Agriocoris</i>	<i>Agriocoris flavipes</i>	-	-	-	X
Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus</i>	<i>Bombus</i> sp.	-	X	-	-
		<i>Trigona</i>	<i>Trigona</i> sp.	-	-	X	-
	Formicidae	<i>Acromyrmex</i>	<i>Acromyrmex</i> sp.	-	X	X	-
		<i>Atta</i>	<i>Atta</i> sp.	X	-	-	-
		<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus</i> sp.	X	-	-	-
		<i>Ectatomma</i>	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	X	-	-	X
		<i>Neoponera</i>	<i>Neoponera foetida</i>	-	-	-	X
		<i>Odontomachus</i>	<i>Odontomachus haematodus</i>	-	-	X	-
	Vespidae	<i>Polybia</i>	<i>Polybia</i> sp.	-	-	X	-
			<i>Polybia</i> sp. 1	-	X	-	-
<i>Protopolybia</i>		<i>Protopolybia</i> sp.	X	-	-	-	
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Indeterminado</i>	nd. 1	-	-	-	X
	Nymphalidae	<i>Anartia</i>	<i>Anartia amathea</i>	-	X	X	-
		<i>Eresia</i>	<i>Eresia eunice</i>	X	-	-	-
			<i>Eresia nauplius</i>	X	-	-	-
		<i>Godyris</i>	<i>Godyris zavaleta</i>	-	-	-	X
		<i>Pierella</i>	<i>Pierella</i> sp.	-	-	X	-
	<i>Pierella</i> sp. 1		X	-	-	-	
Pieridae	<i>Moschoneura</i>	<i>Moschoneura pinthous</i>	-	-	-	X	

Orden	Familia	Género	Especie	POE-01	POE-02	POE-03	POE-04
	Satyrinae	<i>Taygetis</i>	<i>Taygetis</i> sp.1	-	X	-	-
	Sphingidae	<i>Isognathus</i>	<i>Isognathus</i> sp.	-	-	-	X
Mantodea	Mantidae	<i>Indeterminado</i>	nd. 1	-	-	-	X
Odonata	Libellulidae	<i>Indeterminado</i>	nd. 1	-	X	-	-
Orthoptera	Acrididae	<i>Indeterminado</i>	nd. 1	X	-	-	X
		<i>Orphulella</i>	<i>Orphulella</i> sp	-	X	-	-
		<i>Stenopola</i>	<i>Stenopola</i> sp.	-	X	-	X
		<i>Stenopola</i>	<i>Stenopola boliviana</i>	-	-	X	-
		<i>Tetrataenia</i>	<i>Tetrataenia</i> sp	-	X	-	-
		<i>Xiphiola</i>	<i>Xiphiola cyanoptera</i>	-	-	X	-
	<i>Abracris</i>	<i>Abracris flavolineata</i>	-	X	-	-	
	Tettigoniidae	<i>Conocephalus</i>	<i>Conocephalus</i> sp.	-	-	-	X

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Análisis por Punto de Muestreo Cualitativo

A continuación, se describe la riqueza de la entomofauna hallada en cada uno de los recorridos de observación realizados en el presente estudio.

POE-01/Plataforma Eno Sur

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POE-01 se registró un total de 19 especies pertenecientes a 17 géneros, nueve familias y tres órdenes, siendo el orden más representativo el de los Coleópteros, con cinco familias y 15 especies (Tabla 3-134).

POE-02/Línea de Flujo Eno Sur-Eno 2

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POE-02 se registró un total de 21 especies pertenecientes a 21 géneros, 18 familias y nueve órdenes, siendo el orden más representativo el de los Ortópteros y Coleópteros, con cuatro familias y ocho especies (Tabla 3-134).

POE-03/Línea de Flujo Plataforma Eno Norte-Eno 2

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POE-03 se registró un total de 13 especies pertenecientes a 13 géneros, nueve familias y seis órdenes, siendo el orden más representativo el de los Himenópteros, con tres familias y cuatro especies (Tabla 3-134).

POE-04/Plataforma Eno Norte

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POE-04 se registró un total de 18 especies pertenecientes a 18 géneros, 15 familias y ocho órdenes; siendo el más representativo el de los Lepidóptera con cuatro familias y cuatro especies (Tabla 3-134).

Diversidad Beta

Análisis de Similitud de Jaccard

El índice de Jaccard muestra dos conglomerados: el primero, formado únicamente por el punto POE-03, el cual posee una similitud del 7 % con el otro grupo formado por todos los puntos restantes. Dentro del segundo grupo, se vuelven a formar dos subgrupos: el primero, el punto POE-04 que posee una similitud del 10 %; el segundo subgrupo está formado por los puntos POE-01 y POE-02, que comparten una riqueza con POE-04 y POA-03 del 17 %.

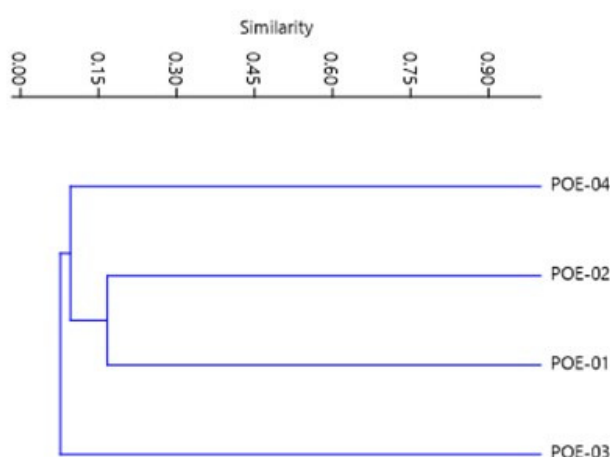


Figura 3-80 Similitud entre los Puntos Cualitativos

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Aspectos Ecológicos

Gremio Trófico

Para el grupo de los escarabajos peloteros se identificaron tres gremios tróficos:

Copronecrófagos (22,73 %): *Coprophanæus telamon*, *Deltochilum crenulipes*, *Deltochilum larseni*, *Eurysternus caribæus* y *Eurysternus hypocrita*.

Necrófagos (9,09 %): *Dichotomius mamillatus* y *Uroxys* sp.

Coprófagos (68,18 %): *Canthidium coerulescen*, *Canthon luteicollis*, *Dichotomius compressicollis*, *Dichotomius ohausi*, *Dichotomius podalirius*, *Dichotomius problematicus*, *Eurysternus cayennensis*, *Eurysternus hamaticollis*, *Eurysternus lanuginosus*, *Eurysternus vastiorum*, *Malagoniella astyanaxpolita*, *Ontherus pubens*, *Onthophagus xanthomerus*, *Oxysternon silenus* y *Phanaeus cambeforti*.

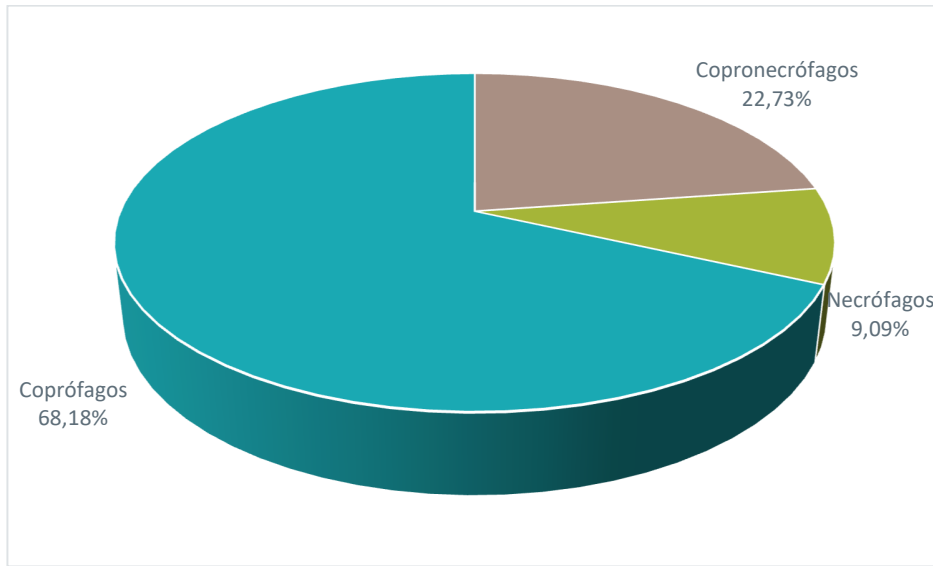


Figura 3-81 Porcentaje de Gremios Tróficos Identificados para las Especies de Escarabajos Peloteros

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

En el caso del grupo de los Rhopaloceros, debido al tipo de cebo utilizado en las trampas VSR (frutos y animales en descomposición), el gremio trófico al que corresponden todas las especies de mariposas registradas en el presente estudio es Acimófagos.

Grupo Funcional (escarabajos copronecrófagos)

Durante el levantamiento de información en campo se obtuvo registros de escarabajos copronecrófagos. De acuerdo con su ecología, los escarabajos poseen diferencias marcadas con respecto a su alimentación y nidificación, especificándose: rodadores (telecópidos), cavadores (paracópidos) y moradores (endocópidos), repartidos de la siguiente manera:

Cavadores 50 %, con las especies: *Canthidium coerulescens*, *Coprophanaeus telamon*, *Dichotomius compressicollis*, *Dichotomius mamillatus*, *Dichotomius ohausi*, *Dichotomius podalirius*, *Dichotomius problematicus*, *Ontherus pubens*, *Oxysternon silenus*, *Phanaeus cambeforti*, *Onthophagus xanthomerus*.

El grupo de rodadores ocupó el 22,73 %, con las especies: *Canthon luteicollis*, *Deltochilum crenulipes*, *Deltochilum larseni*, *Malagoniella astyanaxpolita* y *Uroxys sp.*

Mientras que el grupo de los moradores ocupó el 27,27 %, con: *Eurysternus caribaeus*, *Eurysternus cayennensis*, *Eurysternus hamaticollis*, *Eurysternus hypocrita*, *Eurysternus lanuginosus* y *Eurysternus vastiorum*.

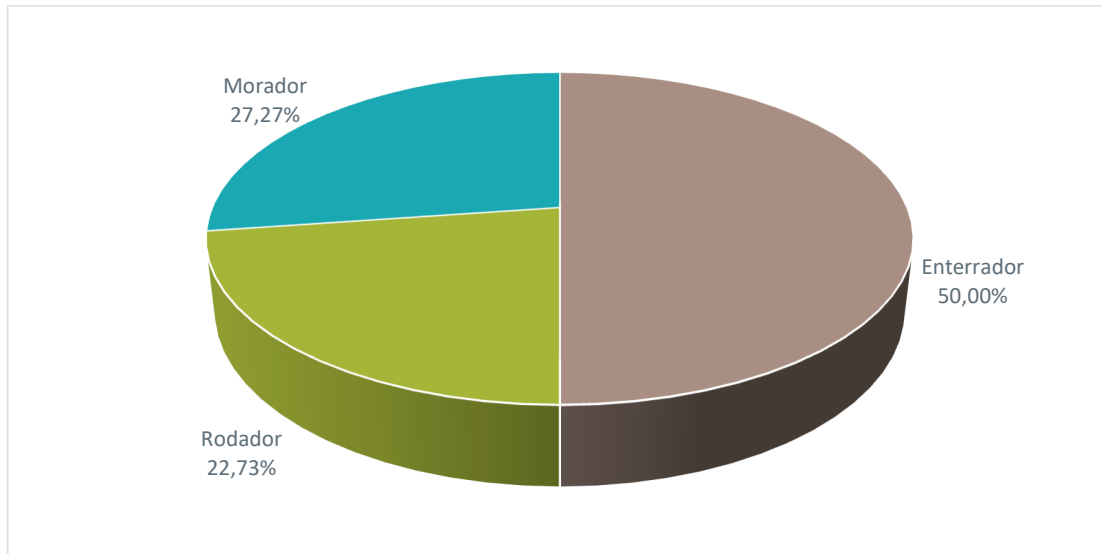


Figura 3-82 Porcentaje de Especies Registradas en los Puntos Muestreados según su Grupo Funcional

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Hábito

Los escarabajos peloteros, debido a su papel ecológico son especies fácilmente de ubicar en el suelo o perchados sobre hojas de plantas herbáceas que se desarrollan en estrato más bajo del bosque. Por su parte, las mariposas diurnas como su nombre indica, vuelan de manera exclusiva durante el día. Esta característica es la que otorgó el nombre al clado Rhopalocera, que a pesar de ser un clado obsoleto, en la actualidad durante muchos años los ropalóceros tuvieron el rango taxonómico de suborden en el que se incluían las mariposas diurnas

Especies Sensibles

Tanto los escarabajos copronecrófagos como las mariposas diurnas pertenecen al grupo de bioindicadores que reflejan bien los cambios por acciones humanas: fragmentación, simplificación del ecosistema y otros. En los sitios de muestreo las condiciones ecológicas, como la temperatura, humedad del suelo, topografía del lugar y cobertura vegetal e hídrica son favorables para el desarrollo de los ensambles de escarabajos peloteros y de mariposas diurnas.

Para los grupos registrados con base en lo sugerido por Araujo et al. (2005), se registraron 15 especies con sensibilidad baja y cuatro especies con sensibilidad media. Con sensibilidad alta, se registraron a las especies *Dichotomius mamillatus*, *Eurysternus cayennensis* y *Uroxys* sp. (tres especies).

Para el grupo de las mariposas diurnas con base en lo sugerido por Luna-Reyes et al. (2010), todas las mariposas registradas tuvieron abundancias menores a los seis individuos, por lo que todas las especies de este grupo se califican como especies de sensibilidad alta.

A continuación, en la siguiente tabla se detallan las especies de mariposas y escarabajos registradas en el presente estudio, junto con el número de individuos contabilizados que permitieron asignar la respectiva categoría de sensibilidad.

Tabla 3-135 Sensibilidad de las Especies de Escarabajos Peloteros y Mariposas Diurnas

Orden	Grupo	Especies	Nombre Común	Abundancia Absoluta	Nivel de Sensibilidad
Coleoptera	Scarabaeinae	<i>Deltochilum crenulipes</i>	Escarabajos peloteros	149	Baja
		<i>Eurysternus caribaeus</i>		83	Baja
		<i>Canthidium coeruleum</i>		68	Baja
		<i>Onthophagus xanthomerus</i>		54	Baja
		<i>Eurysternus vastiorum</i>		34	Baja
		<i>Dichotomius ohausi</i>		29	Baja
		<i>Canthon luteicollis</i>		27	Baja
		<i>Malagoniella astyanaxpolita</i>		25	Baja
		<i>Dichotomius podalirius</i>		21	Baja
		<i>Eurysternus lanuginosus</i>		16	Baja
		<i>Eurysternus hamaticollis</i>		14	Baja
		<i>Eurysternus hypocrita</i>		14	Baja
		<i>Dichotomius compressicollis</i>		12	Baja
		<i>Coprophanæus telamon</i>		10	Baja
		<i>Dichotomius problematicus</i>		10	Baja
		<i>Ontherus pubens</i>		9	Media
		<i>Phanaeus cambeforti</i>		9	Media
		<i>Deltochilum larseni</i>		8	Media
		<i>Oxysternon silenus</i>		8	Media
		<i>Dichotomius mamillatus</i>		2	Alta
<i>Eurysternus cayennensis</i>	2	Alta			
<i>Uroxys sp.</i>	1	Alta			
Lepidoptera	Rhopalocera	<i>Euptychoides eugenia</i>	Mariposas Diurnas	4	Alta
		<i>Pteronymia veia</i>		4	Alta
		<i>Taygetis laches</i>		3	Alta
		<i>Caligo placidianus</i>		2	Alta
		<i>Morpho helenor</i>		2	Alta
		<i>Catoblepia berecynthia</i>		1	Alta
		<i>Hypna clytemnestra</i>		1	Alta
		<i>Ithomia salapia</i>		1	Alta
		<i>Nessaea hewitsoni</i>		1	Alta
		<i>Opsiphanes cassina</i>		1	Alta
		<i>Tigridia acesta</i>		1	Alta
Criterios de categorización para la sensibilidad: Escarabajos peloteros: Alta (1 a 3 individuos), Media (4 a 9 individuos) y Baja (> a 10 individuos) Mariposas diurnas: Alta (1 a 5 individuos), Media (6 a 21 individuos) y Baja (> a 22 individuos)					

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Estado de Conservación de las Especies

Las especies de escarabajos peloteros, mariposas diurnas, así como las demás especies de invertebrados terrestres registrados en el presente estudio no constan en ninguna categoría de amenaza de la UICN (2024) o en la lista CITES (2014).

Uso del Recurso

Según la información proporcionada por los asistentes locales, ninguna especie de escarabajo pelotero ni mariposa diurna es utilizada en actividades económicas o de alimentación.

Discusión

En el presente estudio se obtuvo resultados que dan a conocer que este sitio posee un ecosistema intervenido y que sufre constantemente la expansión demográfica y la ampliación de la frontera agrícola, que trae consigo la extracción selectiva de madera. El sitio de muestreo cuantitativo fue ubicado precisamente dentro de uno de los pocos remanentes de bosque secundarios, característico de los ecosistemas amazónicos aledaños a los centros poblados, como es el caso.

Dentro de este remanente, se logró capturar una considerable riqueza de mariposas diurnas y de escarabajos peloteros. Debido a la alta sensibilidad que estos individuos presentan frente a los cambios ambientales, que son consecuencia de las actividades fragmentadoras (Andersen, 2003; Nichols y otros, 2008) no se registra su permanencia en un lugar que no brinde las condiciones aptas para su desarrollo. Es por ello, que se reconoce a este grupo bioindicador como una ventaja por su uso como evaluadores de hábitats con alteración y fragmentación.

Por otra parte, la presencia de estas especies de escarabajos peloteros y la abundancia encontrada permite entender el dinamismo que estos bosques manejan y asociar que dicha riqueza está estrechamente relacionada con la presencia de vertebrados mayores que proveen de recursos a los escarabajos, como mamíferos, aves y reptiles. Situación que se sustenta en las preferencias alimenticias registradas en el estudio, las cuales permiten relacionarlos con otros taxones, ya que los peloteros dependen del excremento y la carroña de animales superiores para su subsistencia; por lo tanto, un ecosistema con altos índices de riqueza y abundancia en escarabajos copronecrófagos sugiere el nivel de conservación y el grado de perturbación al cual dicho bosque se encuentra sometido.

El muestreo de estos grupos de fauna es de suma importancia puesto que los insectos reaccionan rápidamente a los cambios ambientales, como la deforestación y degradación de su hábitat, lo cual se ve reflejado en los cambios de temperatura y humedad que afectan las poblaciones de insectos en cualquiera que sea el estadio en el que se encuentren: La deforestación afecta específicamente a las especies adaptadas a la sombra que se produce en el interior de un bosque, lo cual generaría la pérdida de estas especies y aportaría al crecimiento poblacional de las especies que se benefician de la luz.

La especie más abundante dentro de escarabajos peloteros fue *Deltochilum crenulipes*, seguida de *Eurysternus caribaeus*, *Canthidium coerulescens* y *Onthophagus xanthomerus*, siendo especies generalistas con amplia distribución que habitan en bordes de bosque y con alta capacidad de penetrar y salir al mismo tiempo (Sarmiento-Garcés & Amat-García, 2009). También se registró especies coprófagas, donde tales hábitos vienen dados por la disponibilidad de alimento, lo que ha provocado que algunas especies cambien sus hábitos alimentarios y se vuelvan dependientes de alimentos distintos al estiércol, lo que reduce significativamente la competencia (Bruhl y Krell, 2003). Se establece así que en un ecosistema saludable la predominancia debe ser de especies coprófagas sobre especies generalistas.

Por otra parte, la baja diversidad registrada para las mariposas diurnas permite comprender que, cuando existe una taxa de escasa representatividad significa que son más sensibles a las perturbaciones

ambientales (Moreno, 2001). Esta premisa coincide con los resultados hallados en el presente estudio, donde la riqueza de mariposas fue de 11 especies y la abundancia de 21 individuos sugiriendo que estos valores de diversidad pueden ser mantenidos debido a los niveles intermedios de perturbación, ya que ésta permite una heterogeneidad en el paisaje influyendo en mayor disponibilidad de hábitats, flores para libar, presencia de plantas hospederas asociadas a vegetación de crecimiento secundario y al aumento en la disponibilidad de luz solar en zonas abiertas que benefician los procesos de termorregulación presentes en estos insectos.

Finalmente, la baja diversidad registrada para las mariposas diurnas permite comprender que, cuando existe una taxa de escasa representatividad significa que son más sensibles a las perturbaciones ambientales (Moreno, 2001). Esta premisa coincide con los resultados hallados en el presente estudio, donde la riqueza de mariposas fue de 11 especies y la abundancia de 21 individuos sugiriendo que estos valores de diversidad pueden ser mantenidos debido a los niveles intermedios de perturbación, ya que ésta permite una heterogeneidad en el paisaje influyendo en mayor disponibilidad de hábitats, flores para libar, presencia de plantas hospederas asociadas a vegetación de crecimiento secundario y al aumento en la disponibilidad de luz solar en zonas abiertas que benefician los procesos de termorregulación presentes en estos insectos.

Como se ha mencionado anteriormente, las actividades que se realizarán para la fase de desarrollo de las plataformas Eno Norte y Eno Sur, sus accesos y la línea de flujo, se realizarán sobre áreas intervenidas o abiertas, por lo cual no se realizará desbroce de vegetación sobre áreas de cobertura boscosa donde se encuentran concentradas las especies de escarabajos peloteros y mariposas diurnas. Sin embargo, el ruido producido por maquinaria (puntual y temporal) podría alejar temporalmente la mastofauna y avifauna del parche de bosque cercano a la plataforma Eno Sur, por lo que, los escarabajos peloteros podrían disminuir sus poblaciones por lapsos cortos.

Para las mariposas diurnas, no existirán cambios en la estructura de sus poblaciones dependientes de los recursos provistos por los parches de bosque, por lo cual se recomienda no seguirlas utilizando como grupo bioindicador en los monitoreos propuestos en el plan de manejo.

3.2.5.3 Fauna Acuática

3.2.5.3.1 Ictiofauna

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levanta para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos, donde se puede revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo; F. Registro Fotográfico, F.2 Biótico.

Resultados de Ictiofauna

Análisis General

El sitio de muestreo PMI-02 no fue muestreado debido a que no presentaba las condiciones de flujo óptimas para poder aplicar las artes de pesca. En el presente estudio se considera como cuerpo de agua estacional, por lo que no se incluye dentro del análisis de resultados; sin embargo, por las condiciones climáticas y dinámica del ecosistema es posible que en un futuro sus características cambien, por lo que se conservará la codificación establecida.

Riqueza Global

Los resultados muestran una riqueza taxonómica conformada por cuatro órdenes (Characiformes, Cichliformes, Cyprinodontiformes y Siluriformes) distribuidos en seis familias, 14 géneros y 15 especies; además, se registró un total de 224 individuos.

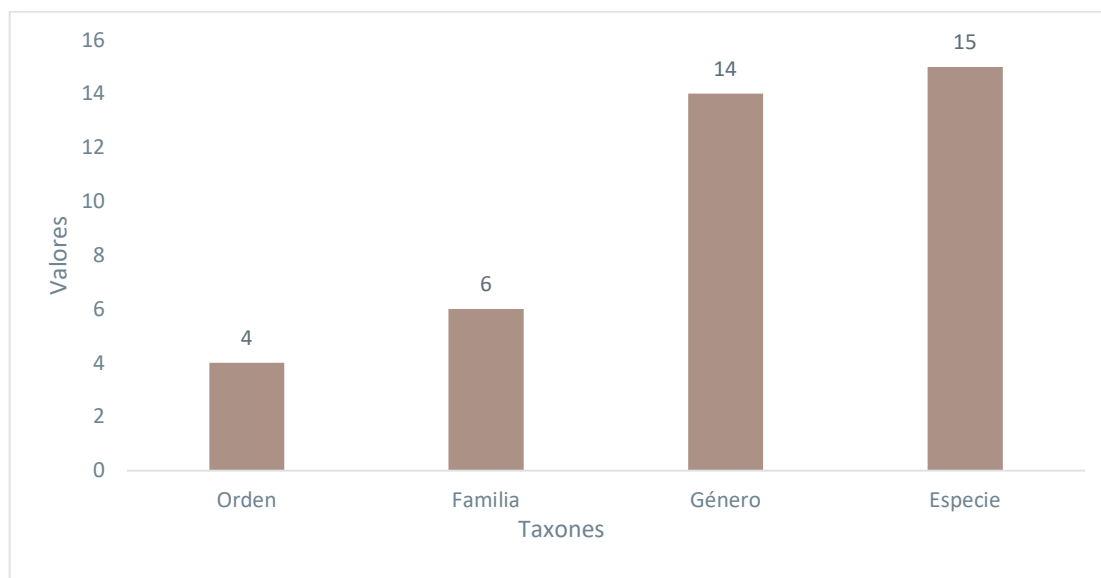


Figura 3-83 Riqueza de Ictiofauna Evaluada

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Tabla 3-136 Riqueza de Ictiofauna Registrada en los Puntos de Muestreo

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax aff. maximus</i>	Sardina	11
		<i>Astyanax bimaculatus</i>	Sardina	49
		<i>Hemigrammus levis</i>	Sardina	4
		<i>Knodus cf. gamma</i>	Sardina	32
		<i>Stethaprion erythroptus</i>	Damita	6
	Curimatidae	<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>	Bocon	4
	Erythrinidae	<i>Hoplerethrinus unitaeniatus</i>	Cholo	3
<i>Hoplias malabaricus</i>		Guanchinche	2	
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	37
Perciformes	Cichlidae	<i>Aequidens tetramerus</i>	Viejita	28
		<i>Bujurquina moriorum</i>	Viejita	13
		<i>Crenicichla proteus</i>	Chuti	2
Siluriformes	Loricariidae	<i>Ancistrus malacops</i>	Coroncho	26
		<i>Aphanotorulus emarginatus</i>	Campeche	2
		<i>Chaetostoma branickii</i>	Coroncho	5

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Rango-Abundancia

La abundancia dio como resultado que dentro de la cuenca de estudio la especie más dominante fue *Astyanax bimaculatus*, con 22 % (n = 49; pi = 0,22); seguida de *Poecilia reticulata*, con un 17 % (n = 37;

pi = 0,17); *Knodus cf. gamma*, con 14 % (n = 32; pi = 0,14); *Aequidens tetramerus*, con 13 % (n = 28; pi = 0,13); *Ancistrus malacops*, con 12 % (n = 26; pi = 0,12); *Bujurquina moriorum*, con un 6 % (n = 13; pi = 0,06); por su parte, la especie *Astyanax aff. maximus*, estuvo presente con 5 % (n = 11; pi = 0,05); seguida de *Stethaprion erythroops*, con 3 % (n = 6; pi = 0,03); la especie *Chaetostoma branickii* tuvo una abundancia de 2 % (n = 5; pi = 0,02); seguida de *Cyphocharax spiluroopsis* y *Hemigrammus levis*, que tuvieron una abundancia de un 2 % (n = 4; pi = 0,02) cada una; luego, estuvo *Hoplerythrinus unitaeniatus*, con un 1 % (n = 3; pi = 0,01); finalmente, *Hoplias malabaricus*, *Crenicichla proteus* y *Aphanotorulus emarginatus* alcanzaron una abundancia relativa del 1 % (n = 2; pi = 0,01).

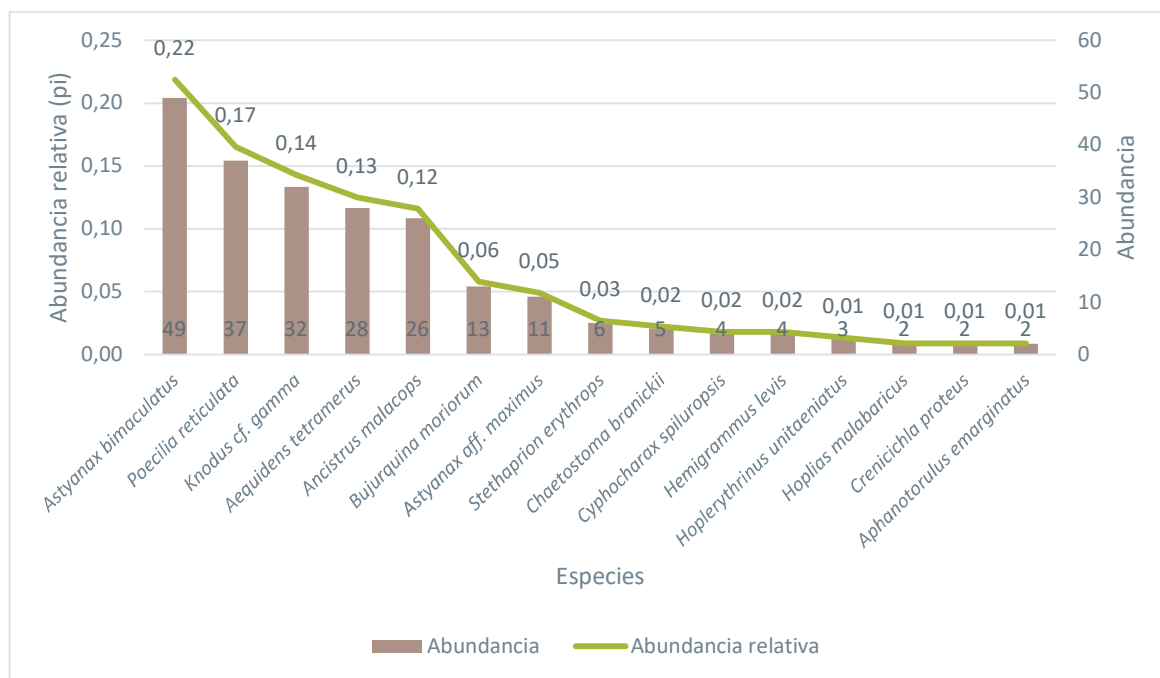


Figura 3-84 Curva de Rango-Abundancia de la Ictiofauna

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Acumulación de Especies y Chao 1

De acuerdo con la curva de acumulación de especies, se pueden denotar a los cinco sitios como unidades de muestreo en la zona de estudio. Los resultados obtenidos en esta curva de acumulación muestran un crecimiento uniforme desde la primera unidad de muestreo, cuya asíntota no se estabiliza hasta la unidad de muestreo seis. El valor estimado de Chao 1 es igual a 15 especies, lo que supone que la riqueza alcanzada en la jornada de trabajo corresponde al 100 % (15 spp.) del total de especies esperadas.

De acuerdo con la curva de acumulación, el número de especies observadas puede aumentar conforme aumenten las unidades de muestreo. Asimismo, el registro de especies nuevas se ve influenciado por factores ambientales, como precipitaciones, migraciones de peces o factores antrópicos. Con base en la información, se determina que valor de especies observadas puede aumentar en monitoreos futuros.

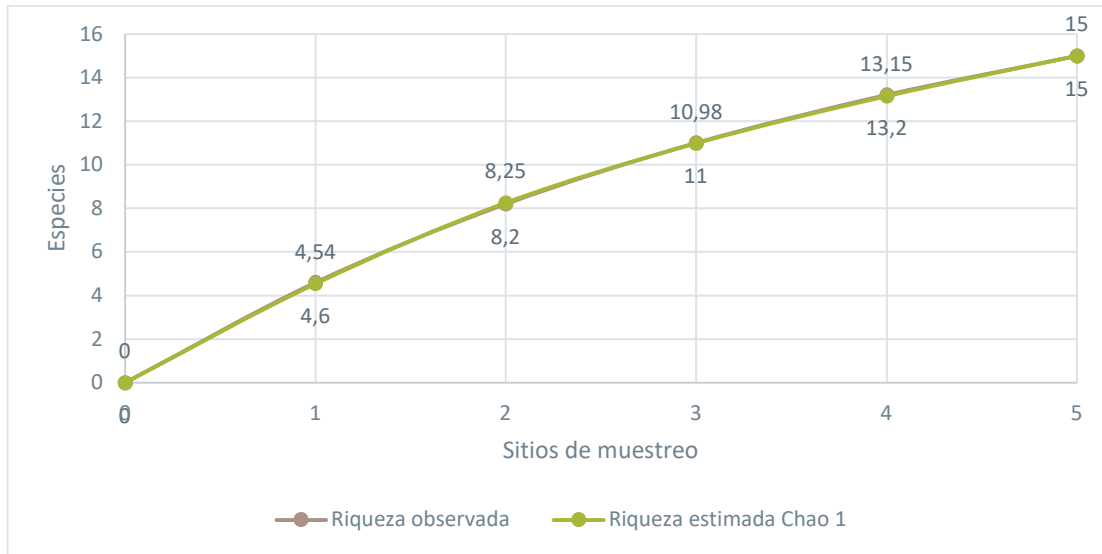


Figura 3-85 Curva Acumulación de Ictiofauna

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Diversidad Alfa

Índice de Diversidad Shannon y Simpson

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis general, el resultado fue de 1,23; la diversidad en promedio es baja, pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), este resultado se ve influenciado por las condiciones climáticas y las características propias de los cuerpos de agua. El valor promedio obtenido para el Índice de Simpson fue de 0,629, lo que denota una media dominancia de especies en algunos sitios de muestreo. El valor promedio de Equitatividad J' de 0,8144 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución global uniforme en la mayoría de los sitios muestreados. Estos resultados se deben a que en todos los sitios de estudio la riqueza de especies oscila entre tres y seis especies. El sitio de muestreo PMI-02, debido a la estacionalidad, no tenía la presencia de un flujo representativo de agua, por lo que no fue muestreado.

Tabla 3-137 Índices de Diversidad de los Puntos de Muestreo

Índice	PMI-01	PMI-02	PMI-03	PMI-04	PMI-05	PMI-06
Riqueza	4	-	6	3	6	4
Abundancia	23	-	91	32	38	40
Índice de Simpson (D)	0,6087	-	0,7364	0,3652	0,6911	0,7438
Índice de Shannon Wiener (H')	1,132	-	1,505	0,6747	1,452	1,374
Índice de Equidad (J')	0,8168	-	0,8399	0,6141	0,8103	0,9909

Fuente: Entrix, noviembre 2023
Elaboración: Entrix, noviembre 2023

Diversidad Beta

Análisis de Similitud Jaccard

El resultado del índice de Jaccard relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas de cada punto. El índice arrojó como resultado la similitud entre los puntos de muestreo según la ictiofauna encontrada, solamente tomando en cuenta la riqueza de los sitios. Es decir, según la frecuencia de repetición de especies colectadas en los tres puntos de muestreo.

Los sitios PMI-04 y PMI-06 poseen una similitud del 40 %; los puntos PMI-03 y PMI-06 se relacionan en un 25 %; los sitios PMI-04 y PMI-01 tienen una similitud del 17 %; seguidos de la relación entre los puntos PMI-01 y PMI-06, con un 14 %; los demás puntos de muestreo poseen un valor de similitud menor, según Jaccard.

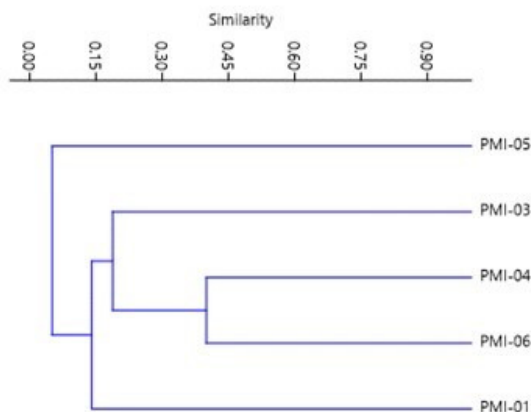


Figura 3-86 Clúster del Índice de Similitud de Jaccard entre los Puntos Cuantitativos de la Línea de Flujo y Accesos

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

A continuación, se detallará la riqueza, abundancias y diversidad de los cinco puntos de muestreo.

Análisis por Punto de Muestreo

PMI-01

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 23 individuos pertenecientes cuatro especies, cuatro géneros, dos familias y dos órdenes.

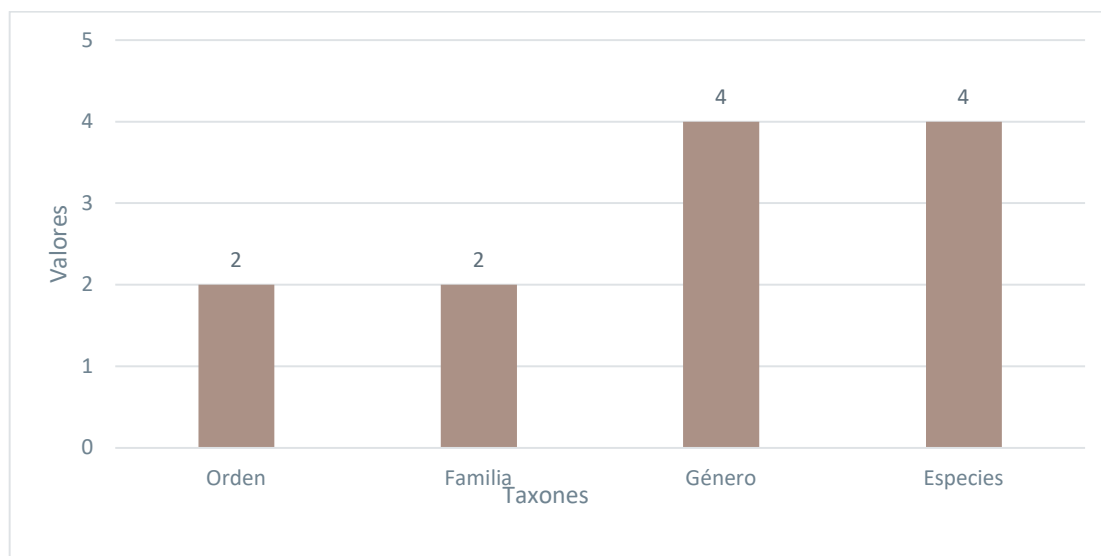


Figura 3-87 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PMI-01

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Rango-Abundancia

La abundancia relativa obtenida para el sitio de muestreo PMI-01 indica que del total de los individuos (23) registrados, el 87 % está representado por la familia Cichlidae, siendo *Aequidens tetramerus* la especie más representativa, con 57 % (n = 13; pi = 0,57); seguida de *Bujurquina moriorum*, con 22 % (n = 5; pi = 0,22); *Hoplerythrinus unitaeniatus* alcanzó un 13 % (n = 3; pi = 0,13); mientras que *Crenicichla proteus* obtuvo un 9 % (n = 2; pi = 0,09).

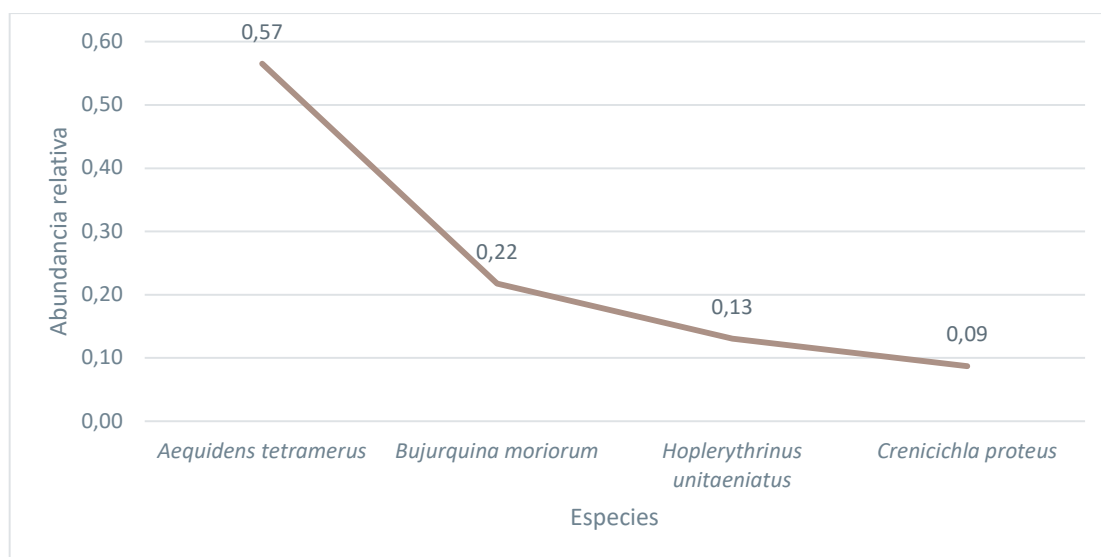


Figura 3-88 Curva de Rango-Abundancia de las Especies Ícticas en el Punto PMI-01

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

PMI-02

Debido a las condiciones físicas del punto de muestreo, no fue posible su muestreo.

PMI-03

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 91 individuos pertenecientes seis especies, seis géneros, cinco familias y cuatro órdenes.

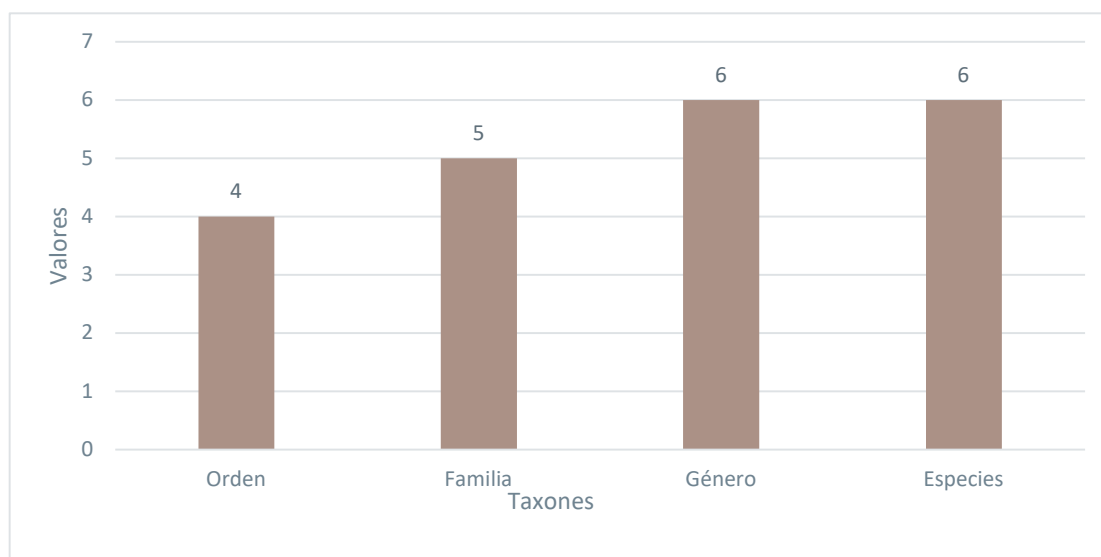


Figura 3-89 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PMI-03

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Rango-Abundancia

La abundancia relativa obtenida para el sitio de muestreo PMI-03 evidencia como la especie más dominante a *Poecilia reticulata*, con 41 % ($n = 37$; $pi = 0,41$); seguida de *Knodus cf. gamma*, con 23 % ($n = 21$; $pi = 0,23$); *Astyanax bimaculatus* alcanzó un 18 % ($n = 16$; $pi = 0,18$); por su parte, *Bujurquina moriorum* obtuvo un 9 % ($n = 8$; $pi = 0,09$); *Ancistrus malacops* tuvo una representatividad del 8 % ($n = 7$; $pi = 0,08$); finalmente, *Hoplias malabaricus* fue la menos representativa, con un 2 % ($n = 2$; $pi = 0,02$).

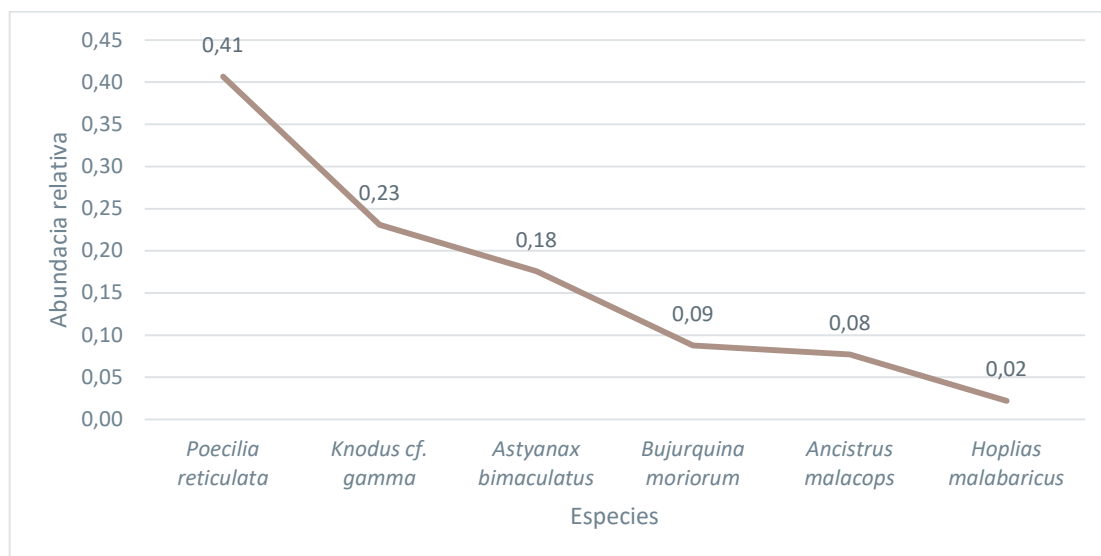


Figura 3-90 Curva de Rango-Abundancia de las Especies Ícticas en el Punto PMI-03

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

PMI-04

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 32 individuos distribuidos en dos órdenes, tres familias, tres géneros y tres especies.

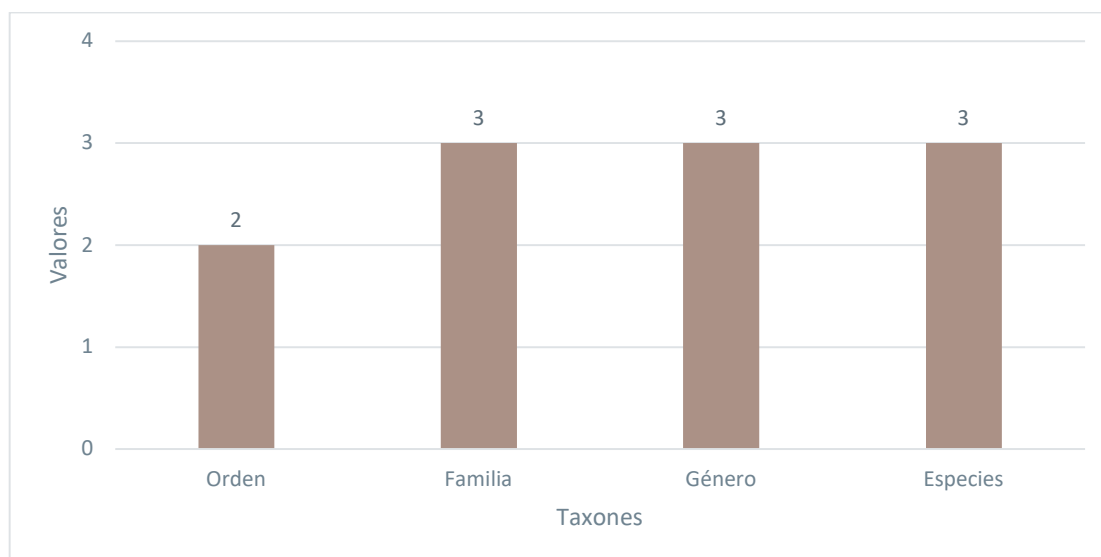


Figura 3-91 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PMI-04

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Rango-Abundancia

La abundancia relativa obtenida para el sitio de muestreo PMI-04 evidencia a *Astyanax bimaculatus* como la especie más dominante, con 78 % (n = 25; pi = 0,78); seguida de *Cyphocharax spiluroopsis*, con 13 % (n = 4; pi = 0,13); finalmente, *Hoplias malabaricus* fue la menos representativa, con 9 % (n = 3; pi = 0,09).

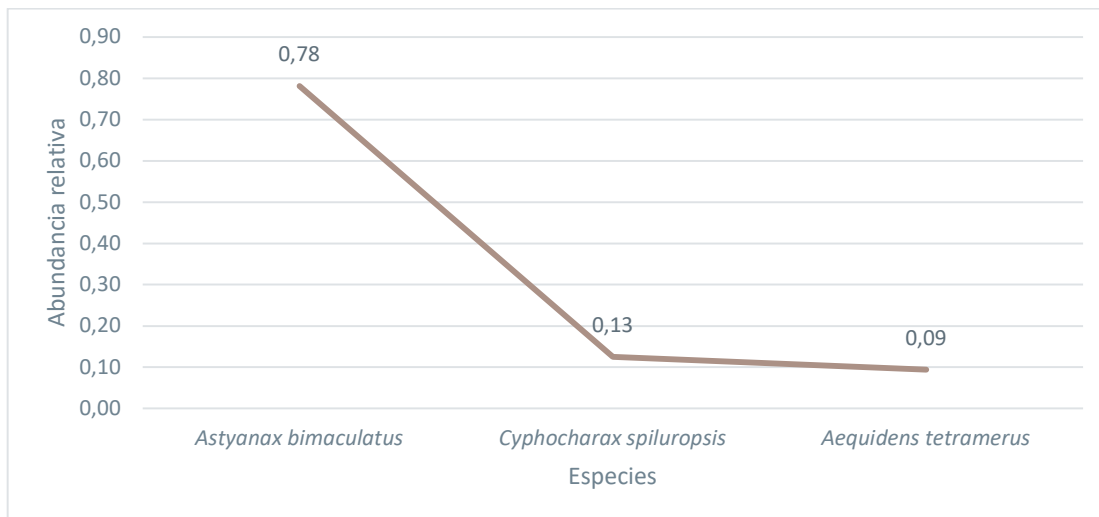


Figura 3-92 Curva de Rango-Abundancia de las Especies Ícticas en el Punto PMI-04

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

PMI-05

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 38 individuos distribuidos en dos órdenes, dos familias, seis géneros y seis especies.

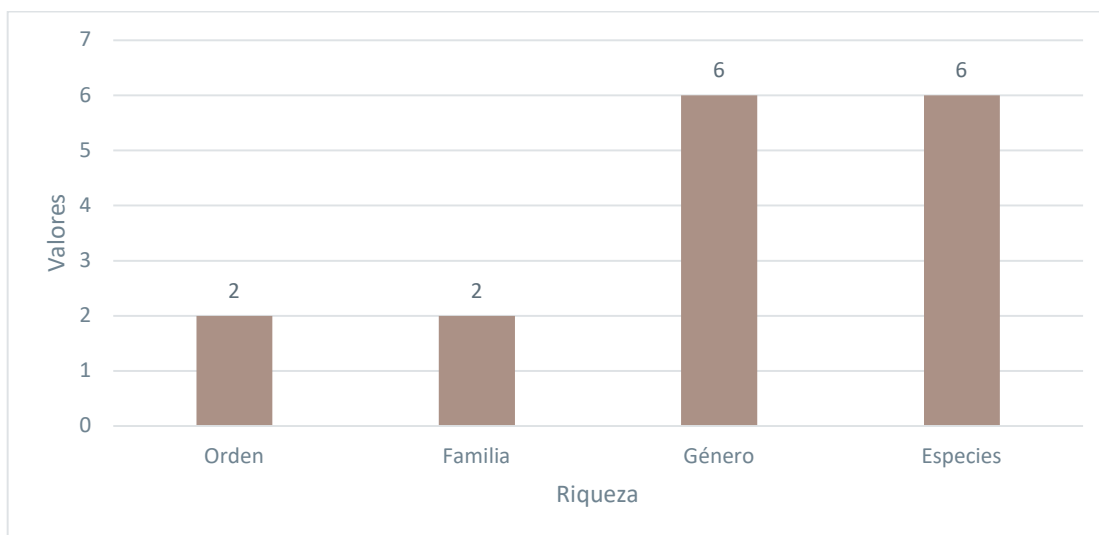


Figura 3-93 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PMI-05

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Rango-Abundancia

La abundancia relativa obtenida para el sitio de muestreo PMI-05 evidencia a *Ancistrus malacops* como la especie más dominante, con 50 % (n = 19; pi = 0,50); seguida de *Stethaprion erythroptus*, con 16 % (n = 6; pi = 0,16); *Chaetostoma branickii* alcanzó un 13 % (n = 5; pi = 0,13); por su parte, *Hemigrammus levis* obtuvo un 11 % (n = 4; pi = 0,11); finalmente, las especies *Astyanax aff. maximus* y *Aphanotorulus emarginatus* fueron las menos representativas, con un 5 % (n = 2; pi = 0,05) cada una.

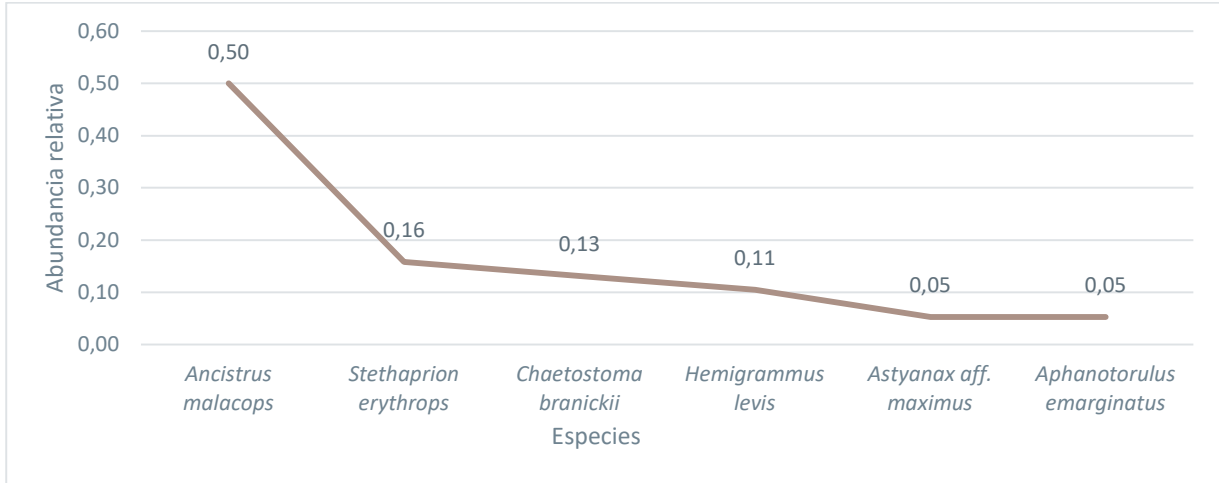


Figura 3-94 Curva de Rango-Abundancia de las Especies Ícticas en el Punto PMI-05

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

PMI-06

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 40 individuos distribuidos en dos órdenes, dos familias, tres géneros y cuatro especies.

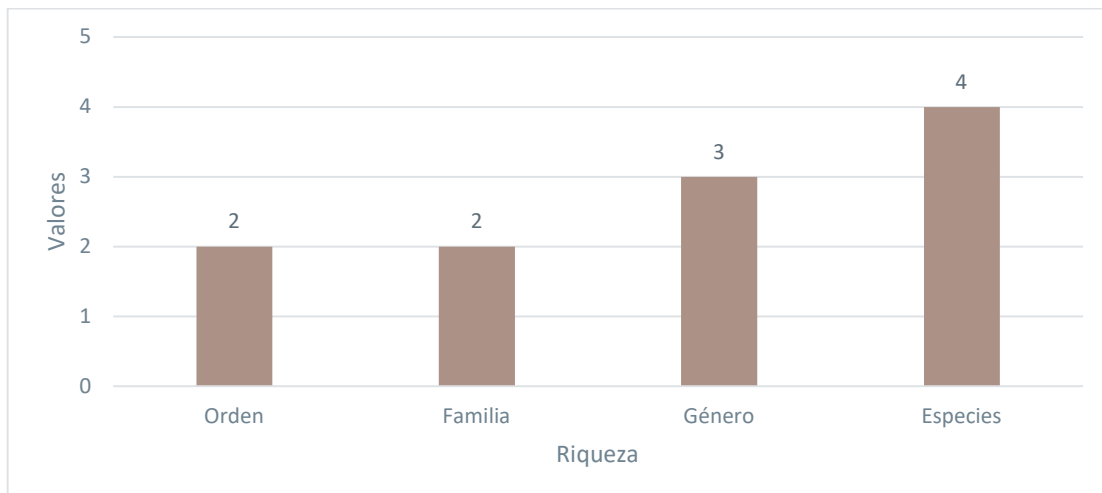


Figura 3-95 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PMI-06

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Rango-Abundancia

La abundancia relativa obtenida para el sitio de muestreo PMI-06 evidencia a *Aequidens tetramerus* como la especie más dominante, con 30 % (n = 12; pi = 0,30); seguida de *Knodus cf. gamma*, con 28 % (n = 11; pi = 0,28); *Astyanax aff. maximus* alcanzó un 23 % (n = 9; pi = 0,23); por su parte, *Astyanax bimaculatus* fue la menos representativa, con un 20 % (n = 8; pi = 0,20).

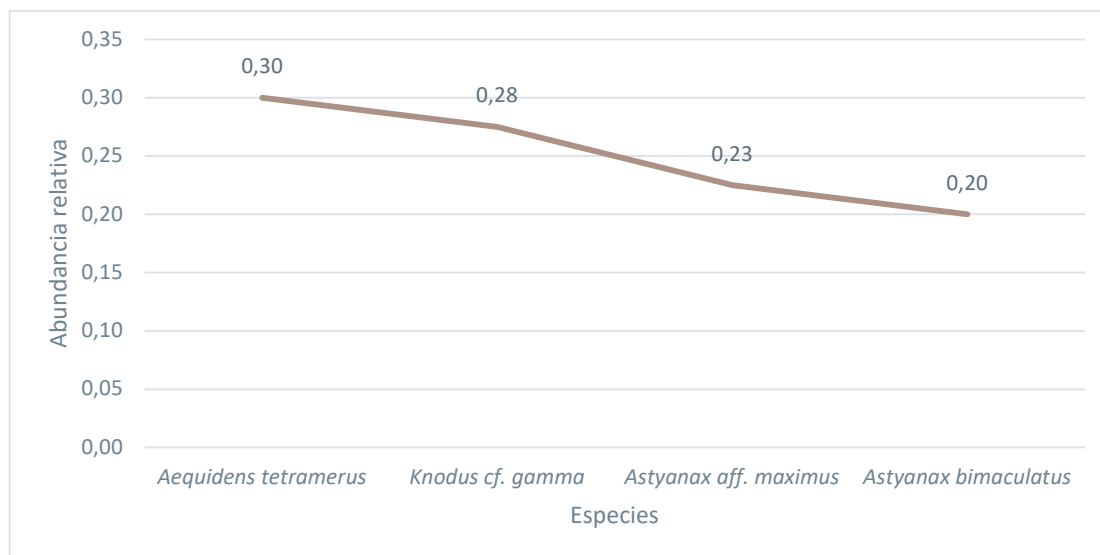


Figura 3-96 Curva de Rango-Abundancia de las Especies Ícticas en el Punto PMI-06

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Aspectos Ecológicos

Gremio Trófico

Se identificaron 15 especies pertenecientes a cuatro gremios tróficos siendo los insectívoros los más dominantes, con el 40 %; seguidos de los omnívoros con un 40 %; los detritívoros representaron el 13 %; mientras que el gremio carnívoro estuvo representado por una especie, con el 7 %.

Tabla 3-138 Gremio Trófico de las Especies de Peces

Especie	Gremio Trófico
<i>Aequidens tetramerus</i>	Omnívoro
<i>Ancistrus malacops</i>	Detritívoro
<i>Aphanotorulus emarginatus</i>	Omnívoro
<i>Astyanax aff. maximus</i>	Insectívoro
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Insectívoro
<i>Bujurquina moriorum</i>	Omnívoro
<i>Chaetostoma branickii</i>	Detritívoro
<i>Crenicichla proteus</i>	Insectívoro
<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>	Omnívoro
<i>Hemigrammus levis</i>	Omnívoro

Especie	Gremio Trófico
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	Carnívoro
<i>Hoplias malabaricus</i>	Insectívoro
<i>Knodus cf. gamma</i>	Insectívoro
<i>Poecilia reticulata</i>	Insectívoro
<i>Stethaprion erythroptus</i>	Omnívoro

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Uno de los factores que determina la preferencia alimentaria de la mayoría de los peces se basa en su morfología, puesto que de acuerdo con esta característica determina sus requerimientos energéticos y los recursos que son aprovechados del ecosistema, tomando en cuenta la disponibilidad de estos (Maldonado-Ocampo y otros, 2005).

Las 15 especies de peces identificadas dentro del área de muestreo conforman cuatro grupos con nichos tróficos diferentes (insectívoros, omnívoros, detritívoros y carnívoros). Los grupos con mayor riqueza fueron los insectívoros y los omnívoros, pues cada uno representó el 40 % de las especies (seis especies cada uno); el gremio detritívoro conforma el 13 % (dos especies); mientras que el 7 % restante fue por parte del gremio carnívoros (una especie).

Omnívoros (Omn): Los peces generalistas abarcan las preferencias alimenticias de los grupos anteriores (carnívoros, insectívoros) además de complementar su dieta con materia de origen vegetal. Su estructura estomacal los ayuda procesar todo tipo de alimentos. A este grupo pertenece la mayoría de las especies de la familia Cichliformes. Para este gremio trófico se identificaron seis especies, que corresponden al 40 % de la abundancia total.

Insectívoros (Ins): Peces que por su morfología bucal poseen preferencias alimenticias particulares. Su dieta se compone de insectos, ya sean autóctonos (acuáticos) o alóctonos (terrestres). Del total de especies registradas seis son insectívoras, lo que corresponde al 40 % de las especies registradas.

Detritívoro (Det): Generalmente bentónicas, suelen alimentarse en el sustrato, aunque parte de su alimento lo encuentran en rocas o troncos; se alimentan de material orgánico, algas y fitoplancton. En las especies registradas se destacan las de la familia Loricariidae. La abundancia de peces detritívoros fue de dos especies correspondientes al 13 % del total de las especies registradas.

Carnívoros (Carn): Peces que se alimentan de animales más pequeños, que van desde aves, pequeños roedores hasta peces más pequeños. Este grupo abarca especies generalmente agresivas. Dentro de los registros se identificó a *Hoplias malabaricus* (guanchinche) (7 %).

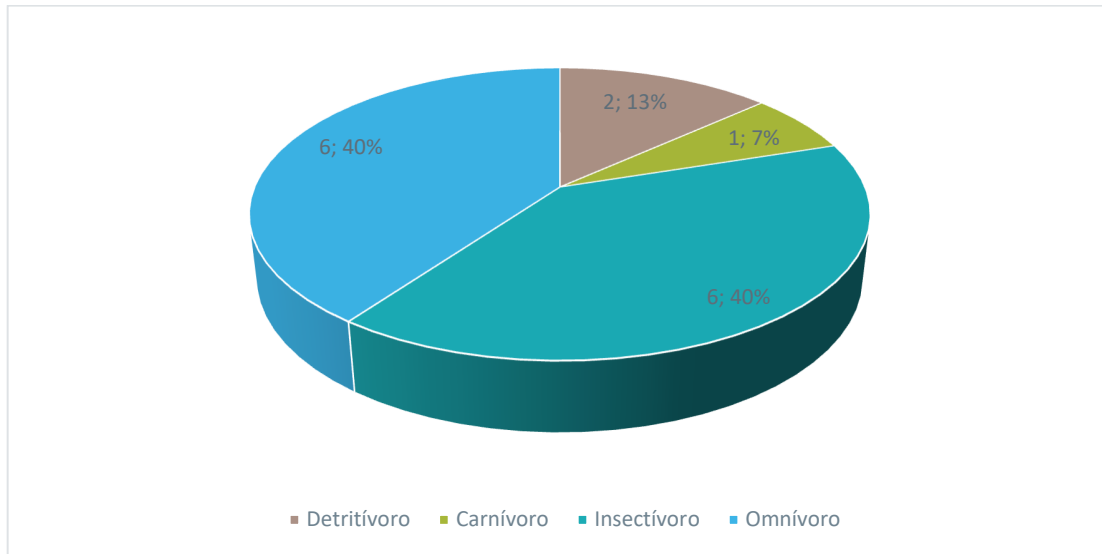


Figura 3-97 Gremio Trófico de las Especies de Peces

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Distribución Vertical dentro de la Columna de Agua

El 20 % (tres) de las especies registradas son especies bentónicas, es decir que prefieren la zona bentónica del ecosistema acuático, del orden Siluriformes. Su morfología bucal (en forma de ventosa) les permite adherirse a las rocas y sustratos, principalmente en aguas de flujo moderado a rápido, además de frecuentar desniveles pronunciados, biotopos característicos de los ecosistemas amazónicos. Tres especies (20) son pelágicas, estos peces suelen mantenerse en la parte superior o superficial de la columna de agua. Mientras que el 60 % de las especies (nueve) tiende a los hábitos bentopelágicos, es decir, pueden estar presentes tanto en la zona bentónica como en la zona pelágica. No existen especies netamente pelágicas.

Especies Migratorias

No se registraron especies migratorias.

Estado de Conservación

De acuerdo con la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2023), se identificó a cinco especies en la categoría Preocupación menor (LC), una especie en la categoría Vulnerable (VU) y nueve especies que no han sido evaluadas (NE).

Ninguna especie consta en los apéndices del Convenio Internacional para el Tráfico Ilegal de Especies (CITES, 2014). Dentro de la lista roja de peces del Ecuador se registró tres especies en categoría de Datos deficientes (DD) y 12 especies que no han sido evaluadas (NE) (Aguirre y otros, 2019).

Tabla 3-139 Especies Registradas en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Nombre Científico	Nombre Común	UICN (2023)	CITES 2021	Lista Roja (2019)
<i>Aequidens tetramerus</i>	Viejita	(LC) Preocupación Menor	(NE) No evaluado	(DD) Datos deficientes

Nombre Científico	Nombre Común	UICN (2023)	CITES 2021	Lista Roja (2019)
<i>Ancistrus malacops</i>	Coroncho	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado
<i>Aphanotorulus emarginatus</i>	Campeche	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado
<i>Astyanax aff. maximus</i>	Sardina	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Sardina	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado
<i>Bujurquina moriorum</i>	Viejita	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado	(DD) Datos deficientes
<i>Chaetostoma branickii</i>	Coroncho	(VU) Vulnerable	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado
<i>Crenicichla proteus</i>	Chuti	(LC) Preocupación menor	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado
<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>	Bocon	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado
<i>Hemigrammus levis</i>	Sardina	(LC) Preocupación menor	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado
<i>Hoplerethrinus unitaeniatus</i>	Cholo	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado
<i>Hoplias malabaricus</i>	Guanchinche	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado
<i>Knodus cf. gamma</i>	Sardina	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado
<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	(LC) Preocupación menor	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado
<i>Stethaprion erythropros</i>	Damita	(LC) Preocupación Menor	(NE) No evaluado	(DD) Datos deficientes

UICN: EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; LC = Preocupación Menor; DD = Datos Deficientes; NE = No Evaluado

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Uso del Recurso

En el levantamiento de información en la zona de estudio, se determinó que las poblaciones locales utilizan la pesca para consumo humano directo (pesca de subsistencia) siempre y cuando los ejemplares alcancen un tamaño significativo. Con excepción del Guppy, *Poecilia reticulata*, (por su tamaño), todas las especies de peces son utilizadas como recurso alimenticio por parte de las comunidades locales, donde las especies más aprovechadas son las de las familias Cichlidae (*Aequidens tetramerus*, *Bujurquina moriorum*) y Characidae (*Astyanax bimaculatus*, *Astyanax aff. maximus*), que fácilmente se las puede capturar en pequeños cuerpos de agua. Se determinó que 14 especies (93,33 %) son mayormente consumidas.

Poecilia reticulata suele ser utilizada en investigación científica en el campo genético.

Tabla 3-140 Uso del Recurso de las Especies de Ictiofauna Presentes en el Área de Estudio

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Uso
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax aff. maximus</i>	Sardina	Alimenticio
		<i>Astyanax bimaculatus</i>	Sardina	Alimenticio
		<i>Hemigrammus levis</i>	Sardina	Alimenticio
		<i>Knodus cf. gamma</i>	Sardina	Alimenticio
		<i>Stethaprion erythropros</i>	Damita	Alimenticio
	Curimatidae	<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>	Bocon	Alimenticio

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Uso
	Erythrinidae	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	Cholo	Alimenticio
		<i>Hoplias malabaricus</i>	Guanchinche	Alimenticio
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	Laboratorio
Perciformes	Cichlidae	<i>Aequidens tetramerus</i>	Viejita	Alimenticio
		<i>Bujurquina moriorum</i>	Viejita	Alimenticio
		<i>Crenicichla proteus</i>	Chuti	Alimenticio
Siluriformes	Loricariidae	<i>Ancistrus malacops</i>	Coroncho	Alimenticio
		<i>Aphanotorulus emarginatus</i>	Campeche	Alimenticio
		<i>Chaetostoma branickii</i>	Coroncho	Alimenticio

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Especies Sensibles

Las especies que son usadas como indicadores biológicos pertenecen a la familia Characidae y se consideran de sensibilidad Alta a las perturbaciones antrópicas. La ocurrencia de estas especies indica una condición buena de calidad de hábitats acuáticos, sobre todo cuando existen especímenes juveniles de tamaño apreciable (Torres et al., 2007).

Las especies recolectadas dentro del área de estudio se caracterizan por ser en su mayoría de las familias Characidae y Loricariidae; son especies que prefieren aguas rápidas, rocas grandes y quebradas en condiciones óptimas para su desarrollo, que también son capaces de remontar el cauce y migrar río arriba sin importar la topografía y la velocidad de la corriente, gracias a la adaptación de sus labios en forma de ventosa que les sirve para aferrarse a las rocas y evitar ser arrastrados.

Tabla 3-141 Sensibilidad de las Especies de Ictiofauna Presentes en el Área de Estudio

Especies	Nivel de Protección			Distribución Geográfica			Uso Permanente			Movilidad		Puntuación	Interpretación
	EN/Vu/CR/NT- I/II	DD/NE	LC	Local	Regional	Amplia	Permanente	Ocasional	Ninguno	Inmóvil	Móvil		
<i>Aequidens tetramerus</i>	-	3	0	-	2	-	-	1	-	2	-	8	Media
<i>Ancistrus malacops</i>	-	3	-	-	2	-	-	1	-	2	-	8	Media
<i>Aphanotorulus emarginatus</i>	-	3	-	-	2	-	-	1	-	2	-	8	Media
<i>Astyanax aff. maximus</i>	-	3	-	-	2	-	-	1	-	2	-	8	Media
<i>Astyanax bimaculatus</i>	-	3	-	-	-	0	-	1	-	2	-	6	Media
<i>Bujurquina moriorum</i>	-	3	-	-	2	-	-	1	-	2	-	8	Media
<i>Chaetostoma branickii</i>	-	6	-	-	2	-	-	1	-	2	-	11	Alta
<i>Crenicichla proteus</i>	-	3	0	-	2	-	-	1	-	2	-	8	Media
<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>	-	3	-	-	2	-	-	1	-	2	-	8	Media
<i>Hemigrammus levis</i>	-	3	0	-	2	-	-	1	-	2	-	8	Media
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	-	3	-	-	-	0	-	1	-	2	-	6	Media

Especies	Nivel de Protección				Distribución Geográfica			Uso Permanente			Movilidad		Puntuación	Interpretación
	EN/VU/CR/ NT-I/II	DD/NE	LC		Local	Regional	Amplia	Permanente	Ocasional	Ninguno	Inmóvil	Móvil		
<i>Hoplias malabaricus</i>	-	3	-	-	-	0	-	1	-	2	-	6	Media	
<i>Knodus cf. gamma</i>	-	3	-	-	2	-	-	1	-	2	-	8	Media	
<i>Poecilia reticulata</i>	-	3	0	-	2	-	-	-	0	2	-	7	Media	
<i>Stethaprion erythroptus</i>	-	3	0	-	2	-	-	1	-	2	-	8	Media	

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Al igual que en los componentes anteriores, la sensibilidad global de cada uno de los puntos de muestreo está dada por la categoría más alta de cada una de las especies registradas en ellos; es decir, si existe la presencia de por lo menos una especie de sensibilidad Media o Alta en un punto, su resultado será el mismo.

Tabla 3-142 Calificación de Sensibilidad en Puntos de Muestreo Cuantitativo para Ictiofauna

Sitio de Monitoreo/Localidad	Código del Informe	Total	Alta	Media	Baja	Sensibilidad
Quebrada S/N PMI-01	PMI-01	4	0	4	0	Media
Quebrada S/N PMI-03	PMI-03	6	0	6	0	Media
Río Conambo PMI-04	PMI-04	3	0	3	0	Media
Río Conambo PMI-05	PMI-05	6	1	5	0	Alta
Quebrada S/N PMI-06	PMI-06	4	0	4	0	Media

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Discusión

En los sitios de muestreo se identificaron especies de las familias Characidae y Loricariidae, grupos taxonómicos sugeridos como indicadores de buena calidad de agua, pues permiten evaluar el estado de los cuerpos hídricos y de los ecosistemas de los cuales forman parte. A través de este grupo de vertebrados es posible identificar cambios, alteraciones o impactos que pueden ocurrir en los medios acuáticos (Ardila, 2015).

Dentro del análisis de sensibilidad se evidenció que uno de los cinco sitios muestreados posee una sensibilidad Alta, y cuatro una sensibilidad Media. En el sitio PMI-05 la especie *Aphanotorulus emarginatus*, se considera como sensible, pues al pasar gran parte de su ciclo de vida en la zona bentónica de los ríos y quebradas, sirven como indicadores de la calidad de agua (Scott & Hall, 1997). En el caso de la familia Characidae, las especies *Hemigrammus levis*, *Knodus cf. gamma*, *Astyanax bimaculatus*, etc. también son fuente confiable de buena salud de los cuerpos agua, ya que generalmente estas especies habitan aguas con altos niveles de oxígeno (Maldonado-Ocampo y otros, 2005).

Las 15 especies identificadas en el presente estudio constituyen el 2,2 % del total de la zona ictiohidrográfica Napo-Pastaza (680 especies) (Barriga, 2012), lo que da como resultado una riqueza baja, corroborándose con el índice de diversidad de Shannon; no obstante, el número de especies podría aumentar conforme aumenten las unidades de muestreo, como sugiere el valor de Chao 1.

Las características físicas del sitio PMI-02 limitaron el muestreo en este punto, por lo que no se obtuvo información. Hay que tener en cuenta que en Ecuador y de manera especial en la región amazónica, la diversidad de especies de peces es relativa y depende de factores abióticos, como la topografía, características climáticas, geografía y las propiedades exclusivas de dichos ecosistemas, en este caso la estacionalidad (Machado A., 1994).

Las familias Characidae y Loricariidae son grupos taxonómicos que han sufrido una serie de radiaciones y modificaciones adaptativas que les ha permitido colonizar un sinnúmero de ecosistemas acuáticos en Sudamérica, lo que los hace capaces de cumplir roles y nichos ecológicos fundamentales para mantener el equilibrio en estos ecosistemas (Albuja et al, 2012).

Las actividades que se desarrollarán como parte de la fase de explotación podrían alterar la composición y estructura de las poblaciones de peces, principalmente al verse afectada la poca vegetación ribereña existente o la contaminación de los cuerpos de agua.

3.2.5.3.2 Macroinvertebrados

A continuación, se muestran los resultados del componente macroinvertebrados hallados durante la fase de campo levantada para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.2 Biótico, B.2.1 Tablas Bióticas, B.2.2 Bases de Datos, B.2.4 Hojas de Campo; Anexo C. Registro Fotográfico, C.2 Biótico).

Resultados de Macroinvertebrados Acuáticos

Análisis General

El sitio de muestreo PMM-02 no fue muestreado debido a que no presentaba las condiciones de flujo óptimas para poder aplicar las técnicas de muestreo de macroinvertebrados. En el presente estudio se considera como cuerpo de agua estacional, por lo que no se incluye dentro del análisis de resultados; sin embargo, por las condiciones climáticas y dinámica del ecosistema es posible que en un futuro sus características cambien, por lo que se conservará la codificación establecida

Riqueza Global

Los resultados muestran una riqueza taxonómica conformada por 30 morfoespecies agrupados en 21 familias, nueve órdenes y dos clases.

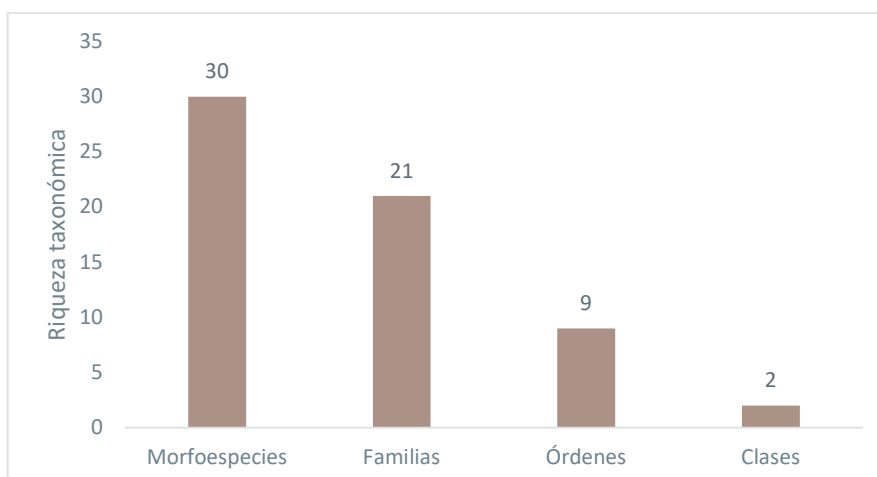


Figura 3-98 Riqueza Taxonómica de Macroinvertebrados en el Área de Estudio

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

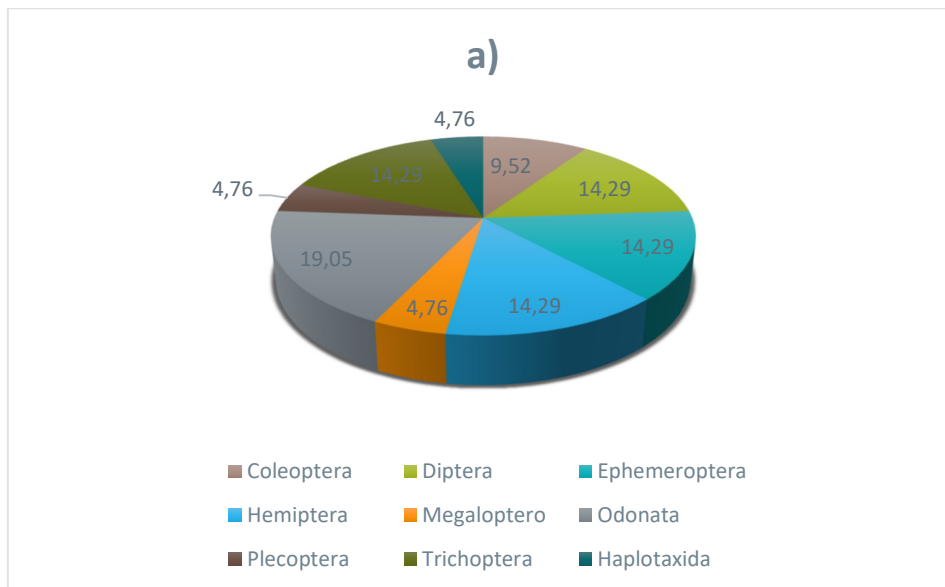
Tabla 3-143 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos del Área de Estudio

Clase	Orden	Número Familias	Riqueza Familias %	Número Morfoespecies	Riqueza Especies %
Insecta	Coleoptera	2	9,52	4	14,29
	Diptera	3	14,29	3	10,71
	Ephemeroptera	3	14,29	5	17,86
	Hemiptera	3	14,29	3	10,71
	Megaloptera	1	4,76	1	3,57
	Odonata	4	19,05	7	17,86
	Plecoptera	1	4,76	1	3,57
	Trichoptera	3	14,29	5	17,86
Oligochaeta	Haplotaxida	1	4,76	1	3,57
Total		21	100	30	100

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre 2023
Elaboración: Entrix, diciembre 2023

Los puntos de muestreo que registraron la mayor riqueza fueron: PMMA-06, con diecisiete morfoespecies, y PMMA-04, con quince morfoespecies, lo que representa el 56,66 % y el 50 % respectivamente de la riqueza total registrada en el área de estudio. Los puntos se localizaron en zonas de quebradas y nacientes.

La riqueza se analizó en cinco puntos de muestreo, ya que en el PMMA-02 no se obtuvo registros. Los resultados se dividen en los microhábitats escogidos, aguas lénticas y lólicas y los diferentes sustratos. Se determinó que las zonas con mayor riqueza son los puntos más alejados.



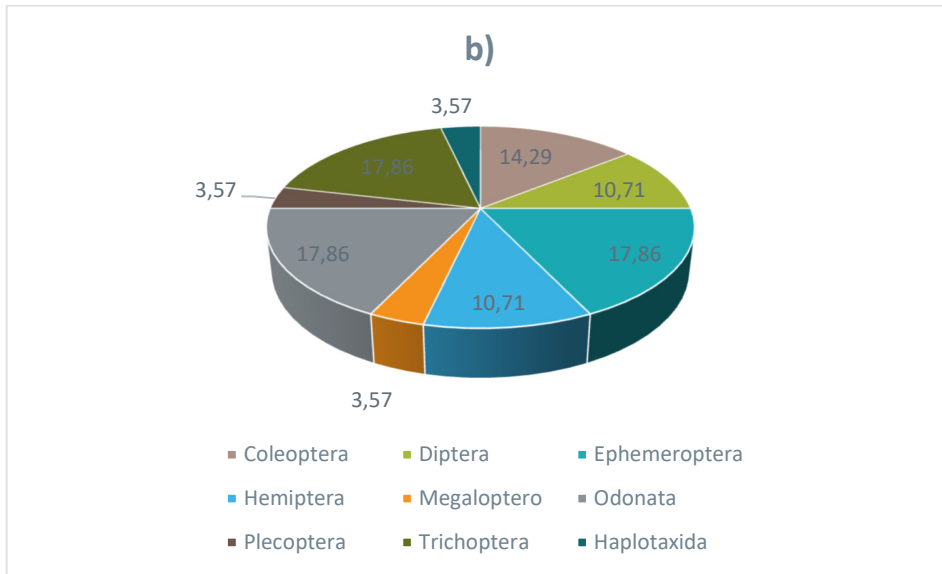


Figura 3-99 Riqueza de Familias (a) y Especies (b) en el Área de Estudio

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Rango Abundancia de Especies

El resultado de abundancia relativa se calculó en los puntos de muestreo con la finalidad de diferenciar la biota hallada en las estaciones establecidas. Los resultados determinaron que las familias con mayor porcentaje de especies representadas en este monitoreo son: *Traulodes* sp., con una $pi = 0,22$ (74), *Camelobaetidius* sp., $pi = 0,17$ (58) y *Macrelmis* sp., con una $pi = 0,15$ (50).

La curva de dominancia muestra de manera gráfica las especies con mayor representatividad encontradas en los puntos de muestreo definidos. Se determinó que el grupo dominante es el de Leptophlebiidae (con el género *Traulodes* sp.), con un total de 74 individuos hallados en todos puntos de muestreo. Por esta razón, la curva tiene un modelo de distribución normal logarítmica, que determina que existe una distribución normal ascendente o estable de las especies.

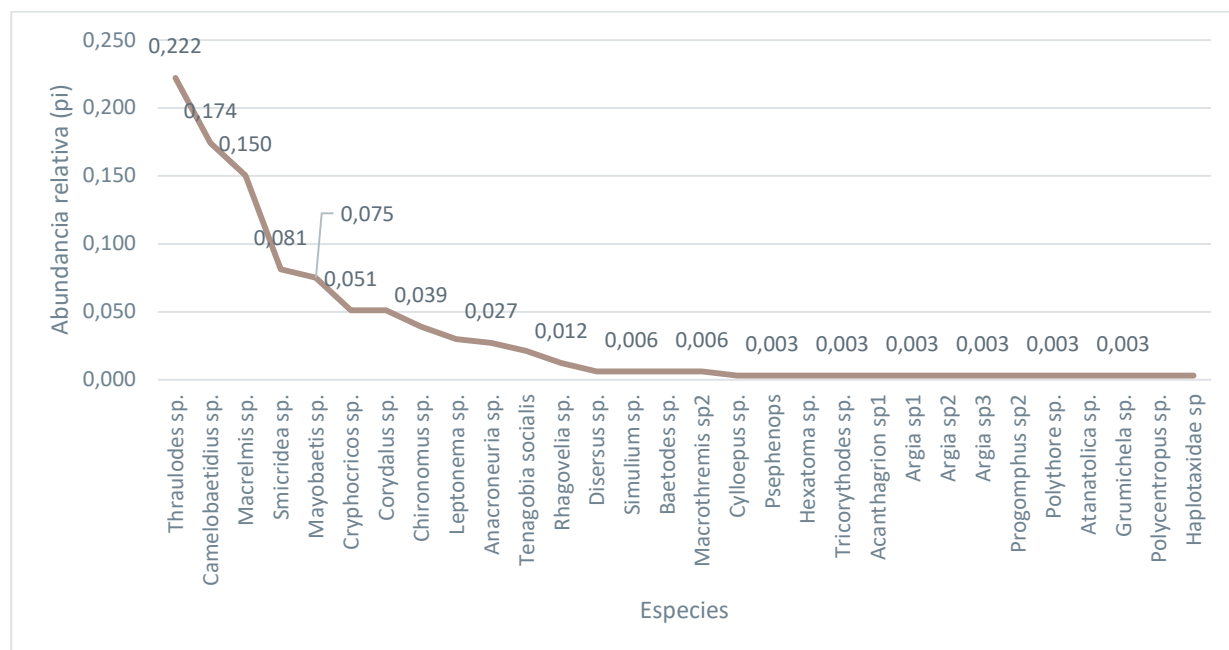


Figura 3-100 Curva de Rango-Abundancia de los Puntos de Muestreo

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao

La curva de acumulación de especies se realizó agrupando los datos obtenidos en los puntos de muestreo utilizando el número total de morfoespecies halladas en los sitios muestreados.

La curva indica que los resultados obtenidos no han alcanzado la asíntota. Hay que tener presente que hasta la fecha ningún inventario biótico a nivel mundial ha podido completarse, por lo que la estima final del número de especies depende de la resolución temporal y espacial que se utilice en el muestreo, lo que da la posibilidad de encontrar más especies si se incrementa el tiempo de muestreo y se especifica el área y el temporal en el que se realizará la colecta. Es fundamental que las estimas de riqueza especifiquen el área y periodo (estacionalidad) de colecta de muestras (Alder, 2003).

El índice Chao 1 indica que el número de morfoespecies esperada para esta zona es de 38,97. En función a los resultados alcanzados en este muestreo, se obtiene una representatividad del 76,98 %, por lo que se concluye que el esfuerzo utilizado es aceptable.

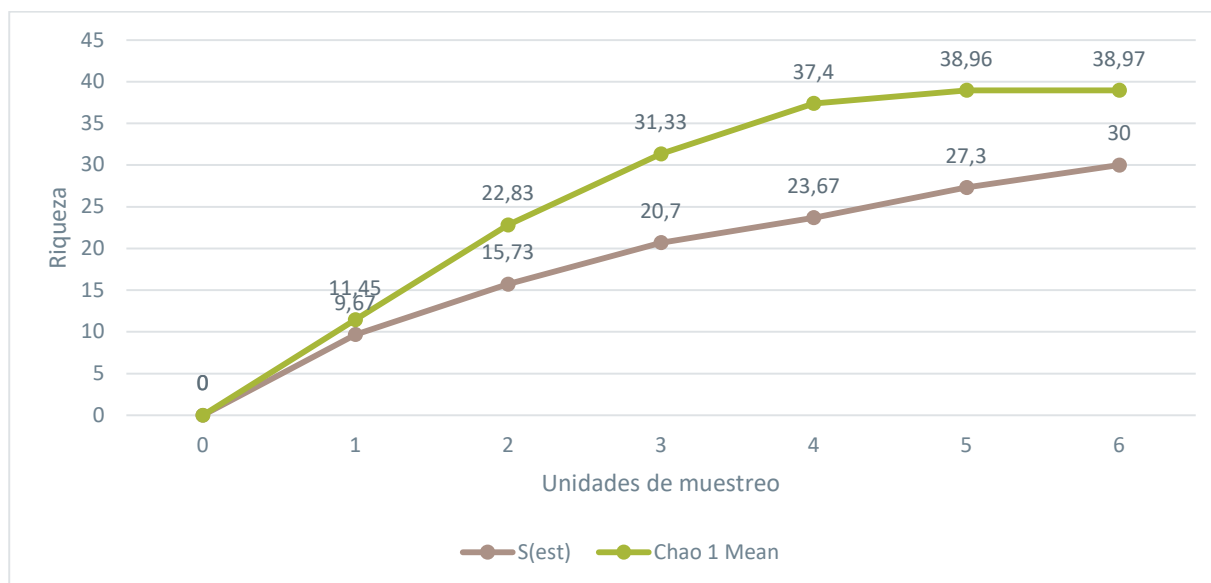


Figura 3-101 Curva de Acumulación de Especies e índice Chao 1 Componente Macroinvertebrados Acuáticos

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Diversidad Alfa

Índice de Shannon-Wiener

Los índices de Shannon en los puntos PMMA-04 (2,361) y PMMA-06 (2,383) registraron los valores más altos en relación con los patrones de diversidad de macroinvertebrados y se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas al comparar estos dos puntos ($p = 7,4467E-06$), con los restantes que presentaron para PMMA-01, 1,764; PMMA-02, 0; PMMA-03, 1,075 y PMMA-05, 1,543.

Los resultados de diversidad hallados determinan que la dinámica hidrológica de los cuerpos de agua de la Amazonía es muy intensa y variable, relacionados principalmente con las temporadas de estiaje y lluvia. Los episodios climatológicos de las estacionalidades son fuertes y la topografía del área de influencia de los cuerpos de agua es muy accidentada e influenciada por impactos destacados como crecimiento de la frontera agrícola, presencia de ganadería, entre otros. Este escenario a largo plazo registrará la formación de cúmulos de materia orgánica y acumulación de nutrientes determinando una dinámica específica en todos los cuerpos de agua.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson refleja que en el punto PMMA-03 existe una amplia dominancia de la morfoespecie *Thraulodes* sp. que presenta el 71,43 % de la abundancia total del punto de muestreo. El resto de los puntos también presenta dominancia de una o dos especies, pero con mayor equitatividad con las abundancias de las especies presentes.

Tabla 3-144 Índice de Diversidad de Shannon y Dominancia de Simpson de los Puntos de Monitoreo

	PMMA-01	PMMA-02	PMMA-03	PMMA-04	PMMA-05	PMMA-06
Riqueza	8	-	8	15	6	17

	PMMA-01	PMMA-02	PMMA-03	PMMA-04	PMMA-05	PMMA-06
Abundancia	118	-	49	42	44	80
Shannon	1,764	-	1,075	2,361	1,543	2,383
Dominancia	0,1985	-	0,5294	0,1202	0,2479	0,1266

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Diversidad Beta

Índice de Jaccard (Clúster)

El índice arrojó como resultado la similitud entre los puntos de muestreo según la biota encontrada, solamente tomando en cuenta la riqueza de los sitios, es decir, según la frecuencia de repetición de especies colectadas en los cinco puntos de muestreo ubicados en la zona de influencia del proyecto. Allí se determina que PMMA-03 y PMMA-04 tienen un 51 % de similitud, mientras que PMMA-05 y PMMA-01, un 44 %; además, PMMA-06 comparte un 34 % de similitud con el grupo mencionado anteriormente. Este resultado era esperado debido a los a las diferencias de estructura (caudal, ancho) de cada cuerpo de agua muestreado.

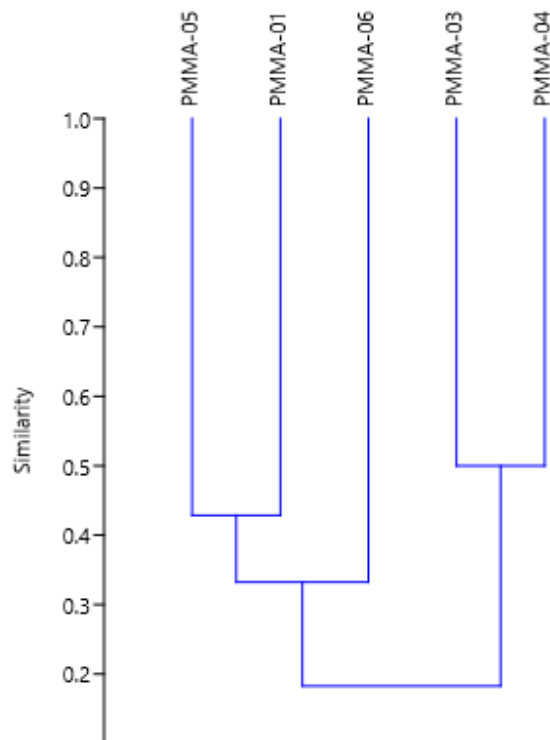


Figura 3-102 Clústeres del Resultado del Índice Similitud de Jaccard en los Puntos de Muestreo

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Índices Ecológicos

Los índices ecológicos de calidad de agua son calculados a partir de los valores de sensibilidad de las familias presentes en cada cuerpo de agua analizado (BMWP/Col) o por el contraste de abundancias de grupos bioindicadores de buena o mala calidad de agua (EPT).

En la Tabla 3-145 se puede observar los grupos taxonómicos registrados en los puntos de muestreo y sus abundancias absolutas, las mismas que son utilizadas posteriormente para el cálculo de los índices ecológicos.

Página en blanco

Tabla 3-145 Riqueza y abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos por Punto de Muestreo

Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	PMMA-01	PMMA-02	PMMA-03	PMMA-04	PMMA-05	PMMA-06	Total general
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp.	0	0	1	0	0	0	1
			<i>Disersus</i> sp.	0	0	1	1	0	0	2
			<i>Macrelmis</i> sp.	38	0	1	9	0	2	50
		Psephenidae	<i>Psephenops</i>	0	0	0	1	0	0	1
	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	0	0	0	2	0	0	2
		Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.	0	0	0	2	9	2	13
		Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	0	0	0	1	0	0	1
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	0	0	0	0	1	1	2
			<i>Camelobaetidius</i> sp.	20	0	0	0	17	21	58
			<i>Mayobaetis</i> sp.	13	0	0	0	8	4	25
		Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	21	0	35	4	6	8	74
		Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
	Hemiptera	Corixidae	<i>Tenagobia socialis</i>	0	0	0	7	0	0	7
		Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	0	0	4	5	0	8	17
		Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	0	0	0	0	0	4	4
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	0	0	5	5	0	7	17
	Odonata	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i> sp1	0	0	1	0	0	0	1
			<i>Argia</i> sp1	0	0	0	1	0	0	1
			<i>Argia</i> sp2	0	0	0	1	0	0	1
			<i>Argia</i> sp3	0	0	0	1	0	0	1
		Gomphidae	<i>Progomphus</i> sp2	0	0	0	1	0	0	1
		Libellulidae	<i>Macrothremis</i> sp2	0	0	1	1	0	0	2
		Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	2	0	0	0	3	4	9	
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	7	0	0	0	0	3	10	

Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	PMMA-01	PMMA-02	PMMA-03	PMMA-04	PMMA-05	PMMA-06	Total general
			<i>Smicridea</i> sp.	16	0	0	0	0	11	27
		Leptoceridae	<i>Atanatica</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
			<i>Grumichela</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
		Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
Oligochaeta	Haplotaenida	Haplotaenidae	<i>Haplotaenidae</i> sp	1	0	0	0	0	0	1
Total				118	0	49	42	44	80	333

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Índice BMWP.

El índice BMWP utilizado para determinar el estado de salud ecológica de la macrofauna béntica colectada en los puntos de aguas corrientes (lóticas) y los de aguas tranquilas (lénticas) mostró que las aguas del área son de calidad Muy Buena (Tabla 3-146).

Se evaluó los cinco puntos en conjunto (no se encuentra PMM-02); este análisis se realizó siguiendo la teoría de río continuo ya que los cuerpos de agua tienen la misma confluencia formando un cauce común (río Eno) por lo que, deben ser evaluados en conjunto con la finalidad de poder determinar la biota existente en todo el cuerpo de agua como tal, obteniendo resultados individuales y uno completo (Rosero, 2009; Acosta, 2009).

En este análisis se obtuvo un resultado de 151. Los resultados se encuentran en la clase I, aguas muy limpias (Tabla 3-146).

Tabla 3-146 Estado de Salud Ecológica por Valores de Bioindicación del Índice BMWP

Índice BMWP	
Familia	Valores de Sensibilidad
Elmidae	6
Psephenidae	10
Simuliidae	8
Chironomidae	2
Tipulidae	3
Baetidae	7
Leptophlebiidae	9
Tricorythidae	10
Corixidae	7
Naucoridae	7
Veliidae	8
Corydalidae	6
Coenagrionidae	7
Gomphidae	10
Libellulidae	6
Polythoridae	10
Perlidae	10
Hydropsychidae	7
Leptoceridae	8
Polycentropodidae	9
Haplotaenidae	1
Total	151
Muy buena	Aguas muy limpias

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

El resultado del índice por punto de muestreo se detalla en la siguiente tabla. Las variaciones entre los resultados de calidad de agua están determinadas únicamente por la presencia de los organismos sensibles en cada uno de los puntos de muestreo. Estas abundancias se definen por estacionalidad y cambios en ciclos de vida y las precipitaciones registradas en los días previos a realizar los muestreos (Tabla 3-147).

Tabla 3-147 Calidad de Agua según el Índice BMWP/Col por Punto de Muestreo

Familia	PMMA-01	PMMA-03	PMMA-04	PMMA-05	PMMA-06
Elmidae	6	6	6		6
Psephenidae			10		
Simuliidae			8		
Chironomidae			2	2	2
Tipulidae			3		
Baetidae	7			7	7
Leptophlebiidae	9	9	9	9	9
Tricorythidae					10
Corixidae			7		
Naucoridae		7	7		7
Veliidae					8
Corydalidae		6	6		6
Coenagrionidae		7	7		
Gomphidae			10		
Libellulidae		6	6		
Polythoridae					10
Perlidae	10			10	10
Hydropsychidae	7				7
Leptoceridae					8
Polycentropodidae					9
Haplotaenidae	1				
Total	40	41	81	28	99
Significado	Aguas contaminadas	Aguas contaminadas	Aguas medianamente contaminadas	Aguas muy contaminadas	Aguas medianamente contaminadas

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Índice EPT

El índice EPT utilizado para determinar el estado de salud ecológica de la macrofauna béntica colectada, en su conjunto, tanto en los puntos de aguas corrientes (lóticas) como en los de aguas tranquilas (lénticas), mostró los resultados que se indican en la tabla a continuación. En la tabla inicial se resume el resultado del índice EPT de los cuatro cuerpos de agua (conjunto). Se obtuvo el valor de 96 %, que ubica al cuerpo de agua en la categoría Muy buena.

Tabla 3-148 Estado de Salud Ecológica por Cálculo del Índice EPT

Índice EPT	
Grupos	Valores de Especies (EPT/OL/CH)
Chironomidae	13
Oligochaeta	1
EPT	209
EPT+CH+OL	223
Abundancia Total	333
EPT/EPT+CH+OL	0,9372
Calidad de agua %	93,72 %
	Muy Buena

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Adicionalmente, se realizó la calificación por punto en función de la composición de la muestra colectada.

Tabla 3-149 Calidad de Agua según el Índice EPT por Punto de Monitoreo

Índice EPT					
	PMMA-01	PMMA-03	PMMA-04	PMMA-05	PMMA-06
Grupos	Valores de Especies (EPT/OL/CH)				
Chironomidae	0	0	2	9	2
Oligochaeta	1	0	0	0	0
EPT	79	35	4	35	56
EPT+CH+OL	80	35	6	44	58
Abundancia Total	118	49	42	22	80
EPT/EPT+CH+OL	0,9875	1,0000	0,6667	0,7955	0,9655
Calidad de agua %	98,75%	100,00%	66,67%	79,55%	96,55%
	Muy Buena	Muy Buena	Buena	Muy Buena	Muy Buena

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

El resultado del índice EPT demuestra que el estado de salud ecológica del ambiente acuático en su conjunto es muy bueno, lo que refleja que las fuentes de agua desde su origen hasta su confluencia con los ríos grandes tienen pocas variaciones en su estructura y dinámica relacionada a los niveles de intervención antrópica (determinada por la variación en los diferentes bioindicadores registrados en la zona). Sin embargo, la estacionalidad es un factor que determina mucho la abundancia de algunos individuos (Ephemeropteros), lo cual influye directamente en los resultados del cálculo de este índice que es específico de grupos indicadores.

Es necesario tomar en cuenta que las abundancias de los grupos EPT son mayores a las de los chironómidos, lo cual influye en la expresión del índice con relación a especies indicadoras de buena calidad de agua y, por ende, al resultado obtenido, tanto en el análisis en conjunto como para la evaluación que se realizó individualmente por punto de muestreo.

En los dos análisis la cantidad de organismos EPT en relación con los Chironomidos es alta, lo que permite determinar que el agua mantiene buenos niveles de oxigenación; sin embargo, se evidenció cambios bruscos en estructuras poblacionales causados principalmente por el bajo caudal presente en los días de muestreo.

Aspectos Ecológicos

Nicho Trófico

Una de las fuentes de energía menos entendidas en los estudios de ecología trófica es el detritus, el cual se puede definir como cualquier forma de materia orgánica no viva, incluyendo diferentes tipos de tejidos de plantas (ej. fracciones de hojas, madera, macrófitas, algas), tejidos de animales (carroña), microbios muertos, heces, así como todas las excretas y/o exudados de los organismos (ej. polímeros extracelulares, néctar, exudado de raíces, materia orgánica disuelta, mucílago) (Moore et al., 2004).

Muchos de los ambientes acuáticos sustentan la mayor parte de sus procesos metabólicos en el detritus terrestre, de manera que este material se convierte en la principal fuente energética en redes compuestas por especies detritívoras.

Las relaciones tróficas son una propiedad emergente importante en la estructura de las comunidades bióticas en los ríos (Reuter et al., 2005), especialmente por las interacciones que se dan entre las especies que componen la trama alimentaria del sistema. Esta propiedad permite organizar las especies de la comunidad de acuerdo con grupos funcionales alimenticios, tales como trituradores, colectores, raspadores y depredadores. Por otro lado, los macroinvertebrados pueden clasificarse en gremios tróficos según el tipo de alimento consumido, de tal manera que pueden ser detritívoros, herbívoros o depredadores (Cummins, 1973).

En términos de abundancia de los macroinvertebrados acuáticos, por sus hábitos alimenticios los resultados destacan la dominancia de los siguientes organismos: colectores, colectores-filtradores y depredadores.

Aunque los depredadores (Chironomidae y Perlidae) tienen una alta riqueza y abundancia en su composición, y aunque presentan variaciones significativas en los tramos de los microhábitats muestreados, no influyen en la estructura de las comunidades, pues mantienen una representación similar en la mayoría de los sitios.

El patrón general en la distribución de la abundancia es similar en ecosistemas lóticos y lenticos, encontrando que solo los organismos colectores (Leptophlebiidae) y raspadores (Baetidae) aumentan en forma significativa su abundancia.

Se determinaron los siguientes patrones:

- > La estructura trófica de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos es más compleja en la quebrada que en el río.
- > La composición trófica de las comunidades muestreadas está dominada por organismos depredadores (Chironomidae, Corydalidae), colectores-filtradores (Leptophlebiidae) y colectores (Elmidae).
- > Los organismos depredadores/cortadores (Plecópteros) tienen una representación simple con una sola familia (Perlidae) en los sitios de monitoreo; sin embargo, son los que mantienen diferencias en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, tanto en ecosistemas lóticos como lenticos, debido a su carácter bioindicador, ya que es uno de los grupos más sensibles de macroinvertebrados acuáticos registrados.
- > Para los organismos Leptophlebiidae (colectores-filtradores), su representación abarca todos los sitios de monitoreo, siendo uno de los grupos más importantes, ya que sus características de bioindicación lo ubican en el grupo EPT de los organismos indicadores de buena calidad de agua.

- > La distribución trófica de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos está determinada por organismos depredadores, colectores, colectores-filtradores y raspadores. Esto determina que existen los gremios principales dentro de la red de organismos bentónicos, determinando así que hay equilibrio en la cadena alimenticia y en la estructura de las comunidades, confirmando un correcto flujo de energía en toda la red trófica (Tabla 3-150).

Tabla 3-150 Relación Trófica de Macroinvertebrados Acuáticos Encontradas en los Puntos de Monitoreo del Área de Influencia de las Plataformas Eno Norte y Eno Sur

Orden	Familia	Géneros	Relación Trófica
Oligochaeta	Haplotaxidae	<i>Haplotaxidae</i>	Filtradores (F).
Odonata	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i>	Depredadores (Dep), fragmentadores (Fr).
Plecóptero	Perlidae	<i>Anacroneria</i>	Depredadores (Dep). (engullidores de Chironomidae, Trichoptera y Ephemeroptera).
Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia</i> spp.(3 morfoespecies)	Depredadores (Dep), fragmentadores (Fr).
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanotica</i>	Colectores filtradores (C.F)
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i>	Raspadores (Rs)
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i>	Raspadores (Rs)
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i>	Depredadores (Dep), fragmentadores (Fr).
Megaloptero	Corydalidae	<i>Corydalis</i>	Depredadores (Dep).
Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i>	Colectores(C).
Coleoptera	Elmidae	<i>Cyloopus</i>	Raspadores (Rs)
Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus</i>	Raspadores (Rs)
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Grumichela</i>	Colectores filtradores (C.F)
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	Depredadores (Dep), fragmentadores (Fr).
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	Colectores filtradores (C.F)
Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i>	Raspadores (Rs)
Odonata	Libellulidae	<i>Macrothremis</i>	Depredadores (Dep), fragmentadores (Fr).
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Mayobaetis</i>	Raspadores (Rs)
Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	Colectores filtradores (C.F)
Odonata	Polythoridae	<i>Polythore</i>	Depredadores (Dep), fragmentadores (Fr).
Odonata	Gomphidae	<i>Progomphus</i>	Depredadores (Dep), fragmentadores (Fr).
Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenops</i>	Raspadores (Rs)
Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	Colectores(C).
Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	Depredadores (Dep), fragmentadores (Fr).
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	Colectores filtradores (C.F)
Hemiptera	Corixidae	<i>Tenagobia</i>	Colectores(C).
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	Raspadores (Rs)
Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i>	Raspadores (Rs)

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Distribución Vertical dentro de la Columna de Agua

Se encontró equitatividad en la distribución dentro de la columna de agua, aunque los organismos macrobentónicos no están directamente relacionados con la estructura en sí. Se debe considerar que su distribución puede mantenerse igual o variar en función de los recursos que tengan a disposición para cumplir con sus ciclos de vida.

Sensibilidad

Al igual que en el componente de ictiofauna, la sensibilidad global de cada uno de los puntos de muestreo está dada por la categoría más alta del Orden (con base al índice EPT) registradas en ellos; es decir, si existe la presencia de por lo menos una especie de sensibilidad Media o Alta, el punto obtendrá una calificación de sensibilidad media o alta según corresponda, enfocado a los resultados de los índices de calidad de agua referente a indicadores EPT.

Tabla 3-151 Calificación de Sensibilidad en Puntos de para Macroinvertebrados Acuáticos

Sitio de Monitoreo/Localidad	Código del Informe	EPT	Alta	Media	Baja	Sensibilidad
Quebrada S/N	PMMA-01	98,75 %	X			Alta
Quebrada S/N	PMMA-03	100 %	X			Alta
Río Conambo	PMMA-04	66,67 %	X			Alta
Río Conambo	PMMA-05	79,55 %	X			Alta
Quebrada S/N	PMMA-06	96,55 %	X			Alta

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

Estado de Conservación de las Especies

Ninguna especie de macroinvertebrados acuáticos registrado en el presente estudio está categorizada dentro de las listas rojas de la UICN (2024) ni en las listas CITES de especies protegidas (CITES, 2024).

Discusión

El uso de macroinvertebrados como bioindicadores es el núcleo de todo proceso de monitoreo y evaluación de la calidad de agua. En América del Sur, a pesar de que existen muchos estudios en ecosistemas altoandinos y tropicales de la calidad de agua utilizando macroinvertebrados, la mayoría de información no se ha publicado, por lo que tampoco se ha establecido protocolos estandarizados (Racines, 2004). El establecimiento de la calidad del agua mediante un índice biótico es necesario para poder identificar fácilmente los factores antrópicos causantes de contaminación.

En varios estudios, Encalada y Ríos (2011) han determinado que las comunidades de macroinvertebrados muestran grandes diferencias en épocas hidrológicas distintas (épocas lluviosa y seca). Las comunidades de macroinvertebrados en ríos de la Amazonía pueden estar expuestos a cambios frecuentes de caudal, los cuales pueden desencadenar en “adaptaciones que producen cambios en sus ciclos de vida, tales como alteración en el tiempo de desarrollo, variaciones en sus estrategias reproductivas y cambios en el desarrollo de los estadios acuáticos” (Ríos-Touma, 2004). En caso de aumento de caudal, esto beneficiaría a las familias de desarrollo rápido, como Chironomidae y Baetidae (Ríos-Touma, 2004), y sería negativo para las familias de desarrollo lento, tales como Libellulidae y Perlidae, ya que se crean cambios o adaptaciones de comportamiento, lo cual podría afectar a la dinámica de la población, como sucede en algunos individuos en los que se da el uso de refugios. Sin embargo, no hay estudios que indiquen si la creación de refugios se da en todos los niveles altitudinales o solo bajo ciertas condiciones (Ríos-Touma, 2004), por lo tanto, sería productivo proponer que se realicen estimaciones a corto plazo sobre el efecto de la variación del caudal (estacionalidad) en la comunidad de macroinvertebrados, sobre todo la influencia de la creación de refugios o alteraciones de desarrollo en las características de cada microhábitat en donde habitan.

La importancia de los ecosistemas acuáticos y su diversidad está descrita por la influencia de varios factores, como: variaciones en la precipitación, gradiente altitudinal, temperatura, velocidad del viento y el alto grado de heterogeneidad. Estos factores se han definido en muchos estudios como determinantes de la diversidad de este ecosistema. Encalada et al. (2011) asegura que varias características del ecosistema, como la variación en la estacionalidad diaria, los cambios drásticos en la temperatura y el alto nivel de humedad, producen adaptaciones ecofisiológicas especiales para la biota de este ecosistema. Es muy importante anotar que estos albergan un alto nivel de endemismos de flora y de fauna, sobre todo de familias de macroinvertebrados que aún no están descritas.

Los patrones intermitentes en la variación de los valores de riqueza y abundancia de macroinvertebrados en los puntos de muestreo probablemente se deban a una gran variación en la dinámica hidrológica de las fuentes de agua muestreadas, al evidenciar crecientes de agua muy fuertes durante los meses invernales y sequías muy prolongadas en épocas de estiaje, sobre todo en esteros y cuerpos de agua estacionales, lo que ha ocasionado cambios bruscos en el establecimiento de los distintos grupos de macroinvertebrados.

En los cuerpos de agua que se analizaron se caracteriza la dominancia de los órdenes Diptera, Ephemeroptera y Hemiptera. Al tratarse de ambientes acuáticos que en su composición presentan sustrato formado primordialmente por piedras y arena es evidente que estas especies sean las que dominan, ya que tomando en cuenta lo que señala Roldán (1996), estos son los ambientes preferidos y óptimos por este tipo de organismos. Sus preferencias ecológicas y comportamiento trófico colocan a los macroinvertebrados como un eslabón importante en los procesos de evaluación ecológica de sistemas hídricos, su reacción a variantes en el ecosistema y su gran distribución determina su condición de bioindicadores.

Los índices de calidad de agua utilizados para la evaluación del ecosistema acuático arrojaron resultados diferentes, estas variantes están influenciadas directamente por cambios en las abundancias de bioindicadores determinados por valores de tolerancia/intolerancia. Estos límites de tolerancia pueden presentar cambios bruscos por actividades ajenas completamente al sistema natural donde se desarrollan estos bioindicadores, cambios en la morfología del lecho del río por razones naturales o antrópicas y, lo más importante, alteraciones en los parámetros fisicoquímicos del agua causados por contaminantes que pueden tener origen orgánico o inorgánico. Es necesario aclarar que los cambios que experimenta la dinámica hidrobiológica de los cuerpos de agua muestreados en época de invierno (lluviosa) pueden incidir directamente en varios patrones de comportamiento de la biota acuática (Prat, 2009).

En los cuerpos de agua que están siendo contaminados con materia orgánica, de aguas turbias, con poco oxígeno (anóxicas) y eutrofizadas se puede observar la presencia de oligoquetos y quironómidos, como es el caso de los puntos PMMA-01, PMMA-03, PMMA-05. Los cambios que se evidencian en las estructuras de los ensambles pasan de ser complejos y diversos con organismos propios de aguas limpias a ser simples y de baja diversidad. En contraste con lo mencionado, los valores obtenidos por el índice EPT, muestran calidad de agua limpia, con una presencia de especies con niveles altos de sensibilidad.

Dentro del estudio se evidencia una pérdida casi total de la cobertura vegetal en los márgenes de los cuerpos de agua analizados. Diversos autores mencionan en sus trabajos la importancia del bosque ribereño como área de amortiguamiento tras los impactos que pueden tener las actividades extractivas, agricultura y la ganadería sobre la calidad de agua en la cuenca y en la estabilización del suelo de las quebradas.

De igual forma, en cuanto al nicho trófico, los macroinvertebrados acuáticos tienen una alta variabilidad dependiendo del grupo al que pertenecen, es así como dentro del área de estudio se registran varios gremios, como: carnívoros, filtradores, colectores, detritívoros, herbívoros, entre otros; dentro de esta clasificación, los grupos más dominantes fueron los detritívoros y carnívoros. Cabe recalcar que los macroinvertebrados acuáticos son el vínculo para poder mover la energía en diferentes niveles tróficos de las cadenas alimenticias (Hanson, 2010).

Las actividades que se desarrollarán como parte del Desarrollo y Producción del Bloque Eno – Ron podrían afectar la calidad ecosistémica de los cuerpos de agua en caso de presentarse eventos no deseados, alterando la composición de las poblaciones de macroinvertebrados acuáticos y afectando la calidad de agua utilizada para riego principalmente.

3.2.6 Estudios Históricos

Dentro del Campo Eno-Ron se han realizado levantamientos de información biótica en los siguientes estudios:

- Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la Fase de Desarrollo y Producción del Bloque Eno-Ron, Para la Construcción de las Plataformas Eno 2 y Ron 2 y Perforación de Cinco Pozos de Desarrollo en Cada una; Instalación y Operación de Facilidades de Producción y Campamento ejecutado por la Abrus Cía. Ltda. en 2012.
- Alcance al Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la fase de Desarrollo y Producción del Bloque Eno-Ron, Para la Perforación de Pozos Reinyectores en Eno, Instalación de Líneas de Flujo, Operación de Facilidades de Producción Instalación de Antenas, ejecutado por Cardno en el año 2014.
- Estudio Complementario del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la fase de desarrollo y producción del campo ENO – RON para la ampliación de la plataforma ENO 2, la perforación de 10 pozos de desarrollo, 2 pozos reinyectores, 2 pozos inyectoros y 1 pozo dual productor / reinyector o inyector, así como la ampliación de facilidades en la plataforma ENO 2, aprobado en 2022 mediante resolución Nro. MAATE-SCA-2022-0022-R, realizado en 2020 por Entrix Americas S.A.
- Monitoreo Biótico del Bloque 54 Eno Ron campaña para 2020, ejecutado por Cardno en el año 2020
- Monitoreo Biótico del Bloque 54 Eno Ron campaña para 2021, ejecutado por RENSSNATURE & CONSULTING CÍA. LTDA, ejecutado en el año 2021
- Monitoreo Biótico del Bloque 54 Eno Ron campaña para 2022, ejecutado para RENSSNATURE & CONSULTING CÍA. LTDA, ejecutado en el año 2022
- Monitoreo Biótico del Bloque 54 Eno Ron campaña para 2021, ejecutado por Entrix en el año 2023.

Sin embargo, el levantamiento de información no se ha realizado en sitios cercanos al área geográfica del actual estudio y las metodologías y esfuerzo de muestreo empleado es diferente. Por esta razón, se presenta a continuación un resumen de los registros encontrados en los estudios mencionados sin realizar una comparación con los resultados actuales, sin tomar en cuenta los componentes de flora, ya que se han realizado únicamente muestreos cualitativos.

3.2.6.1 Mastofauna

En el estudio realizado en el año 2014 se reportan 11 especies, mientras que, para el año 2021 se registró un total de 14 especies dentro del área de estudio; en contraste en la auditoría trienal realizada en 2023, se identificaron 15 especies de mamíferos. La riqueza total entre las tres campañas de levantamiento de información de mastofauna suma 23 especies, subdivididas en 7 órdenes y 14 familias. En el presente estudio se registraron cuatro especies nuevas para el Bloque 54 (i.e., *Artibeus planirostris*, *Phyllostomus hastatus*, *Sturnira giannae*, *Uroderma bilobatum*), todas correspondientes al orden Chiroptera. Por otro lado, durante este monitoreo no se pudieron registrar algunas de las especies reportadas en el análisis histórico de la mastofauna del Bloque 54 (i.e., *Sylvilagus delfilippi*, *Nasua nasua*, *Leopardus pardalis*, *Aotus vociferans*, *Philander andersoni*, *Carollia castanea*, *Artibeus lituratus*). También se menciona en el reporte del año 2021 a la especie *Artibeus fraterculus*, cuya distribución corresponde únicamente a la vertiente

occidental de la cordillera de los Andes; por lo que no se puede deducir si corresponde a una especie taxonómicamente símil.

3.2.6.2 Avifauna

Para el análisis de los datos históricos de los estudios realizados en las áreas de influencia del Bloque 54, se dispone de cinco levantamientos de información previos. Resalta el EIA del año 2012 como el de mayor registro de riqueza con 93 especies, seguidamente de un desplome en el 2014 durante el EIA con 33 especies. La Auditoría Ambiental Trienal, realizada en 2023 es el segundo en términos de riqueza donde se registró 68 especies. Los valores de familias y órdenes en los diferentes estudios son correspondientes con el de especies y tienen poca variación.

Hay que considerar con cautela estos datos ya que periódicamente se realizan actualizaciones taxonómicas a nivel de especies y familias principalmente, de igual forma, el nivel de detectabilidad varía entre investigadores.

3.2.6.3 Herpetofauna

En el monitoreo del periodo 2020 se registraron 29 especies y en el muestreo de auditoría 2023, un total de 21 especies. Sumando las dos campañas, se contabiliza un registro de 38 especies de herpetofauna para el área de estudio del Bloque 54 Eno Ron mediante metodologías cualitativas.

La mayoría de las especies registradas presentan una preferencia de hábitat hacia zonas de transición, borde de bosque, áreas abiertas e intervenidas. Además, su presencia/ausencia puede deberse a las condiciones climáticas durante los días del muestreo y a fluctuaciones como épocas reproductivas.

3.2.6.4 Entomofauna

La riqueza encontrada en el monitoreo de auditoría (2023) en relación con los monitoreos realizados en los años 2014 y 2020 por Entrix, presenta la disminución de un orden y el aumento de ocho familias siendo una diferencia no significativa en la composición de familias encontradas en la zona.

Es importante mencionar que los puntos de muestreo POE-10_ENO, POE-11_ENO, POE-07_RON, POE-08_RON y POE-09_RON tuvieron que ser reubicados en el monitoreo del 2020, puesto que las coordenadas referidas en el estudio de 2014, con su respectivo transecto atravesaban la plataforma. Otro factor importante es la presencia de áreas dominantes de cultivos, lo que genera la atracción de insectos y es por ese motivo la presencia de familias de insectos con características resilientes, adaptativas y generalistas, es decir insectos comunes que se encuentran en este tipo de ecosistemas alterados.

3.2.6.5 Ictiofauna

En el estudio realizado por la Auditoría Trienal (2023), la riqueza del punto PMI-01 (Estero sin nombre) presentó un pequeño incremento, donde se registró un total de diez especies, una más a lo reportado en el estudio de 2020 y dos más para el estudio realizado en 2014. En lo que respecta a la abundancia, en el estudio de Entrix (2014), el total registrado fue de 31 individuos y en el estudio de Entrix (2020) aumento este número registrando un total de 39 individuos. Mientras que, para el estudio de Auditoría (2023), el total de individuos registrados es de 48 individuos, denotándose un incremento de ejemplares observados.

3.2.6.6 Macroinvertebrados acuáticos

En los diferentes estudios y monitoreos realizados dentro del Bloque 54 Eno Ron, se han estudiado varios cuerpos de agua principales (río Eno y río Conambo entre ellos) y algunas quebradas o cuerpos de agua secundarios. De manera general, los resultados de los índices BMWP/Col y EPT han dado como resultado condiciones o calidad del agua entre mala, regular o ligeramente contaminada, con excepción del río Eno en 2014 que presenta aguas limpias a muy limpias. En el actual estudio, la calidad de agua de los cuerpos de agua varía entre aguas contaminadas y calidad dudosa a calidad de agua muy limpias (río Conambo). Es necesario recalcar la capacidad de autodepuración del agua la cual se refiere a la habilidad de los

cuerpos de agua, como ríos y esteros, para eliminar contaminantes de forma natural a través de procesos biológicos, físicos y químicos estos procesos son propios de cuerpos de agua meándricos como los que encontramos en la Amazonia. Sin embargo, esta capacidad puede variar significativamente según diversos factores, como la concentración y tipo de contaminantes, la temperatura, el flujo de agua y la composición del sedimento. Por ejemplo, en cuerpos de agua con alta carga orgánica o contaminantes tóxicos, la autodepuración puede verse comprometida, lo que resulta en un aumento de la eutrofización y la disminución de la calidad del agua. Por lo tanto, es fundamental monitorear y gestionar los recursos hídricos para mantener su capacidad de autodepuración y garantizar la salud de los ecosistemas acuáticos.

3.2.7 Conclusiones

3.2.7.1 Flora

El ecosistema presente en el área geográfica es el Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá (BsTa01), que presentan un bajo estado de conservación debido a que únicamente el 1,32 % presenta cobertura vegetal boscosa. Su estructura vertical está compuesta por todos los estratos del bosque (dosel, subdosel, sotobosque y crecimiento bajo), lo cual fue evidenciado por los resultados obtenidos en el área de estudio y además por la observación del personal durante los recorridos realizados en los muestreos tanto cualitativos como cuantitativos.

La deforestación, la fragmentación, el aislamiento de los bosques, la apertura de caminos, la tala selectiva, son entre otras actividades las que han causado alteraciones en la composición y dinámica de las comunidades de plantas y animales; estas alteraciones son causadas por la intervención antrópica. El estudiar y predecir los impactos de la deforestación sobre el ecosistema es de gran importancia para la conservación y manejo de bosques fragmentados, ya que es una herramienta para entender procesos como la colonización y regeneración natural, la extinción local de especies, captación de carbono y determinación del tamaño óptimo de las reservas naturales.

La diversidad florística del área de estudio fue baja. Un total de 53 especies fueron registradas, las cuales se clasificaron en 49 géneros y 22 familias. La poca presencia de cobertura vegetal boscosa dentro del área geográfica influye directamente en la baja riqueza registrada, así como en la presencia de solamente 19 especies con sensibilidad media, las cuales cumplen con la característica de ser raras (escasas) en la zona estudiada y tener algún tipo de uso por parte de las comunidades locales. También esta baja riqueza influye directamente en la composición y estructura de la fauna terrestre que necesita los recursos de los pequeños parches de bosque existentes provocando una alta competencia por los mismos y una fuerte migración hacia otros lugares con mejores condiciones.

Las áreas donde se construirán las plataformas, tramos de vías e instalación de líneas de flujo son abiertas o muy intervenidas, con poca presencia de especies arbóreas, por lo que el impacto sobre este componente es muy bajo. Dentro del área de estudio no se registraron especies endémicas. Se registró la presencia de una especie con categoría de amenaza según la UICN, *Cedrela odorata*, de la familia Meliaceae, con categoría de amenaza de Vulnerable (VU). Esta especie se registró en la cercanía de la plataforma Eno Norte (punto de muestreo POF-04), por lo cual previo a las actividades constructivas, se recomienda verificar si los individuos registrados podrían sufrir algún tipo de impacto. Al no existir desbroce de vegetación, tampoco se afecta la fijación de carbono, un servicio ecosistémico importante brindado por la flora.

3.2.7.2 Fauna Terrestre

3.2.7.2.1 Avifauna

En el presente estudio se obtuvo un registro total de 50 especies de aves, que muestran una pequeña parte de la avifauna reportada para el piso zoogeográfico tropical oriental, con el 6,85 % de representatividad sobre las 730 especies que presenta el piso; mientras que, si se lo compara con el total

de aves registradas en el Ecuador, la riqueza de especies registrada tan solo representa el 2,96 % de las 1692 especies actualmente descritas. Esta baja riqueza registrada en avifauna se relaciona con el estado de conservación del área donde dominan las áreas abiertas e intervenidas con baja representatividad de bosques (bosques secundarios), donde la mayoría de las especies poseen una gran adaptabilidad a los cambios a nivel de paisaje que experimenta el Bloque 54 Eno-Ron.

Las aves registradas se han adaptado completamente a remanentes de bosque, áreas periféricas e inclusive se pudo evidenciar durante el muestreo que son bastante tolerantes a la contaminación acústica, contaminación lumínica y a la presencia de personas. Por estas particularidades señaladas, las especies con mayor presencia y abundancia fueron *Psarocolius angustifrons*, *Cyanocorax violaceus* y *Ortalis guttata* entre otras, y se puede apreciar en la curva de rango/abundancia que el área de estudio es un sitio de poca variedad de hábitats donde las aves disponen de una oferta importante de recursos para reproducción, alimento y refugio (escape o defensa).

En relación con la curva de acumulación, si bien no se alcanzó la asíntota, la pendiente al final de la curva es baja, por lo cual el esfuerzo de muestreo fue representativo. Asimismo, el índice de Chao 2 determinó que se registró el 88,59 % de las especies estimadas, y con futuros monitoreos se ampliará la lista de especies de aves y también se tomará en cuenta la época del muestreo.

Entre tanto, el muestreo cualitativo determinó un importante registro de especies en zonas pobladas, vías de acceso y zonas de cultivos de palma africana, cacao, maíz, malanga, yuca, plátano, boya y árboles frutales, evidenciando la gran capacidad de adaptación de las aves a los diferentes hábitats.

La presencia de nueve gremios tróficos sugiere que la comunidad de aves dispone de una oferta importante de recursos como refugio y alimento en los hábitats muestreados, por lo que son de interés ecológico para el mantenimiento de estas especies. Sin embargo, un alto registro de especies presenta un bajo interés desde el punto de vista de la conservación, ya que son especies generalistas bien adaptadas a la perturbación.

Respecto a la sensibilidad, algunas especies de aves son considerablemente más vulnerables a las perturbaciones humanas que otras. En el presente estudio se evidenció que cuatro especies presentan sensibilidad Media, pudiendo soportar cambios ambientales no severos en áreas de bosque y/o en bordes de bosque, y 46 especies son de sensibilidad Baja, que son capaces de adaptarse y colonizar zonas alteradas. En todo caso, queda evidenciado que para la comunidad de aves los hábitats o fragmentos de bosque presentes son de importancia ecológica para su mantenimiento y/o equilibrio, y cualquier cambio en sus poblaciones puede indicar impactos asociados a las actividades antrópicas.

En cuanto a área endémica de Bajuras Amazónicas Occidentales se evidenció una especie migratoria austral (se crían en el hemisferio sur y migran hacia el norte durante el invierno sureño). En el área de estudio esta especie constituye un componente importante de la avifauna ecuatoriana, ya que las migraciones se dan en la naturaleza para mantener el equilibrio ecológico o equilibrio de todos los ecosistemas.

Referente al estado de conservación, en el presente estudio las 50 especies constan en categoría de Preocupación menor (LC) según la UICN y la Lista Roja Nacional. Finalmente, en la CITES se registró a 10 especies en el Apéndice II.

En el área de estudio existen varios tipos de hábitats, como bosques secundarios (medianamente alterados), cuerpos de agua, zonas pobladas, vías de acceso, así como cultivos de palma africana, cacao, maíz, yuca, malanga, plátano, boya y árboles frutales, evidenciando que las especies de aves que habitan este tipo de hábitats se han adaptado a estas condiciones; las aves tienden a responder de modo diferente a las alteraciones de sus hábitats, siendo unas más flexibles que otras adaptándose a los nuevos ambientes que resultan de modificaciones de los hábitats naturales, como cambio de uso del suelo, zonas pobladas, vías de acceso y construcciones del proyecto.

Las especies registradas de avifauna podrían sufrir impactos indirectos por las actividades hidrocarburíferas planificadas. Si bien estas especies se encuentran adaptadas a hábitats previamente impactados, las nuevas actividades podrían disminuir algunos recursos como flores, frutos, hormigas, etc., pero no existirán cambios mayores por pérdida de cobertura vegetal que afecten la mayoría de los recursos y refugios, así como tampoco se verán afectados los servicios ecosistémicos que prestan las diferentes comunidades de aves como son la polinización y la dispersión de semillas. Así también, la generación de ruido podría afectar a las poblaciones de aves canoras, que utilizan sus cantos como medios de comunicación, los cuales podrían ser solapados, ahuyentando a las especies. Con todos los factores relacionados al efecto de borde, las poblaciones de especies generalistas aumentarían su abundancia, mientras que las especies con especificidad de recursos podrían verse reducidas.

3.2.7.2.2 Mastofauna

Durante el levantamiento de información se registró un total de 13 especies de mamíferos que representan un 2,78 % de la mastofauna total de Ecuador y 6,02 % de los mamíferos que habitan en el piso tropical oriental. El estimador Chao 2 sugiere que estas especies representan el 82,28 % del total de especies que potencialmente se podrían registrar en el área. La diversidad de especies no registradas podría estar compuesta por especies raras o crípticas, que son particularmente difíciles de detectar sin un esfuerzo de muestreo más intenso. Esto sugiere que para obtener una imagen completa de la diversidad de mamíferos en el Bloque 54 Eno-Ron se requeriría incrementar los esfuerzos de muestreo considerando las limitaciones metodológicas revisadas en este estudio.

Por otra parte, el grado de perturbación antrópica observado en el área de la futura implantación de plataformas, línea de flujo y facilidades, debido principalmente a la deforestación para la expansión agrícola, amenazan la supervivencia de las especies de mamíferos que aún ocupan los nichos disponibles en los hábitats restantes. Las actividades planificadas se desarrollarán principalmente sobre áreas intervenidas o abiertas, por lo cual la alteración de nichos de mamíferos que poseen requerimientos específicos para su supervivencia es prácticamente nula. En los pocos parches de bosque presentes dentro del área geográfica se registraron varias especies de primates como *Leontocebus nigricollis* y *Saimiri cassiquiarensis*, que figuran en diferentes grados de amenaza según las listas rojas de la UICN y de Ecuador. Dada la sensibilidad de los primates a las alteraciones en sus ecosistemas y su papel como indicadores de la salud del ecosistema estos parches de bosque no serán afectados por las actividades planificadas.

El ruido producido por maquinaria utilizada durante la construcción y generadores durante la operación podría ahuyentar a las especies, por lo que la dispersión de semillas a cargo de mamíferos frugívoros disminuiría perdiendo la flora del sector la oportunidad de dispersarse. La construcción y funcionamiento de trampas API y Cellar, podrían ocasionar la caída de animales y su posterior ahogamiento, por lo cual se tomarán las medidas necesarias dentro del plan de manejo (instalación de malla) para que esto no ocurra. Finalmente, existe la posibilidad de ingreso de especies exóticas de carácter invasivo como la rata común, lo que causaría competencia por recursos con otras especies silvestres y la probabilidad de contagio de enfermedades (rabia) a pobladores.

3.2.7.2.3 Herpetofauna

Las características del área de estudio favorecen la presencia de grupos o familias particulares en anfibios, en este sentido se identificó una composición de especies dominadas por las familias Hylidae y Strabomantidae. Este grupo de especies se encuentra estrechamente vinculado al uso de sustrato arbóreo y terrestre para su desarrollo y reproducción, convirtiendo a los pequeños parches de bosque del área de estudio en zonas importantes para su conservación.

De acuerdo con el análisis de sensibilidad, se identificó que únicamente las especies *A. insperatus* y *L. pentadactylus* están bajo algún criterio de amenaza a su conservación y aun cuando todas las especies

del estudio presentaron sensibilidad Baja, se debe considerar que el área de estudio muestra remanentes de vegetación natural importantes para la conservación de la fauna local.

Es relevante mencionar que el área de estudio presenta muy poca vegetación remanente debido a la gran cantidad de impactos antrópicos y que ha disminuido la conectividad de las poblaciones de la herpetofauna del lugar incrementando la fragmentación de poblaciones. Por esta razón, y tomando en cuenta que las actividades que se planificadas para el Bloque Eno Ron se desarrollarán sobre áreas abiertas o intervenidas, no existirá cambio en la composición de especies que habitan en los pocos parches de bosque cercanos a la infraestructura. Sin embargo, el ruido y vibraciones producidas por la maquinaria en las distintas fases del proyecto (impactos puntuales y temporales), puede interferir con la comunicación de los anfibios y la presencia de personal y uso de vías podría aumentar la mortalidad por el atropellamiento accidental de especies.

3.2.7.2.4 Entomofauna

Debido a la Alta sensibilidad que los escarabajos coprófagos presentan frente a los cambios ambientales, que impedirían su permanencia en un lugar con características no aptas para su desarrollo, se puede decir que a pesar de que estos sitios son intervenidos, de cierta manera aún mantienen un equilibrio dentro de sus remanentes de bosque, en especial el punto PME-01_TP, que registró 22 especies y 605 individuos.

Debido a la alta sensibilidad que estos individuos presentan frente a los cambios ambientales, que son consecuencia de la degradación y fragmentación del bosque, no se registró su presencia en lugares intervenidos ya que no brindan las condiciones aptas para su desarrollo. Es por ello, que se reconoce a este grupo bioindicador como una ventaja por su uso como evaluadores de hábitats con alteración y fragmentación

Se debe considerar como de interés a las siguientes especies de escarabajos copronecrófagos registrados en el actual estudio: *Canthon luteicollis* y *Oxysternon silenus*, las cuales son especies de ambientes moderadamente alterados, y la especie indicadora de bosque en regeneración *Phanaeus chalconas* también debe considerarse como de interés.

Como se mencionó anteriormente, los impactos relacionados con las actividades planificadas en la fase de explotación (principalmente ruido de manera puntual y temporal) podrían ahuyentar y disminuir las poblaciones de vertebrados silvestres (mamíferos y aves principalmente) en el parche de bosque cercano a la plataforma Eno Sur, razón por la cual la estructura de los grupos funcionales de escarabajos copronecrófagos también podría modificarse por lapsos cortos. El grupo de mariposas diurnas no se verá afectado por las actividades ya que sus poblaciones se desarrollan dentro de los parches de bosque donde se mantendrán los recursos necesarios para su supervivencia, razón por la cual, se recomienda no seguir utilizando este grupo para posteriores monitoreos.

3.2.7.3 Fauna Acuática

3.2.7.3.1 Ictiofauna

A través del uso de los peces como bioindicadores, se pudo determinar que un sitio de muestreo presentó una sensibilidad Alta y cuatro sitios, una sensibilidad Media. La presencia de la especie *Chaetostoma branickii* es relevante debido a que consta en la categoría Vulnerable (VU) en la lista de conservación de la IUCN. El buen manejo de las cuencas hídricas presentes en la zona de estudio garantizará la presencia de estas y otras especies en un futuro.

La presencia de las familias Characidae y Loricariidae evidencian la existencia de ecosistemas equilibrados, a pesar de los impactos antrópicos observados pero que no han modificado significativamente la integridad de los sistemas hídricos presentes en la zona de estudio. A través de estos grupos taxonómicos es posible evaluar el estado y estructura ecológica de las comunidades ícticas observadas en estos ambientes acuáticos.

En cuanto al uso del recurso, las especies registradas no son consumidas de manera permanente, y cuando lo son estas alcanzan un tamaño significativo garantizando el crecimiento de futuras generaciones, por lo que su presencia y desarrollo en estos cuerpos de agua no se encuentran comprometidos.

El nicho trófico muestra la presencia de especies pertenecientes a los gremios insectívoros, omnívoros, carnívoros y detritívoros, demostrando el buen flujo de energía en la pirámide ecológica, en donde participan especies con preferencias alimenticias de insectos tanto autóctonos como alóctonos, hasta especies ictiófagas (carnívoras) dentro de un ensamble ecológico estable.

La diversidad global es baja de acuerdo con el índice de Jaccard (1,23), lo que depende de las condiciones climáticas y limitantes metodológicas como la presente en el sitio PMI-02. De acuerdo con el estimador de Chao 1, se alcanzó el 100 % de las especies esperadas, pero la asíntota no se estabiliza, lo que sugiere un incremento en el número de especies conforme aumenten las unidades de muestreo.

3.2.7.3.2 Macroinvertebrados

Los cuerpos de agua analizados presentaron composiciones de riqueza y abundancia poco complejas, con presencia de pocas morfoespecies y abundancias heterogéneas. De esta manera, el índice BMWP refleja que los puntos PMMA-01, PMMA-03, PMMA-05, presentan aguas contaminadas o muy contaminadas con presencia de oligoquetos y chironómidos característicos de agua con materia orgánica y anóxicas. Por otro lado, el índice EPT arroja resultados diferentes, catalogando a todos los puntos estudiados con aguas muy limpias o limpias.

Las variantes en los resultados de los índices de calidad de agua están relacionadas directamente con las descargas de materia orgánica que reciben los cuerpos de agua lóticos de esta zona (natural o antrópica), las continuas fluctuaciones que arrastran con ellas sedimentos y, sobre todo, a la presencia o ausencia de vegetación ribereña, que en el proceso de descomposición natural incrementa los niveles de nutrientes y minerales en el agua.

De manera general se concluye que los cuerpos de agua evaluados han perdido sus características ecológicas originales debido al impacto por cambio de uso de suelo, donde las presiones antrópicas son constantes.

Las actividades que se desarrollarán como parte del Desarrollo y Producción del Bloque Eno – Ron podrían afectar la calidad ecosistémica de los cuerpos de agua en caso de presentarse eventos no deseados, alterando la composición de las poblaciones de macroinvertebrados acuáticos y afectando la calidad de agua utilizada para riego principalmente.

3.2.8 Recomendaciones

3.2.8.1 Flora

- > La continuación del monitoreo de la dinámica poblacional de las comunidades de especies leñosas y palmas en el área de estudio es necesaria e importante para entender las respuestas del bosque hacia los disturbios antrópicos.
- > A pesar de que las actividades se desarrollarán sobre áreas abiertas o intervenidas, existe la posibilidad de encontrar árboles o plantas más pequeñas de especies que se encuentren en alguna categoría de amenaza (como *Cedrela odorata*), por lo cual es necesario realizar un rescate previo de especies que asegure su reubicación o recolección en viveros con el fin de mantener sus poblaciones

3.2.8.2 Avifauna

- > Se recomienda realizar el monitoreo de aves durante las diferentes etapas de la fase de explotación (construcción, operación y cierre), principalmente a las especies indicadoras de hábitat mejor

conservado y categorías de amenaza (*Herpetotheres cachinnans*, *Milvago chimachima*, *Ramphastos tucanus* y *Rupornis magnirostris*) que se registraron en el EIA en el área de estudio.

- > El ahuyentamiento de aves y la búsqueda de nidos activos previo a las actividades constructivas puede evitar la mortalidad de individuos.

3.2.8.3 Mastofauna

- > A pesar de que las actividades se desarrollarán en áreas abiertas o intervenidas, existe la posibilidad de encontrar especies de movilidad restringida en la infraestructura o cercana a ella, por lo cual se recomienda implementar procedimientos de rescate de fauna para especies con capacidad de locomoción restringida por su historia natural. Estos procedimientos pueden mitigar los posibles impactos de las actividades hidrocarburíferas a desarrollarse permitiendo el traslado de las especies sensibles a áreas más seguras y protegidas.
- > Se debe considerar el recambio de especies producido por factores como la estacionalidad o el cambio de uso de suelo a mediano plazo para ajustar las metodologías de estudio a futuro.
- > Debido al nulo registro de especies de micromamíferos no voladores mediante trampas Sherman, Tomahawk y trampas pitfall en el presente estudio, se recomienda para los siguientes monitoreos no continuar con el uso de esta metodología.

3.2.8.4 Herpetofauna

- > Continuar con los monitoreos periódicos, ya que estos ayudarán a recopilar información ecológica de las poblaciones de herpetofauna, variaciones espaciotemporales e identificar especies indicadoras o sensibles.
- > Considerando la escasa movilidad de la herpetofauna, se requiere establecer planes de rescate y reubicación de los individuos en los sitios donde se realice la construcción de infraestructuras y posteriormente durante todas las fases del proyecto.
- > Es importante diseñar y aplicar programas de capacitación sobre protocolos a seguir en caso de encuentros con serpientes en campo dirigido al personal local, donde se incluyan guías de identificación rápida y el respaldo de personal capacitado en el manejo de ofidios. Esto contribuirá a evitar el sacrificio de animales por temor o desconocimiento.

3.2.8.5 Entomofauna

- > Se recomienda mantener el uso de escarabajos copronecrófagos como especies indicadoras dentro del componente entomofauna debido a que su presencia y diversidad guarda relación con la presencia de mamíferos y aves, además permiten inferir el estado de la funcionalidad del ecosistema.
- > Se sugiere no continuar con los monitoreos de mariposas diurnas ya que a pesar de tener registros durante el presente levantamiento de información, los recursos que utilizan se encuentran dentro de parches de bosque que no serán impactados por las actividades del proyecto, mientras que los escarabajos peloteros, al estar ligados a la presencia de mamíferos y aves principalmente, pueden disminuir su abundancia por espacios cortos de tiempo por el ahuyentamiento producido por el ruido generado por la maquinaria en fases constructivas.

3.2.8.6 Fauna Acuática (Ictiofauna y macroinvertebrados acuáticos)

- > Se recomienda tomar las debidas medidas de seguridad para evitar derrames de cualquier tipo de contaminante a las vertientes cercanas a las plataformas y la línea de flujo.

- > Es importante conservar los márgenes de ribera debido a que las especies presentes en el monitoreo muestran características asociadas a las márgenes conservadas, y se sugiere reforestar los márgenes de rivera con especies de plantas nativas para contribuir al ecosistema de la zona.