

CAPÍTULO 7. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

***“ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXANTE PARA LAS
FASES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA DE
MATERIALES METÁLICOS BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA
MINERÍA DEL ÁREA MINERA ALESSIA CÓDIGO 100000246”***

REALIZADO POR:



PARA:

BOWEN MANCHENO GEOVANNA

ABRIL - 2023

REGISTRO DE CAMBIOS				
No.	Documento	Motivo del cambio	Responsable	Fecha
01	Versión 1	Elaboración del EsIA	M. López	Jul-2019
02	Versión2	Respuestas Observaciones MAATE	Equipo Técnico	Nov-2021
03	Versión3	Respuestas Observaciones MAATE	Equipo Técnico	Abr-2023
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				

TABLA DE CONTENIDO

7	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	7-5
7.2	COMPONENTE BIÓTICO	7-6
7.2.1	<i>Flora</i>	7-6
7.2.1.1	Introducción	7-6
7.2.1.2	Área de estudio.....	7-7
7.2.1.3	Tipos de vegetación	7-7
7.2.1.4	Descripción de sitios de muestreo	7-7
7.2.1.5	Metodología	7-8
7.2.1.6	Descripción	7-14
7.2.1.7	RESULTADOS.....	7-16
7.2.1.8	Conclusiones.....	7-32
7.2.1.9	Recomendaciones.....	7-33
7.2.2	<i>Avifauna</i>	7-34
7.2.2.1	Metodología	7-34
7.2.2.2	Resultados	7-39
7.2.2.3	Aspectos ecológicos.....	7-47
7.2.2.4	Discusión.....	7-51
7.2.2.5	Conclusiones.....	7-51
7.2.2.6	Recomendaciones.....	7-52
7.2.3	<i>Mastofauna</i>	7-52
7.2.3.1	Área de estudio.....	7-53
7.2.3.2	Metodología	7-54
7.2.3.3	Resultados	7-62
7.2.3.4	Discusión.....	7-77
7.2.3.5	Conclusiones.....	7-78
7.2.3.6	Recomendaciones.....	7-79
7.2.4	<i>Herpetología</i>	7-79
7.2.4.1	Área de estudio.....	7-80
7.2.4.2	Metodología	7-80
7.2.4.3	Análisis de resultados	7-88
7.2.4.4	Discusión.....	7-101
7.2.4.5	Conclusiones.....	7-101
7.2.4.6	Recomendaciones.....	7-102
7.2.5	<i>Entomofauna</i>	7-103
7.2.5.1	Metodología	7-104
7.2.5.2	Resultados	7-109
7.2.5.3	Discusión.....	7-117
7.2.5.4	Conclusiones.....	7-118
7.2.5.5	Recomendaciones.....	7-119
7.2.6	<i>Ictiofauna</i>	7-119
7.2.6.1	Área de estudio.....	7-120
7.2.6.2	Metodología	7-120
7.2.6.3	Resultados	7-127
7.2.6.4	Discusión.....	7-137
7.2.6.5	Conclusiones.....	7-138
7.2.6.6	Recomendaciones.....	7-139
7.2.7	<i>Macroinvertebrados Acuáticos</i>	7-139
7.2.7.1	Sitios de muestreo	7-139
7.2.7.2	Esfuerzo de muestreo	7-141
7.2.7.3	Validación de la Metodología	7-141
7.2.7.4	Limitantes en la Metodología	7-141
7.2.7.5	Metodología	7-141

7.2.7.6	Análisis de Datos	7-142
7.2.7.6.9.3	Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)	7-149
7.2.7.6.10	Nitro Trófico	7-149
7.2.7.7	Resultados	7-151

INDICE DE TABLAS

Tabla 7-1	Coordenadas de sitios de muestreo	7-9
Tabla 7-2	Esfuerzo de Muestreo de Flora	7-10
Tabla 7-3	Especies registradas	7-18
Tabla 7-4	Índice de Chao 1	7-24
Tabla 7-5	Especies del muestreo cualitativo POF-1	7-25
Tabla 7-6	Especies del muestreo cualitativo POF-2	7-26
Tabla 7-7	Estratificación Vertical	7-27
Tabla 7-8	Fenología	7-29
Tabla 7-9	Importancia de las especies registradas	7-30
Tabla 7-10	Especies de importancia económica y usos tradicionales	7-32
Tabla 7-11	Ubicación y Esfuerzo de Muestreo de Ornitofauna	7-35
Tabla 7-12	Aves registradas en el área de estudio	7-39
Tabla 7-13	Diversidad de familias y especies de aves	7-42
Tabla 7-14	Índice de diversidad del área muestreada	7-44
Tabla 7-15	Especies de aves registradas por muestreo cualitativo	7-44
Tabla 7-16	Especies de aves registradas por muestreo cualitativo TMA1	7-45
Tabla 7-17	Especies de aves registradas por muestreo cualitativo TMA3	7-45
Tabla 7-18	Especies de aves registradas por muestreo cualitativo TMA4	7-46
Tabla 7-19	Estado de conservación	7-50
Tabla 7-20	Puntos de muestreos cuantitativos y cualitativos	7-57
Tabla 7-21	Esfuerzo de Muestreo para Mastofauna	7-57
Tabla 7-22	Interpretación de la Abundancia Relativa de la Mastofauna	7-59
Tabla 7-23	Especies Registradas de Mastofauna en la concesión Alessia	7-63
Tabla 7-24	Índice de Shannon-Wiener y Dominancia y diversidad de Simpson	7-68
Tabla 7-25	Especies presentes en los puntos de muestreo Cualitativos	7-70
Tabla 7-26	Especies Indicadoras de Mastofauna en la concesión Alessia	7-74
Tabla 7-27	Sensibilidad de las especies de Mastofauna	7-75
Tabla 7-28	Estado de conservación de las especies registrados en la concesión Alessia	7-76
Tabla 7-29	Puntos de muestreo cuantitativo y cualitativo	7-82
Tabla 7-30	Esfuerzo de Muestreo	7-82
Tabla 7-31	Interpretación para el Índice de Shannon	7-84
Tabla 7-32	Interpretación para el Índice de Simpson	7-84
Tabla 7-33	Criterios Biológicos	7-86
Tabla 7-34	Criterios de Sensibilidad de especies	7-87
Tabla 7-35	Calificación de áreas sensibles desde el punto de vista Biótico	7-87
Tabla 7-36	Composición de la Herpetofauna registrada en el área de estudio	7-89
Tabla 7-37	Valores de la diversidad de la Herpetofauna registrada en Alessia	7-92
Tabla 7-38	Herpetofauna registrada en tres puntos cualitativos de la Alessia	7-93
Tabla 7-39	Estado de Conservación de las Especies Registradas	7-99
Tabla 7-40	Áreas Sensibles para la Herpetofauna Registradas	7-101
Tabla 7-41	Puntos de muestreo	7-104
Tabla 7-42	Esfuerzo de Muestreo Concesión Alessia	7-105
Tabla 7-43	Riqueza, Abundancia, Dominancia y Diversidad de Entomofauna terrestre	7-111
Tabla 7-44	Índice De Chao 1 registrado en la Concesión Alessia	7-112
Tabla 7-45	Composición taxonómica Punto Cualitativo POE001 Concesión Alessia	7-112
Tabla 7-46	Sensibilidad de especies Concesión Alessia	7-116
Tabla 7-47	Áreas sensibles Concesión Alessia	7-116
Tabla 7-48	Puntos de muestreos Concesión Alessia	7-121

Tabla 7-49	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Ictiofauna	7-122
Tabla 7-50	Estructura íctica registrada en el área de estudio	7-128
Tabla 7-51	Ictiofauna registrada en el punto PMI-01 Estero s/n.....	7-132
Tabla 7-52	Ictiofauna registrada en el punto PMI-02 Estero s/n.....	7-133
Tabla 7-53	Ictiofauna registrada en el punto PMI-03 Brazo del Río Chucapi	7-134
Tabla 7-54	Ictiofauna registrada en el punto PMI-04 Estero s/n.....	7-134
Tabla 7-55	Hábito de la ictiofauna registrada en el área.....	7-135
Tabla 7-56	Sitios de Muestreo – Componente Macroinvertebrados Acuáticos	7-140
Tabla 7-57	Esfuerzo de muestreo – Componente Macroinvertebrados Acuáticos	7-141
Tabla 7-58.	Puntaje de familias de Macroinvertebrados para el Índice BMWP/Col	7-145
Tabla 7-59.	Clases de Calidad de Agua, Valores BMWP/Col	7-145
Tabla 7-60.	Familias de invertebrados acuáticos y puntuación del Índice AAMBI	7-146
Tabla 7-61.	Calidad de agua a partir del Índice Biótico Andino-Amazónico (AAMBI).....	7-148
Tabla 7-62.	Clases de Calidad de Agua, Valores EPT	7-149
Tabla 7-63.	Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos por Valor BMWP/COL	7-150
Tabla 7-64.	Sensibilidad de los Cuerpos de Agua Según el Índice BMWP/COL	7-150
Tabla 7-65.	Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos Registradas.....	7-152
Tabla 7-66.	Diversidad de los Macroinvertebrados Acuáticos Registrados.....	7-157
Tabla 7-67.	Valores de Similitud Jaccard de los Puntos Muestreados.....	7-158
Tabla 7-68.	Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo IC001	7-159
Tabla 7-69.	Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo IC002	7-161
Tabla 7-70.	Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo IAC003.....	7-163
Tabla 7-71.	Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo IAC004.....	7-166
Tabla 7-72.	Índice BMWP/Col en Aplicado a los Cuerpos de Agua Muestreados	7-167
Tabla 7-73.	Índice AAMBI Aplicado a los Cuerpos de Agua Muestreados	7-168
Tabla 7-74.	EPT Registrados en los Puntos de Muestreo	7-168
Tabla 7-75.	Morfoespecies de Interés en Sitios Muestreados.....	7-171
Tabla 7-76.	Morfoespecies Indicadoras de Macroinvertebrados Acuáticos.....	7-172
Tabla 7-77.	Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Estudio	7-175
Tabla 7-78.	Sensibilidad de los Puntos de Muestreo en Base al Índice BMWP/COL	7-177
Tabla 7-79.	Sensibilidad de los Cuerpos de Agua Muestreados	7-178

INDICE DE FIGURAS

Figura 7-1	Metodología de Línea Base.....	7-5
Figura 7-2	Riqueza y abundancia general de Flora	7-16
Figura 7-3	Riqueza y abundancia de Flora	7-17
Figura 7-4.	Abundancia de Individuos por Familias	7-18
Figura 7-5	Área Basal, Volumen Total y Comercial de área de estudio	7-21
Figura 7-6	Densidad Relativa del muestreo cuantitativo	7-22
Figura 7-7	Dominancia Relativa del muestreo cuantitativo.....	7-22
Figura 7-8	Curva de Abundancia de especies en el muestro cuantitativo	7-23
Figura 7-9	Curva de Acumulación de especies en el muestro cuantitativo	7-24
Figura 7-10	Diagrama de Estructura Vertical PMF-1	7-28
Figura 7-11	Hábitos de especies	7-29
Figura 7-12	Abundancia relativa de las 20 primeras especies de aves registradas en el área de estudio	7-43
Figura 7-13	Curva de Acumulación de Especies	7-43
Figura 7-14	Curva de Acumulación de Especies	7-46
Figura 7-15	Gremio trófico	7-47
Figura 7-16	Patrón de actividad.....	7-48
Figura 7-17	Uso del hábitat	7-48
Figura 7-18	Sensibilidad de las especies	7-49
Figura 7-19	Riqueza de Mastofauna en los puntos de muestreo de la concesión	7-64
Figura 7-20	Abundancia absoluta de Mastofauna de la Concesión.....	7-64
Figura 7-21	Abundancia Relativa en los puntos de muestreo	7-65
Figura 7-22	Riqueza de Mastofauna en los puntos PMM-R y PMM-T.....	7-65
Figura 7-23	Abundancia absoluta de Mastofauna en los puntos PMM-R y PMM-T	7-66

Figura 7-24	Curva de Abundancia o Curva de Dominancia en los puntos PMM-R y PMM-T	7-67
Figura 7-25	Abundancia relativa para las Especies de los puntos PMM-R y PMM-T.....	7-67
Figura 7-26	Curva Acumulación Especies vs. Chao1 de la Clase Mammalia en PMM-R y PMM-T	7-68
Figura 7-27	Composición Taxonómica en los sitios de muestreo Cualitativos	7-69
Figura 7-28	Composición Taxonómica de Mastofauna Reportada muestreo Cualitativo	7-69
Figura 7-29	Similitud de Jaccard	7-70
Figura 7-30	Gremios Tróficos registrados para la Mastofauna	7-71
Figura 7-31	Patrón de actividad para la Mastofauna registrada	7-72
Figura 7-32	Locomoción y uso de hábitat de especies registradas para la Mastofauna	7-73
Figura 7-33	Relaciones Inter o Intra específicas de las especies registradas	7-74
Figura 7-34	Composición y estructura de los anfibios obtenidos en Alessia.....	7-90
Figura 7-35	Distribución de Abundancia de especies obtenidas en PMH-1AL	7-90
Figura 7-36	Curva Dominancia-diversidad de la Herpetofauna registrada	7-91
Figura 7-37	Curva de Acumulación de especies e índice de Chao 1 (PMH-1-AL)	7-92
Figura 7-38	Composición de la Herpetofauna registrada en tres puntos cualitativos de Alessia	7-92
Figura 7-39	Preferencias alimenticias de la Herpetofauna registrada en Alessia	7-94
Figura 7-40	Actividad diaria de los anfibios y reptiles	7-95
Figura 7-41	Modos de reproducción de la Herpetofauna registrada en la Alessia	7-96
Figura 7-42	Distribución vertical de la Herpetofauna registrada	7-96
Figura 7-43	Número de especies por categorías de sensibilidad	7-98
Figura 7-44	Distribución de las especies registradas.....	7-100
Figura 7-45	Riqueza y Abundancia de Entomofauna Terrestre	7-109
Figura 7-46	Abundancia de escarabajos copronecrófagos	7-110
Figura 7-47	Abundancia relativa de escarabajos copronecrófagos.....	7-110
Figura 7-48	Curva de Acumulación de especies de escarabajos Copronecrófagos	7-111
Figura 7-49	Gremio trófico de escarabajos Copronecrófagos	7-114
Figura 7-50	Hábitos alimenticios de escarabajos Copronecrófagos	7-115
Figura 7-51	Riqueza íctica registrada en el área de estudio	7-127
Figura 7-52	Abundancia íctica registrada en el área de estudio.....	7-128
Figura 7-53	Abundancia relativa íctica registrada en el área de estudio.....	7-129
Figura 7-54	Índice de diversidad de Shannon del área de estudio	7-129
Figura 7-55	Índice de dominancia de Simpson del área de estudio	7-130
Figura 7-56	Curva de acumulación de la Ictiofauna	7-130
Figura 7-57	Análisis de Clúster en base al coeficiente de similitud de Jaccard	7-131
Figura 7-58	Abundancia relativa registrada en el punto PMI-01 Estero s/n	7-132
Figura 7-59	Abundancia relativa registrada en el punto PMI-02 Estero s/n	7-133
Figura 7-60	Abundancia relativa registrada en el punto PMI-03 Brazo del Río Chucapi	7-134
Figura 7-61	Composición trófica de la ictiofauna registrada en el área de estudio	7-135
Figura 7-62	Distribución vertical de la ictiofauna registrada en el área	7-136
Figura 7-63	Estado de conservación de la ictiofauna registrada en el área	7-136
Figura 7-64	Uso de la ictiofauna registrada en el área	7-137
Figura 7-65.	Riqueza Global de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Monitoreo	7-151
Figura 7-66.	Dominancia - Diversidad de Macroinvertebrados Registrados	7-155
Figura 7-67.	Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Registrados en el Área de Monitoreo	7-156
Figura 7-68.	Curva de Acumulación y Chao 1 de Macroinvertebrados Acuáticos	7-157
Figura 7-69.	Similitud Jaccard Aplicado a los Diferentes Cuerpos de Agua Muestreados	7-158
Figura 7-70.	Riqueza de Macroinvertebrados en el punto de Muestreo IC001	7-159
Figura 7-71.	Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados en IC001	7-160
Figura 7-72.	Riqueza de Macroinvertebrados en el punto de Muestreo IC002	7-161
Figura 7-73.	Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados en IC002	7-162
Figura 7-74.	Riqueza de Macroinvertebrados en el punto de Muestreo IAC003	7-163
Figura 7-75.	Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados en IAC003	7-165
Figura 7-76.	Riqueza de Macroinvertebrados en el punto de Muestreo IAC004	7-165
Figura 7-77.	Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados en IAC004	7-167
Figura 7-78.	Gremios tróficos de los Macroinvertebrados Registrados en el Área de Estudio	7-170
Figura 7-79.	Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Estudio	7-177

7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

La línea base o diagnóstico ambiental es una descripción de las condiciones existentes en un área y tiempo determinado, de modo que, mediante monitoreo futuros se puedan evaluar los subsecuentes cambios y/o variaciones que se podrían presentar por la ejecución de un proyecto, obra o actividad.

Este capítulo ha sido desarrollado en concordancia con la estructura descrita en los Términos de Referencia aprobados por la Autoridad Ambiental Competente para el presente estudio, cumpliendo con los lineamientos establecidos en el Acuerdo Ministerial 061 que reforma el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, y Reglamento Ambiental de Actividades Mineras - RAAM (Acuerdo Ministerial 37 emitido con Registro Oficial Suplemento 213 de marzo del 2014).

El análisis de todos los componentes ambientales en el presente capítulo, se ha basado en la metodología definida y aceptada por el Ministerio del Ambiente, misma que ha sido aprobada en los términos de referencia establecidos para el presente estudio, a través de los Diagnósticos Ambientales Rápidos, los cuales permiten obtener información confiable, cualitativa y cuantitativa en cortos períodos de tiempo.

Esta metodología inició con una revisión analítica y sistemática de los estudios ambientales previos relacionados con el área del proyecto. Sobre esa base, se planificó una fase de campo donde el grupo de técnicos centró su accionar para evaluar las condiciones actuales del área de estudio, tanto del área específica del proyecto como de su área de influencia, así como de los diferentes componentes ambientales (físico, biótico y socio económico).

La evaluación fue realizada por distintos técnicos especialistas, formándose así un equipo multidisciplinario con criterios técnicos e integrales para una mejor caracterización actual de la zona de estudio.

De esta manera se logra complementar la revisión bibliográfica con las condiciones actuales del área de estudio.

Figura 7-1 Metodología de Línea Base



Fuente: MAE, 2014. / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

El Área de Estudio del presente proyecto, dentro de la cual se llevó a cabo el levantamiento de información in situ, consideró los siguientes criterios para su definición:

- Área de la Concesión Minera.
- Ubicación del área específica donde se implantará el proyecto.
- Certificado de Intersección.
- Ubicación de sitios y receptores sensibles.
- Jurisdicción político administrativa.
- Sistemas Hidrográficos y Geológicos.

- Condiciones y características del área del proyecto.

Todos los trabajos de muestreo y/o monitoreo fueron realizados por un equipo multidisciplinario, cuyas firmas de responsabilidad se encuentra en el Anexo D. Firmas del Equipo Multidisciplinario y las evidencias fotográficas fechadas en el Anexo E.1. Registro Fotográfico.

Los muestreos de calidad ambiental fueron realizados con un Laboratorio acreditado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) y la Asociación Americana para Acreditación de Laboratorios (A2LA), contando también con la certificación de calidad ISO 9001:2008 como se aprecia en el Anexo E.2. Documento 1, así mismo los resultados de los análisis de laboratorio correspondiente a agua, suelo y ruido se adjuntan en el Anexo E.2. Documento 2, 3 y 4.

7.2 COMPONENTE BIÓTICO

La caracterización del componente biótico para el área del proyecto, incluyó una revisión bibliográfica complementándose con un levantamiento de campo (enero a febrero 2018, y marzo 2023¹), con muestreos cualitativos y cuantitativos de todos los componentes analizados (flora, avifauna, mastofauna, herpetofauna, entomofauna, Ictiofauna y macroinvertebrados), obteniéndose previamente la respectiva “Autorización de Investigación Científica (2018) No. 005-018-IC-FAU-DPAN/MA”. (Anexo E.3. Documento 1.1), y Autorización de Investigación Científica (2023) Nº 02 – 2023-VS-OTT/DZ8/MAATE”. (Anexo E.3. Documento 1.2)

El informe fue estructurado de acuerdo a los términos de referencia aprobados para cada componente biótico de acuerdo a los siguientes lineamientos: introducción, objetivos, metodología, análisis de la información, resultados, conclusiones, recomendaciones. La literatura utilizada y citada se presenta en el capítulo 15 del presente estudio y los anexos de los componentes bióticos se distribuyen de la siguiente manera:

- Mapas Bióticos Anexo B Cartografía.
- Registro Fotográfico Anexo E.1 Documento 2.
- Autorización de Investigación Anexo E.3 Documento 1
- Tablas bióticas Anexo E.3 Documento 2
- Guía de Movilización_Macroinvertebrados
- Depósito de muestras_Macroinvertebrados

7.2.1 FLORA

7.2.1.1 Introducción

La flora Neotropical está representada por gran número de especies que la convierten en la zona más rica de especies vegetales del planeta, trabajos y estudios botánicos han demostrado la existencia de alrededor de 90.000 especies de plantas superiores en el Neotrópico (Krebs, 1982); Ecuador al estar ubicado dentro de esta zona también alberga alrededor del 20% de las mismas (Jørgensen & León-Yáñez, 1999), convirtiéndose así en uno de los países más diversos de flora en el mundo, ya que hasta finales del 2013 se han registrado un total de 18198 especies para el Ecuador (MAE, 2013).

El presente estudio, se situó en la Provincia de Napo, en el Cantón Carlos Julio Arosemena, los ríos relacionados son el río Chucapi, Pibi y Yurasyacu, los mismo que actúan como límites de la vegetación; se efectuó el monitoreo del componente florístico, para lo cual se analizó la estructura y composición

¹ Puntos complementarios para Fauna Acuática, marzo 2023 .

de la vegetación, a través de un muestreo cuantitativo (Parcela) y dos muestreos cualitativos (Puntos de Observación), ubicados dentro del área de la concesión minera.

Con la información obtenida de los muestreos cuantitativos, se realizó análisis de diversidad y composición florística; incluyendo la evaluación del estado de conservación de los hábitats boscosos presentes, así como status de amenaza de las especies.

7.2.1.2 Área de estudio

Este estudio se encuentra geopolíticamente en la provincia de Napo de la Amazonía ecuatoriana, en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Parroquia Carlos Julio Arosemena Tola. Florísticamente se clasifica a esta área como perteneciente al ecosistema (MAE, 2013) Bosque siempreverde Piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes, (Palacios *et al.*, 1999) lo clasifica como Bosque Siempreverde Piemontano sector de las estribaciones de la cordillera Oriental subregión Norte

7.2.1.3 Tipos de vegetación

Según la información cartográfica oficial de Cobertura de Uso de Tierra, elaborada por el Ministerio del Ambiente en el año 2016 y en base a la imagen satelital de la concesión minera, se puede concluir que la mayor cobertura de uso de suelo y vegetación del área del proyecto, corresponde a bosque, siendo un área poco intervenida por actividades antrópicas. En el Anexo B. Mapa 15, se presenta la condición indicada.

Conforme con la evaluación del área de estudio, así como varios aspectos generales (estructura, fisonomía, especies indicadoras, etc.), se determinó el tipo de vegetación, como bosque maduro con presencia de extracción selectiva de madera, áreas abiertas destinadas para cultivos principalmente de maíz, además de áreas desprovistas de vegetación altamente intervenida por la remoción de tierras.

7.2.1.3.1 Bosque maduro (BM)

Son bosques primarios- bosques altos, maduros o densos que aún conservan la estructura y composición florística de un bosque primario no intervenido, ya que la extracción de madera como producto principal no los ha modificado drásticamente. Es bosque maduro que presenta cierto grado de intervención antrópica. (FAO,2008).

7.2.1.3.2 Cultivos (C)

En el área de estudio existen pequeñas áreas abiertas dentro del bosque, donde la vegetación fue cortada para la siembra de maíz, café y naranjilla.

7.2.1.4 Descripción de sitios de muestreo

La zona de estudio de la concesión minera pertenece a las microcuencas de los ríos Chucapi, Pibi y Yurasyacu, se encuentra ubicada sobre un bosque colinado donde se puede encontrar especies arbóreas propias de bosque maduros, dentro del mismo se evidencia muchos senderos los cuales dan cuenta de la cacería existente ya que las especies botánicas sirven como alimento y la extracción selectiva de madera que de a poco va tomando posesión. Dentro del área de estudio se realizó un punto cuantitativo y dos puntos cualitativos.

- PMF-1; se caracteriza por ser un bosque maduro, sobre suelo con topografía irregular, los árboles llegaron a más de 30 m de altura aproximadamente. Contaron con estratos bien marcados: Dosel, Subdosel, Sotobosque, este tipo de bosques presenta especies emergentes

que presentan alturas de 33 a 35 m de alto. La cobertura vegetal en el dosel y subdosel en el bosque maduro fue muy densa, en el sotobosque y el estrato herbáceo denso. Con presencia de claros de bosque producto de la caída de árboles.

- Los puntos de observación (2) fueron ubicados dentro del área de la concesión.

7.2.1.5 Metodología

Para realizar el levantamiento de información y la correspondiente caracterización florística, se utilizaron inventarios cuantitativos y cualitativos. La descripción de los métodos usados para determinar la flora del área de estudio se describe a continuación:

La investigación de campo se realizó los días 01 y 02 de febrero del 2018, en el área de influencia de la concesión. Para complementar y dar respuestas a las observaciones emitidas por la autoridad ambiental se realizó el ingreso a campo del 20 al 23 de marzo del 2023, en el área de influencia de la concesión.

7.2.1.5.1 Factores limitantes en la metodología

La topografía es muy irregular y la composición de especies es heterogénea y muy diversa. Así también las condiciones climáticas fue uno de los factores más influyentes al momento de realizar la metodología ya que las lluvias y la neblina dificulta la identificación de los especímenes arbóreos, en especial los de gran altura.

Dentro de los factores que incidieron en los resultados, se puede enunciar 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 algunos individuos; esto, debido a que la taxonomía de varios géneros está basada en estructuras reproductivas, y, en su ausencia, estos grupos pueden ser determinados tan solo a nivel de familia o de género.

Identificación de especies: La gran diversidad de especies registradas para los bosques de la región oriental del Ecuador hace muy difícil la identificación de todas las especies registradas; sin embargo, durante el inventario realizado en la zona de estudio, la gran mayoría de especies fueron registradas a nivel de especies, los individuos indeterminados corresponden a árboles sin copa, debido a la dinámica natural del bosque.

7.2.1.5.2 Fase de campo

Para la caracterización general de la flora y de los principales tipos de vegetación se realizó un análisis previo mediante un recorrido a las áreas boscosas donde más tarde se levantaría la información florística, para determinar el estado de conservación de las áreas de estudio, su relieve y tipo de muestreo a utilizar.

Debido a que las áreas boscosas en donde se establecerían los muestreos, en general poseen tamaños grandes se eligió dos tipos de inventarios Cuantitativo y Cualitativo, para aplicar en el muestreo.

7.2.1.5.2.1 Inventarios Cuantitativos

Para evaluar cuantitativamente la flora del área de estudio, se estableció una parcela temporal de 50 x 50 que de acuerdo a Neill (1998), estas superficies son adecuadas para permitir el análisis de la composición florística y de la estructura del bosque para fines de caracterización del medio ambiente y evaluación de los impactos ambientales en una zona con bosque.

Dentro de las parcelas se midieron, identificaron y documentaron, todos los individuos con un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) (aproximadamente a 1,3 m del suelo) igual o superior a 10 cm. Las parcelas de 0,25 ha sirven para obtener información de la diversidad vegetal y su composición florística en forma rápida (Cerón, 2003).

Dentro de las parcelas se procedió a la identificación, tabulación, medición del DAP y estimación de altura. Se colectaron los especímenes enraizados dentro de las parcelas para la toma de fotografías y para su posterior identificación, excepto para aquellos cuya identificación fue conocida en campo. Las muestras de los individuos se realizaron con la ayuda de podadoras aéreas extensibles. Para cada individuo se registró el nombre común y las características de la corteza: color, textura, olor etc., así también la presencia de exudados como: látex, resina etc., de los árboles fértiles se registró el color de las flores y frutos.

La información obtenida de las parcelas aportó para posteriormente determinar mediante análisis de cada especie sus valores de frecuencia, área basal, densidad relativa, dominancia relativa y valor de importancia de cada especie.

7.2.1.5.2.2 *Inventarios Cualitativos*

Para el análisis cualitativo de las áreas, se realizaron puntos de observación con las técnicas de observación directa y transectos. Se realizaron transectos cualitativos de 100 x 10 (1000 m²), en los cuales se registraron las especies vegetales dominantes. Se consideró la cobertura vegetal, altura del dosel y grado de intervención antrópica; adicional a esto se registraron las coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) WGS 84 Zona 18 Sur, mediante un receptor GPS en cada uno de los puntos de observación al inicio y fin de cada uno de los transectos cualitativos. Por lo que se detalla la descripción de cada una de las técnicas: Observación directa es aquella técnica en la cual el investigador pueda observar y recoger datos mediante su propia observación (Tamayo, 2007). El transecto es una técnica que permite 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, 2003).

Gran parte de los especímenes botánicos se identificaron in situ, para lo cual se consideró las características sistemáticas de cada familia, género o especie, como es el hábito de las plantas, la disposición de las hojas, forma de las hojas, tipo de fruto, número de pétalos. Adicionalmente, se usó características dendrológicas como color y consistencia de látex; consistencia y olor de la madera, y los de difícil identificación fueron colectados.

7.2.1.5.3 *Sitios de muestreo*

Los sitios de muestreo se pueden evidenciar en el Cartografía 7.16 Mapa de muestreos bióticos Flora

Tabla 7-1 **Coordenadas de sitios de muestreo**

Coordenadas UTM WGS84 (Zona 18M)		Altura (msnm)	Área de Muestreo	Tipo de muestreo	Tipo de Hábitat
Norte	Este				
174516	9874828	855	PMF-1	Cuantitativo	Bosque Maduro
174506	9874771	843			
174556	9874783	844			
174559	9874858	844			
174459	9874753	827	POF-1	Cualitativo	Bosque Maduro
174395	9874672	813			
174560	9974908	823	POF-2	Cualitativo	

Coordenadas UTM WGS84 (Zona 18M)		Altura (msnm)	Área de Muestreo	Tipo de muestreo	Tipo de Hábitat
Norte	Este				
174633	9874985	821			Bosque Maduro

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
 Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

Tabla 7-2 Esfuerzo de Muestreo de Flora

*Fecha	Código	Metodología	Tipo de muestreo	Horas/Día	No de personas	Total de horas por metodología
20-22-23/03/23	PMF-1	Parcela temporal	Cuantitativo	4 horas/ 3 días	3 hombres	12 horas
23/03/23	POF-1 POF-2	Puntos de observación	Cualitativo	2 horas /punto de observación	3 hombres	4 horas
TOTAL HORAS						16 HORAS

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
 Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

Las muestras botánicas y las fotografías tomadas de las especies se verificaron y compararon con herbarios virtuales, mismos que se detallan a continuación:

Los herbarios virtuales utilizados fueron: 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>).

Los nombres comunes y científicos registrados en campo se verificaron con el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jorgensen & León-Yáñez, 1999), la Enciclopedia de Plantas Útiles del Ecuador (de la Torre, Navarrete, & et al, 2008) y la Base de Datos (Trópicos, 2023). El endemismo y la categoría de amenaza de las especies se examinará con el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (León-Yáñez, Valencia, & et al, 2011).

7.2.1.5.4 Análisis de la información

7.2.1.5.4.1 Riqueza y Abundancia

La **riqueza** observada es estrictamente número de especies o morfotipo por sitio de muestreo, **abundancia** relativa son las respectivas proporciones de observación por especie o morfotipo o el número de observaciones por especie o morfotipo de cada una de las especies encontradas en la muestra; **frecuencia** es una proporción del número de muestras en que una especie o morfotipo se hace presente, respecto del número total de muestras. La **diversidad** alfa es la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, por lo tanto, es a un nivel “local” (Villarreal *et al.*, 2004).

7.2.1.5.4.2 Área basal

“El área basal” de un individuo se define como el área del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) en corte transversal del tallo o tronco del individuo (Cerón, 2003).

El área basal de una especie determinada en la parcela es la suma de las áreas basales de todos los individuos con DAP $\geq$ a 10 cm.

$$AB = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right)$$

Donde: D = Diámetro a la altura del pecho

π = Constante 3,1416

7.2.1.5.4.3 Biomasa (Volumen)

La biomasa es una variable para obtener el peso del material vegetal vivo por unidad de área. Esta variable se puede estimar de manera directa o indirecta.

Para esta ocasión se usará la forma indirecta, por medio de las estimaciones de volumen del material vivo dentro del área muestreada.

$$B = L \times AB \times Ff$$

Donde: B = Biomasa

L = Longitud o altura del árbol; y

AB = Área Basal

Ff = factor de forma de tronco (constante de 0,7)

7.2.1.5.4.4 Densidad Relativa (DnR)

La “Densidad Relativa” (DnR) Está determinada por el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población (Aguirre y Aguirre 1999); en este caso con respecto al número total de árboles de la parcela, se utiliza la siguiente fórmula:

$$DnR = \frac{\text{No. de individuos de una especie}}{\text{No. total de individuos}} \times 100$$

7.2.1.5.4.5 Dominancia Relativa (DmR)

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):

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

7.2.1.5.4.6 Índice de Valor de Importancia (IVI)

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a dos parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal) y densidad. El índice de valor de importancia (IVI) es la suma de estos dos parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. Para obtener el IVI es necesario transformar los datos de área basal y densidad en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del IVI será igual a 200. No siempre las especies que tienen un valor alto en alguno de los parámetros utilizados para determinar la importancia (cobertura, densidad, frecuencia), son más importantes (Mostacedo *et al.* 2000).

$$IVI = DR + DMR$$

Donde: IVI = índice de valor de importancia

DR = Densidad relativa

DMR= Dominancia relativa (Área basal)

7.2.1.5.4.7 Curva de Abundancia de Especies

La abundancia hace referencia al número de individuos por especie (Melo & Vargas 2003). Comprenden gráficos representativos de las especies más frecuentes dentro de la parcela permitiendo identificar rápidamente los grupos dominantes y las especies raras.

7.2.1.5.4.8 Índice de Diversidad de Shannon

Este índice “mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección”. 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 A., 2004).

Se calcula con la siguiente fórmula:

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

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.

7.2.1.5.4.9 Índice de Diversidad de Simpson

Es una medida de dominancia que se enfatiza en las especies más comunes y refleja la riqueza de especies:

$$I = \sum P_i^2$$

Donde: I = Índice de Simpson

$\sum P_i^2$ = Sumatoria de la Proporción de individuos elevado al cuadrado.

Mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población de N individuos, que provengan de la misma especie, si una especie dada i ($i=1,2,...,S$) es representada en la comunidad como P_i (Proporción de individuos), la probabilidad de extraer al azar dos individuos pertenecientes a la misma especie, se denomina probabilidad conjunta [$(P_i)(P_i)$, o P_i^2]. El índice varía inversamente con la heterogeneidad si los valores del índice decrecen la diversidad crece, Cerón (2003) y Krebs (1985).

A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece, por ello el Índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia; por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies, entonces entre más aumente el valor a uno, la diversidad disminuye (Pielou, 1969) ; sin embargo Jost (2006) realizó una corrección al índice, al demostrar que el valor de diversidad es el inverso de la sumatoria de las proporciones individuales de las especies al cuadrado.

$$\lambda = 1 / \sum p_i^2$$

Donde: $\sum$ = Sumatoria

p_i = es el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

El valor resultante se interpreta en relación con el número de especies encontradas, siendo diversidad baja cuando el valor de Simpson es inferior a un tercio de las especies encontradas, media entre uno y dos tercios de las especies del muestreo y alta cuando es mayor a dos tercios de las especies halladas.

Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). Como el índice de Simpson (D) refleja el grado de dominancia en una comunidad, la diversidad de esta suele calcularse utilizando la forma 1-D (Yáñez, 2014).

7.2.1.5.4.10 Índice de Chao 1

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao, 1984; Chao y Lee, 1992; Smith y van Belle, 1984). S es el número de especies en una muestra, a es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (número de “singletons”) y b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de “doubletons”); (Colwell y Coddington, 1994).

$$\text{Chao 1} = S + a^2 / 2b$$

Donde: S = Número de especies de la muestra.

a = Número de especies que están representadas por un único individuo en la muestra.

b = Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra.

7.2.1.5.4.11 Curva de Acumulación de Especies

Las curvas de acumulación de especies, representan el número de especies acumuladas en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado, son una potente metodología para estandarizar las estimas de riqueza obtenidas en distintos trabajos de inventariado. Además, permiten obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios (Jiménez y Hortal, 2003). La curva de acumulación se realizó solo para la parcela.

7.2.1.5.5 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 nichos ecológicos que ese hábitat puede ofrecer es alta en los trópicos, la posibilidad de ofrecer mayores expectativas de vida es alta (MacArthur, 1996, 1972).

Los aspectos ecológicos evaluados dentro del muestreo fueron: la cobertura vegetal, las formaciones de bosque, tipos de bosque, especies indicadoras y categorías de amenaza UICN (uicnredlist.org, 2014) sobre las especies registradas.

7.2.1.5.5.1 Estratificación vertical

Según Juvenal & Salas (1997) la estructura vertical responde a la composición de ciertas características que tienen las especies, también responde a condiciones micro climáticas, que permiten a las especies cambiar, moverse a diferentes alturas del perfil, desarrollándose en los niveles que satisfagan sus demandas de radiación, temperatura, viento, humedad relativa, evapotranspiración y la concentración de CO₂. En estudios biológicos, la altura es un parámetro básico de la descripción del bosque, además es una variable necesaria para estimar el volumen, el crecimiento y la clasificación de sitios. Para el estudio la descripción de la estructura vertical se basó en la comparación de los tamaños

alcanzados por las diferentes especies en cada formación a nivel de clases altimétricas con intervalos de 5 m (5, 10, 15, etc.), mostrando así las alturas máxima y mínima para cada una de ellas.

Una de las características particulares de los bosques tropicales es el gran número de especies representadas por pocos individuos. Además, 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 éstas, 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 corresponde al estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo (Kageyama, 1994).

7.2.1.5.5.2 Fenología

Es el estudio de las fases o actividades periódicas y representativas del ciclo de vida de las plantas y su variación temporal a lo largo del año (Mantovani *et al.*, 2003). Se registró toda actividad como la presencia de botones florales, flores y frutos para relacionarla con la presencia de fauna.

7.2.1.5.5.3 Especies endémicas

También llamadas especies microreales, son aquellas especies o taxones que están restringidos a una ubicación geográfica muy concreta y fuera de esta ubicación no se encuentra en otra parte. Se examinó con el Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición (León-Yáñez, y otros, 2011), la base de datos (Tropicos.org, 2023) y en Adiciones a la Flora del Ecuador segundo suplemento (Neill & Ulloa, 2011).

7.2.1.5.5.4 Uso de recurso florístico

Esta información se obtuvo de la revisión bibliográfica de las publicaciones de De la Torre (2008).

7.2.1.5.5.5 Estado de Conservación de la Flora

El Estado de Conservación de las especies será analizado a través de las categorías de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) como:

- **Vulnerable (VU):** Cuando es clasificada en esta categoría de la Lista Roja tras determinarse que enfrenta un alto riesgo de extinción en estado silvestre.
- **Casi Amenazado (NT):** Un taxón está en la categoría de Casi amenazado, cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En peligro crítico, En peligro o Vulnerable, pero está cercano a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga en un futuro cercano.
- **En Preocupación Menor (LC):** Un taxón está en la categoría de Preocupación menor cuando habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías en Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

7.2.1.6 Descripción

En el área de influencia de la concesión, en donde se levantó la información florística mediante la aplicación de inventarios cuantitativos y cualitativos se establece que la cobertura vegetal es de tipo maduro, con abundantes especies heliófilas herbáceas, arbustivas y arbóreas, típicas de áreas conservadas con uso antrópico selectivo.

En los inventarios realizados en el área de la concesión se encontró abundantes individuos de especies heliófilas y de uso antrópico como: *Otoba parvifolia* (14 individuos), *Coussarea brevicaulis* (8 Individuos), *Leonia glycyarpa* (7 individuos) y *Alchorneopsis floribunda* e *Iriartea deltoidea* (6 individuos cada una), especies características área en buen estado de conservación. Las especies de sucesión se registraron en los claros naturales del bosque; estas son *Cecropia sciadophylla*, *Jacaranda copaia*.

7.2.1.6.1 Formaciones Vegetales

Según el Mapa de Vegetación (MAE, 2013), el área de estudio pertenece a:

BsPn03 Bosque siempreverde Piemontano del Norte de la cordillera Orienta de los Andes

Este ecosistema está formado por un bosque denso de 15 a 35 m de alto, la vegetación presenta una cobertura densa de estructura compleja con varios estratos, observándose ocasionalmente lianas. En la combinación florística es característica la presencia de varis especies andinas macrotérmicas, asociadas a flora del occidente de la Amazonia.

Existe una transición con los bosques montanos bajos entre 1000 y 1300 msnm y que marca un recambio en la composición de especies. Los árboles en promedio no son tan grandes en altura o diámetro y los fustes tienen mayores densidades de Epífitas. Dentro de este rango altitudinal las especies tanto de la baja Amazonia como las andinas encuentran sus límites altitudinales superior e inferior respectivamente.

El ecosistema se asienta sobre sustratos relativamente ácidos de suelos bien drenados, se puede observar una serie de relieves tabulares y estructurales donde se definen vertientes, crestas sobre areniscas, con baja cobertura de cenizas volcánicas. El paisaje está dominado por colinas altas y medias de crestas agudas y redondeadas relacionadas con rocas volcánicas y sedimentarias de origen más reciente.

Especies diagnosticas: *Cedrelinga cateniformis*, *Chrysophyllum sanguinolentum*, *Dacryodes peruviana*, *Elaeagia pastoensis*, *Eschweillera coriácea*, *Jacaranda copaia*, *Graffenrieda colombiana*, *Guarea kunthiana*, *Guarea persistens*, *Iriartea deltoidea*, *Nectandra laurel*, *Neea divaricata*, *Ocotea longifolia*, *Otoba parvifolia*, *Pouteria torta*, *Rudgea skutchii*, *Socratea exorrhiza*, *Stenopadus andicola*, *Terminalia amazónica*, *Wettinia maynensis*, *Costus cupreifolius*, *Lophosoria quadripinnata*.

Bosque Siempreverde Piemontano sector de las estribaciones de la cordillera Oriental subregión Norte

Aproximadamente entre los 600 y 1.300 m.s.n.m. ocurre una franja donde el traslape entre las especies amazónicas y andinas es muy obvia. Pocas especies de árboles de las tierras bajas superan el límite superior de los 1.300 m.s.n.m. El dosel superior en estos bosques alcanza los 30 m de altura. El subdosel y sotobosque son muy densos. A menudo se ven manchas de *Bambusa* sp. (Poaceae). En Chaluayacu, en la vía Hollín-Loreto, se encontraron 130 especies mayores a 10 cm de DAP en una hectárea (Hurtado et al. en prep.). *Dacryodes cupularis* (Burseraceae) y otras especies de este género son los elementos arbóreos más sobresalientes. La presencia de especies de géneros típicos andinos como *Saurauia* (Actinidiaceae); *Hedyosmum* (Chloranthaceae); *Brunellia* (Brunelliaceae) y *Weinmannia* (Cunoniaceae), aunque menos abundantes, muestra el carácter de ecotono de esta zona.

Flora característica: Elementos muy importantes en el dosel son: *Dacryodes cupularis* (Burseraceae); *Iriartea deltoidea* y *Wettinia maynensis* (Arecaceae); *Pourouma guianensis* (Cecropiaceae); *Ocotea javitensis* (Lauraceae); *Erismia uncinatum*; *Vochysia ferruginea* (Vochysiaceae). En el subdosel aparecen *Heisteria acuminata* (Olacaceae); *Matteniusa tessmannii* (Icacaceae); *Guarea persistens*

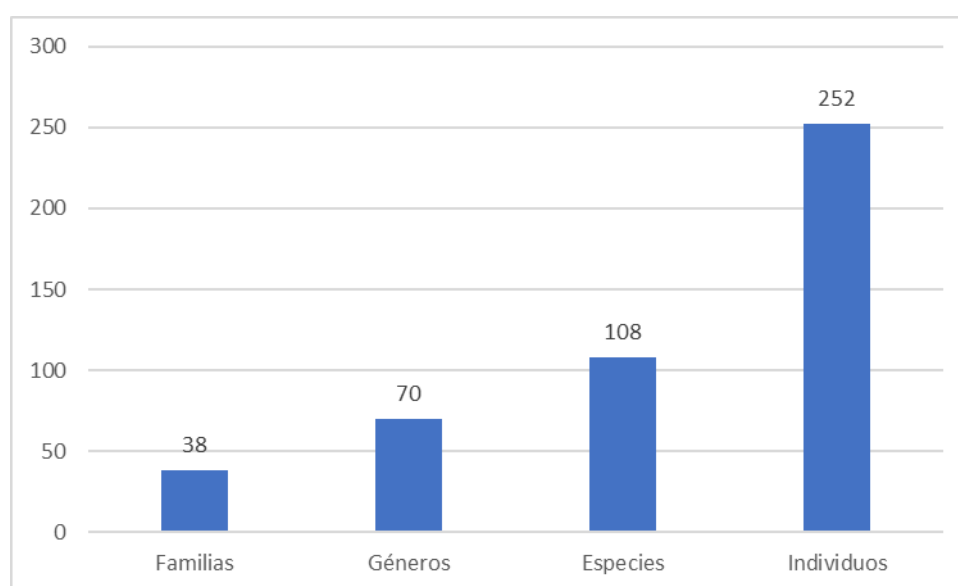
(Meliaceae); *Catoblastus praemorsus* (Arecaceae). Correspondencia en otros sistemas: AS: incluido en selva pluvial submacrotérmica flanco andina oriental; C: incluido en bosque húmedo premontano, bosque muy húmedo premontano; H: bosques montanos.

7.2.1.7 RESULTADOS

7.2.1.7.1 Análisis general

El área del proyecto presenta una riqueza de 108 especies, lo que indica una alta biodiversidad. Sin embargo, 31 registros no fueron identificados a nivel de especie. Se han registrado 38 familias y 70 géneros, con dos individuos indeterminados en ambas categorías. Esto refleja una estructura jerárquica diversa y una organización biológica compleja.

Figura 7-2 Riqueza y abundancia general de Flora



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.1.7.1.1 Abundancia general

La abundancia se refiere a la cantidad total de individuos de todas las especies en la comunidad, y es importante para entender cómo se distribuyen esos individuos entre las diferentes especies, es así que se obtuvo un total de 252 individuos en la comunidad, de los cuales 185 fueron registrados en la parcela temporal y 67 en los puntos cualitativos. Esta cifra nos da una idea de cuán densa es la población total, pero no necesariamente de cómo se distribuyen esos individuos entre las especies.

Si los individuos están distribuidos de manera desigual entre las especies, entonces algunas especies serán más abundantes que otras, lo que indicaría una abundancia heterogénea. Si los individuos están distribuidos de manera más equitativa entre las especies, entonces podemos decir que hay una abundancia más homogénea.

7.2.1.7.2 Análisis cuantitativo

7.2.1.7.2.1 Estructura y Composición Florística

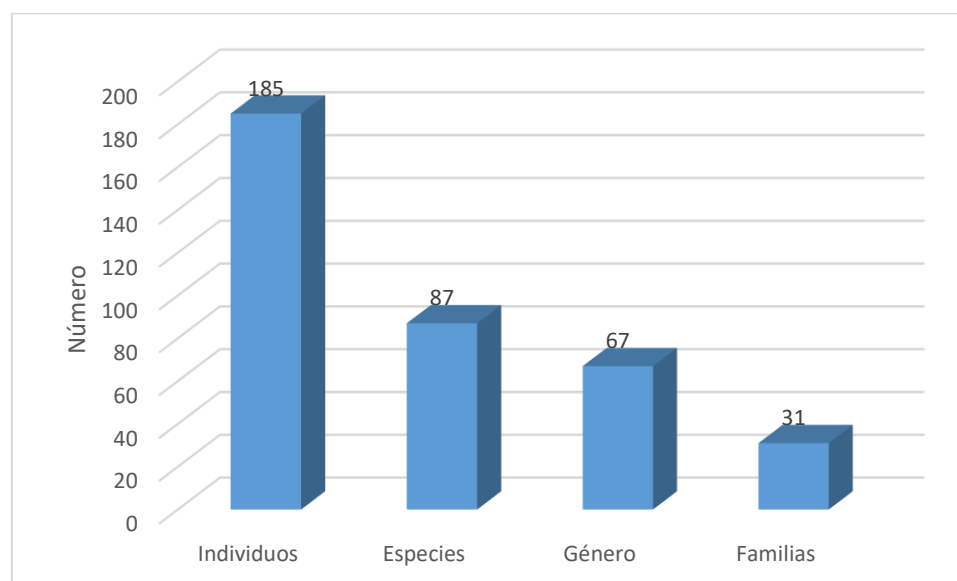
El punto PMF-1, está ubicado en bosque maduro sin intervención antrópica, a una altura de 855 m aproximadamente, sobre suelo con topografía muy irregular y algo inclinado, los árboles llegaron hasta más de 35 m de altura aproximadamente. Contaron con estratos bien marcados: Dosel,

Subdosel, Sotobosque. Este tipo de bosques presentan especies emergentes que alcanzan los 35 metros de alto *Protium nodulosum*, *Tapirira guianensis*, *Switenia macrophylla*, *Virola duckei*, *Otoba parvifolia*, *Guarea* sp. e *Inga* sp. La cobertura vegetal en el dosel y subdosel es muy densa, en el sotobosque y el estrato herbáceo semiabierto. Entre las especies más frecuentes del dosel (árboles de 28 a 20 metros), se encontraron a *Pouteria guianensis*, *Pouteria torta*, *Puoteria* sp. (Sapotaceae), *Otoba parvifolia* (Myristicaceae), *Eschweilera coriaceae* (Lecythidaceae), *Sapium marmieri* (Euphorbiaceae), *Unonopsis floribunda* (Annonaceae), *Perebea guianensis* (Moraceae), *Iriartea deltoidea* (Arecaceae). El subdosel (árboles de 19 a 15) generalmente conformado por las especies: *Jacaranda copaia* (Bignoniaceae), *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae), *Theobroma subincanum* (Malvaceae), *Guarea guidonia* (Meliaceae), *Grias neuberthii* (Lecythidaceae). El sotobosque (árboles de 10 metros) está formado por individuos pequeños de estratos más grandes: *Trichilia* sp. (Meliaceae), *Sloanea macrophylla* (Elaeocarpaceae), *Coussarea brevicaulis* (Rubiaceae), *Eugenia* sp. (Myrtaceae).

7.2.1.7.2.2 Riqueza y abundancia

Se registró un total de 185 individuos con un DAP ≥ 10 cm en su gran mayoría, distribuidos en 87 especies, 67 géneros agrupados en 31 familias. Siendo las familias Myristicaceae, Meliaceae, Fabaceae y Sapotaceae las más abundantes.

Figura 7-3 Riqueza y abundancia de Flora

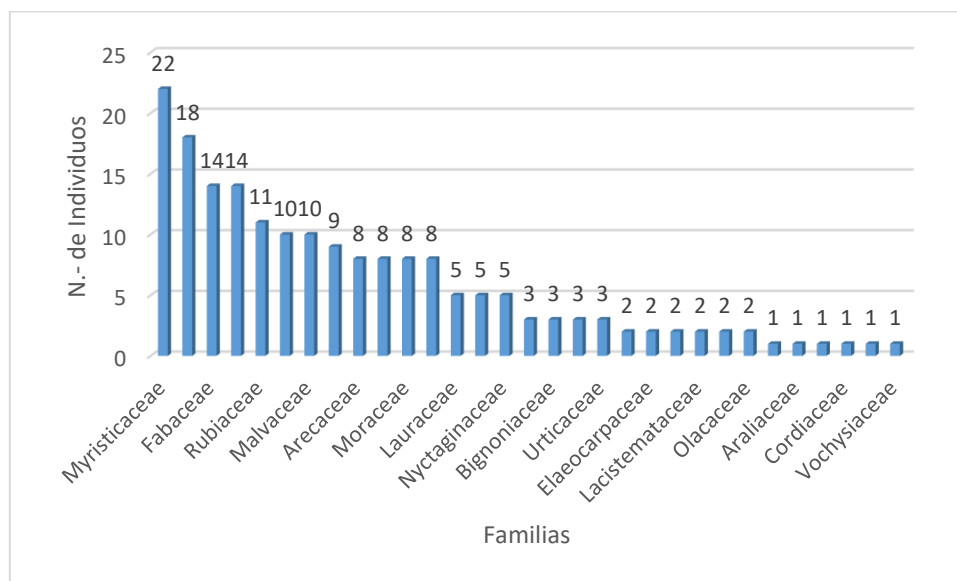


Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.1.7.2.3 Abundancia de individuos por familias.

Las familias con mayor abundancia de individuos con DAP > 10 cm fueron familias Myristicaceae, Meliaceae, Fabaceae y Sapotaceae: Myristicaceae con un total de 22 de individuos, Meliaceae con 18 individuos, Fabaceae y Sapotaceae con 14 individuos cada una, otras de las más abundantes fueron: Rubiaceae con 11 individuos, Euphorbiaceae y Malvaceae con 10 individuos cada una, las demás con menos de 10 individuos.

Figura 7-4. Abundancia de Individuos por Familias



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.1.7.2.4 Índice de Valor de Importancia IVI

Las especies más importantes según el Índice de Valor de Importancia son: *Otoba parvifolia* (18,48), *Alchorneopsis floribunda* (10,07), *Tapirira guianensis* (7,95), *Coussarea brevicaulis* (6,15), *Leonia glycyarpa* (5,98), *Iriartea deltoidea* (5,49), *Pourouma cecropiifolia* (4,50), *Inga* sp. (4,40), *Guarea* sp. (4,37) y *Sweetinia macrophylla* (4,33).

El Área Basal fue de 8,13 m² en 0,25 de hectárea. Esta cantidad indica valores altos de Área Basal e Índice de Valor de Importancia y un valor comercial significativo. Las especies más importantes son de valor económico alto.

En la siguiente tabla, se detalla las especies registradas clasificadas de manera descendente de acuerdo a la cantidad de individuos encontrados, de los registros obtenidos en la parcela PMF-1

Tabla 7-3 Especies registradas

N.-	Familia	Especie	No. Individuos	DAP (m)	AB (m ²)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	Myristicaceae	<i>Otoba parvifolia</i>	14	3,638	0,888	7,568	10,922	18,489
2	Euphorbiaceae	<i>Alchorneopsis floribunda</i>	6	1,872	0,555	3,243	6,826	10,069
3	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	3	1,397	0,515	1,622	6,333	7,955
4	Rubiaceae	<i>Coussarea brevicaulis</i>	8	1,216	0,148	4,324	1,826	6,150
5	Violaceae	<i>Leonia glycyarpa</i>	7	1,249	0,179	3,784	2,199	5,983
6	Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	6	1,179	0,183	3,243	2,253	5,496
7	Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	0,789	0,278	1,081	3,424	4,505
8	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	3	0,890	0,226	1,622	2,785	4,406
9	Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	2	0,688	0,268	1,081	3,298	4,379
10	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	2	0,820	0,264	1,081	3,249	4,331
11	Fabaceae	<i>Parkia nitida</i>	2	0,672	0,243	1,081	2,993	4,074

N.-	Familia	Especie	No. Individuos	DAP (m)	AB (m ²)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
12	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	2	0,707	0,200	1,081	2,456	3,537
13	Burseraceae	<i>Protium ecuadorenses</i>	5	0,625	0,062	2,703	0,766	3,469
14	Fabaceae	<i>Inga sp.2</i>	1	0,535	0,225	0,541	2,763	3,303
15	Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i>	2	0,640	0,170	1,081	2,085	3,166
16	Lecythidaceae	<i>Gustavia macarenensis</i>	3	0,597	0,121	1,622	1,486	3,108
17	Myristicaceae	<i>Virola duckei</i>	2	0,614	0,164	1,081	2,017	3,098
18	Meliaceae	<i>Trichilia sp.</i>	3	0,640	0,116	1,622	1,422	3,044
19	Burseraceae	<i>Protium nodulosum</i>	3	0,594	0,104	1,622	1,280	2,901
20	Fabaceae	<i>Inga nobilis</i>	1	0,493	0,191	0,541	2,352	2,892
21	Myristicaceae	<i>Compsonura capitellata</i>	3	0,576	0,097	1,622	1,195	2,817
22	Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	3	0,576	0,097	1,622	1,190	2,812
23	Moraceae	<i>Naucleopsis ulei</i>	2	0,590	0,140	1,081	1,724	2,805
24	Sapotaceae	<i>Pouteria guianensis</i>	3	0,565	0,090	1,622	1,104	2,726
25	Lecythidaceae	<i>Grias neuberthii</i>	3	0,522	0,074	1,622	0,905	2,527
26	Malvaceae	<i>Theobroma subincanum</i>	3	0,525	0,072	1,622	0,889	2,511
27	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	3	0,512	0,071	1,622	0,877	2,499
28	Euphorbiaceae	<i>Sapium marmieri</i>	2	0,516	0,114	1,081	1,407	2,488
29	Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i>	3	0,493	0,066	1,622	0,807	2,429
30	Myristicaceae	<i>Virola surinamensis</i>	2	0,458	0,108	1,081	1,328	2,409
31	Fabaceae	<i>Myroxylon balsamum</i>	2	0,465	0,104	1,081	1,283	2,364
32	Meliaceae	<i>Guarea pterorhachis</i>	3	0,447	0,053	1,622	0,647	2,268
33	Meliaceae	<i>Guarea silvatica</i>	3	0,441	0,052	1,622	0,638	2,260
34	Moraceae	<i>Perebea guianensis</i>	1	0,420	0,139	0,541	1,705	2,246
35	Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	3	0,388	0,040	1,622	0,495	2,116
36	Annonaceae	<i>Unonopsis floribunda</i>	2	0,423	0,076	1,081	0,940	2,021
37	Malvaceae	<i>Apeiba membranacea</i>	2	0,420	0,071	1,081	0,876	1,958
38	Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	2	0,388	0,061	1,081	0,744	1,825
39	Moraceae	<i>Perebea xanthochyma</i>	2	0,342	0,053	1,081	0,650	1,731
40	Anacardiaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	2	0,361	0,052	1,081	0,644	1,725
41	Myrtaceae	<i>Eugenia sp.</i>	2	0,349	0,048	1,081	0,589	1,670
42	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	2	0,337	0,047	1,081	0,583	1,664
43	Nyctaginaceae	<i>Neea macrophylla</i>	2	0,328	0,044	1,081	0,545	1,626
44	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	2	0,325	0,042	1,081	0,514	1,595
45	Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i>	2	0,321	0,041	1,081	0,503	1,584
46	Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i>	2	0,310	0,038	1,081	0,465	1,546
47	Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i>	1	0,315	0,078	0,541	0,959	1,500
48	Elaeocaraceae	<i>Sloanea macrophylla</i>	2	0,285	0,034	1,081	0,413	1,494
49	Indeterminada	<i>Indeterminada</i>	2	0,267	0,028	1,081	0,346	1,427

N.-	Familia	Especie	No. Individuos	DAP (m)	AB (m ²)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
50	Lauraceae	<i>Rhodostemenodaphne kunthiana</i>	1	0,302	0,072	0,541	0,883	1,424
51	Myrtaceae	<i>Calyptanthus forsteri</i>	2	0,242	0,023	1,081	0,284	1,366
52	Lamiaceae	<i>Aegiphila alba</i>	2	0,239	0,023	1,081	0,277	1,358
53	Malvaceae	<i>Sterculia tessmannii</i>	1	0,290	0,066	0,541	0,811	1,351
54	Lacistemataceae	<i>Lacistema sp.</i>	2	0,228	0,020	1,081	0,250	1,331
55	Nyctaginaceae	<i>Neea sp.</i>	2	0,208	0,017	1,081	0,210	1,291
56	Nyctaginaceae	<i>Neea divaricata</i>	1	0,251	0,050	0,541	0,611	1,151
57	Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	1	0,248	0,048	0,541	0,596	1,136
58	Euphorbiaceae	<i>Alchornea sp.</i>	1	0,232	0,042	0,541	0,522	1,062
59	Burseraceae	<i>Dacryodes sp.</i>	1	0,229	0,041	0,541	0,507	1,048
60	Moraceae	<i>Clarisia biflora</i>	1	0,218	0,037	0,541	0,459	1,000
61	Rubiaceae	<i>Chimarrhis cf. glabriflora</i>	1	0,210	0,035	0,541	0,426	0,967
62	Fabaceae	<i>Inga leiocalycina</i>	1	0,210	0,035	0,541	0,426	0,967
63	Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i>	1	0,207	0,034	0,541	0,414	0,954
64	Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i>	1	0,207	0,034	0,541	0,414	0,954
65	Lauraceae	<i>Ocotea javitensis</i>	1	0,204	0,033	0,541	0,401	0,941
66	Araliaceae	<i>Dendropanax caucanus</i>	1	0,201	0,032	0,541	0,388	0,929
67	Malvaceae	<i>Sterculia colombiana</i>	1	0,193	0,029	0,541	0,358	0,899
68	Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	1	0,191	0,029	0,541	0,352	0,893
69	Annonaceae	<i>Guatteria glaberrima</i>	1	0,189	0,028	0,541	0,347	0,887
70	Lauraceae	<i>Nectandra laurel</i>	1	0,178	0,025	0,541	0,307	0,847
71	Malvaceae	<i>Sterculia apetala</i>	1	0,172	0,023	0,541	0,285	0,826
72	Euphorbiaceae	<i>Caryodendron orinocense</i>	1	0,169	0,022	0,541	0,275	0,815
73	Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	1	0,162	0,021	0,541	0,255	0,795
74	Myristicaceae	<i>Virola calophylla</i>	1	0,159	0,020	0,541	0,245	0,785
75	Fabaceae	<i>Calliandra angustifolia</i>	1	0,151	0,018	0,541	0,221	0,761
76	Cordiaceae	<i>Cordia sp.</i>	1	0,146	0,017	0,541	0,207	0,748
77	Moraceae	<i>Ficus guianensis</i>	1	0,146	0,017	0,541	0,207	0,748
78	Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i>	1	0,142	0,016	0,541	0,194	0,734
79	Violaceae	<i>Leonia crassa</i>	1	0,140	0,015	0,541	0,189	0,730
80	Salicaceae	<i>Casearia javitensis</i>	1	0,134	0,014	0,541	0,173	0,713
81	Malvaceae	<i>Herrania nitida</i>	1	0,134	0,014	0,541	0,173	0,713
82	Rubiaceae	<i>Faramea sp.</i>	1	0,121	0,011	0,541	0,141	0,682
83	Sapotaceae	<i>Micropholis venulosa</i>	1	0,111	0,010	0,541	0,120	0,660
84	Fabaceae	<i>Inga sp.3</i>	1	0,108	0,009	0,541	0,113	0,654
85	Malvaceae	<i>Matisia oblongifolia</i>	1	0,108	0,009	0,541	0,113	0,654
86	Vochysiaceae	<i>Vochysia brachyloba</i>	1	0,108	0,009	0,541	0,113	0,654
87	Rubiaceae	<i>Palicourea sp.</i>	1	0,105	0,009	0,541	0,107	0,647

N.-	Familia	Especie	No. Individuos	DAP (m)	AB (m ²)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
	Total		185		8,136	100,00	100,00	200,00

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

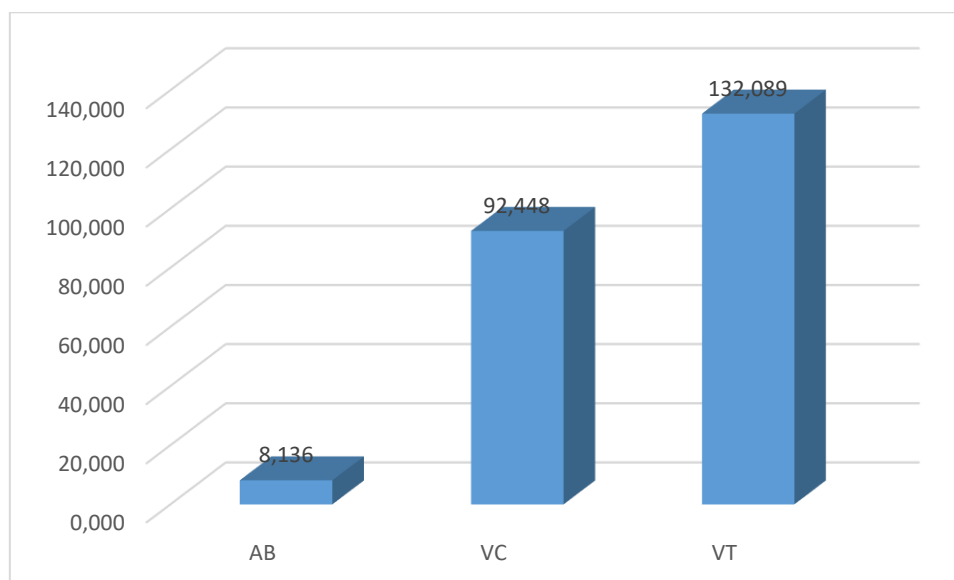
7.2.1.7.2.5 Área basal (AB)

El área basal total de la parcela es de 8,13 m². La especie *Otoba parvifolia* con 0,88 m², seguida de *Alchorneopsis floribunda* con 0,55 m², y *Tapirira guianensis* con 0,51 m², son las especies que representan el área basal más alta debido al gran número de individuos o por la presencia de sus fustes anchos.

7.2.1.7.2.6 Biomasa

La biomasa total (estimada por medio del volumen) es de 132,08 m³ de madera, tanto que el volumen comercial es de 92,44 m³.

Figura 7-5 Área Basal, Volumen Total y Comercial de área de estudio



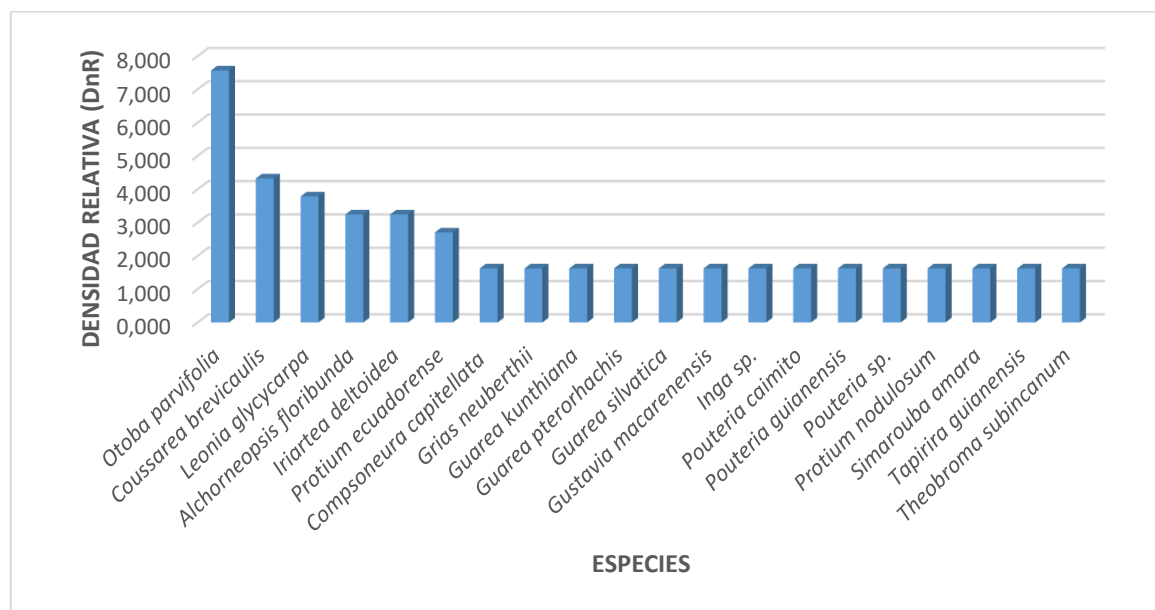
Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.1.7.2.7 Densidad Relativa (DnR).

En cuanto a la frecuencia son seis las especies con mayor valor de Densidad Relativa y pueden ser consideradas como las que más aportan a la densidad del área muestreada son: *Otoba parvifolia* con 7,56 y *Coussarea brevicaulis* con 4,32; *Leonia glycyarpa* con 3,78; *Alchorneopsis floribunda* e *Iriarteia deltoidea* con 3,24 cada una, y *Protium ecuadorens* con 2,70 el resto de especies tienen valores inferiores o iguales a 1,62.

Figura 7-6 Densidad Relativa del muestreo cuantitativo

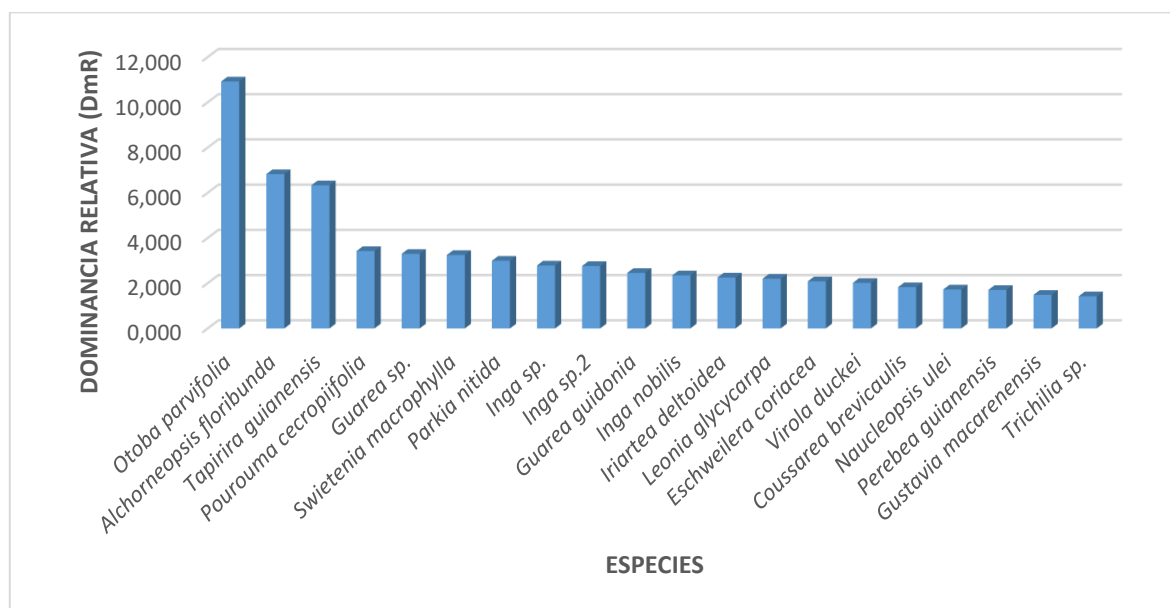


Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.1.7.2.8 Dominancia relativa (DmR)

En cuanto a la dominancia son cuatro las especies con mayores valores de Dominancia Relativa y pueden ser consideradas como dominantes, pues presentan valores mayores las especies *Otoba parvifolia* con 10,92; *Alchorneopsis floribunda* con 6,82; *Tapirira guianensis* con 6,33 y *Pourouma cecropiifolia* con 3,42. Estos valores se deben a principalmente a que los individuos presentan fustes relativamente gruesos, las demás especies presentan valores inferiores.

Figura 7-7 Dominancia Relativa del muestreo cuantitativo

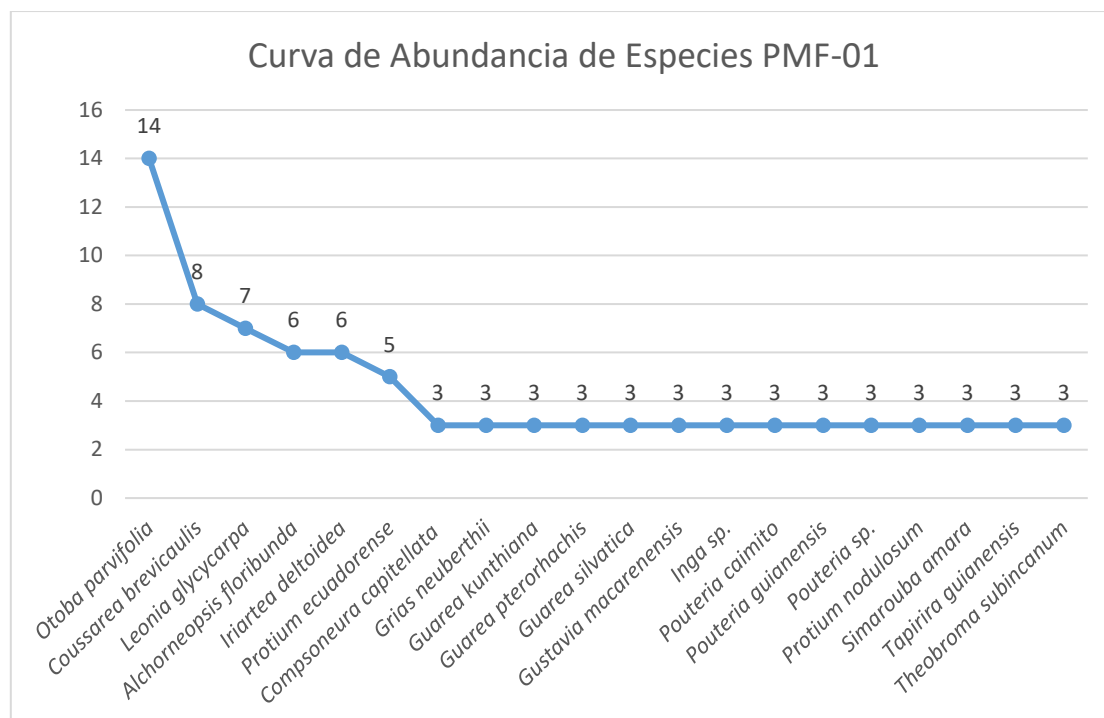


Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.1.7.2.9 Curva de Abundancia de Especies

De acuerdo a la frecuencia de las especies en el muestreo, ubicada en bosque maduro, se evidencia la dominancia de *Otoba parvifolia* como la especie dominante, un segundo grupo de 5 especies consideradas como medianamente dominantes (*Coussarea brevicaulis*, *Leonia glycyarpa*, *Alchorneopsis floribunda*, *Iriartea deltoidea*, *Protium ecuadorensis*), un tercer grupo de 43 especies, consideradas como escasas con 3 a 2 individuos y, un cuarto grupo de 38 especies consideradas como raras con apenas un individuos.

Figura 7-8 Curva de Abundancia de especies en el muestro cuantitativo

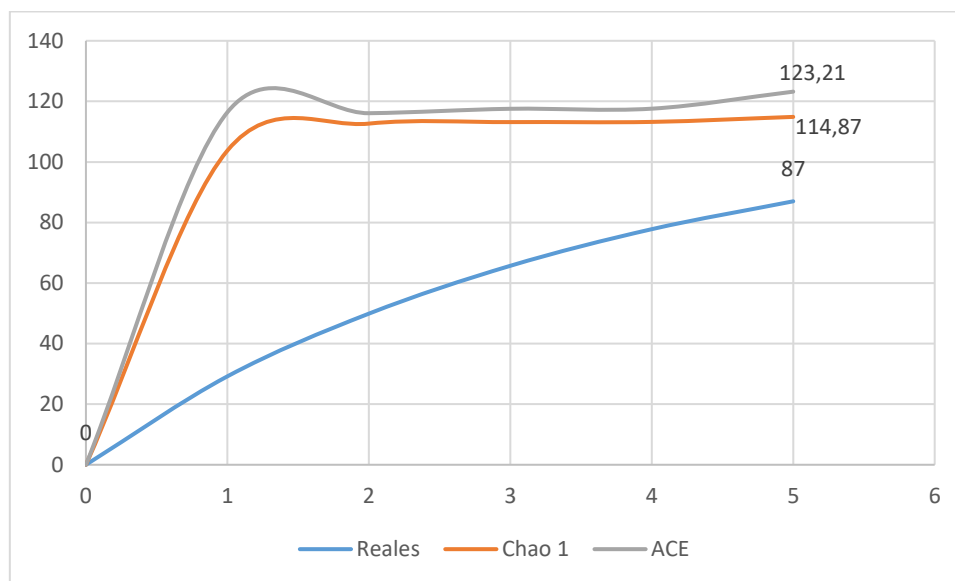


Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.1.7.2.10 Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies para la parcela temporal PMF-01, aún dista de alcanzar la asíntota, siendo viable el incremento de individuos de acuerdo a su DAP, lo cual permitirá llegar a los valores esperados y a su vez estabilizar la curva. Por su parte el índice de Chao 1 alcanzó 114.87 especies, por lo que el dato reportado en el campo (87 especies) representa el 76.31 % de las especies estimadas.

Figura 7-9 Curva de Acumulación de especies en el muestro cuantitativo



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.1.7.2.11 Índice de Shannon

Al analizar los datos de diversidad el Índice de Simpson, arrojó un valor de diversidad de 4,22 en relación con el número de especies registradas (87), y a la abundancia de 185 individuos, lo que indica que el área de estudio es muy diversa.

7.2.1.7.2.12 Índice de Diversidad de Simpson

Al analizar los datos de diversidad el Índice de Simpson, arrojó un valor de diversidad de 0,979 en relación con el número de especies registradas (87), y a la abundancia de 185 individuos, lo que indica que el área de estudio es muy diversa.

7.2.1.7.2.13 Índice Chao 1

El índice de Chao expresa que 113 sería una aproximación al número total de especies registradas para el área, en base a las especies raras y las que presentan dos individuos registrados en la parcela.

Tabla 7-4 Índice de Chao 1

# total de especies	# de especies con un individuo	# de especies con dos individuos	Chao 1
87	38	28	114.87

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

El resultado nos indica que el número de especies registrado para el área de estudio se registró más de la mitad de las especies esperadas, ya que se registró 87 especies de 113 que teóricamente existen en la zona. Es decir que en total se registró el 77 % de especies esperadas para el área.

A pesar de obtener un alto porcentaje de especies registradas, se recomienda a futuro aumentar los sitios de muestro para que exista la posibilidad de registrar toda la diversidad del área y se llegue al número esperado de especies; la zona al no presentar mucha intervención antrópica y presentar buena cobertura vegetal es propicia para aumentar el registro de especies.

7.2.1.7.3 Análisis cualitativo

POF-1

En el punto cualitativo POF-1 se registraron 18 familias, 30 géneros y 31 especies. Corresponde a bosque maduro, la única intervención observada son los linderos de separación de propiedad del Sr. Alvarado. El dosel, subdosel y sotobosque bien diferenciado, el dosel denso con especies que sobrepasan los 25 m de alto con especies como: *Otoba parvifolia* (Myristicaceae) *Iriartea deltoidea* (Arecaceae), *Chrysophyllum venezuelanense* (Sapotaceae), el subdosel con especies de más de 15 m con especies como: *Matisia obliquifolia*, *Herrania nitida*, *Theobroma subincanum* (Malvaceae), *Grias neuberthii* (Lecythidaceae) y el sotobosque un tanto abierto con especies comunes de árboles grandes: *Eugenia* sp. (Myrtaceae), *Sloanea* sp. (Elaeocarpaceae). *Clusia* (Clusiaceae) y el estrato herbáceo con especies como: *Besleria* sp (Gesneriaceae), *Miconia* sp. (Melastomataceae), *Costus scaber* (Costaceae). Las especies registradas en el punto cualitativos se detallan a continuación.

Tabla 7-5 Especies del muestreo cualitativo POF-1

N°	Familia	Género	Especie	Hábito
1	Malvaceae	Herrania	<i>Herrania nitida</i>	Árbol
2	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea</i> sp.	Árbol
3	Myristicaceae	Otoba	<i>Otoba parvifolia</i>	Árbol
4	Arecaceae	Socratea	<i>Socratea exorrhiza</i>	Árbol
5	Myristicaceae	Virola	<i>Virola duckei</i>	Árbol
6	Urticaceae	Pourouma	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Árbol
7	Euphorbiaceae	Alchorneopsis	<i>Alchorneopsis floribunda</i>	Árbol
8	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	Árbol
9	Sapotaceae	Chrysophyllum	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	Árbol
10	Myrtaceae	Eugenia	<i>Eugenia</i> sp.	Árbol
11	Burseraceae	Protium	<i>Protium ecuadorensis</i>	Árbol
12	Malvaceae	Matisia	<i>Matisia oblongifolia</i>	Árbol
13	Malvaceae	Theobroma	<i>Theobroma subincanum</i>	Árbol
14	Myristicaceae	Virola	<i>Virola surinamensis</i>	Árbol
15	Fabaceae	Zigya	<i>Zigya coccinea</i>	Arbusto
16	Lecythidaceae	Grias	<i>Grias neuberthii</i>	Árbol
17	Fabaceae	Calliandra	<i>Calliandra angustifolia</i>	Árbol
18	Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia</i> sp.	Arbusto
19	Fabaceae	Inga	<i>Inga</i> sp.	Árbol
20	Elaeocarpaceae	Sloanea	<i>Sloanea</i> sp.	Árbol
21	Costaceae	Costus	<i>Costus scaber</i>	Hierba
22	Arecaceae	Geonoma	<i>Geonoma</i> sp.	Epífita
23	Arecaceae	Oenocarpus	<i>Oenocarpus bataua</i>	Árbol
24	Arecaceae	Chamaedorea	<i>Chamaedorea</i> sp.	Arbusto
25	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia</i> sp.	Árbol
26	Meliaceae	Guarea	<i>Guarea kunthiana</i>	Árbol
27	Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia</i> sp.	Árbol
28	Gesneriaceae	Besleria	<i>Besleria</i> sp.	Hierba
29	Gesneriaceae	Drymonia	<i>Drymonia</i> sp.	Epífita
30	Lecythidaceae	Gustavia	<i>Gustavia macarenensis</i>	Árbol
31	Heliconiaceae	Heliconia	<i>Heliconia</i> sp.	Hierba

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

POF-2

En el punto de muestreo POF-2 se registraron 21 familias, 31 géneros y 36 especies. Corresponde a bosque maduro, a 200 metros de la parcela, se observó especies comunes de sucesión, por la dinámica natural del bosque. El dosel, subdosel y sotobosque bien diferenciado, el dosel denso con especies que sobrepasan los 25 m de alto con especies como: *Otoba parviflora* (Myristicaceae), *Oenocarpus bataua*, *Iriartea deltoidea* (Arecaceae), *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae), *Eschweilera coriacea* (Lecythidaceae), el subdosel con especies de más de 15 m con especies como: *Theobroma subincanum* (Malvaceae), *Grias neuberthii* (Lecythidaceae), *Guarea kunthiana*, *Guarea guidonia* (Meliaceae) y el sotobosque un tanto abierto con especies comunes de árboles grandes: *Ocotea* sp. (Lauraceae), *Faramea multiflora* (Melastomataceae), *Cecropia* sp. (Urticaceae) y el estrato herbáceo con especies como: *Besleria* sp. (Gesneriaceae), *Miconia* sp. (Melastomataceae), *Costus scaber* (Costaceae). Las especies registradas en el punto cualitativos se detallan a continuación.

Tabla 7-6 Especies del muestreo cualitativo POF-2

N°	Familia	Género	Especie	Habito
1	Lecythidaceae	Grias	<i>Grias neuberthii</i>	Árbol
2	Myristicaceae	Otoba	<i>Otoba parvifolia</i>	Árbol
3	Costaceae	Costus	<i>Costus scaber</i>	Hierba
4	Malvaceae	Theobroma	<i>Theobroma subincanum</i>	Árbol
5	Olacaceae	Miquartia	<i>Miquartia guianensis</i>	Árbol
6	Fabaceae	Inga	<i>Inga</i> sp.	Árbol
7	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	Árbol
8	Rubiaceae	Coussarea	<i>Coussarea brevicaulis</i>	Árbol
9	Arecaceae	Oenocarpus	<i>Oenocarpus bataua</i>	Árbol
10	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Árbol
11	Araliaceae	Schefflera	<i>Schefflera</i> sp.	Epífita
12	Euphorbiaceae	Sapium	<i>Sapium marmieri</i>	Árbol
13	Piperaceae	Piper	<i>Piper peltatum</i>	Arbusto
14	Moraceae	Ficus	<i>Ficus</i> sp.	Árbol
15	Lecythidaceae	Eschweilera	<i>Eschweilera coriacea</i>	Árbol
16	Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia</i> sp.	Arbusto
17	Nyctaginaceae	Neea	<i>Neea</i> sp.	Árbol
18	Myristicaceae	Virola	<i>Virola surinamensis</i>	Árbol
19	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia</i> sp.	Árbol
20	Anacardiaceae	Tapirira	<i>Tapirira guianensis</i>	Árbol
21	Meliaceae	Guarea	<i>Guarea guidonia</i>	Árbol
22	Meliaceae	Guarea	<i>Guarea kunthiana</i>	Árbol
23	Arecaceae	Geonoma	<i>Geonoma</i> sp.	Epífita
24	Moraceae	Perebea	<i>Perebea guianensis</i>	Árbol
25	Malvaceae	Sterculia	<i>Sterculia colombiana</i>	Árbol
26	Burseraceae	Protium	<i>Protium ecuadorensis</i>	Árbol
27	Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton lechleri</i>	Árbol
28	Araliaceae	Schefflera	<i>Schefflera morototoni</i>	Árbol
29	Rubiaceae	Faramea	<i>Faramea multiflora</i>	Arbusto
30	Myristicaceae	Virola	<i>Virola surinamensis</i>	Árbol
31	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea</i> sp.	Árbol
32	Bromeliaceae	Guzmania	<i>Guzmania</i> sp.	Epífita
33	Arecaceae	Aiphanes	<i>Aiphanes</i> sp.	Arbusto
34	Myristicaceae	Virola	<i>Virola duckei</i>	Árbol
35	Gesneriaceae	Besleria	<i>Besleria</i> sp.	Hierba
36	Gesneriaceae	Drymonia	<i>Drymonia</i> sp.	Epífita

Fuente: Yawé Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
 Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

Se realizó dos puntos de observación (POF-1 y POF-2) los mismos que estuvieron instalados dentro del bosque por los senderos o trochas abiertas por los cazadores o personas de las comunidades ya que la actividad antrópica no está muy desarrollada en estos puntos.

7.2.1.7.4 Aspectos ecológicos

7.2.1.7.4.1 Estratificación vertical

La mayor parte de los árboles en la parcela están en la Clase II (10.5 - 18.5 metros), con un 36.76% del total de árboles (68 individuos). Esto sugiere que la parcela tiene un predominio de árboles de altura media.

El 28.11% de los árboles (52 individuos) se encuentran en la Clase I (2.5 - 10.5 metros), lo que indica que hay un número considerable de árboles jóvenes o de menor tamaño.

Las clases III (18.5 - 26.5 metros) y IV (26.5 - 34.5 metros) tienen un número menor de individuos, representando 17.30% (32 individuos) y 15.68% (29 individuos), respectivamente. Esto sugiere una disminución en la cantidad de árboles a medida que aumenta la altura, pero aún hay una proporción significativa de árboles de tamaño considerable.

Finalmente, la Clase V (34.5 - 42.5 metros) tiene solo 4 individuos (2.16%), lo que indica que hay pocos árboles de gran tamaño.

Tendencia general: La distribución parece estar sesgada hacia árboles más pequeños y medianos (en las clases I y II), mientras que hay una cantidad mucho menor de árboles grandes (en las clases IV y V). Esto podría indicar que la parcela tiene una población forestal joven o que se han talado o removido árboles más grandes con el tiempo.

Posibles implicaciones:

Manejo forestal: Si la parcela es parte de un programa de manejo forestal, puede ser importante observar la regeneración (clase I) y si los árboles están alcanzando la madurez (clases III a V). Si el objetivo es promover una mayor diversidad de tamaños, podría ser útil fomentar el crecimiento de los árboles más grandes.

Conservación y biodiversidad: La presencia de una mayor cantidad de árboles más pequeños podría tener un impacto en la biodiversidad, dependiendo del ecosistema de la parcela. Los árboles jóvenes pueden ofrecer diferentes hábitats a los más grandes.

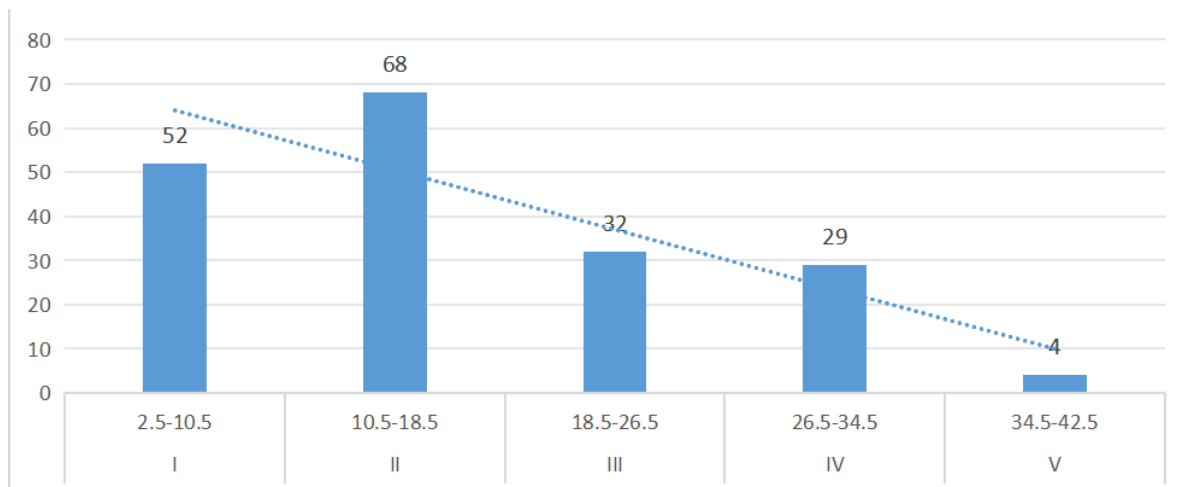
Tabla 7-7 Estratificación Vertical

Clase	Altura	Individuos	Porcentaje
I	2.5-10.5	52	28.11
II	10.5-18.5	68	36.76
III	18.5-26.5	32	17.30
IV	26.5-34.5	29	15.68
V	34.5-42.5	4	2.16

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

Figura 7-10 Diagrama de Estructura Vertical PMF-1



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.1.7.4.2 Dendrología

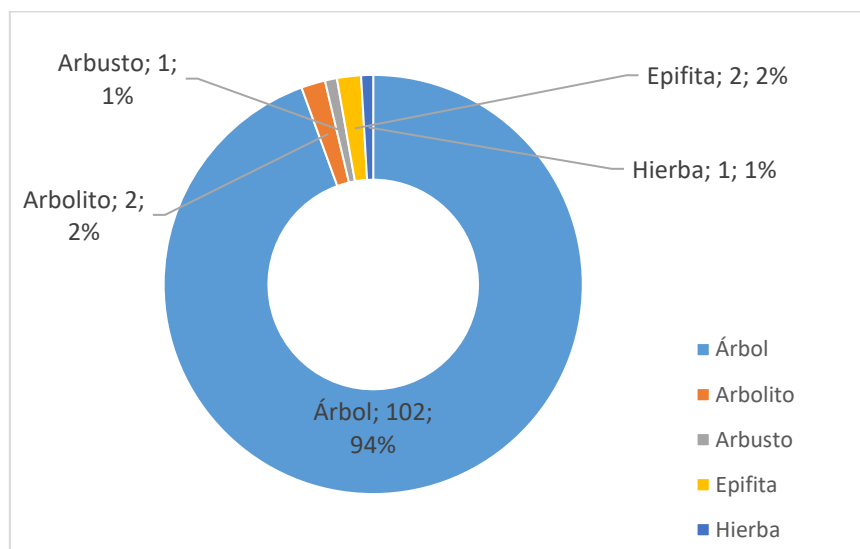
Es una rama de la botánica encargada del estudio, la identificación, distribución y clasificación de las plantas leñosas principalmente de arbustos y árboles se especializa sobre todo en especies de importancia económica verificándolas desde el punto de vista sistemático además de aspectos anatómicos y fisiológicos con relación al crecimiento del tronco y la producción de madera y aspectos ecológicos.

Siendo el hábito de las plantas una de las características principales para su determinación en el área de estudio se pudo identificar algunas especies que por sus características se clasifican en:

- **Arboles-Leñosas:** *Inga sp.*, *Grias neuberthi*, *Jacarnda copaia*, *Cecropia sciadophylla*.
- **Árboles-Maderables:** *Nectandra laurel*, *Protium ecaudorens*, *Ocotea javitensis*, *Swietenia macrophylla*, *Apeiba membranaceae*, *Pouteria guianensis*, *Pouteria torta*, *Chimarrhis cf. glabriflora*.
- **Arbustos-Arbustivas:** *Miconia sp.*, *Zygia coccinea*, *Chamaedorea sp.*, *Aiphanes sp.*
- **Hierbas:** *Berleria sp.*

El análisis de los datos muestra que los árboles dominan la comunidad con 102 especies, representando la mayor parte de la biodiversidad. Las epífitas y árbolitos tienen una presencia baja con 2 especies cada una, mientras que las hierbas y arbustos están representados por 1 especie cada uno. En total, se registran 108 especies, destacando una alta predominancia de árboles en la comunidad.

Figura 7-11 Hábitos de especies



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.1.7.4.3 Fenología

En el área de estudio del proyecto se analizaron los eventos fenológicos, determinando que, de las 108 especies registradas en los muestreos cualitativos y cuantitativos, solo diez especies, que comprenden 22 individuos, presentaron flores o frutos. Esto sugiere una actividad reproductiva en la comunidad, siendo la floración un indicador clave para la polinización, mientras que la fructificación está asociada con la disponibilidad de alimentos para la fauna local.

Sin embargo, es relevante mencionar que el 90.7% de las especies registradas no presentaron ninguna característica fenológica, mientras que solo el 9.3% mostró flores o frutos. Este patrón podría estar relacionado con características fenológicas particulares de cada especie o con factores ambientales locales, como la temperatura, la humedad o la disponibilidad de agua, que influyen en los momentos de floración. Es posible que muchas de las especies se encuentren en una fase no reproductiva o sigan un ciclo fenológico específico. Es importante monitorear cómo los cambios ambientales, como la alteración del hábitat, podrían afectar estos ciclos, ya que cualquier alteración en los períodos de floración o fructificación puede tener impactos en la biodiversidad, especialmente en las especies que dependen de estos recursos.

Tabla 7-8 Fenología

Especies	Flores	Frutos	Total
Besleria sp.	2	--	2
Chamaedorea sp.	--	1	1
Drymonia sp.	2	--	2
Eschweilera coriacea	--	3	3
Eugenia sp.	--	1	1
Grias neuberthii	--	5	5
Guarea silvatica	--	1	1
Gustavia macarenensis	--	4	4
Iriartea deltoidea	--	1	1
Theobroma subincanum	--	2	2

Especies	Flores	Frutos	Total
10 especies	4	18	22 individuos

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.1.7.4.4 Especies sensibles

La sensibilidad de la flora en el área de estudio es alta debido a la conservación casi total de la cubierta vegetal la misma que no ha sufrido gran impacto antropogénico, más bien la influencia de los factores geográficos y ambientales son los que han marcado de cierta manera algunos cambios en la estructura, ya sea por deslizamientos o por caída de grandes fustes de especies arbóreas.

Factores externos como la tala selectiva y la tala de bosques para la siembra de cultivos pueden influir en la diversidad y dinámica del bosque.

De acuerdo al análisis de especies se puede indicar que se determinaron ocho especies sensibles, las mismas que van acorde al estado de conservación, cinco de estas pertenecen a especies condicionadas según el acuerdo Ministerial 0125: *Swietenia macrophylla* se registra como Vulnerable (VU) de acuerdo a CITES se encuentra catalogada en el Apéndice II, *Myroxylon balsamum*, *Minquartia guianensis*, *Clarisia racemosa*, *Cedrelinga cateniformis*.

7.2.1.7.4.5 Especies indicadoras

Las especies indicadoras, tanto de manera individual como agrupadas en comunidades biológicas, reaccionan con el ambiente cambiando sus funciones vitales y/o su composición química, lo que permite obtener conclusiones sobre el estado del ambiente.

Es importante resaltar que el conjunto de individuos, especies o comunidades enteras proporcionan a menudo indicadores más seguros que individuos aislados o las especies singulares (Calatayud & Sanz 2001).

Especies endémicas y en peligro de extinción pueden ser consideradas como indicadores de un ambiente sensible *Swietenia macrophylla* ha sido un especies que por su buena calidad de madera ha sido muy sobreexplota, *Jacaranda copaia* también es aprovechada por la composición de su madera para realizar aglomerados, *Pouteria torta* e *Iriartea deltoidea* son especies cuyos sus frutos sirven como alimento para los animales como tucanes, loros, guantas, monos, sahinós, dantas entre otros, además los humanos también los consumen estos frutos cuando es temporada de cosecha.

7.2.1.7.4.6 Especies endémicas

En el presente estudio en las áreas planteadas para la toma de datos no existió registro de especies endémicas. Sin embargo, se registraron 8 especies importante, 5 que corresponden a especies condicionadas y 3 que no son endémicas pero que presentan algún estado de conservación.

Tabla 7-9 Importancia de las especies registradas

Punto de muestreo	Familia	Especie	Nativa / Endémica	Estatus	Referencia
PMF-1	Fabaceae	<i>Myroxylon balsamum</i>	Nativa	Especie condicionada LC: Preocupación menor	Acuerdo Ministerial 0125. UICN
PMF-1	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Nativa	Especie condicionada CITES Apéndice II, CR	Acuerdo Ministerial 0125. PNUMA WCMC. 2003. Checkl. CITES sp.

Punto de muestreo	Familia	Especie	Nativa / Endémica	Estatus	Referencia
				A2cd - En Peligro Crítico - Global, VU: Vulnerable	1-339. Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del PNUMA, Cambridge. Cárdenas López, D. & NR Salinas. 2007. Libro Rojo pl. Colombia 4(1): 1-232. UICN.
PMF-1	Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i>	Nativa	Especie condicionada NT: Casi amenazada	Acuerdo Ministerial 0125. UICN.
PMF-1	Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i>	Nativa	Especie condicionada LC: Preocupación menor	Acuerdo Ministerial 0125. UICN
PMF-1	Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Nativa	Especie condicionada LC: Preocupación menor	Acuerdo Ministerial 0125. UICN
PMF-1, POF-1, POF-2	Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Nativa	LC: Preocupación menor	UICN. Galeano, G. y R. Bernal. 2005. Palmas (Familia Arecaceae o Palmae). Libro Rojo Pl. Colombia 2: 59-223.
POF-2	Arecaceae	<i>Oenocarpus batahua</i>	Nativa	LC: Preocupación menor	Galeano, G. y R. Bernal. 2005. Palmas (Familia Arecaceae o Palmae). Libro Rojo Pl. Colombia 2: 59-223.
PMF-1, POF-1	Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i>	Nativa	LC: Preocupación menor	UICN. Galeano, G. y R. Bernal. 2005. Palmas (Familia Arecaceae o Palmae). Libro Rojo Pl. Colombia 2: 59-223.

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.1.7.4.7 Especies de importancia Económica y usos Tradicionales

Los usos de las especies registradas en la zona de estudio se basan en la enciclopedia de plantas útiles (de la Torre et al. 2008). Las especies registradas en el área de levantamiento de información presentan usos como: Materiales que corresponden a especies de uso Maderable y para la fabricación de utensilios, Alimenticio, Alimento para especies de fauna silvestre, Apícola entre otros.

Se determinaron 77 registros hasta el nivel de especie, de los cuales tres especies el 4% tienen uso alimenticio, 36 especies (47%) son alimento de vertebrados, 34 especies (44%) se usan como material y cuatro especies (6%) tienen uso medicinal.

En la siguiente tabla, se describen el uso de todas las especies registradas en la zona de estudio, tanto en el muestro cuantitativo como cualitativo. La categoría de usos está basada en la enciclopedia de Plantas útiles del Ecuador (de la Torre et al. 2008).).

Tabla 7-10 Especies de importancia económica y usos tradicionales

TIPOS DE USO	Uso	Número de individuos	Porcentaje
	Alimenticio	3	4%
	Alimento para vertebrados	36	47%
	Materiales	34	44%
	Medicinal	4	6%
	Total	77 especies	

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.1.7.5 Estados de conservación

De acuerdo a la revisión de especies en la UICN, CITES se registraron 7 especies en categoría UICN, una de las especies *Swietenia macrophylla* se registra como Vulnerable (VU) de acuerdo a CITES se encuentra catalogada en el Apéndice II, cinco especies presentan categoría LC: Preocupación menor: *Myroxylon balsamo*, *Clarisia racemosa*, *Cedrelinga cateniformis*, *Iriartea deltoidea*, *Socratea exorrhiza* y la especie *Minquartia guianensis* con NT: Casi Amenazada.

7.2.1.7.6 Áreas sensibles

Se define así a la capacidad que posee un ecosistema para soportar la presión de alteraciones o cambios originados por acciones antrópicas, pero sin sufrir alteraciones drásticas que impidan lograr un equilibrio dinámico que mantenga un nivel aceptable en su estructura y función. Por consiguiente, el grado de sensibilidad ambiental dependerá en gran medida del grado de conservación del ecosistema y además de la presencia de acciones antrópicas. Debido a gran diversidad registrada en la zona de estudio los bosques maduros son considerados como áreas altamente sensibles.

7.2.1.8 Conclusiones

El área de estudio corresponde a un bosque maduro que conserva sus características debido a la poca intervención antrópica, eso se puede corroborar por el número de especies que se logró registrar, de manera general (cuantitativa y cualitativa) se registraron 252 individuos, 108 especies, 70 géneros y 38 familias, mientras que, del muestreo cuantitativo se determinaron 185 individuos, 87 especies en total correspondientes a 67 géneros y 31 familias diferentes.

El valor de área basal registrada es 8,13 m² un valor bastante alto, debido a la gran cantidad de individuos de diámetros grandes que van de 40 a 57 cm de DAP.

La dinámica de los bosques está determinada por la riqueza y abundancia de especies, así como también por la presencia de especies conspicuas y especies raras, especies endémicas y en peligro, especies sensible y especies importantes, en conjunto todas estas especies contribuyen a la dinámica

y estructura de los bosques. Dentro de toda el área de estudio se encontraron varias especies importantes que se deberían ser monitoreadas constantemente en el plan de monitoreo y plan de revegetación. Las especies que se debe mantener mayor preservación serán las especies endémicas: las especies importantes: y las especies con mayor valor de IVI: *Otoba parvifolia*, *Alchorneopsis floribunda*, *Tapirira guianensis*, *Coussarea brevicaulis*, *Leonia glycyarpa*, *Iriartea deltoidea*, *Pourouma cecropiifolia*, *Inga* sp., *Guarea* sp. y *Swietenia macrophylla* que son especies con grandes diámetros y alturas por su madurez estos árboles pueden servir como árbol madre para la captura de plántulas y semillas que ayudaran en el proceso de revegetación.

Dentro del área evaluada se pudo encontrar que hay sitios en los límites de la concesión que presentan alteración dentro del bosque, evidenciándose trochas por las cuales se extrae la madera, áreas destruidas para la siembra de cultivos como maíz, naranjilla y café, además las áreas cercanas a los ríos existen actividades mineras donde se encuentran desprovistas de vegetación.

Al estar ubicada el área de estudio en medio de cuerpos de agua importantes por su conformación y forma puede que sean los limitantes para la extracción de madera a gran escala, por lo que se recomienda ser cautos y tener precaución el momento de llevar a cabo las obras del proyecto.

Dentro del área se registró cinco especies de uso condicionado *Swietenia macrophylla* se registra como Vulnerable (VU) de acuerdo a CITES se encuentra catalogada en el Apéndice II, *Myroxylon balsamum*, *Minquartia guianensis*, *Clarisia racemosa*, *Cedrelinga cateniformis*. especies que han sido sobreexplotadas por su buena calidad de madera por su consistencia y durabilidad, se recomienda que se realice una propuesta de preservación y cuidado, ya que son especie que lento crecimiento y hábitat restringido.

En el área de estudio se registraron 8 especies importantes que a pesar que no son endémicas presentan una categoría según la UICN y el CITES: *Swietenia macrophylla* se registra como Vulnerable (VU) de acuerdo a CITES se encuentra catalogada en el Apéndice II, cinco especies presentan categoría LC: Preocupación menor: *Myroxylon bálsamo*, *Clarisia racemisa*, *Cedrelinga cateniformis*, *Iriartea deltoidea*, *Socratea exorrhiza* y la especie *Minquartia guianensis* con NT: Casi Amenazada, y *Onecorpus batahua* que presenta categoría LC: Preocupación menor según el Libro rojo de Colombia (Galeano y Bernal, 2005)

Las especies registradas presentan varios usos importantes como el uso apícola, alimenticio y alimento de vertebrados entre los más comunes y en su gran mayoría corresponden a especies de uso maderable.

Debido a la poca cantidad de individuos fértiles se puede concluir que la fenología está ligada en especial a la época de verano y de mayor cantidad de luz, según los estudios revisados y los resultados de este estudio.

7.2.1.9 Recomendaciones

Se debería implementar un plan de rescate de especies de uso condicionado y en categoría de amenaza, priorizando actividades como recolección de las semillas, plántulas para realizar a futuro reforestación y de esta forma evitar la desaparición de las especies.

Dentro del área de estudio existen especies que alcanzan grandes tamaños por tal motivo se debe realizar seguimiento para que no sean taladas por madereros.

7.2.2 AVIFAUNA

Según la lista más reciente elaborada por Freile et al., (2020), se reportan para Ecuador 1699 especies de aves, lo cual hace que Ecuador sea el país con mayor diversidad de aves por unidad de superficie, comparado con países como Colombia, Perú y Brasil. Ecuador cuenta con 190 especies endémicas y se ha registrado que el piso tropical oriental es la zona con mayor presencia de aves (730 especies), seguido de los pisos tropical noroccidental, subtropical oriental y subtropical occidental; al igual que en otros grupos de vertebrados es importante mencionar que existe una mayor riqueza de especies en tierras bajas a diferencia de sitios más abiertos (Albuja et al., 2012., Freile, 2014).

Según Granizo et al., (1997, 2002, citado en: Boada et al., 2009), 247 especies de aves se encuentran en alguna categoría de amenaza, como en Peligro crítico, en Peligro y Vulnerable; este número de especies amenazadas es el resultado de una evaluación realizada dentro del Ecuador.

Pero, ¿porque es importante estudiar las aves?, pues este grupo de vertebrados es el que mejor se ha logrado conocer en todo el planeta, ya que es un poco más fácil de visualizarlos; el estudio de las aves también es de suma importancia ya que estas cumplen acciones que ayudan al correcto funcionamiento de cada uno de los ecosistemas. Se debe tomar en cuenta que las aves tienen un conjunto de características que las hace perfectas para llegar al estado de conservación de determinada área, entre estas características se puede mencionar al comportamiento llamativo que presentan, pueden ser identificadas rápidamente, son fáciles de detectar, tienen una gran diversidad y especialización ecológica, finalmente muestran sensibilidad a perturbaciones en el hábitat (Freile, 2014., Villareal et al., 2006., Bibby et al., 1998).

Los estudios ornitológicos han ido en aumento desde la publicación de Ridgely y Greenfield en el 2001, que es una monografía sobre las aves del Ecuador continental, otra publicación de relevancia es la Guía de aves del Ecuador de McMullan y Navarrete (2017) y finalmente los primeros días del 2018 se publicó el libro Aves del Ecuador del biólogo ecuatoriano Juan Freile.

7.2.2.1 Metodología

7.2.2.1.1 *Área de estudio*

El estudio de impacto, se desarrolló en la comunidad de San Francisco de Chucapi, cantón Carlos Julio Arosemena Tola, provincia de Napo.

El área de estudio, se encuentra según Albuja et al., (2012) en el Piso Zoogeográfico Tropical Oriental, incluido en la provincia Biogeográfica Amazónica, en el límite superior del piso zoogeográfico (700msnm), incluyendo varias formaciones naturales, dicho piso está ubicado al este de la cordillera Real, presentando clima cálidos, humedad, cuantiosa vegetación y demás condiciones que han ayudado al gran número de especies animales, incluyendo 1943 especies de vertebrados: 216 mamíferos, 730 aves, 158 reptiles, 148 anfibios y 691 peces.

7.2.2.1.2 *Fase de campo*

Para realizar la fase de campo, se estableció una estación de muestreo durante el 30 y 31 de enero del 2018. Para el estudio de la riqueza y diversidad de aves, se aplicaron tres técnicas de campo combinadas, que son captura con redes de neblina, grabación de cantos y registros visuales.

Se debe mencionar que el estudio de las aves ayuda a que las evaluaciones de estado de conservación sean rápidas, confiables y replicables, en todo tipo de hábitat (Villarreal et al., 2006).

7.2.2.1.2.1 Captura con Redes de Neblina

En la estación de muestreo, se colocaron ocho redes de neblina de 12 por 2.5 m a lo largo de un transecto de captura de aproximadamente 100m, las cuales permanecieron abiertas de 06h00 a 10h00 en la mañana y por la tarde de 15h00 a 18h00. Este tipo de redes son de gran eficacia gracias a la forma y al material en el que son elaboradas ya que pasan casi desapercibidas en el hábitat, logrando así capturar a las aves para su respectivo registro.

Cabe mencionar que para la revisión de las redes de neblina se contó con la constante ayuda de un guía local, al cual, previo a esto se le indicó la técnica más eficaz para el manejo de las aves que quedan enredadas en la red.

7.2.2.1.2.2 Grabación de cantos

Los registros de cantos se realizaron en los mismos senderos utilizados para los recorridos de observación, se empleó una grabadora digital So ICD – SX2000 para grabar las vocalizaciones que no pudieron ser identificadas en el campo: El reconocimiento de los cantos de las aves se realizó utilizando como base la publicación en CD Aves del Ecuador 1.0 (Krabbe y Nilson, 2003)

7.2.2.1.2.3 Registros visuales

Para complementar la información de campo, se realizó transectos de observación los cuales fueron recorridos de 06h00 a 10h00 y de 15h30 a 18h30 (Suarez y Mena, 1994), se pudo contar con la ayuda de una cámara fotográfica con un zoom de gran alcance, Nikkon cooplix p510. Los sitios de muestreo pueden verificarse en Cartografía 7.17 Mapa de muestreos bióticos Avifauna

Tabla 7-11 Ubicación y Esfuerzo de Muestreo de Ornitofauna

Puntos de muestreo	Coordenadas		Altura msnm	Hábitat	Metodología	Esfuerzo
	Este	Norte				
TMA1	Inicio		785	Bosque maduro intervenido	Recorrido de observación y grabación de cantos. (Cuantitativo)	30 y 31 de enero: 06h00 – 10h00 4h/día 8 horas en dos días
	174481	74811				
	Fin					
	173999	74388				
TMA2	Inicio		734	Bosque maduro intervenido	Capturas con redes de neblina (Cuantitativo)	7h/red día 14 horas/red en dos días
	174790	74609				
	Fin					
	174798	74606				
TMA3	Inicio		708	Bosque maduro intervenido	Recorrido de observación y grabación de cantos. (Cualitativo)	30 de enero: 15h30-18h30 3 horas/día
	175453	74196				
	Fin					
	174968	74593				
TMA4	Inicio		776	Bosque maduro intervenido	Recorrido de observación y grabación de cantos. (Cualitativo)	31 de enero: 15h30-18h30 3 horas/día
	174230	75215				
	Fin					
	173927	75143				
Total de horas muestreadas						28 horas
Simbología: TMA = Transecto muestreo de aves						

}Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.2.1.3 Fase de laboratorio y fuentes bibliográficas

En la fase de laboratorio, se procedió a la revisión de cantos grabados en campo y su respectiva identificación, mediante material publicado por Krabbe y Nilson, 2003. Para la identificación de especies que fueron observadas y capturadas se utilizó dos guías de campo: Ridgely & Greenfield (2006) y McMullan & Navarrete (2017).

En lo referente a procesamiento de datos se elaboró la tabla de especies, análisis de riqueza, abundancia relativa, diversidad, aspectos ecológicos y aspectos relevantes de las especies registradas.

7.2.2.1.4 Análisis estadístico y ecológico

Antes de conocer los diferentes análisis estadísticos y ecológicos a realizarse, se debe mencionar dos términos importantes que son la riqueza y la abundancia; Pero, ¿Qué es la riqueza y la abundancia?

La riqueza, es el número total de especies que han sido registradas en un área determinada, esta es la forma más sencilla de medir la biodiversidad. La abundancia, es el número total de individuos que de igual manera fueron registrados en el área de estudio (Moreno, 2001).

7.2.2.1.4.1 Abundancia relativa

Para determinar la abundancia relativa con las especies que fueron registradas se tomó en cuenta los siguientes criterios: abundante (A) más de diez individuos, común (C) de cinco a nueve individuos, poco común (P) de dos a cuatro individuos y rara (R) un individuo (Gallina Tessaro & López, 2011).

7.2.2.1.4.2 Diversidad

Para calcular el valor de diversidad se utilizaron los valores de Riqueza y Abundancia relativa, esto según el Índice de Shannon-Wiener (H'). La equitatividad expresa la uniformidad de los valores de importancia (distribución de las frecuencias) a través de todas las especies de la muestra. Conociendo esto, el índice de Shannon-Wiener (H') es el encargado de medir el grado promedio de incertidumbre, predice a qué especie pertenecería un individuo escogido al azar en la muestra, de esta manera se obtiene el estado de la diversidad de un muestreo en particular (Magurran, 1987).

7.2.2.1.4.2.1 Índice de Diversidad de Shannon

Es el encargado de medir la diversidad presente en el área de estudio; este índice asume que todas las especies se encuentran representadas en la muestra, además que trabaja con todos los individuos registrados. Para interpretar el resultado que nos da, se debe conocer que los valores menores a 2 se refieren a una baja diversidad y los valores mayores a 3 son considerados como alta diversidad (Moreno, 2001).

Los datos fueron calculados con el programa Past, versión 1.24 (2004), el cual utiliza la siguiente fórmula:

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

Donde: p_i = abundancia proporcional de la especie i , lo cual ayuda a obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

$\ln$ = logaritmo natural.

7.2.2.1.4.2.2 Índice de Chao 1

Este índice se encarga de estimar el número de especies que se esperaría tener en una comunidad, basado en el número de especies raras de la muestra real (Chao, 1984; Chao y Lee, 1992; Smith y van Belle, 1984). Fórmula:

$$\text{Chao 1} = S + (a^2/2b)$$

Dónde: S = número de especies en una muestra,

a = número de especies que están representadas por un individuo en esa muestra (número de singletons).

b = es el número de especies representadas por dos individuos en la muestra (número de doubletons) (Chao y Lee.1992).

7.2.2.1.4.3 Estimación de Especies (Chao 2)

Chao2 es el estimador basado en la incidencia. Esto quiere decir que necesita datos de presencia-ausencia de una especie en una muestra dada, es decir, sólo si está la especie y cuántas veces está esa especie en el conjunto de muestras: $S_{est} = S_{obs} + (L^2/2M)$, donde: L es el número de especies que ocurren sólo en una muestra (especies “únicas”), y M es el número de especies que ocurren en exactamente dos muestras (especies “dobles” o “duplicadas”). Por ejemplo, si tenemos un conjunto de cuadrículas, necesitamos saber cuántas especies están en una cuadrícula y cuántas especies están en dos. (Escalante, 2003).

7.2.2.1.4.4 Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación presentará el aumento en el número de especies conforme el esfuerzo de muestreo incrementa hasta alcanzar una asíntota, lo cual significa que se ha logrado registrar todas las especies de una localidad y que, aunque aumentemos el esfuerzo de muestreo, el número de especies no variará.

Cabe mencionar que en un principio las especies registradas serán las comunes, dando lugar así a que la curva se estabilice, finalmente se registrarán las especies raras, lo cual provocará que la curva descienda, lo cual significa que se han registrado el total de especies presentes en determinada zona (Moreno y Halffter, 2001; Colwell, 2000, citado en: Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

7.2.2.1.5 Aspectos ecológicos

Para determinar los aspectos ecológicos se procede a complementar información de las especies que tienen distribución restringida a áreas endémicas según Ridgely, et al., (1998). Para determinar el estado de conservación de las aves, se consultó las categorías de amenaza propuestas por la UICN (2012), y que se explica a continuación: En Peligro Crítico (CR), especies que enfrentan un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en un futuro inmediato; En Peligro (EN), especies con un alto riesgo de extinción en un futuro inmediato en vida silvestre; Vulnerables (VU), especies que tienen un alto riesgo de extinción en un futuro inmediato en vida silvestre; y Casi Amenazada (NT), especies que pueden calificar dentro de alguna categoría de amenaza en un futuro próximo. El estado de conservación de las especies a nivel nacional se determinó en base al Libro rojo de las Aves del Ecuador, según Granizo, et al., (2002).

7.2.2.1.5.1 Nicho Trófico

El gremio alimenticio se estableció de acuerdo al tipo de alimento que consume la especie, así tenemos: insectívoras (I), especies que se alimentan de pequeños artrópodos y que pueden o no complementar su dieta con frutos; frugívoras (Fr - Se), las que se alimentan de frutos carnosos y semillas, que pueden o no complementar su dieta con artrópodos; nectarívoras (Ne), especies que se alimentan de néctar; omnívoras (O), especies que presentan una dieta amplia incluyendo los hábitos antes descritos; carnívoras (Cr), especies que se alimentan de carne que cazan activamente; y carroñeras (Cñ), especies que se alimentan de animales muertos.

7.2.2.1.5.2 Patrón de actividad

El patrón de actividad que presentan las especies es de importancia en la historia natural y evolutiva de las mismas; Las actividades que realizan las especies nos dan a conocer como estas utilizan las horas y a la vez como organizan un patrón, esto se refiere a que hacen y cuándo lo hacen, estos patrones son una clase de respuesta a la adaptación, estas pueden ser por la fisiología, comportamiento, distribución y la existencia de recursos (Fragaszy *et al.*, 2004. Citado en: Gómez-Posada, C. 2009).

7.2.2.1.5.3 Distribución vertical de las especies

El estudio de la distribución vertical de las especies es de gran importancia ya que con este se puede llegar a conocer en que estrato puede ser encontrada cada especie registrada en un determinado estudio.

Para este tipo de trabajo se procede a estratificar de manera vertical a la vegetación y a la par a las comunidades animales, para esto se utilizan las frecuencias de alturas de las especies registradas. Con este tipo de estudios se puede aportar con información complementaria del uso de hábitat y micro hábitats de las especies, en este caso de las aves (Altamirano, M; Morales-Pérez, J. 1998).

7.2.2.1.5.4 Especies Indicadoras

Para detectar dentro de las aves registradas la existencia de especies migratorias y endémicas, se procedió a revisar los listados en Ridgely *et al.* (2006). Se consideró si en la zona existen especies amenazadas, para lo que se revisó el Libro Rojo de las Aves del Ecuador (Granizo *et al.*, 2002) y la página: <http://www.iucnredlist.org/search> (recuperada el 25 de febrero de 2018) para determinar si se registró alguna especie con algún tipo de amenaza a nivel global.

En el caso del listado CITES se revisó la página: <http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml> recuperada el 25 de febrero de 2018.

7.2.2.1.5.5 Especies Sensibles

Para determinar la sensibilidad que presentan las aves se revisaron los datos obtenidos en Stotz, *et al.*, (1996), el cual da una clasificación que se basa en variables cualitativas basadas en observaciones y en notas de campo que no han podido ser publicadas, estas hablan acerca de la capacidad que tienen las aves de soportar cambios en su entorno, plantea que algunas especies de aves son más vulnerables a perturbaciones humanas que otras y las categoriza en tres niveles: alta, media y baja.

- Sensibilidad Alta (H).- Son especies que las podemos encontrar en bosques en buen estado de conservación, las cuales no soportan alteraciones en su ambiente a causa de actividades Antrópicas; la mayoría de estas no puede vivir en hábitats alterados, normalmente migran de sus hábitats en busca de sitios más estables, a pesar de esto, y al existir varias presiones de afectación de los hábitats, algunas de estas especies se las puede encontrar en áreas de

bosques secundarios no tan alterados y con remanentes de bosque natural. Estas especies se constituyen en buenas indicadores de la salud del medio ambiente.

- Sensibilidad Media (M).- Son especies que pueden encontrarse en áreas de bosque bien conservados, al igual que en áreas poco alteradas y bordes de bosque, y aunque son sensibles a las actividades o cambios en su ecosistema, logran soportar un cierto grado de afectación dentro de su hábitat, como por ejemplo, tala selectiva del bosque; se mantienen en el hábitat con un cierto límite de tolerancia.
- Sensibilidad Baja (B).- Son especies colonizadoras que sí pueden soportar cambios y alteraciones en su ambiente y que se han adaptado a las actividades Antrópicas.

Hay que mencionar que para determinar cómo se da uso a la avifauna del lugar se adquirió la información por la colaboración de los guías locales.

7.2.2.1.5.6 Especies de interés

Se refiere a aquellas especies que tienen algún grado de amenaza, sensible, endémico y si son migratorias exclusivas. Para constatar esta información se utilizó la página de la UICN (2016), el Libro Rojo de aves del Ecuador (Granizo *et al.*, 2012) y la Guía de aves del Ecuador de McMullan y Navarrete (2017).

7.2.2.1.5.7 Áreas sensibles

Son lugares los cuales deben tener algún grado de significado para la conservación de especies. Lo que se procede a realizar es identificar y tratar de proteger estos sitios, esto mediante criterios como: si es que en el lugar se encuentran especies que han sido clasificadas en peligro, especies las cuales tienen un rango estricto de distribución, grupos de individuos y biomas frágiles. Áreas sensibles de importancia pueden ser cuencas hidrográficas, saladeros, sitios que proporcionen todos los requisitos para las aves y transiciones de vegetación (Bibby *et al.*, 1998).

7.2.2.2 Resultados

7.2.2.2.1 Riqueza y abundancia de especies

Por medio de la metodología planteada se obtuvo los siguientes resultados, se registró un total de 218 individuos, pertenecientes a 37 especies, 19 familias y 11 órdenes.

Este número de especies representa el 2.17% de las especies que se han registrado hasta el momento para el Ecuador (Freile *et al.*, 2020), y un 5,07% de las 730 especies que han sido registradas para el Piso Tropical Oriental (Albuja *et al.* 2012).

La riqueza de especies, en los muestreos diarios presentaron la siguiente información: en el primer muestreo (mañana) se registraron 17 especies (45,95%), en el segundo muestreo (tarde) 10 especies (16,22%), en el tercer muestreo (mañana) seis especies (16,22%) y en el cuarto muestreo (tarde) cuatro especies (10,81%).

Tabla 7-12 Aves registradas en el área de estudio

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Registro Cuantitativo	Registro Cualitativo	Tipo de registro
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Tinamú grande	3	x	Observación directa, auditivo
		<i>Crypturellus soui</i>	Tinamú chico	4		Auditivo

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Registro Cuantitativo	Registro Cualitativo	Tipo de registro
Falconiformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio tijereta	1		Observación directa
	Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro	3	x	Observación directa, auditivo
Galliformes	Cracidae	<i>Chamaepetes goudotii</i>	Pava ala de hoz	5		Observación directa, auditivo
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo	8	x	Observación directa, auditivo
Colombiformes	Colombidae	<i>Geotrygon montana</i>	Tortolita	5		Auditivo
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	Loro cabeciazul	11		Observación directa
		<i>Brotogeris cyanopectera</i>	Perico alicobaltico	9	x	Observación directa, auditivo
		<i>Ara araruana</i>	Papagayo	8	x	Observación directa, auditivo
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	1		Observación directa, auditivo
		<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero menor	13	x	Observación directa, auditivo
Caprimulgiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius griseus</i>	Nictibio común	2		Auditivo
Apodiformes	Trochilidae	<i>Schistes geoffroyi</i>	Colibrí picocuña	3		Observación directa
		<i>Glaucis hirsutus</i>	Ermitaño hirsuto	4		Captura
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero crestirojo	3		Observación directa
		<i>Viniliornis fimigatus</i>	Carpintero pardo	5	x	Observación directa, auditivo
		<i>Piculus rubiginosus</i>	Carpintero olivodorado	3		Observación directa
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorynchus spirurus</i>	Trepatroncos picocuña	3		Captura
		<i>Synallaxis cherriei</i>	Colaespina golicastaña	4		Captura
	Thamnophilidae	<i>Thamnomanes ardesiacus</i>	Batará gorgioscuro	7		Captura
		<i>Megastictus margaritatus</i>	Batará perlado	5		Captura

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Registro Cuantitativo	Registro Cualitativo	Tipo de registro
	Tyranidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	Muscicapa oleaginea	9		Captura
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	6	x	Observación directa, auditivo
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo grande	2		Observación directa, auditivo
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón crestioscuro	7		Observación directa
	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea	3		Observación directa
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus turdinus</i>	Sotorrey mirlo	10		Observación directa
	Thraupidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia ventrinaranja	6		Observación directa, auditivo
		<i>Tangara chilensis</i>	Tangara paraíso	5		Observación directa, auditivo
		<i>Tangara schrankii</i>	Tangara verdidorada	3		Observación directa, auditivo
		<i>Chlorophanes spiza</i>	Mielero verde	4		Captura
		<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azuleja	8		Observación directa, auditivo
	Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero negrizulado	1		Observación directa
	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique lomiamarillo	14		Observación directa
		<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropéndola	17		Observación directa
		<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola	13	x	Observación directa

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

La riqueza de aves registradas, se obtuvo los siguientes órdenes y familias: orden Passeriformes registró el mayor número de familias (8), que representan el 21,62%; orden Falconiformes con dos familias (5,41%); ordenes como Tinamiformes, Galliformes, Cathartiformes, Colombiformes, Psittaciformes, Cuculiformes, Caprimulgiformes, Apodiformes y Piciformes con una familia respectivamente (2,70%).

En lo referente a diversidad de familias registradas, se obtuvo que la familia más diversa fue Thraupidae con cinco especies (13,51%), Tyranidae con cuatro especies (10,81%), familias como Psittacidae, Picidae e Icteridae con tres especies cada una (8,11%), familias como Tinamidae, Cuculidae, Trochilidae, Furnariidae y Thamnophilidae con dos especies cada una (5,45%). Por último,

se registraron familias como Accipitridae, Falconidae, Cracidae, Cathartidae, Colombidae, Nyctibiidae, Corvidae, Troglodytidae y Emberizidae con una especie cada una (2,70%).

Tabla 7-13 Diversidad de familias y especies de aves

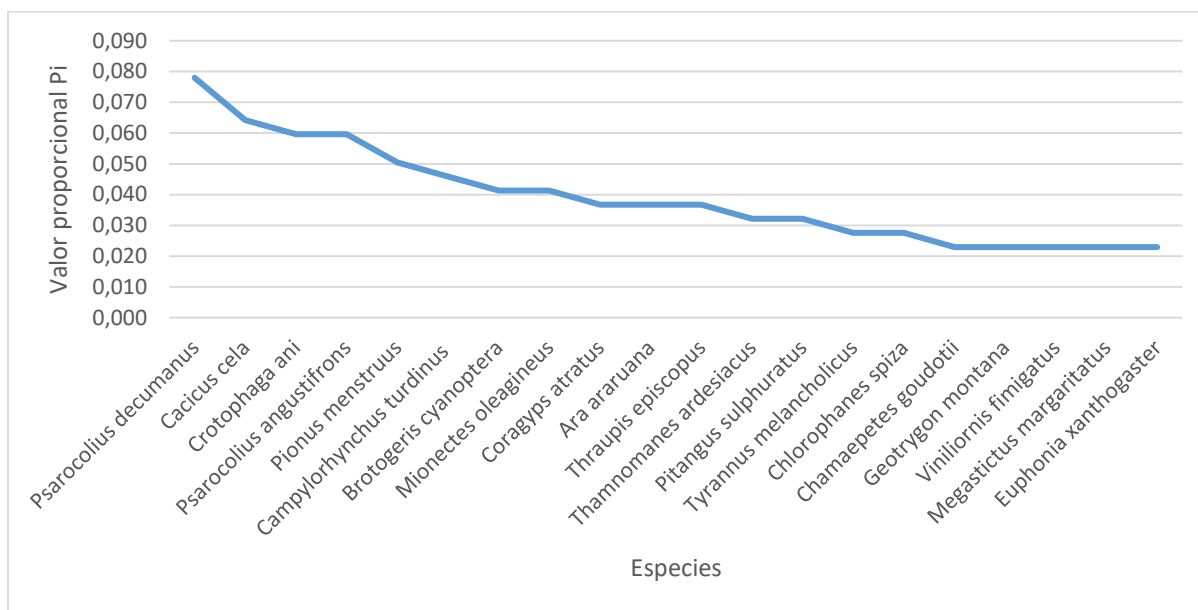
Orden	Familias	Número de especies
Tinamiformes	Tinamidae	2
Falconiformes	Accipitridae	1
	Falconidae	1
Galliformes	Cracidae	1
Cathartiformes	Cathartidae	1
Colombiformes	Colombidae	1
Psittaciformes	Psittacidae	3
Cuculiformes	Cuculidae	2
Caprimulgiformes	Nyctibiidae	1
Apodiformes	Trochilidae	2
Piciformes	Picidae	3
Passeriformes	Furnaridae	2
	Thamnophilidae	2
	Tyranidae	4
	Corvidae	1
	Troglodytidae	1
	Thraupidae	5
	Emberizidae	1
	Icteridae	3

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.2.2.2 Abundancia relativa

El análisis de la curva de abundancia relativa de las especies registradas mediante muestreo cuantitativo, permite observar una distribución relativamente homogénea de las especies a través de la curva, con una dominancia de *Psarocolius decumanus* con 17 individuos ($P_i=0,08$), *Cacicus cela* con 14 individuos ($P_i=0,06$), *Crotophaga ani* con 13 individuos ($P_i=0,06$), *Psarocolius angustifrons* con 13 individuos ($P_i=0,06$), *Pionus menstruus* con 11 ($P_i=0,05$); las demás especies están representadas por menos de diez individuos registrados o menos ($P_i=0,04$).

Figura 7-12 Abundancia relativa de las 20 primeras especies de aves registradas en el área de estudio



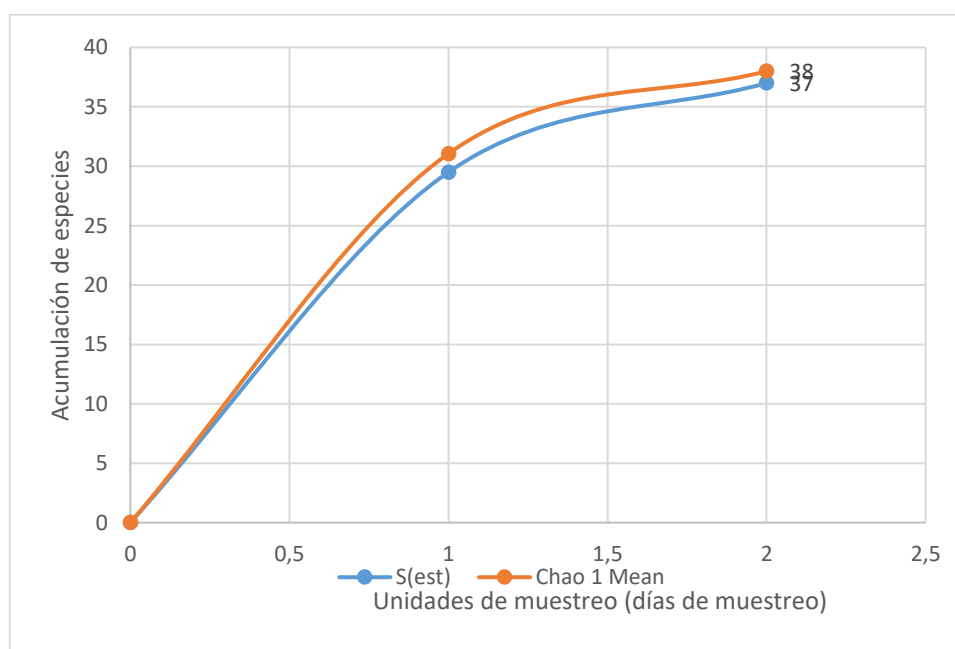
Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.2.2.3 Curva de acumulación de especies y estimador de Chao

La curva de acumulación es utilizada para estimar el número de especies que se esperan en un muestreo, esta señala el número de especies que se va acumulando en función al número de muestras que han sido colectadas, además ayuda a medir la eficacia del muestreo (Moreno y Halfpeter, 2001; Colwell, 2000, citado en: Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

En el presente monitoreo de aves en el que se registraron 37 especies, lo que representa un 97.36% del total de especies esperadas, según el estimador Chao 1, que predice que el total de especies en el área es de 38.

Figura 7-13 Curva de Acumulación de Especies



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

El índice de Chao 1 dio como resultado 38 especies, lo significa que en próximas campañas de muestreo se podrá llegar a conocer en su totalidad a la comunidad de aves presentes en la concesión minera Alessia, esto basado en el número de especies registradas con uno y con dos individuos.

7.2.2.2.4 Índice de diversidad

El programa Past utiliza datos tanto de riqueza como abundancia de cada especie. Para interpretar el dato obtenido a través del programa se utilizaron los criterios establecidos por Magurran (1987) y Moreno (2001).

Cabe mencionar que la riqueza del área de estudio es de 37 especies y la abundancia es de 218 individuos, utilizando estos datos se obtuvo que el área de estudio arroja un valor de 3,40, valor el cual, según Magurran y Moreno (1987; 2001) es interpretado como diversidad alta.

Es importante señalar que para el cálculo de la diversidad se consideraron solamente los puntos cuantitativos, ya que como se ha mencionado no se tomó en cuenta los puntos cualitativos.

Tabla 7-14 Índice de diversidad del área muestreada

Estación	Riqueza	Índice de Shannon	Interpretación
Alessia	38	3,40	Diversidad alta

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.2.2.5 Análisis de Puntos Cualitativos

En los puntos de muestreo cualitativos, se registraron nueve especies de aves, pertenecientes a ocho familias, siete órdenes y nueve especies.

Este número de especies representa el 1.23% de las 730 especies que han sido registradas para el Piso Tropical Oriental (Albuja et al. 2012).

Tabla 7-15 Especies de aves registradas por muestreo cualitativo

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	TMA1	TMA3	TMA4
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo	X	X	X
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero menor	X		X
Falconiformes	Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro	X	X	X
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	X		X
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola	X		X
Piciformes	Picidae	<i>Viniliornis fimigatus</i>	Carpintero pardo	X		X
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanoptera</i>	Perico alicobaltico	X	X	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara araruana</i>	Papagayo	X	X	
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Tinamú grande	X	X	X

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.2.2.5.1 Sitio de muestreo TMA1

En este punto, mediante registros visuales y auditivos, se detectaron ocho familias, siete órdenes y nueve especies. En la siguiente tabla se puede observar la composición taxonómica de las especies registradas.

Tabla 7-16 Especies de aves registradas por muestreo cualitativo TMA1

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Tinamú grande
Falconiformes	Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanoptera</i>	Perico alicobaltico
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara araruana</i>	Papagayo
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero menor
Piciformes	Picidae	<i>Viniliornis fimigatus</i>	Carpintero pardo
Passeriformes	Tyranidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.2.2.5.2 Sitio de muestreo TMA3

En este punto, mediante registros visuales y auditivos, se detectaron cinco especies de aves pertenecientes a cuatro familias y cuatro órdenes. En la siguiente tabla se puede observar la composición taxonómica de las especies registradas.

Tabla 7-17 Especies de aves registradas por muestreo cualitativo TMA3

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Tinamú grande
Falconiformes	Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanoptera</i>	Perico alicobaltico
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara araruana</i>	Papagayo

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.2.2.5.3 Sitio de muestreo TMA4

En este punto, mediante registros visuales y auditivos, se detectaron siete especies de aves pertenecientes a siete familias y seis órdenes. En la siguiente tabla se puede observar la composición taxonómica de las especies registradas.

Tabla 7-18 Especies de aves registradas por muestreo cualitativo TMA4

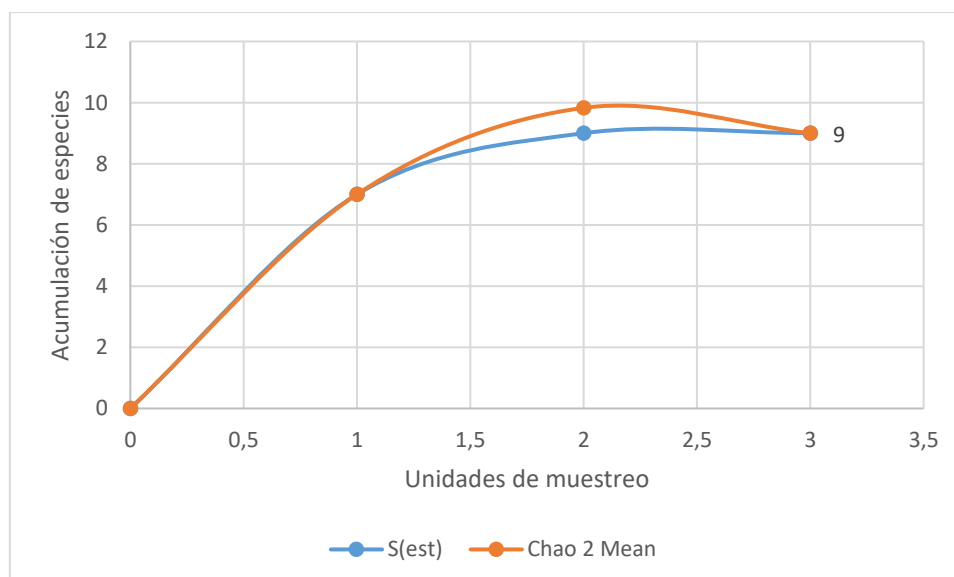
Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Tinamú grande
Falconiformes	Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero menor
Piciformes	Picidae	<i>Viniliornis fimigatus</i>	Carpintero pardo
Passeriformes	Tyranidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.2.2.5.4 Curva de Acumulación para datos cualitativos

El estimador Chao 2 sugiere que el número total de especies en la población es aproximadamente 9. El hecho de que la gráfica de acumulación no se estabilice indica que el muestreo probablemente no ha capturado todas las especies presentes en el área estudiada. En otras palabras, aún hay una alta probabilidad de encontrar nuevas especies con muestreos adicionales. La observación de 9 especies, que representa el 100% de la estimación de Chao 2, indica que se ha registrado las especies esperadas de biodiversidad.

Figura 7-14 Curva de Acumulación de Especies



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

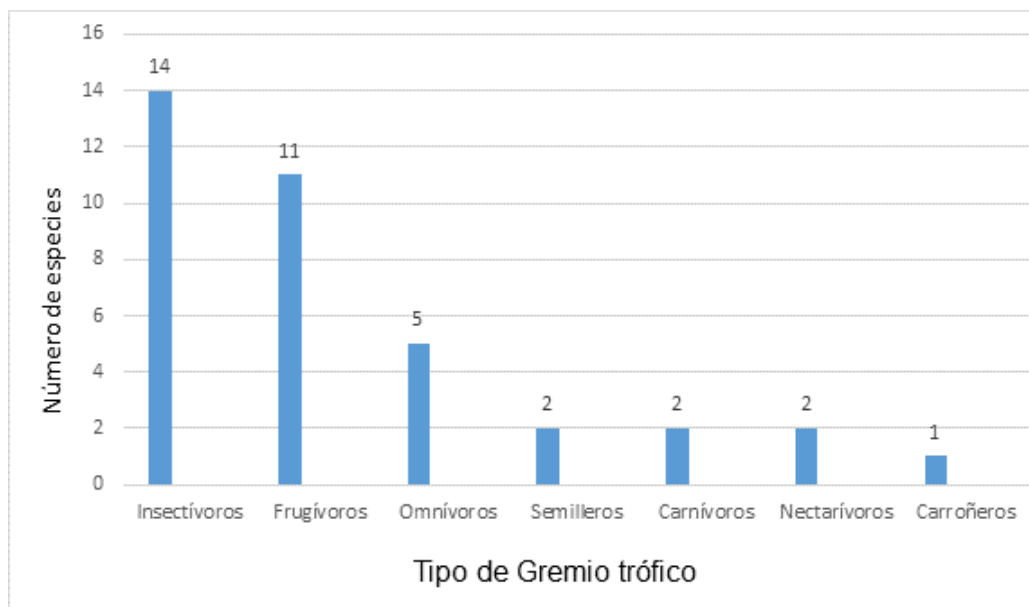
7.2.2.3 Aspectos ecológicos

7.2.2.3.1 Nicho trófico

Según los datos obtenidos los gremios alimenticios con mayor número de especies fueron los insectívoros con 14 especies (37,84%), seguidos de los frugívoros con 11 especies (29,73%), seguidos de los omnívoros con cinco especies (13,51%), los carnívoros, los nectarívoros y los semilleros con dos especies cada uno (5,41%), y finalmente los carroñeros con una especie (2,70%).

Las aves son un grupo de gran importancia, ya que estas cumplen funciones de gran importancia para el equilibrio del ecosistema. Como se menciona en el párrafo anterior fueron registrados gremios alimenticios como los insectívoros, frugívoros, omnívoros, carnívoros, semilleros nectarívoros y carroñeros, cada uno de estas especies pertenecientes a estos gremios alimenticios son de gran ayuda para el correcto funcionamiento del ecosistema. Al tener especies insectívoras como carnívoras tenemos a grupos de especies que se encargan de controlar las poblaciones de animales que potencialmente podrían convertirse en plagas; al registrar especies frugívoras, nectarívoras y semilleras se tiene especies que ayudan a que el bosque se regenere constantemente; otro grupo alimenticio de gran importancia son los carroñeros los cuales se encargan de controlar la carroña, que puede ocasionar enfermedades.

Figura 7-15 Gremio trófico



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.2.3.2 Patrón de actividad

Los datos obtenidos nos dan a conocer que la mayoría de especies registradas son diurnas (36 especies), a diferencia de la única especie registrada que realiza sus actividades al anochecer, *Nyctibius griseus* (Familia: Nyctibiidae).

Las aves en su mayoría presentan actividades diurnas, esto por su tipo de fisiología y comportamiento, estos patrones de actividad se dan por la disponibilidad de comida y la actividad de los posibles predadores; se debe mencionar que las actividades de las aves se concentran principalmente muy en la mañana y al atardecer, estas no se encuentran muy activas al medio día (Reyes-Arriagada; Jiménez, 2015)

Figura 7-16 Patrón de actividad



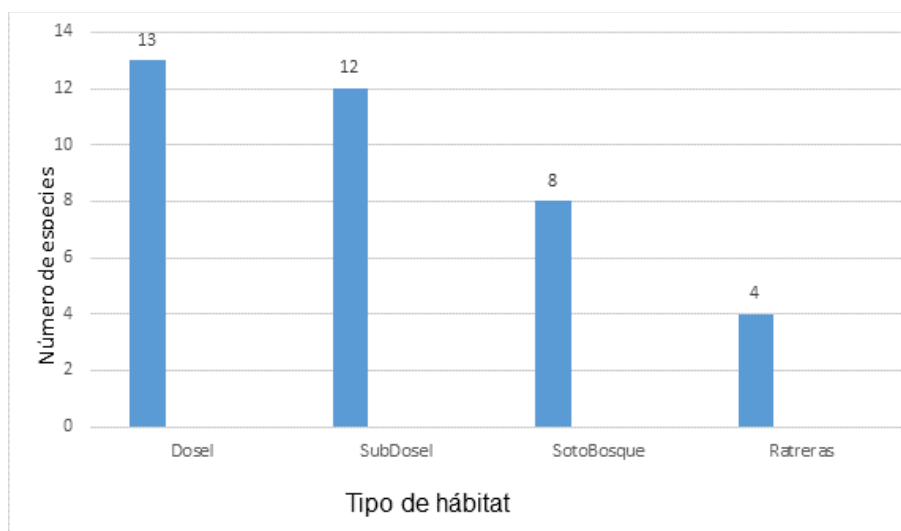
Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.2.3.3 Distribución vertical de las especies

Según los datos obtenidos la mayoría de las aves registradas (13 especies; 35,14%) se desplazan en el dosel, 12 especies se las encuentra en el subdosel (32,43%), ocho especies están en el soto bosque (21,62%) y finalmente cuatro especies son rastreras (10,81%).

Las aves pueden desplazarse en diferentes tipos de estratos, por esto se las puede encontrar en el dosel, subdosel, sotobosque y en el piso (rastreras), esto debido a que este grupo de vertebrados tienen un tipo de locomoción y dispersión que las ayuda a ser registradas casi en cualquiera de los estratos ya mencionados. Es de suma importancia mencionar que las especies tienen algún grado de preferencia por alguno de estos estratos, por su tipo de locomoción las aves tienen gran facilidad de desplazamiento.

Figura 7-17 Uso del hábitat



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.2.3.4 Especies sensibles e indicatoras

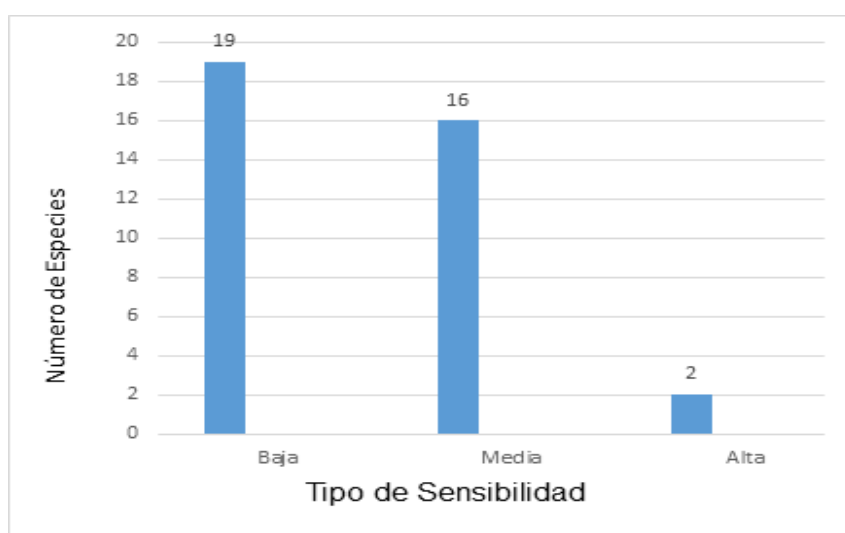
Un bioindicador de la calidad de los ecosistemas son las aves, ya que estas son sensibles a las alteraciones que pueden darse en su entorno, es por esto que este grupo es de gran importancia en las evaluaciones ecológicas rápidas.

Las especies de sensibilidad alta (H), son especies que prefieren hábitats que tienen un buen estado de conservación, es decir bosques tanto primarios como secundarios y también en remanentes de bosque natural intervenidos; especies de sensibilidad media (M), son las que resisten ligeros cambios en su hábitat, se las encuentra en bosques con un buen estado de conservación, como también en bordes de bosque o sitios con ligera alteración; especies de sensibilidad baja (L), son especies que pueden adaptarse y colonizar áreas alteradas.

En este estudio fueron registradas 37 especies, las cuales fueron catalogadas de la siguiente manera: sensibilidad alta se registró dos especies (5,41%), sensibilidad media con 16 especies (43,24%), finalmente con sensibilidad baja se registraron 19 especies que representan el 51,35%.

Como se ha menciona en este estudio fueron registradas dos especies de sensibilidad alta: *Thamnomanes ardesiacus* (Batrá gorgioscuro) y *Megastictus margaritatus* (Batará perlado); lo cual sugiere que el bosque en algún momento tuvo un óptimo estado de conservación, pero al estar sometido a acciones antropogénicas el bosque ha ido deteriorando su estado de conservación, tal vez por este motivo que se registró 19 especies de sensibilidad baja, que como se sabe son especies que pueden estar en una variedad de hábitats y soportan actividades antropogénicas.

Figura 7-18 Sensibilidad de las especies



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.2.3.5 Estado de conservación

En lo referente al estado de conservación ninguna de las 37 especies registradas en el área de estudio tiene problemas de conservación, tanto a nivel global como nacional, esta información fue determinada al revisar los registros de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), y (Bioweb 2025) ninguna de las especies registradas está catalogadas en amenaza.

De acuerdo a la Lista roja de las aves del Ecuador Continental (Bioweb, 2025) *Ara araruana*, *Tinamus major* se encuentran en la categoría: Casi amenazado (NT), mientras que *Synallaxis cherriei* se encuentra en la categoría de En Peligro (EN).

De las especies registradas se encontró que cuatro de estas han sido clasificadas en la convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Salvaje Amenazadas, en el Apéndice II (CITES, 2024), estas especies son *Elanoides forficatus* (Elanio tijereta), *Ara araruana* (Papagayo), *Shistes geoffroyi* (Colibrí piquicuña), *Glaucis hirsutus* (Ermitaño hirsuto) esto quiere decir que estas

son de importancia para la conservación, ya que son especies de interés comercial, el cual debe ser controlado.

Tabla 7-19 Estado de conservación

Especies	UICN 2025	CITES 2024	Lista Roja de Aves (Bioweb, 2025)
<i>Elanoides forficatus</i>	LC	II	
<i>Ara ararauna</i>	LC	II	NT
<i>Schistes geoffroyi</i>	LC	II	
<i>Glaucis hirsutus</i>	LC	II	
<i>Tinamus major</i>	LC		NT
<i>Synallaxis cherriei</i>	LC		EN

LC: Preocupación menor NT: Casi Amenazado EN: En Peligro

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.2.3.6 Especies de interés

Las especies de interés son las mencionadas en el acápite anterior, es decir, especies catalogadas como sensibles de acuerdo a la UICN, CITES Y Lista roja de Ecuador

Ninguna de las especies registradas ha sido catalogada como endémica, es importante mencionar que dos especies (*Thamnomanes ardesiacus*, *Megastictus margaritatus*) fueron catalogadas como de sensibilidad alta, lo cual quiere decir que son especies pertenecientes a sitios con buen estado de conservación. La mayoría de especies con excepción de las mencionada en el Cites, han sido clasificadas como en preocupación menor, es decir no se encuentran amenazadas por ningún tipo de actividad humana, además que no se registró ninguna especie migratoria exclusiva.

Una especie que es de alto interés es *Elanoides forficatus* (Elanio tijerete), perteneciente a la familia Accipitridae, las especies pertenecientes a esta familia son de importancia ya que están asociadas a una variada gama de presas, hecho por el cual estas necesitan un área con un aceptable estado de conservación.

7.2.2.3.7 Áreas sensibles

En la concesión minera Alessia para el grupo de aves se registró como área de interés, uno de los puntos de muestreo (Coordenadas: X: 174798; Y: 74606), ya que en este punto se registros dos especies de interés (*Thamnomanes ardesiacus* y *Megastictus margaritatus*) que son especies catalogadas como de sensibilidad alta, es decir que estas dos especies tienen exigencias ecológicas altas, estas especies solo se encuentran en bosques con un buen estado de conservación.

Cabe mencionar que en este punto se realizó la mayoría de capturas y registros que se presentan a lo largo de los resultados.

7.2.2.3.8 Especies migratorias y endémicas

Como se ha mencionado el trabajo de campo fue realizado a finales del mes de enero, se sabe que este mes no corresponde a la época en la cual las aves del hemisferio norte migran, esto es importante mencionar ya que a Ecuador llegan una gran cantidad de estas aves.

Por este motivo no se obtuvo ningún registro tanto de especies migratorias boreales ni australes, especies que llegan a nuestro país en los meses de abril a junio y de agosto a noviembre respectivamente. Se logró registrar una especie migratoria (*Tyrannus melancholicus*), pero su reporte no es de gran importancia, ya que esta especie presenta individuos residentes, esta especie es un ave migratoria austral y residente.

La Amazonía baja no presenta altos registros de especies endémicas, es decir especies con distribución restringida, por lo cual en el área de estudio no se registró especies de este tipo.

7.2.2.3.9 *Uso del recurso*

Para la realización del presente estudio se contó con la colaboración de un guía local (Felipe Grefa), el cual supo manifestar que en el área de estudio se realizaba caza de perdices (especies de los géneros *Tinamus* y *Crypturellus*), este tipo de actividades en la actualidad ha disminuido considerablemente, ya que ellos han empezado a concientizar sobre la conservación de las especies.

7.2.2.4 *Discusión*

La riqueza de las aves registradas en el área de estudio fue 37 especies, las cuales representan el 2,20% para el Ecuador según Freile *et al.*, (2015) y según Albuja *et al.*, (2012) representan el 5,07% de riqueza para el Piso Tropical Oriental. Al realizar muestreos diarios se pudo palpar de una mejor manera como fue el registro de las especies, así se obtuvo que en el primer día de muestreo se registró el mayor número de especies (27), a diferencia del segundo día (10), esto se debe a que mientras incrementa el tiempo de muestreo el número de especies a registrarse va decreciendo, para así poder llegar a la asíntota en la curva de acumulación, es decir a que la curva se estabilice.

En el tiempo de muestreo se logró obtener los siguientes datos: la mayoría de especies en cuanto a abundancia relativa fueron clasificadas como Comunes y Poco comunes (14 especies cada uno); la diversidad del sitio es alta (3,40 bits), según el índice de chao debían registrarse 39 especies.

Dentro de los aspectos ecológicos se obtuvo que la mayoría de las especies registradas son insectívoras (es decir, controladoras las poblaciones de insectos); en cuanto al tipo de actividad, la mayoría son diurnos, pese a esto se registró una sola especie nocturna *Nyctibius griseus* (Nictibio común), perteneciente a una familia restringida a hábitos nocturnos; la distribución vertical de las aves registradas fue en los siguientes estratos: dosel, subdosel, sotobosque y rastreras, siendo el subdosel y el dosel donde se registró la mayoría de especies.

Es de suma importancia mencionar que dos especies fueron catalogadas como de sensibilidad alta (*Thamnomanes ardesiacus* y *Megastictus margaritatus*), esto quiere decir que se están presentando grandes cambios en el bosque, cambios que afectan a las especies de este tipo sensibilidad, es por esto que se registró un bajo número de especies que se pueden encontrar en bosques con buen estado de conservación.

Como indicadores del estado del bosque tenemos a las ya mencionadas especies del CITES, además de las especies de sensibilidad alta, que como se menciona en los resultados son especies que solo se encuentran en bosques con buen estado de conservación.

7.2.2.5 *Conclusiones*

El área de estudio presenta una notable diversidad de aves, con 37 especies registradas, pertenecientes a 19 familias y 11 órdenes. Este número representa una pequeña fracción (2,17%) de las especies registradas para Ecuador, pero una proporción más significativa (5,07%) para el Piso Tropical Oriental, lo que sugiere que el área es importante dentro de este ecosistema.

El índice de diversidad calculado (3,40) indica una alta diversidad en el área, aunque la falta de estabilización en la gráfica de acumulación de especies sugiere que el muestreo puede no haber cubierto todas las especies presentes.

El orden Passeriformes es el más diverso, con 8 familias, lo que destaca la importancia de este grupo dentro de la comunidad de aves del área. La familia más diversa es Thraupidae, lo que refuerza la idea de que el área alberga una variedad considerable de especies dentro de ciertos grupos.

Los insectívoros y frugívoros son los gremios más representados, lo que refleja la disponibilidad de recursos como insectos y frutas en el hábitat. Esta información es útil para entender las interacciones ecológicas en el área.

La mayoría de las especies registradas tienen una sensibilidad baja (51,35%), lo que implica que muchas de ellas pueden tolerar ambientes alterados o intervenidos con alguna actividad humana. No obstante, las especies de alta sensibilidad (como *Thamnomanes ardesiacus* y *Megastictus margaritatus*) y especies que se encuentran en categoría de amenaza como *Ara ararauna*, *Tinamus major* y *Synallaxis cherriei*, sugieren que el área de estudio todavía conserva elementos de hábitats saludables.

La caza de perdices, que, aunque ha disminuido, aún puede afectar la biodiversidad local. Las aves son clave para evaluar la salud de los ecosistemas debido a su sensibilidad a los cambios ambientales. La información sobre las especies registradas puede proporcionar una visión clara sobre el estado de conservación del área de estudio.

La actividad minera generalmente conlleva la deforestación o alteración significativa del paisaje. Esto puede reducir la disponibilidad de hábitats para las especies de aves registradas, especialmente aquellas que dependen de hábitats saludables y complejos. Algunas especies de alta sensibilidad, como *Thamnomanes ardesiacus* y *Megastictus margaritatus*, pueden verse particularmente afectadas, ya que estas aves son más susceptibles a la pérdida de hábitats naturales y, por lo tanto, pueden experimentar una disminución en sus poblaciones.

7.2.2.6 Recomendaciones

Se recomienda que al comenzar los trabajos que se tienen previstos realizar en el área se trate de reducir en lo máximo posible las perturbaciones ya que los bosques actualmente cuentan con un leve grado de afectación.

Se recomienda realizar monitoreos periódicos para así llegar a conocer la riqueza total de las aves presentes en el área de estudio, esto no solo referente al número de especies sino también al número de individuos de las mismas y así conocer el verdadero estado de conservación del sitio.

Las especies que deberían ser tomadas en cuenta son: *Elanoides forficatus*, *Ara ararauna*, *Schistes geoffroyi*, *Glaucis hirsutus*, *Thamnomanes ardesiacus* y *Megastictus margaritatus*; las especies mencionadas son de importancia ya que han sido catalogadas en el CITES y como de sensibilidad alta.

Finalmente se recomienda que el área identificada como de importancia en los próximos monitoreos sea muestreada, ya que como se indica en este lugar fueron realizados el mayor número de registros, tanto en capturas como registros visuales.

7.2.3 MASTOFAUNA

Los mamíferos son importantes. Quizá históricamente su importancia radica en que nosotros también somos mamíferos, pero en esta época de calentamiento global, pérdida de biodiversidad, sobrepoblación humana y los resultantes problemas ambientales que estos generan, la conservación de los mamíferos se ha convertido en un tema crítico en muchos aspectos (Tirira, 2007) Actualmente, ellos todavía son fuente de comida y vestido para números pueblos indígenas, polinizan y dispersan

semillas de numerosas plantas, sirven para el control biológico de muchas plagas y juegan un papel importante en el funcionamiento de cada ecosistema en el planeta.

Cada especie como parte de las redes alimenticias, juega un papel importante en el ecosistema que habita. Por ejemplo, muchos murciélagos, roedores y primates, transportan y dispersan semillas; ellos son por tanto los sembradores naturales de los bosques; los murciélagos y otros mamíferos que se alimentan de insectos contribuyen también a reducir poblaciones de algunas especies consideradas plagas agrícolas o vectores de enfermedades graves como el paludismo, el dengue y la fiebre amarilla (García, Parra, & P., 2014).

Con el alto incremento demográfico del país, todos los espacios y recursos naturales soportan fuertes presiones que se agudizan con el pasar del tiempo, sin que hasta el momento se visualice alguna solución a esta situación. Los principales problemas que enfrentan los mamíferos ecuatorianos son la reducción y alteración de los hábitats, a más de la cacería y comercio ilegal; la explotación petrolera iniciada en la década de 1960, marcó un antes y un 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 principal problema 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, Parra, & P., 2014)

En el Ecuador la fauna de mamíferos continúa en constante crecimiento. Según los últimos listados de mamíferos publicados, se han mencionado que para el territorio ecuatoriano se han registrado entre 324 especies en 1991, y 382, en 2007, número que actualmente se ha incrementado a 434 especies repartidas en los 14 órdenes actualmente reconocidos. Según afirma (Tirira, 2017), los cambios en los listados de especies no son exclusivo de Ecuador ni de la fauna de mamíferos, es un fenómeno que ocurre en la mayoría de países y en prácticamente en todos los grupos biológicos, hecho que es más notorio en las zonas tropicales del planeta, ya que son regiones con alta biodiversidad, como es el caso del Ecuador.

7.2.3.1 Área de estudio

Se encuentra geopolíticamente en la provincia de Napo en la Amazonia ecuatoriana en el Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Parroquia Carlos Julio Arosemena Tola. Según (MAE, 2013), el sitio de estudio pertenece a la formación vegetal: Bosque Siempreverde Piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes BsPn03. La estructura es de bosque denso de unos 15-35 m en el norte. Cobertura densa y estructura compleja con varios estratos, aunque no abundantes lianas. Zonas de matorral en áreas luego de la conversión de uso y deforestación. En la combinación florística es característica la presencia de varias especies andinas termófilas o macrotérmicas, asociadas al fondo florístico dominante de flora del occidente de la Amazonía.

Zoo geográficamente, el sitio de estudio forma parte del piso Zoogeográfico Tropical Oriental y pertenece al Dominio Amazónico que incluye a la Provincia Amazónica (Albuja, 2011).

Conforme con las características del área de estudio, así como varios aspectos generales (estructura, fisonomía, especies indicadoras etc.) se determinó el tipo de vegetación como bosque maduro intervenido por extracción selectiva de madera

7.2.3.2 *Metodología*

7.2.3.2.1 *Validación-Justificación de la metodología*

Las técnicas de muestreo utilizadas en el trabajo de campo para la ejecución del presente estudio, se basan en algunos criterios establecidos en las metodologías de Evaluación Ecológica Rápida (Sayre, y otros, 2002) (Rodríguez-Tarres, 1987) (Suarez & Mena, 1994) y Memorias del Seminario-Taller “Métodos Estandarizados para Estudios de Biodiversidad, ejecutada por el Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales: en donde se da a conocer acerca de metodologías para métodos cuantitativos con aplicación de redes de neblina, trampas Tipo Sherman y Tomahawk, entre otros.

Para la generación de datos cualitativos se ha tomado en cuenta los criterios de (Tirira, 2007)), quien señala que no es sencillo unificar técnicas para la observación o registro de mamíferos en su estado silvestre, pues constituye un grupo de vertebrados heterogéneo, con costumbres, hábitos y preferencias muy variadas entre los diferentes órdenes, es así que describe varias técnicas, que según sus investigaciones son las más frecuentes para la observación y registro de mamíferos, entre las que se resalta las siguientes: observación directa, búsqueda de rastros y huellas, sonidos, restos fecales y búsqueda de otro tipo de rastros, adicionalmente las entrevistas, con el fin de obtener listados más completos de Mastofauna. También se utilizó las técnicas propuestas por el Memorias del Seminario-Taller “Métodos Estandarizados para Estudios de Biodiversidad, ejecutada por el Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (2007)

Los registros obtenidos en los transectos de observación no fueron tomados en cuenta para cálculos estadísticos cuantitativos, esto con la finalidad de evitar sesgos en la información según menciona (Tirira, 2007), ya que hay especies que por su velocidad de movimiento no pueden ser visualizadas, por lo que su identificación con frecuencia en campo puede ser errónea. Sin embargo, estos datos ayudan a complementar la composición de mamíferos por punto de muestreo ya sea este de tipo cuantitativo o cualitativo.

7.2.3.2.2 *Limitantes Metodológicos*

La limitante de la metodología aplicada con respecto al análisis de datos reside en que las trampas Sherman solo capturan especies de micro mamíferos no voladores, descartando a mamíferos y meso mamíferos terrestres, meso mamíferos arbóreos y macro mamíferos en general.

Las redes de neblina, son instaladas a nivel de sotobosque, por lo que resulta complicado saber la diversidad total de micromamíferos voladores, ya que hay ciertas especies que utilizan los estratos medios (subdosel) y superiores (dosel) del bosque.

También, se debe evitar realizar evaluaciones durante los días lluviosos, ya que influye sobre el patrón de actividad de las especies, debido a que durante los periodos de fuerte lluvia permanecen inactivos.

7.2.3.2.3 *Muestreo Cuantitativo*

7.2.3.2.3.1 *Transecto de Trampas Vivas*

La captura con trampas es la forma común de determinar poblaciones de pequeños mamíferos como los roedores y marsupiales. Los dos principales tipos de trampas son las de caja, entre las que se mencionan las trampas tipo Sherman y las trampas tipo Tomahawk.

Para este estudio se utilizó 15 trampas tipo Sherman y cinco (5) trampas tipo Tomahawk, las cuales fueron ubicadas en una línea de trampas fijadas en los sitios de muestreo seleccionados. Se utilizó un diseño de muestro de bloque a lo largo de una línea de transecto; se estableció cinco (5) estaciones de muestreo con un total de tres (3) trampas Sherman y una (1) Tomahawk por estación, separadas

aproximadamente a 20 metros de distancia. Las trampas permanecieron en actividad dos días y dos noches, adquiriendo un esfuerzo de muestreo de 960 horas en total (48 horas trampa).

Como cebo se utilizó granola con miel, combinación de mantequilla de maní con avena y atún y una torunda de algodón empapada de aceite de hígado de bacalao (Suarez & Mena, 1994)

7.2.3.2.3.2 Redes de Neblina (Micro mamíferos voladores)

Las comunidades de “murciélagos tropicales” son extremadamente diversos y exhiben variados comportamientos y preferencias de hábitat (Solari, 2002). Para estudios de corto periodo de tiempo, en donde se pretende estimar la diversidad, los “murciélagos” son capturados utilizando redes de neblina (Solari, 2002) (Jones & Adler, 1996)

Se utilizó ocho redes de neblina de 12 metros de largo por 2,5 metros de alto, ubicadas de manera continua a lo largo de un transecto. A los individuos de quirópteros (murciélagos) capturados, se realizó una marca con tinta natural en el ala o pata, para de esta forma evitar la recaptura.

Las redes fueron abiertas, en los periodos de mayor actividad de los “murciélagos”, la cual va desde las 18:00 a 22:00 horas (Suarez & Mena, 1994). El esfuerzo de muestreo aplicado con las redes de neblina es de 64 horas de esfuerzo de muestreo total (4 horas red/noche).

Para la identificación taxonómica de este grupo de mamíferos se utilizó, la Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017) y la Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de Sudamérica (Díaz, Solari, Aguirre, & Barquez, 2016) estas dos guías están diseñadas para trabajar con individuos adultos y se basan principalmente en los patrones de coloración, medidas corporales, fórmulas dentales y rangos de distribución.

7.2.3.2.4 Muestreo Cualitativo

7.2.3.2.4.1 Línea de transecto

El transecto es quizás la técnica más comúnmente empleada para el muestreo y censo de la fauna silvestre en un área (Rabinowitz, 1997). Los transectos son establecidos a lo largo de la dirección de la brújula, lo más recto posible. Los animales son contados mientras se camina en el transecto.

Los transectos lineales se utilizan para evaluar la presencia y abundancia de mamíferos grandes (Wilson, Cole, Nichols, & Foster, 1996) Los transectos fueron recorridos a un ritmo de una hora por km, (Suarez & Mena, 1994). Se realizó breves paradas cada 100 metros para la detección de ciertos mamíferos en base a pistas acústicas. Se marcó el transecto cada 50 metros para poder juzgar la velocidad a la que se está caminado según los criterios de Rabinowitz (1997)

Durante las caminatas por los transectos se consideró las siguientes técnicas.

7.2.3.2.4.2 Observaciones directas

Los mamíferos fácilmente observables como los primates y otras especies arborícolas, son censados sobre la base de observaciones visuales mientras un observador camina a lo largo de los transectos de línea (Brockelman & Ali, 1987). Los transectos no son muy útiles con animales pequeños y escurridizos, esto además, se mueven silenciosamente o permanecen escondidos y no son detectados. Tampoco son prácticos para especies con densidades bajas (grandes felinos, tapires, entre otros), de estas no es posible tener una muestra representativa. Esta metodología se da en un rango aproximado de 1 km con una a dos horas de duración principalmente entre las 15:00 y 16:00 horas

Durante las observaciones se identificó características particulares de los animales observados, como cicatrices, pigmentaciones, tamaño, estructura grupal en el caso de animales gregarios para evitar el recuento de individuos como sugiere (Arcos, Albuja, & Moreno., 2017)

7.2.3.2.4.3 Señales de animales

Oportunidades de observar mamíferos en el campo son limitadas porque muchas especies son pequeñas y nocturnas, incluso medianos y grandes mamíferos diurnos son evasivos por lo cual, son registrados usando signos indirectos de su presencia, como huellas, excrementos, madrigueras, excavación, comederos, huesos, sonidos y vocalizaciones (Tirira., 1998) Las señales fueron estudiadas por el mismo observador a lo largo del transecto mientras se realizan las observaciones directas

Las condiciones climáticas deben ser tomadas en cuenta, ya que la lluvia puede borrar todas las pistas en un breve periodo. Los estudios deben hacerse preferentemente después de la lluvia durante un periodo seco. Esto asegura que todos los rastros sean realmente frescos (Carrillo & Cuarón., 2000)

El observador debe estar en capacidad de identificar las señales de las especies que habitan en el lugar de estudio. Para los animales terrestres de los bosques tropicales, estas habilidades exigen un entrenamiento adecuado, colaboración de guías locales, especialmente de cazadores y recolectores de frutos silvestres. Se debe apoyar los registros indirectos en el uso de ilustraciones de guías de campo (Tirira., 1999) (Emmons & Feer., 1999)

Cada vez que se encontró una señal (huella, fecas o rastros de pelaje) se registró a la especie, el tipo de señal y el lugar. Después de registrarla, se borró y marcó cada señal para permitir los conteos de los días siguientes. Se pueden adjudicar diferentes importancias a diferentes señales. Por ejemplo, para un animal solitario, un pequeño conjunto de huellas que cruzan un sendero se cuenta como una señal y un gran grupo de huellas que siguen un sendero se cuenta como uno también, aunque este tenga muchas más huellas. Con esta técnica no se podrá obtener números de abundancia de las especies. La información que puede recogerse se limita al registro de presencia de las especies en el área de estudio y la abundancia de rastros pueden aportar con información sobre la frecuencia de uso de los diferentes hábitats. La medida que se usa al final es el número de señales individuales por tramo de transecto.

7.2.3.2.4.4 Entrevistas

De manera adicional a las técnicas descritas, se realizaron entrevistas informales a los habitantes o guías locales que participaron durante la fase de campo. Esta técnica tuvo como finalidad completar e identificar ciertas especies de mamíferos no registradas durante el trabajo de campo, así como conocer el uso e importancia de las especies de fauna conocidas por los pobladores. Se utilizaron láminas/fotografías especializadas a color (Emmons & Feer., 1999) (Tirira., 1998) que facilitaron la identificación de las especies de mamíferos. Debido al sesgo de información que genera dicha metodología no se la considera en la estadística al no dar datos precisos de la presencia y ausencia de especies como de un número de frecuencia que permita dar un dato estadístico confiable.

7.2.3.2.5 Sitios de Muestreo

En la siguiente tabla se muestra las coordenadas de ubicación de los transectos de muestreo y recorridos de observación de los sitios de muestreo cuantitativos y cualitativos establecidos para el análisis de Mastofauna dentro del área de concesión. Se pueden verificar los sitios de muestreo en Cartografía 7.18 Mapa de muestreo biótico Mastofauna.

Tabla 7-20 Puntos de muestreos cuantitativos y cualitativos

Sitio	Fecha	Código	Coordenadas WGS84			Altitud (msnm)	Ecosistem a (MAE 2013)	Tipo de Vegetación	Descripción de la metodología
			Id	Este (m)	Norte (m)				
CUANTITATIVO									
Alessi a	30-31/01 /18	PMM-R	I	174756	9874724	790	BsPn03	Bosque Maduro intervenido	Redes de neblina
			F	174655	9874770	810			
	30-31/01 /18	PMM-T	I	174808	9874611	747	BsPn03	Bosque Maduro intervenido	Trampas Sherman/ Trampas Tomahawk
			F	174732	9874690	760			
	31/01 /18	POM-1	I	173911	9874097	817	BsPn03	Bosque Maduro intervenido	Transecto de observación
			F	174658	9874752	783			
CUALITATIVO									
Alessi a	31/01 /18	POM-2	I	173659	9873906	858	BsPn03	Bosque Maduro intervenido	Transecto de observación
			F	173645	9873800	855			
	31/01 /18	POM-3	I	173564	9874849	820	BsPn03	Bosque Maduro intervenido	Transecto de observación
			F	173455	9874840	817			

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.3.2.6 Esfuerzo de Muestreo

En la siguiente tabla se indica el esfuerzo de muestreo realizado para el componente de Mastofauna en las diferentes áreas de muestreo. Con la ayuda del Sr. Nicson Vatgasandi de 20 años de edad, nativo del área que presto su ayuda como guía local durante todo el muestreo.

Tabla 7-21 Esfuerzo de Muestreo para Mastofauna

Sitio	Fecha de Muestreo	Código	Metodología	Nº Redes / Nº Trampas/ Transecto	Horas/día	Nº de Personas	Horas /Total
Alessia	30-31/01/2018	PMM-R	Redes de neblina	8 redes	4 horas / 2 días	1	64
		PMM-T	Trampas tipo Sherman	15	24 horas / 2 días	1	720
			Trampas tipo Tomahawk	5	24 horas / 2 días	1	240
	31/01/2018	POM-1	Transecto de observación directa huellas y rastros	1	5 horas / día	1	5
	31/01/2018	POM-2	Transecto de observación directa huellas y rastros	1	1 hora / día	1	1
	31/01/2018	POM-3	Transecto de observación directa huellas y rastros	1	1 hora / día	1	1
	Total de horas de muestreo						1031

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.3.2.7 Fase de Gabinete

Los mamíferos capturados se registraron en una ficha de campo, provisionalmente se identificaron en el mismo sitio de observación y se realizó el debido registro fotográfico para su posterior identificación mediante claves taxonómicas (Albuja, 1999). Todos los especímenes fueron liberados en el lugar de captura. Una vez revisada la información obtenida, se procedió al ordenamiento, tabulación, análisis en interpretación de los datos referentes a los diferentes grupos registrados en el campo, sobre los cuales se integra el presente informe.

Se emplean los términos de Riqueza (S), Abundancia (N), Frecuencia (Fr), Abundancia relativa o P_i (proporción de individuos de una especie en relación a la abundancia total de individuos de todas las especies), para expresar la presencia o ausencia de especies y el grado de frecuencia de encuentro en una determinada área. Todos aquellos son términos válidos para evaluar la diversidad de las comunidades y realizar comparaciones estadísticas en base a datos directos (Moreno C., 2001). En el análisis de la composición faunística se contabilizó y clasificó taxonómicamente las especies que conforman cada orden de mamíferos.

7.2.3.2.8 Análisis estadístico

El procesamiento de la información incluyó el análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos en base a la metodología establecida para la evaluación de los mamíferos de las diferentes áreas de estudio del proyecto propuesto. Para el análisis matemático y estadístico se emplearon programas como Stimate (versión S9) y la versión 2015 de Past; para el manejo de la información se empleó una base de datos en Excel.

Se realizaron los siguientes análisis:

7.2.3.2.8.1 Riqueza (S)

Es el número total de especies obtenido en un censo de una comunidad (Moreno C., 2001).

$$S = \text{Especie a} + \text{Especie b} + \dots$$

7.2.3.2.8.2 Abundancia total

Cantidad precisa, contada, de individuos de esa especie con respecto al total de la población censado en un área determinada.

7.2.3.2.8.3 Abundancia Relativa (N)

Se analizó la abundancia relativa, la misma que permite caracterizar la muestra a través de la curva de abundancia relativa - diversidad. El empleo de esta curva es considerado como una herramienta para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y semi naturales (Marrugan, 1988) y (Marrugan, 2005). Se basa en el cálculo de la abundancia relativa dividiendo el número de individuos de la especie i para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica.

$$P_i = n_i / N$$

Dónde: n_i = es el número de individuos de la especie i , dividido para el número total de individuos de la muestra (N). (Moreno & Barragán, 2011)

De acuerdo a la abundancia relativa de los mamíferos capturados, se separaron en cuatro (4) grupos de acuerdo al número de individuos (modificado de (Stotz, Fitzpatrick, Parker, & Moskovits, 1996) así:

Tabla 7-22 Interpretación de la Abundancia Relativa de la Mastofauna

Abundancia Relativa	
Abundante	más de 10 individuos
Común	6 - 10 individuos
Poco común	2 - 5 individuos
Raro	1 individuo

Fuente: Modificado de (Stotz, Fitzpatric, Parker, & Moskovits, 1996)

Dónde: I= índice de abundancia relativa

#= corresponde al número de indicios como huellas, heces, restos, avistamientos, madrigueras y

Unidad de esfuerzo= corresponde a metros (m) recorridos en el transecto.

No se establece el índice de abundancia relativa para micromamíferos debido a que el método de captura es diferente.

7.2.3.2.9 Diversidad

7.2.3.2.9.1 Índice de Diversidad de Shannon

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Marrugan, 1989) y (Baev & Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número individuos (Marrugan, 1987).

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

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

Los valores del Índice de Shannon-Weiner inferiores a 1,5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1,6 a 3,4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3,5 se consideran como diversidad alta (Magurran, 1987). En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1,5 y 3,5 y rara vez sobrepasa 4,5 (Margalef, 1972), citado en (Magurran, 1987).

7.2.3.2.9.2 Índice de Dominancia de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Marrugan, 1987). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$ (Moreno & Halffter, 2001).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde: p_i = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

En programas como Past (Simpson 1-D) la interpretación es del rango entre 0-0,35 como diversidad baja; el rango entre 0,36-0,75 como diversidad media; y el rango entre 0,76-1 como diversidad alta.

7.2.3.2.9.3 Índice de Chao1

Basado en el número de especies en una muestra que están representados solo por un individuo (singletons) o solo por dos individuos (doubletons). Es un estimador de la riqueza de especies para el sitio de interés basado en la abundancia registrada en el muestreo (Chao, 1984) citado en (Moreno C., 2001)

$$\text{Chao 1} = S + a^2/2b$$

Donde: S = número de especies en la muestra,

a = es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (número de singletons) y

b = es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de doubletons) (Colwell, 1997; Colwell y Coddington, 1994) citado en (Moreno C., 2001).

7.2.3.2.9.4 Curva de Acumulación de Especies

Se evalúa esta curva en base al tiempo de muestreo, medido en días, y al número total de muestras realizadas mediante la aplicación de las metodologías descritas. Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma cómo las especies van apareciendo conforme van efectuándose las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos registrados. La curva se obtiene empleando el método de proyección de riqueza propuesto por Colwell (2005):

$$E(S) = a x / 1 x b x$$

Dónde: a = Tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario y

b = Parámetro relacionado con la forma de la curva.

Según el modelo de Clench, la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará (hasta un máximo) conforme más tiempo se pase en el campo, es decir, la probabilidad de añadir especies nuevas eventualmente disminuye, pero la experiencia en el campo la aumenta (Soberón & Llorente, 1993).

Predice la riqueza total de especies de un sitio cuando la curva de acumulación de especies alcanza la asíntota. Para los modelos de dependencia lineal y de Clench dicha asíntota se calcula como la relación a/b; para este procedimiento se utilizó el programa EstimateS (Colwell 1997) citado en (Moreno C., 2001), y el programa Statistica 8.0.

7.2.3.2.9.5 Índice de similitud de Jaccard

El índice 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, que se refiere al cambio de especies entre dos estaciones (Magurran, 1987). El intervalo de valores para el índice de Jaccard va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambas estaciones, hasta 1, cuando dos estaciones tienen la misma composición de especies. Este coeficiente se obtiene según la siguiente expresión:

$$I_j = \frac{C}{A + B - C}$$

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

7.2.3.2.10 *Análisis de Aspectos Ecológicos*

Se presenta información sobre la ecología de las especies como: gremio o nicho trófico, hábito o patrón de actividad, locomoción y uso de hábitat, relaciones inter o intra específicas (sociabilidad). Los conceptos y criterios sobre aspectos ecológicos para cada especie fueron tomados de (Tirira, 2017) (Tirira, 1998)

7.2.3.2.10.1 *Gremio Trófico*

Se define como nicho ecológico al conjunto de condiciones físicas bajo las cuales una especie puede explotar un recurso energético de forma efectiva, tal que permita reproducirse y colonizar otros ambientes de condiciones físicas similares (Jarrín, 2000) discute que los animales reparten los recursos en el ambiente en tres formas básicas: trófica, espacial y temporalmente. A estas formas dicho autor se refiere como distintas dimensiones de nicho. Se presenta información sobre el gremio o nicho trófico, según la información publicada en la página electrónica de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 1999)

7.2.3.2.10.2 *Hábito o patrón de Actividad*

Los mamíferos se clasificaron de acuerdo a su patrón de actividad en dos (2) clases: nocturnos, diurnos y algunos grupos de mamíferos tienen rangos más amplios que son de hábitos diurnos y nocturnos como los tapires (Tirira, 2007)

7.2.3.2.10.3 *Locomoción y Uso de Hábitat*

Los mamíferos se clasificaron de acuerdo a sus hábitos y locomoción dentro del bosque, en arborícolas, terrestres, aéreos y en algunos casos puede ser combinada, pues algunos mamíferos son terrestres y arborícola, semiacuáticos etc. (Tirira, 2007)

7.2.3.2.10.4 *Relaciones Inter o Intra específicas*

De acuerdo al tamaño y composición de los grupos, se clasifica a los mamíferos en gregarios, solitarios o en parejas.

7.2.3.2.10.5 *Especies Indicadoras*

Los indicadores biológicos son aquellas especies sensibles a las actividades humanas o aquellas que juegan un papel esencial en sus ecosistemas. A menudo, son seleccionadas para representar a una colección de especies con requerimientos similares (Noss, 1990). Las especies bioindicadoras no necesariamente se encontrarán amenazadas o en peligro de extinción. Para la selección de las especies de interés e indicadoras se la realiza según la información de las características de cada especie de Mastofauna registrada en el presente estudio, información tomada de la Guía de campo de Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2007)

7.2.3.2.10.6 *Especies Sensibles*

Las especies sensibles se determinan por su naturaleza escasa, por pertenecer a poblaciones significativamente en reducción por causas antrópicas, o por tener distribuciones restringidas (endémicas). Generalmente se encuentran incluidas dentro de listas de conservación tanto nacional como extranjeras, lo que les brinda un reconocimiento legal por parte de la legislación nacional.

Con la finalidad de incluir a una especie como sensible, se utilizó información de respaldo y criterios presentados en (Emmons & Feer., 1999) (Tirira., 1999). En base a lo establecido por (Stotz., 1996) las variables utilizadas fueron: alta, media y baja, de la siguiente manera:

- Especies altamente sensibles (A): Son aquellas que se encuentran en bosques en buen estado de conservación, y no pueden soportar alteraciones en su ambiente a causa de actividades antropogénicas. La mayoría, no puede vivir en hábitats alterados, tienden a desaparecer de las zonas donde habitan cuando se presentan estas perturbaciones, migrando a otros sitios más estables.
- Especies medianamente sensibles (M): Son aquellas que a pesar de que pueden encontrarse en áreas de bosque bien conservados, también son registradas en zonas poco alteradas, bordes de bosque, y que, siendo sensibles a las actividades o cambios en su ecosistema, pueden soportar un cierto grado de afectación dentro de su hábitat, como por ejemplo una tala selectiva del bosque; se mantienen en el hábitat con un cierto límite de tolerancia.
- Especies de baja sensibilidad (B): Son aquellas especies colonizadoras que, si pueden soportar cambios y alteraciones en su ambiente, y que se han adaptado a las actividades antropogénicas.

7.2.3.2.10.7 Estado de Conservación de las Especies

El Estado de Conservación de las especies de mamíferos del presente estudio se caracterizó de acuerdo a lo publicado en el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011) y a la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (Versión 2017-3); además, se analizaron los criterios de la Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES., 2017)

7.2.3.2.10.8 Uso del Recurso

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

7.2.3.3 Resultados

7.2.3.3.1 Análisis Global de Mastofauna

Para el presente estudio se evaluó la riqueza, la abundancia absoluta, abundancia relativa y diversidad de especies de mamíferos. Los resultados presentados a continuación corresponden a los datos obtenidos mediante el uso de ocho (8) redes de neblina, 15 trampas tipo Sherman, cinco (5) trampas tipo Tomahawk, metodologías que se emplearon para evaluar el punto cuantitativo; adicional se empleó el uso de transectos en los cuales se realizó observaciones directas, búsqueda de rastros e indicios, para los puntos cualitativos los cuales ayuden a determinar la presencia de Mastofauna en cada sitio estudiado.

7.2.3.3.1.1 Riqueza

Durante el levantamiento de información en el componente de mamíferos, mediante la utilización de métodos considerados como cuantitativos, cualitativos y entrevistas (información secundaria), se determinó la presencia de 20 especies de mamíferos, distribuidas en 19 géneros, 12 familias y ocho (8) órdenes. Las 20 especies reportadas representan el 4,61% del total de especies de mamíferos registrados en el Ecuador (n=434 Tirira, 2017) y el 9,47% de los mamíferos presentes en el Piso Tropical oriental (n=211 Tirira, 2017).

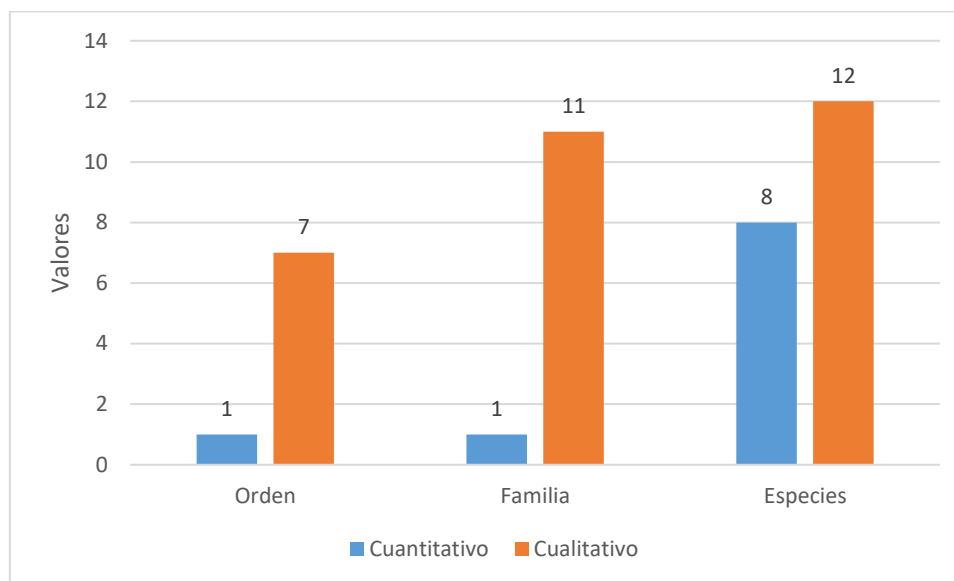
Tabla 7-23 Especies Registradas de Mastofauna en la concesión Alessia

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro		N° Ind. Especie
				Directo	Indirecto	
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya común de orejas negras		Entrevista	
CINGULATA	Dasyrodidae	<i>Dasyurus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas		Visual	
RODENTIA	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca		Visual	
RODENTIA	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Agouti negro		Huella	
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo silvestre		Visual	
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Artibeus anderseni</i>	Murciélago frutero chico de Andersen	Redes de neblina		2
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Murciélago sedoso de cola corta	Redes de neblina		4
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago común de cola corta	Redes de neblina		2
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Rhinophylla pumilio</i>	Murciélago frutero pequeño común	Redes de neblina		2
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Platyrrhinus helleri</i>	Murciélago de nariz ancha de Heller	Redes de neblina		1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Lophostoma brasiliense</i>	Murciélago de orejas redondas pigmeo	Redes de neblina		1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejudo común	Redes de neblina		1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	Murciélago rayado de nariz peluda	Redes de neblina		5
CARNIVORA	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma		Entrevista	
CARNIVORA	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Coatí amazónico		Visual	
CARNIVORA	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Cusumbo		Visual	
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Mazama zamora</i>	Corzuela roja de Zamora		Huella	
ARTIODACTYLA	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar		Huella	
RODENTIA	Sciuridae	<i>Microsciurus flaviventer</i>	Ardilla enana de Oriente		Visual	
PRIMATES	Cebidae	<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla ecuatoriano		Entrevista	

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

En la siguiente figura se puede observar que el menor número de riqueza de especies se encuentran en los puntos de muestreo cuantitativo ocho (8) especies (redes de neblina y trampas tipo Sherman y Tomahawk.) y 12 especies en el muestreo cuantitativo, y cualitativas (Observación directa y registros indirectos).

Figura 7-19 Riqueza de Mastofauna en los puntos de muestreo de la concesión

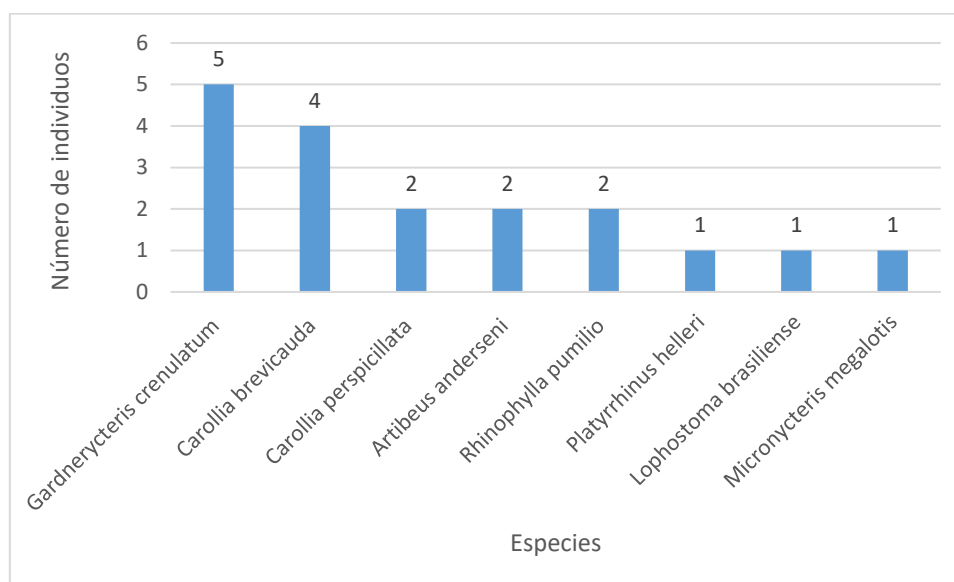


Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.3.3.1.2 Abundancia Absoluta

La abundancia absoluta para el área total de estudio (cuantitativo) De las 8 especies, la más dominantes fueron: *Gardnerycteris crenulatum* con cinco (5) individuos. Seguida de *Carollia brevicauda* con cuatro (4) individuos. *Artibeus anderseni*, *Carollia perspicillata* y *Rhinophylla pumilio* registraron dos (2) individuos cada una. Y por último las especies: *Platyrrhinus helleri*, *Lophostoma brasiliense* y *Micronycteris megalotis* tienen un individuo cada una. En la siguiente figura se puede divisar la abundancia de individuos según la especie de mamífero.

Figura 7-20 Abundancia absoluta de Mastofauna de la Concesión



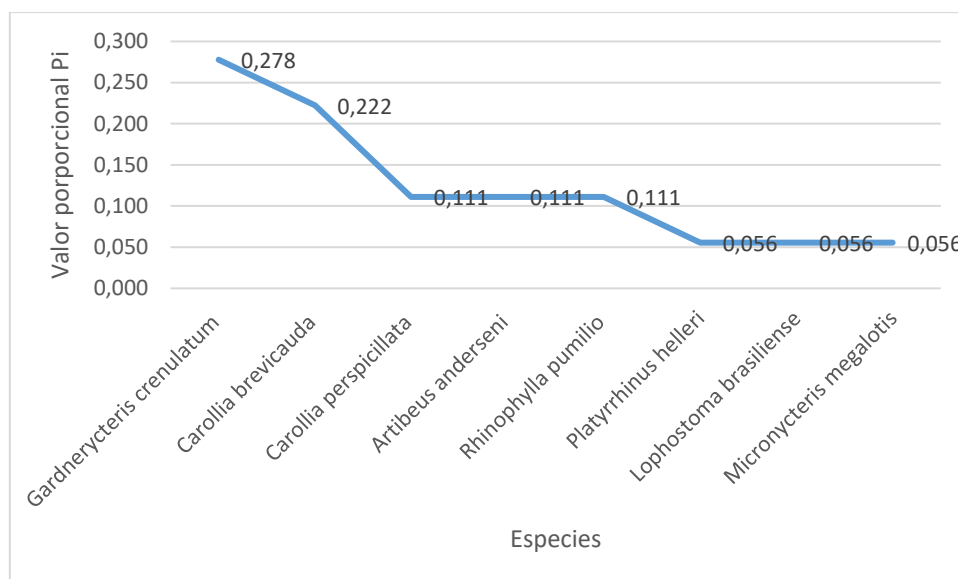
Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.3.3.1.3 Abundancia Relativa

En la siguiente figura se puede apreciar las especies más abundantes. Al analizar la curva de abundancia-diversidad se puede apreciar que la distribución de las especies es heterogénea, sin embargo, la pendiente de la curva es muy notable en las especies: *Gardnerycteris crenulatum* con

$P_i=0.278$, *Carollia brevicauda* con un $P_i= 0.222$, indica que su abundancia relativa es mayor en relación al resto de las especies registradas, siendo estas especies las dominantes con el 50% entre ellas.

Figura 7-21 Abundancia Relativa en los puntos de muestreo



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

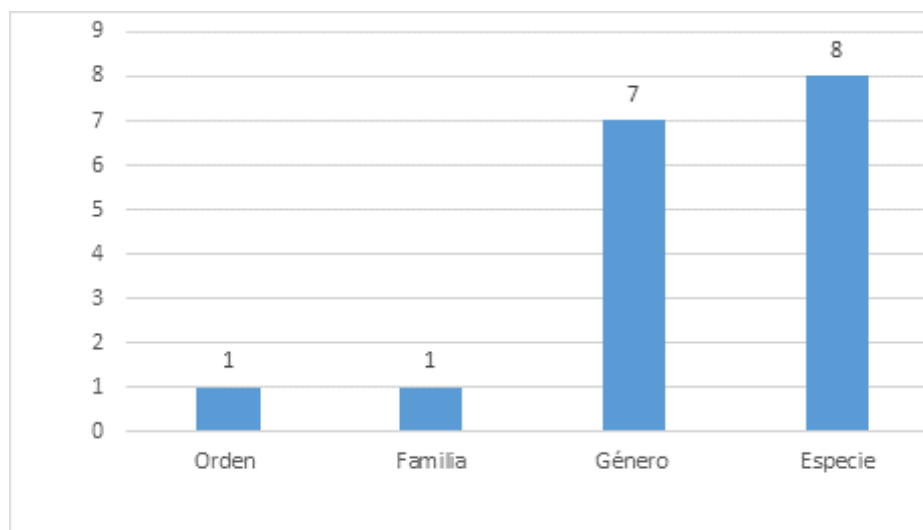
7.2.3.3.2 Análisis Cuantitativo de los Puntos de Muestreo PMM-R y PMMT

A continuación, se presenta el análisis estadístico tomando en cuenta únicamente los registros por captura de las áreas estudiadas de PMM-R y PMM-T discriminando así a los datos cualitativos, puesto que al ser especies que se registraron en recorridos de observación no fueron marcadas, por lo tanto, se corre el riesgo de recuento y el análisis estadístico no sería real.

7.2.3.3.2.1 Riqueza

En los puntos de muestreo cuantitativo PMM-R y PMM-T, se pudo registrar a ocho (8) especies, una familia y un orden. Las ocho (8) especies reportadas representan el 1,84% del total de especies de mamíferos registrados en el Ecuador ($n=434$ Tirira, 2017) y el 3,79% de los mamíferos presentes en el Piso Tropical oriental ($n=211$ Tirira, 2017).

Figura 7-22 Riqueza de Mastofauna en los puntos PMM-R y PMM-T



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

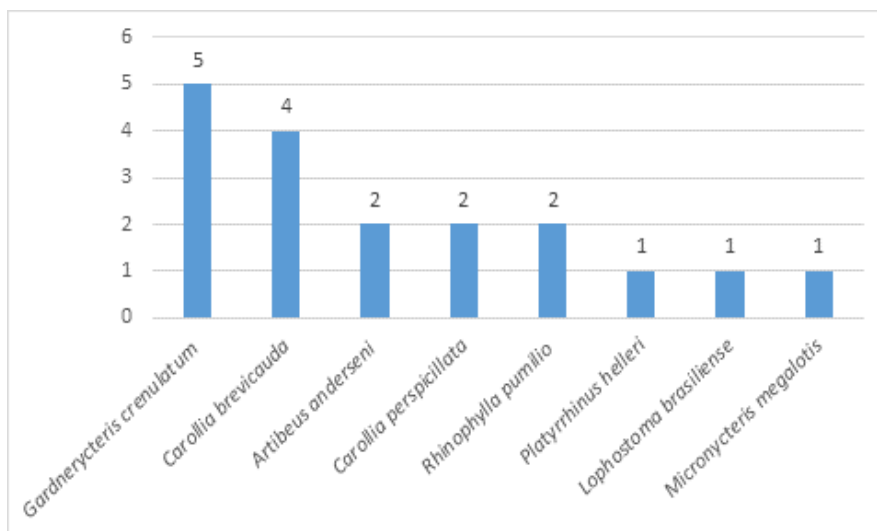
El orden de mamíferos mejor representado durante el estudio mediante métodos cuantitativos (Redes de neblina) fue: Chiroptera con ocho (8) especies, representando el 100% del total de los registros; no se presentaron registros con la utilización de Trampas Sherman y Tomahawk.

7.2.3.3.2.2 Abundancia Absoluta

Mediante métodos de captura (Redes de neblina), fue posible registrar a 18 individuos, repartidos en ocho (8) especies. La especie *Gardnerycteris crenulatum* “Murciélago rayado de nariz peluda” se identifica como la más frecuente dentro del inventario total, al aportar el 27,78% (5 individuos) del total de los registros; *Carollia brevicauda* “Murciélago sedoso de cola corta” aporta el 22,22% de los registros; entre los más representativos.

Es importante indicar que, de toda la diversidad de mamíferos del área de estudio, la mayoría de especies registradas son las que mejor densidad poblacional presentan y las que mejor adaptadas están a los cambios que se suscitan en su hábitat como sugiere Tirira (2007). En la siguiente figura se puede observar las frecuencias de las especies de mamíferos registrados el levantamiento de información biótica, por métodos considerados como cuantitativos.

Figura 7-23 Abundancia absoluta de Mastofauna en los puntos PMM-R y PMM-T

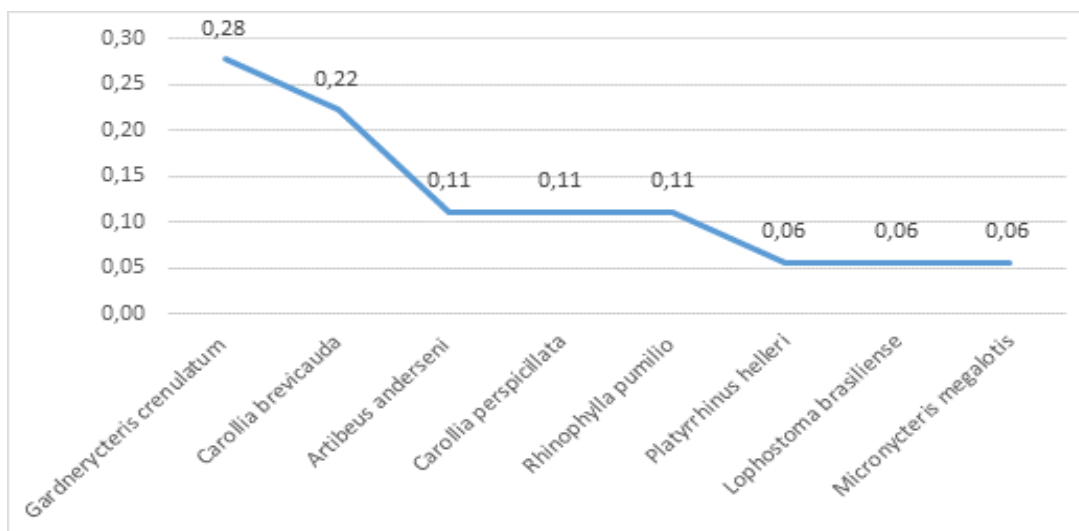


Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.3.3.2.3 Abundancia Relativa

En el análisis de la curva de dominancia-diversidad, según la proporción de individuos, se puede apreciar que la distribución de las especies es heterogénea, sin embargo, la pendiente de la curva es muy notable en las especies: *Gardnerycteris crenulatum* y *Carollia brevicauda* lo cual indica que su abundancia relativa es mayor en relación al resto de las especies registradas, abarcando entre ambas el 50%.

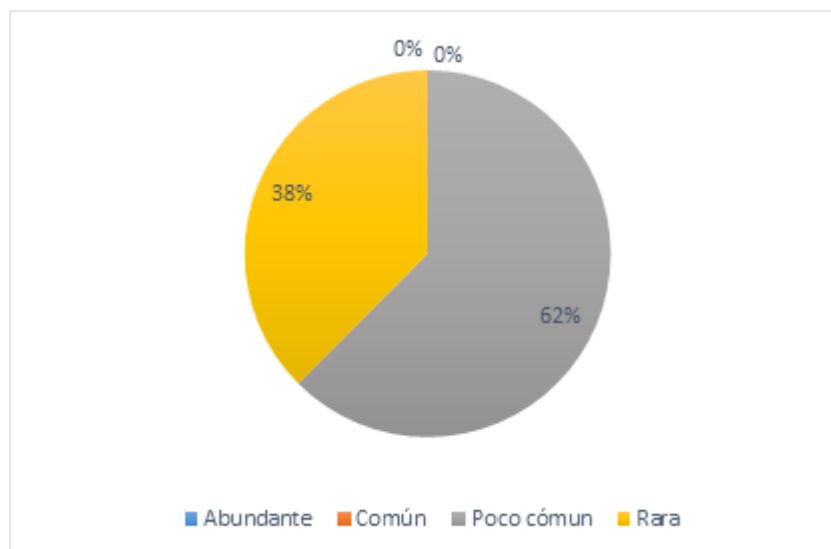
Figura 7-24 Curva de Abundancia o Curva de Dominancia en los puntos PMM-R y PMM-T



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

La abundancia relativa, fue determinada con las especies capturadas, en este sitio se registró 8 especies de las cuales el 38% son raras, es decir que estas especies registraron un (1) solo individuo y estas son: *Platyrrhinus helleri*, *Lophostoma brasiliense* y *Micronycteris megalotis*. Seguido por las especies poco comunes (de 2 a 5 individuos por especie) con el 62%, entre estas especies se encuentra *Gardnerierycteris crenulatum*, *Carollia brevicauda*, *Artibeus anderseni*, *Carollia perspicillata* y *Rhinophylla pumilio*. No se registraron especies comunes ni abundantes.

Figura 7-25 Abundancia relativa para las Especies de los puntos PMM-R y PMM-T



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.3.3.2.4 Diversidad

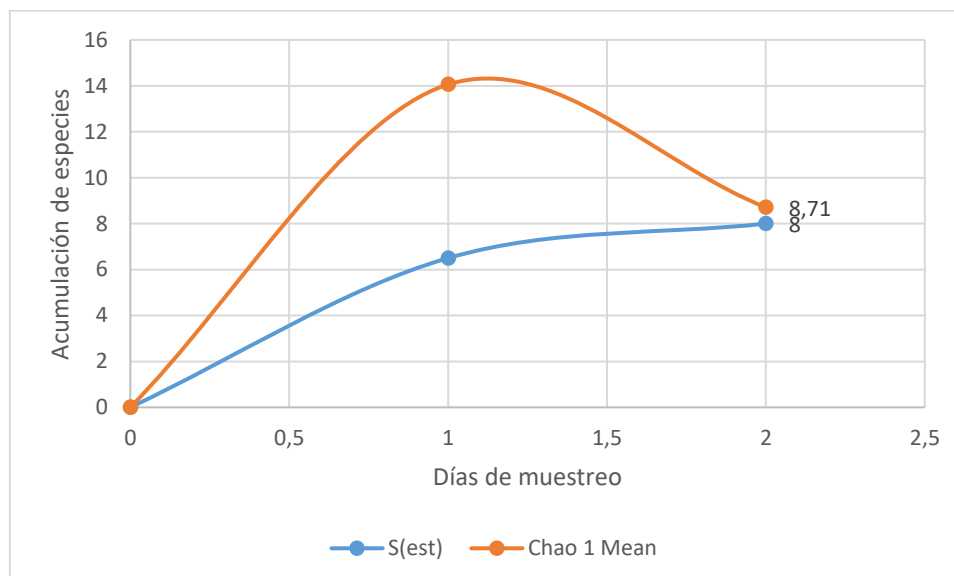
De acuerdo al análisis de diversidad de Shannon-Wiener en este punto de muestreo con un valor de 1,93 se obtuvo una diversidad media, mientras que de acuerdo al análisis de dominancia de Simpson presentó una dominancia alta con un valor de 0,85.

Tabla 7-24 Índice de Shannon-Wiener y Dominancia y diversidad de Simpson

Sitio	Código	N. de especies (s)	Número de individuos (N)	Índice de diversidad de Shannon-Wiener	Índice de dominancia de Simpson	Índice de diversidad de Simpson (1-D)
Concesión Alessia	PMM-R; PMM -T	8	18	1,94	0,17	0,83
				Media	Baja	Alta

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

La diversidad obtenida mediante captura (métodos cuantitativos) en el estudio, fue sometida a análisis, empleando un estimador no paramétrico; para este análisis se tomó cada día como una unidad de muestreo. El resultado alcanzado en esta investigación fue de ocho (8) especies, el estimador empleado determinó una posible riqueza promedio de 8,71 especies para el área de estudio, en relación a los resultados de las especies obtenidas en el estudio, se identifica que la muestra obtenida, alcanza el 91,84% de efectividad. En siguiente figura se presentan los valores del estimador Chao-1 y la Curva de acumulación de especies por día de muestreo.

Figura 7-26 Curva Acumulación Especies vs. Chao1 de la Clase Mammalia en PMM-R y PMM-T


Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.3.3.3 Análisis Cualitativo por Punto de Muestreo POM-1, POM-2, POM-3

Los datos de la caracterización cualitativa, fueron obtenidos a través de transectos de observación, los cuales fueron aproximadamente de 1.000 metros (1km) en el POM-1 y 100 metros en los puntos de muestreo POM-2 y POM-3 respectivamente.

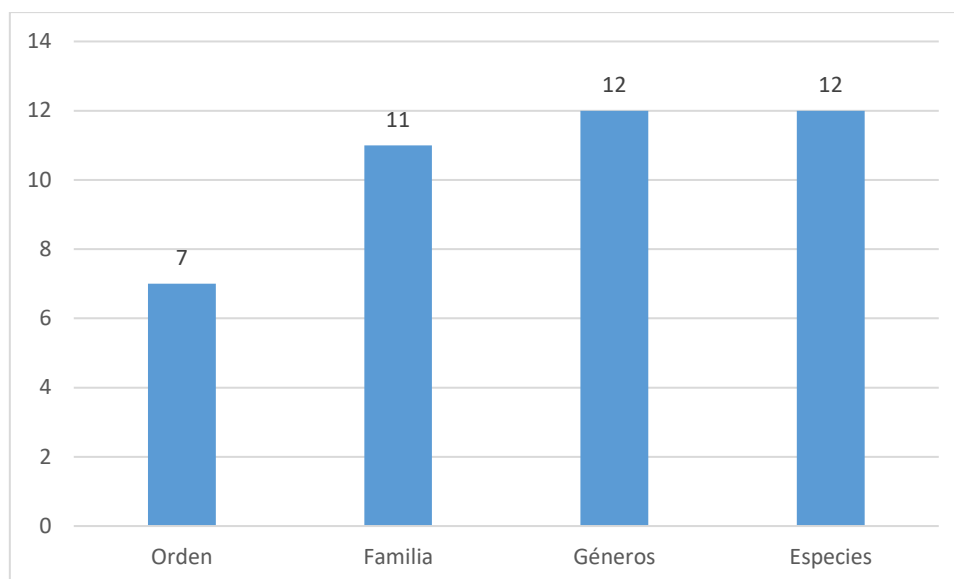
Para la caracterización cualitativa se tomó en cuenta solo registros que evidencien la existencia de cada especie de mamíferos en el área de estudio (rastros, huellas, observación directa y registros auditivos). Siendo descartados los registros por entrevistas o encuestas.

7.2.3.3.3.1 Riqueza

En los puntos de muestreo cualitativo POM-1, POM-2, POM-3 se pudo registrar a ocho (8) especies, siete (7) familias y cuatro (4) órdenes. Las ocho (8) especies reportadas representan el 1,84% del total de especies de mamíferos registrados en el Ecuador (n=434 Tirira, 2017) y el 3,79% de los mamíferos presentes en el Piso Tropical oriental (n=211 Tirira, 2017)

El orden de mamíferos mejor representado durante el estudio mediante métodos cualitativos fue: Rodentia con tres (3) especies representando el 37.5% del total de los registros.

Figura 7-27 Composición Taxonómica en los sitios de muestreo Cualitativos



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

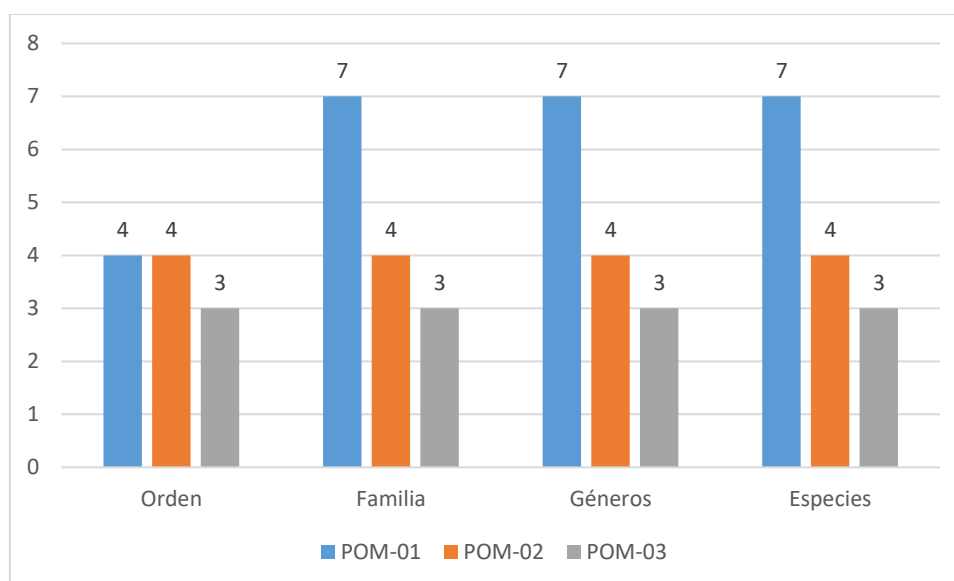
A continuación, se describe cada punto de muestreo cualitativo realizado en el área de estudio.

POM-1: Para este sitio de estudio se documentó a siete (7) especies distribuidas en siete (7) familias, siete (7) géneros y cuatro (4) órdenes.

POM-2: En este lugar de estudio se registró a cuatro (4) especies distribuidas en cuatro (4) géneros, cuatro (4) familias y cuatro (4) órdenes.

POM-3: Para este sitio de estudio se documentó a tres (3) especies distribuidas en tres (3) géneros, tres (3) familias y tres (3) órdenes.

Figura 7-28 Composición Taxonómica de Mastofauna Reportada muestreo Cualitativo



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

A continuación, en la siguiente tabla se describe las especies registradas por punto de muestreo cualitativo

Tabla 7-25 Especies presentes en los puntos de muestreo Cualitativos

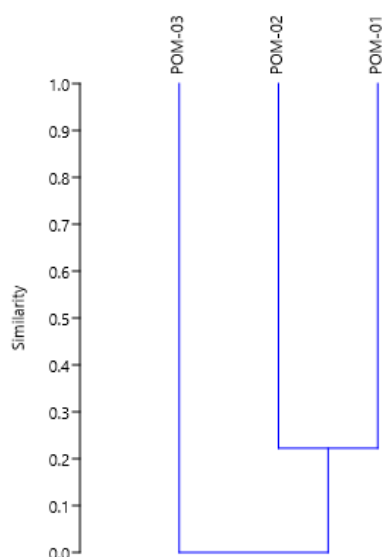
Puntos de Observación (Cualitativo)	Altura (msnm)	Especies	Tipo de Cobertura Vegetal
POM-1	817	<i>Dasyprocta fuliginosa</i> , <i>Cuniculus paca</i> , <i>Dasyprocta novemcinctus</i> , <i>Pecari tajacu</i> , <i>Potos flavus</i> , <i>Mazama zamora</i> , <i>Microsciurus flaviventer</i>	Bosque maduro intervenido
POM-2	858	<i>Dasyprocta fuliginosa</i> , <i>Cuniculus paca</i> , <i>Pecari tajacu</i> , <i>Didelphis marsupialis</i>	Bosque maduro intervenido
POM-3	820	<i>Puma concolor</i> , <i>Saimiri cassiquiarensis</i> , <i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Bosque maduro intervenido

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.3.3.2 Índice de similitud de Jaccard

Se aplicó el índice de similitud de Jaccard entre los puntos de muestreo cualitativo (POM-1, POM-2, POM-3) y se pudo determinar que existe un 22 % de similitud entre los puntos de muestreo POM-1 y POM-2 siendo este valor el más alto. En general el grado de similitud entre los puntos de muestreo es bajo. Y las especies que tienen en común son *Pecari tajacu*, *Dasyprocta fuliginosa*. Mientras que este ensamblaje con el punto POM-3 no presentan similitud al no compartir ninguna especie.

Figura 7-29 Similitud de Jaccard



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.3.3.4 Aspectos Ecológicos

El análisis de aspectos ecológicos fue realizado con datos cuantitativos y cualitativos, es decir registros por medio de captura, observación directa, rastros, huellas, registros auditivos.

7.2.3.3.4.1 Gremio Trófico

Según los registros obtenidos, se identificaron siete (7) tipos de dietas entre las que están: Carnívoro, Frugívoro, Herbívoro, Insectívoro y Omnívoro. Adicional a estas dos dietas mixtas: Frugívoro-Insectívoro y Frugívoro-Insectívoro-Néctar.

La mayor preferencia alimenticia correspondió a:

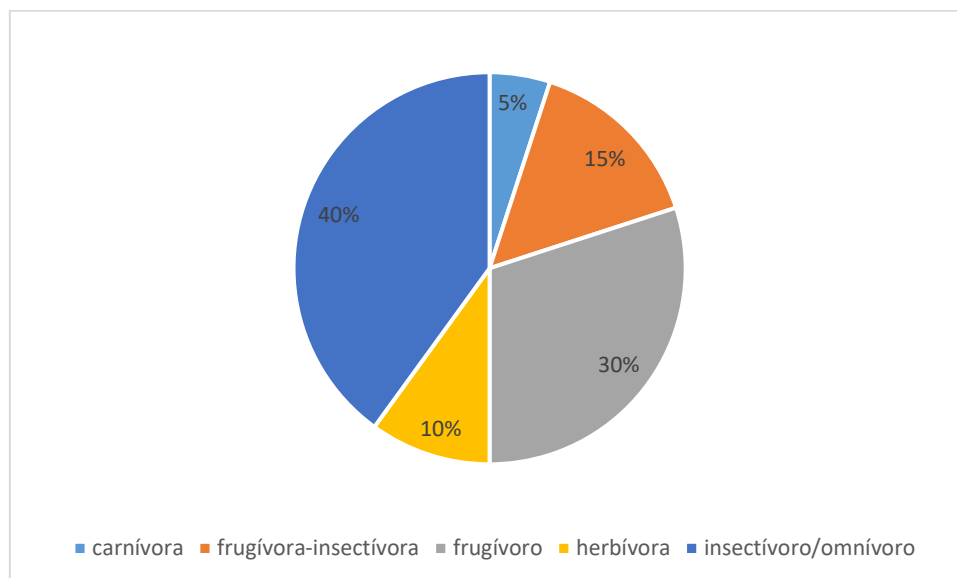
Dieta frugívora (frutos), con seis (6) especies, que representan el 30% de la diversidad registrada. Dentro de este grupo figuran las especies: *Artibeus anderseni*, *Rhinophylla pumilio*, *Platyrrhinus helleri*, *Cuniculus paca*, *Dasyprocta fuliginosa*, *Microsciurus flaviventer*.

La dieta insectívora y omnívora incluyó a ocho (8) especies cada una representando el 40% del total de registros respectivamente. Dentro de estos dos grupos están las especies: *Lophostoma brasiliense*, *Micronycteris megalotis*, *Gardnerycteris crenulatum*, *Pecari tajacu*, *Potos flavus*, *Nasua nasua*, *Dasybus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis*.

La dieta herbívora también incluyó a dos especies *Sylvilagus brasiliensis* y *Mazama zamora* representa el 10% del total de los registros.

La dieta Frugívora-insectívora, está representada por tres especies *Carollia brevicauda*, *Carollia perspicillata*, *Saimiri cassiquiarensis* y representa el 15% del total de registros al igual que la dieta carnívora con una sola especie *Puma concolor* que representa el 5%.

Figura 7-30 Gremios Tróficos registrados para la Mastofauna



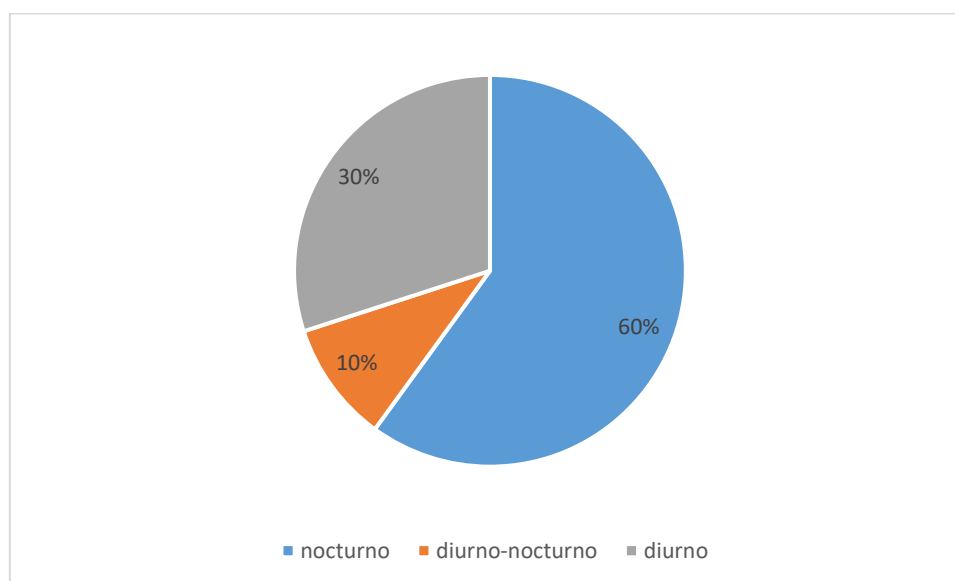
Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

La dieta de las especies, sugiere dominio por parte del gremio frugívoro, lo cual indica que los procesos de los ecosistemas han sufrido perturbaciones o alteraciones ya que en áreas bien conservadas existe un equilibrio entre las especies que se alimentan de estructuras vegetales y los insectívoros. Sin embargo, es importante mencionar el rol de los mamíferos frugívoros es el de ser dispersores de semillas y garantizar el mantenimiento de la estructura de los bosques, ya que afectan directamente a los sucesos reproductivos de las plantas, mediante la dispersión de las semillas. En ambientes perturbados, los frugívoros cumplen un rol importante en los procesos de sucesión vegetal temprana, al conectar elementos del paisaje, como ecosistemas deforestados, y regenerar el núcleo de vegetación; por lo que pueden ser considerados como una taxa crítica en la recuperación de paisajes fragmentados (Novoa, Cadenilla, & Pacheco., 2011)

7.2.3.3.4.2 Hábito o patrón de actividad

Mediante los registros obtenidos se sugiere un dominio por parte de la Mastofauna nocturna, representada por 12 especies, que representa el 60% de la diversidad total. Dentro de este grupo se encuentran especies como: *Artibeus anderseni*, *Carollia brevicauda*, *Carollia perspicillata*, *Rhinophylla pumilio*, *Platyrrhinus helleri*, *Lophostoma brasiliense*, *Micronycteris megalotis*, *Gardnerycteris crenulatum*, *Potos flavus*, *Cuniculus paca*, *Didelphis marsupialis*, *Sylvilagus brasiliensis*. Seis (6) especies presentan actividades diurnas *Mazama Zamora*, *Pecari tajacu*, *Nasua nasua*, *Dasyprocta fuliginosa*, *Microsciurus flavivente*, *Saimiri cassiquiarensis* están representan el 30% del total de los registros. Y por último se registró dos (2) especies (*Dasypus novemcinctus* y *Puma concolor*) con habito diurno-nocturno que representa el 10% del total.

Figura 7-31 Patrón de actividad para la Mastofauna registrada



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

El dominio por parte de los mamíferos nocturnos, muestra que los procesos de adaptación al buscar refugio o camuflaje para no ser detectados por depredadores al salir a buscar su alimento; sin embargo, es importante mencionar que no todos los mamíferos tienen este hábito, pues existe otro tipo de mamíferos que necesitan luz para poder desplazarse o buscar su alimento dando un equilibrio al ecosistema, un mantenimiento de la estructura de los bosques y evitando la sobrecarga de individuos en las áreas naturales (Caneva, Salvadori, Ricci, & Ceschin., 2005)

7.2.3.3.4.3 Locomoción y Uso de Hábitat

Los estratos que son utilizados por las especies de mamíferos registrados en el área de estudio se presentan en la siguiente figura. Según lo cual, se indica que los estratos más utilizados son: el aéreo, integrado por ocho (8) especies 40%, terrestre con ocho (8) especies 40%; arborícola con tres (3) especie 15% y terrestre/arborícola con una (1) especie representa el 5% de la diversidad total.

Dentro del estrato terrestre figuran especies como: *Mazama Zamora*, *Pecari tajacu*, *Dasypus novemcinctus*, *Cuniculus paca*, *Dasyprocta fuliginosa*, *Didelphis marsupialis*, *Puma concolor*, *Sylvilagus brasiliensis*

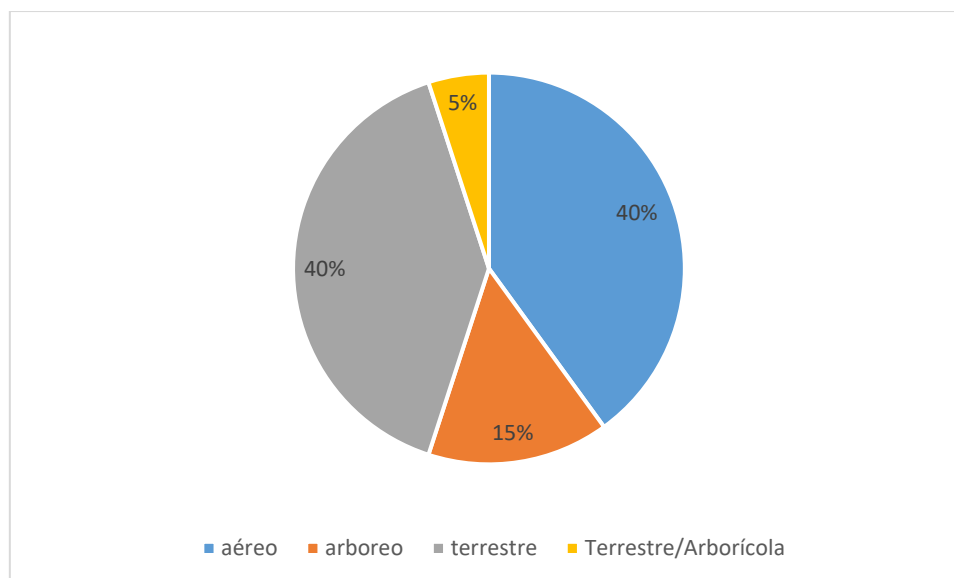
Dentro del estrato aéreo, incluyen especies de la familia *Artibeus anderseni*, *Carollia brevicauda*, *Carollia perspicillata*, *Rhinophylla pumilio*, *Platyrrhinus helleri*, *Lophostoma brasiliense*, *Micronycteris megalotis*, *Gardnerycteris crenulatum*.

El estrato arbóreo estuvo representado por *Saimiri cassiquiarensis*, *Microsciurus flaviventer* y *Potos flavus*

Finalmente, el hábito de la especie *Nasua nasua* es estrato Terrestre/Arbóricola

Esta estratificación del bosque es muy importante para la fauna porque ofrece varios nichos ecológicos, donde puede vivir una alta diversidad de especies sin hacerse una competencia muy marcada. En cada estrato hay especies adaptadas a las condiciones existentes y muy especializadas para determinado nicho ecológico o forma de vida (Tirira, 2007).

Figura 7-32 Locomoción y uso de hábitat de especies registradas para la Mastofauna



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.3.3.4.4 Relaciones Inter o Intra Específicas (sociabilidad)

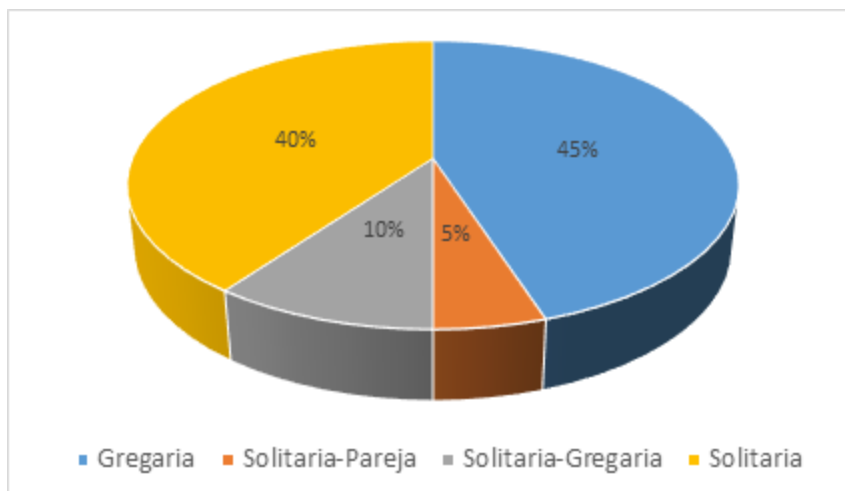
Con respecto a la sociabilidad de los mamíferos registrados en el estudio, se identificó que nueve (9) especies presentan costumbres gregarias, representando el 45% de la diversidad total. Dentro de este grupo se encuentran especies como: *Artibeus anderseni*, *Carollia brevicauda*, *Carollia perspicillata*, *Lophostoma brasiliense*, *Micronycteris megalotis*, *Platyrrhinus helleri*, *Rhinophylla pumilio*, *Gardnerycteris crenulatum*., *Saimiri cassiquiarensis*

Ocho (8) especies presentan un comportamiento solitario y representan el 40% de la diversidad total, entre ellas tenemos a: *Didelphis marsupialis*, *Dasybus novemcinctus*, *Cuniculus paca*, *Dasyprocta fuliginosa*, *Sylvilagus brasiliensis*, *Potos flavus*, *Mazama zamora*, *Microsciurus flaviventer*

Dos (2) especies *Nasua nasua* y *Pecari tajacu* presentan un comportamiento Solitario-Gregario presentando un comportamiento solitario únicamente los macho y las hembras con sus crías presentan un comportamiento gregario. Estas dos (2) especies representan el 10% del registro total.

Por último, la especie *Puma concolor* presenta un comportamiento solitario-pareja. Esta especie representa el 5% del registro total.

Figura 7-33 Relaciones Inter o Intra específicas de las especies registradas



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

Los mamíferos muestran varios sistemas sociales, en un extremo están las especies solitarias, en las que los individuos viven solos y sólo rara vez interactúan con sus congéneres, por lo general con fines reproductivos.

En el otro extremo están las especies en las que los individuos viven espaciales, temporalmente, y conductualmente en grupos cohesivos y cuyos miembros, a menudo exhiben complejos patrones de cooperación y conflicto. Si bien esta variación es muy conocida, es de importancia, por las consecuencias de vivir en un grupo social estable frente a vivir solo, ya que se analiza la relación social de protección y ayuda alimenticia; mientras que, los individuos solitarios son menos detectados por los depredadores, todo está estrechamente relacionado con la búsqueda y la disponibilidad de alimentos del área y las etapas reproductivas (Ebensperger, y otros, 2011).

7.2.3.3.4.5 Especies de Interés y especies indicadoras

Los mamíferos considerados potenciales indicadores del buen estado de conservación de los bosques son principalmente las especies grandes, comunes y sensibles a las alteraciones del bosque. La mayoría de especies de mamíferos registradas en estudio, se distribuyen en diferentes tipos de hábitats (bosques secundarios y áreas alteradas). Las especies listadas en la siguiente tabla, tienen preferencia por bosques maduros y bosques secundarios de regeneración antigua. Estos animales ocasionalmente realizan visitas a zonas abiertas y alteradas.

Se identificaron cinco (5) especies (25% de la diversidad total) que pueden ser utilizadas como indicadoras de buena calidad ambiental. Las especies corresponden a las familias Cervidae, Cebidae, Tayassuidae, Cuniculidae, Felidae.

Tabla 7-26 Especies Indicadoras de Mastofauna en la concesión Alessia

Especie	Nombre común	Hábitat (Tirira, 2007)
<i>Mazama zamora</i>	Corzuela roja de Zamora	Están presentes en bosques primarios y poco intervenidos.
<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla ecuatoriano	Está presente en bosques primarios y secundarios de preferencia de tierra firme
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	Están presentes en bosques primarios y poco intervenidos.
<i>Cuniculus paca</i>	Paca	Está presente en bosques primarios y secundarios de preferencia de tierra firme
<i>Puma concolor</i>	Ocelote	Frecuente en bosques prístinos, lejos de la presencia humana

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

Estos mamíferos pueden considerarse como especies sensibles, e indicadores de una relativa estabilidad de los bosques y de ambientes inalterados o en proceso de regeneración, pues son los más vulnerables a procesos de cambio sobre todo a la pérdida de cobertura vegetal. La visita ocasional de estas especies a zonas alteradas puede atribuirse a factores como búsqueda de alimento, atracción por animales domésticos o por deforestación y fragmentación de su hábitat.

7.2.3.3.4.6 Especies Sensibles

La sensibilidad de especies y uso como indicadores biológicos trata de determinar las especies de mamíferos que son consideradas como vulnerables a perturbaciones humanas. Hay dos grandes grupos de especies que se pueden encontrar: las que demuestran un buen nivel de conservación del hábitat y las que nos indican una degradación del ecosistema. Especies altamente vulnerables a perturbaciones humanas son buenas indicadores de la salud del medio ambiente, revelan el estado actual de conservación de la zona y podrían ser empleadas a futuro como una de las herramientas de control sobre la calidad ambiental.

Las especies bioindicadoras no necesariamente pueden también ser especies amenazadas o en peligro de extinción. Para tomar en consideración también como especies bioindicadoras y su sensibilidad se utilizará información y criterios presentados en Tirira (1999, 2007).

Las especies de mamíferos, encontradas en el estudio (puntos de muestreo cualitativos y cuantitativos), se ubicaron dentro de alguna categoría de sensibilidad, como resultado se obtuvo: 15 especies de mamíferos presentan baja sensibilidad frente a los cambios o alteraciones del hábitat y son especies cuyas poblaciones se encuentran estables en el Ecuador; entre estas especies tenemos a: *Didelphis marsupialis*, *Dasyus novemcinctus*, *Dasyprocta fuliginosa*, *Sylvilagus brasiliensis*, *Artibeus anderseni*, *Carollia brevicauda*, *Carollia perspicillata*, *Platyrrhinus helleri*, *Rhinophylla pumilio*, *Lophostoma brasiliense*, *Micronycteris megalotis*, *Gardnerycteris crenulatum*, *Nasua nasua*, *Potos flavus*, *Microsciurus flaviventer*.

Cuatro (4) especies de mamíferos *Cuniculus paca*, *Mazama zamora*, *Pecari tajacu*, *Saimiri cassiquiarensis*, toleran cierto grado de alteración de su hábitat, la desaparición de estas especies se encuentra fuertemente vinculada a la deforestación de sus hábitats naturales y a la transformación de los bosques en zonas agrícolas (Tirira., 1999)

Una (1) especie *Puma concolor*, se encuentra en la categoría de altamente sensible a los cambios y alteraciones de su hábitat o sometidas a una alta presión antropogénica.

Tabla 7-27 Sensibilidad de las especies de Mastofauna

Especie	Sensibilidad			Criterio (Tirira 2007)
	ALTA	MEDIA	BAJA	
<i>Didelphis marsupialis</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat
<i>Dasyus novemcinctus</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat
<i>Artibeus anderseni</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat
<i>Carollia brevicauda</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat
<i>Carollia perspicillata</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat
<i>Platyrrhinus helleri</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat
<i>Lophostoma brasiliense</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat

Especie	Sensibilidad			Criterio (Tirira 2007)
	ALTA	MEDIA	BAJA	
<i>Micronycteris megalotis</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat
<i>Rhinophylla pumilio</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat
<i>Gardnerycteris crenulatum</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat
<i>Nasua nasua</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat
<i>Potos flavus</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat
<i>Microsciurus flaviventer</i>			X	Tolera bien la contaminación o alteración de su hábitat
<i>Cuniculus paca</i>		X		Toleran cierto grado de alteración de su hábitat
<i>Mazama zamora</i>		X		Toleran cierto grado de alteración de su hábitat
<i>Pecari tajacu</i>		X		Toleran cierto grado de alteración de su hábitat
<i>Saimiri cassiquiarensis</i>		X		Toleran cierto grado de alteración de su hábitat
<i>Puma concolor</i>	X			Altamente sensible a los cambios y alteraciones de su hábitat o sometidas a una alta presión antropogénica

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.3.3.4.7 Áreas sensibles

La sensibilidad es el grado de vulnerabilidad de una determinada área frente a una acción o proyecto, que represente una amenaza para las condiciones actuales de la misma. Durante los recorridos que se realizaron en el área de estudio no se registraron áreas consideradas como importantes o sensibles para la Mastofauna.

7.2.3.3.4.8 Estado de Conservación de las especies y endemismo

De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2025) el área de estudio reporta 18 especies en la categoría Preocupación menor (LC); Y dos (2) especies figura en la categoría Datos insuficientes (DD)

De las especies reportadas en el área de estudio de acuerdo a lo publicado en el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Bioweb, 2025), 15 especies corresponden a Preocupación menor (LC), una (1) que presentan categoría Vulnerable (VU) y cuatro (4) especies figuran en la categoría Casi amenazado (NT)

De acuerdo al (CITES, 2024), tres (3) especies se encuentran dentro del apéndice II y dos (2) especie se encuentra en apéndice III.

En la siguiente tabla se puede apreciar las categorías de conservación para cada especie registrada en el área de estudio. Cabe mencionar que no se registraron especies endémicas local o regionalmente en el actual muestreo.

Tabla 7-28 Estado de conservación de las especies registrados en la concesión Alessia

ESPECIE	UICN (2025)	CITES (2024)	LISTA ROJA (Bioweb, 2025)
<i>Didelphis marsupialis</i>	LC		LC
<i>Dasypus novemcinctus</i>	LC		LC
<i>Cuniculus paca</i>	LC	III	NT
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	LC		LC
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	LC		LC
<i>Artibeus anderseni</i>	LC		LC
<i>Carollia brevicauda</i>	LC		LC

ESPECIE	UICN (2025)	CITES (2024)	LISTA ROJA (Bioweb, 2025)
<i>Carollia perspicillata</i>	LC		LC
<i>Lophostoma brasiliense</i>	LC		LC
<i>Miconycteris megalotis</i>	LC		LC
<i>Platyrrhinus helleri</i>	LC		LC
<i>Rhinophylla pumilio</i>	LC		LC
<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	LC		LC
<i>Puma concolor</i>	LC	II	VU
<i>Nasua nasua</i>	LC		LC
<i>Potos flavus</i>	LC	III	LC
<i>Mazama zamora</i>	DD		NT
<i>Pecari tajacu</i>	LC	II	NT
<i>Microsciurus flaviventer</i>	DD		LC
<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	LC	II	NT

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.3.3.4.9 Uso del Recurso

Las personas que viven en las proximidades de la zona de estudio realizan actividades de cacería de mamíferos como: *Cuniculus paca* “Paca”, *Dasyprocta fuliginosa* “Agutí”, *Dasytus novemcinctus* “Armadillo de nueve bandas”, para su consumo.

La cacería, ya sea comercial o de subsistencia, no solo reduce la diversidad de especies en esta área, si no que afecta también al comportamiento de las especies cazadas; éstas tienden a hacerse más tímidas y cautelosas y a evitar los encuentros con seres humanos.

7.2.3.4 Discusión

En el punto de muestreo de mamíferos (PMM-R,PMM-T), se determinó la presencia de ocho (8) especies de mamíferos, que corresponden a siete (7) géneros, una (1) familias y un (1) orden; estas especies fueron registradas por medio de captura a través de Redes de neblina, estos valores al ser analizados con el índice de Shannon-Wiener indican diversidad media y mediante el índice de Simpson (1-D) indican diversidad alta, este resultado indica que el sitio muestreado es un área poco intervenida la cual alberga especies de Mastofauna local. Las especies registradas, según (Tirira, 2007), son las que mejor densidad poblacional presentan y las que mejor adaptadas están a los cambios que se suscitan en su hábitat.

El orden que sobresalió sin duda alguna fue el de los Chirópteros “murciélagos”. Según (Tirira, 2007) son el grupo de mamíferos con el mayor número de especies en el Ecuador 170 especies. Además, su capacidad de adaptarse a diferentes tipos de hábitat le permite estar presente en una variada gama de hábitats. El estudio realizado permite asegurar de manera general que el ecosistema se halla alterado, excepto en las áreas de topografía irregular que presentan remanentes boscosos que, en menor grado, también han sufrido alteración a causa de actividades relacionadas con expansión de la frontera agrícola y tala selectiva de madera.

En el análisis de los datos obtenidos en cuanto a riqueza y abundancia se puede aseverar que las especies suelen presentar patrones de distribución discontinuos producidos por la variación espacial de las condiciones ambientales que determinan la calidad de sus hábitats como lo afirma (Santos & Telleria, 2006). Este fenómeno “distribución discontinua” se puede ver reflejada en los resultados del muestreo cualitativos, puesto que a pesar de encontrarse en la misma formación vegetal presenta resultados evidentemente diferentes, en cuanto a su composición (riqueza). Esta distribución

discontinua de especies de acuerdo a Santos y Telleria (2006), se debe al aumento de la distancia entre fragmentos de bosque, lo cual genera dificultad para el intercambio de individuos entre las poblaciones aisladas generando efecto isla en los remanentes o también denominados “fragmentos de bosque”. Según (Brockelman & Ali, 1987)), la fragmentación del hábitat se ha constituido en un factor totalmente determinante no solo en los efectos de las especies que cada vez tienen sus hábitats reducidos sino también en la pérdida absoluta de los hábitats, ya que los efectos de la misma no son lineales, sino que se multiplican al llegar a cierto porcentaje de hábitat destruido, el “umbral crítico”, a partir de las cuales las extinciones aumentan.

7.2.3.5 Conclusiones

Se identificaron 20 especies de mamíferos en el área de estudio, lo que representa el 4,61% de la diversidad total registrada en Ecuador y el 9,47% de los mamíferos en el Piso Tropical Oriental. La presencia de estas especies refleja la importancia del área para la conservación de mamíferos en esta región específica del país.

Aunque el número total de individuos registrados cuantitativamente es bajo (18 individuos distribuidos en 8 especies), la especie más dominante es *Gardnerycteris crenulatum* con 5 individuos, lo que indica que algunas especies tienen una mayor presencia en el área. Sin embargo, el índice de dominancia de Simpson es alto (0,85), lo que sugiere que unas pocas especies son dominantes en términos de abundancia, mientras que otras son menos representadas.

El estimador Chao-1 predice una riqueza total de 8,75 especies en el área de estudio, con un 91,4% de efectividad en la muestra obtenida. Esto sugiere que el muestreo ha sido eficaz en capturar la mayoría de las especies presentes, aunque siempre existe la posibilidad de que algunas especies raras o difíciles de detectar no hayan sido registradas.

Se identificaron siete tipos de dietas en las especies de mamíferos: carnívoro, frugívoro, herbívoro, insectívoro, omnívoro y combinaciones mixtas de frugívoro-insectívoro y frugívoro-insectívoro-néctar. La dieta frugívora es la más común (30% de las especies registradas), lo que refleja la abundancia de frutas en el hábitat. Los insectívoros y omnívoros también son comunes, lo que podría indicar una rica disponibilidad de insectos y otros recursos alimenticios en el área.

La mayoría de las especies de mamíferos son nocturnas (55%), lo que podría ser un reflejo de la adaptación a un entorno donde los depredadores y la competencia son menores durante la noche. Solo un 35% de las especies son diurnas, y un 10% presentan actividades tanto diurnas como nocturnas. Esta información es clave para comprender los patrones de actividad de la fauna y cómo interactúan con su entorno.

El análisis de sensibilidad de las especies muestra que el 25% de las especies registradas son buenas indicadoras de un hábitat en buen estado de conservación. Estas especies son sensibles a las alteraciones del hábitat y reflejan el estado de salud ambiental del área. Sin embargo, la mayoría de las especies presentaron baja sensibilidad a los cambios, lo que podría indicar una adaptación a hábitats más alterados.

La presencia de especies como *Cuniculus paca*, *Mazama zamora*, *Pecari tajacu*, y *Saimiri cassiquiarensis*, que toleran ciertos grados de alteración de su hábitat, indica que el área está siendo afectada por actividades humanas como la deforestación y la conversión de bosques en tierras agrícolas. Este fenómeno podría tener un impacto negativo a largo plazo sobre las especies más sensibles, como *Puma concolor*, que es altamente vulnerable a los cambios en su entorno.

Las especies de mamíferos identificadas en este estudio, especialmente aquellas que son sensibles a la alteración del hábitat, son importantes para la salud ecológica del área. Los mamíferos grandes y sensibles son considerados bioindicadores clave, ya que su presencia o ausencia puede reflejar el estado de conservación del ecosistema.

De acuerdo con la UICN y el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador, la mayoría de las especies están en la categoría de Preocupación Menor, pero algunas están clasificadas como Vulnerables o Casi Amenazadas. Esto indica la necesidad de protección de los mamíferos en la región, especialmente aquellos en categorías de riesgo. Tres especies están incluidas en el Apéndice II de la CITES, lo que indica que están bajo regulación internacional debido a su vulnerabilidad. Estas especies requieren monitoreo y conservación.

Dado que varias especies de mamíferos son sensibles a las perturbaciones, es esencial promover estrategias de conservación que aborden la degradación del hábitat, como la protección de bosques maduros y la restauración de áreas alteradas. El monitoreo continuo de estas especies será crucial para asegurar la sostenibilidad ecológica del área.

7.2.3.6 Recomendaciones

Se recomienda capacitar a los habitantes del sector sobre temas de conservación de vida silvestre y con esto poder lograr que las personas sean conscientes del impacto que tiene la cacería y la extracción de fauna, puesto que con esto ponen en riesgo el equilibrio ecológico de los remantes de bosques existentes en la zona ya que estos aun albergan especies importantes de mamíferos.

7.2.4 HERPETOLOGÍA

En el Neotrópico, las regiones Amazónica y del Chocó contienen la mitad de los bosques lluviosos tropicales, y son considerados como los reservorios más importantes de anfibios y reptiles (Santos et al. 2009).

La Amazonía es también un ambiente amenazado, con un incremento en las tasas de deforestación promedio de 1.4 a 2.4 millones a anuales entre 1990 y 2003 (Laurance et al. 2004). Se estima que, con esas tasas de deforestación, la mayoría de los bosques tropicales de la Amazonía podrían desaparecer en los próximos 50 a 100 años (Shukla et al. 1990).

La gran presión, directa o indirecta, que el ser humano ejerce sobre los ecosistemas tiene varios frentes: destrucción y fragmentación de hábitats naturales, contaminación, cambio climático, introducción de especies exóticas y tráfico de especies. Entre los grupos afectados, posiblemente el que se encuentra en estado más crítico es el de los anfibios (anuros, salamandras y cecílicos) ya que presentan ciclos de vida complejos, cuyo desarrollo depende de la lluvia, humedad, temperatura, fases de la luna y una multitud de factores ecológicos que actúan recíproca y sinérgicamente afectando su comportamiento y función (Zug 1993, Cadle y Greene 1993, Lips y Reaser 1999, Vitt et al 2003c, Vitt y Pianka 2005, Araujo y Franca 2006, Mesquita et al. 2006), además su historia natural, aspectos ecológicos, etológicos, distribución geográfica y una marcada relación con el agua, lo que les permite ser sensibles a disturbios, variaciones ambientales y actividades antropogénicas. Estas condiciones ecológicas hacen que constituyan un grupo valioso como indicadores de calidad ambiental, los mismos que desempeñan múltiples papeles funcionales dentro de los ecosistemas acuáticos y terrestres (Blaustein y Wake 1990).

7.2.4.1 Área de estudio

La vegetación se asienta en tierras colinadas; la topografía del sitio es irregular (-45°), con cuerpos de agua permanentes como pequeños esteros hacia las bases de las colinas. La vegetación corresponde a Bosque maduro, la altura de la vegetación es de >20 m, dosel cerrado, presenta una cantidad considerable de epífitas como bromelias, helechos, orquídeas, el sotobosque es moderado y el suelo con abundante hojarasca.

7.2.4.2 Metodología

7.2.4.2.1 Validación de la metodología

Las metodologías empleadas para el estudio de la Herpetofauna en las áreas de muestreo, corresponden a técnicas de muestreo detalladas por Heyer et al., (1994), y estandarizadas en el Manual para Coordinar Esfuerzos para el Monitoreo de Anfibios en América Latina (Lips, K, Rehacer, J, Young, E., 1999-2001).

7.2.4.2.2 Justificación para la utilización de la metodología propuesta

- Se emplearon transectos lineales debido a que es la técnica más eficaz para estudiar densidades poblacionales de reptiles y anfibios en diferentes pisos altitudinales y en diferentes tipos de hábitats (Jaeger 1994), lográndose un alto éxito de observaciones en función del esfuerzo de muestreo invertido
- Los transectos terrestres son efectivos en el monitoreo de ranas terrestres y arbóreas dentro de bosques maduros (Pearman et al. 1995) y a lo largo de riachuelos en zonas neotropicales.
- Caminata libre: Esta técnica es apropiada para estudios de anfibios y reptiles (Crump y Scott, 1994). Esta técnica fue aplicada en los puntos de muestreo no cubiertos por los transectos y que pudieran albergar especies de Herpetofauna.

7.2.4.2.3 Limitantes metodológicas

Los datos presentados en este trabajo reflejan la situación bajo las cuales los anfibios y reptiles se encontraron en condiciones naturales. Las limitantes se dieron por causa de las condiciones del tiempo y fase lunar en el momento de los muestreos, siendo la lluvia la principal limitante para llevar a cabo el presente estudio.

7.2.4.2.4 Materiales y métodos

Los recorridos se tratan de caminatas lentas sobre un sendero establecido (transecto), donde se busca minuciosamente anfibios y reptiles de manera sistemática hasta alturas aproximadas de 5m. Durante los recorridos nocturnos se emplea una linterna de cabeza para detectar fácilmente la presencia de herpetozoos.

En el transecto de muestreo cuantitativo se invirtió 8 horas de muestreo efectivo (4 horas diurnas y 4 horas nocturnas), por persona en un área de 2000 m². En los transectos cualitativos, se invirtió una hora por sitio de muestreo. De esta manera, este estudio se fundamenta en un esfuerzo de muestreo total de 18 horas (2 personas muestreando).

7.2.4.2.5 Fase de Campo

El presente estudio se llevó a cabo el 24 y 25 de enero del 2018, y da a conocer el estado de conservación de la Herpetofauna en un punto de muestreo cuantitativo (PMH) y tres puntos de muestreo cualitativo (POH) dentro del área de influencia de la Concesión Alessia.

Adicionalmente durante los recorridos se detectaron puntos específicos de muestreos auditivos, los mismos que suelen ser frecuentes cerca de cuerpos de agua. Nos ayudan a medir la composición de las especies, la abundancia relativa, distribución espacio-temporal, épocas y lugares de reproducción, las asociaciones de hábitats y la actividad. Además, se realizaron puntos de observación en tres (3) localidades

7.2.4.2.6 Muestreo Cuantitativo

7.2.4.2.6.1 Transectos de Registro de Encuentros Visuales (REV)

Los transectos terrestres son efectivos en el monitoreo de ranas terrestres y arbóreas dentro de bosques maduros (Pearman *et al.* 1995) La metodología aplicada incluyó capturas diurnas y nocturnas de anfibios y reptiles en un transecto lineal de 500 m de longitud, por una banda de muestreo de 4 m.

Para aplicar esta técnica realizamos caminatas diurnas (de 09h00 a 13h00) y nocturnas (de 19h00 a 23h00), obteniendo así información referente a riqueza específica y patrones de abundancia relativa de la Herpetofauna en un área aproximada de 2000 m².

7.2.4.2.6.2 Transecto de Franja Auditiva (TFA)

Simultáneamente en las áreas de los transectos de registro de encuentros visuales, se aplicaron los Transectos de Franjas Auditivas (Zimmerman, 1994), el cual se fundamenta en las vocalizaciones emitidas por los machos adultos durante la época reproductiva, las cuales son específicas para cada especie. Esta técnica es muy útil en ecosistemas complejos como las selvas tropicales donde existe una elevada riqueza, varios estratos verticales y muchos microhábitats potenciales. Tal vez pueda calcularse el número de machos vocalizando mediante la estimación de la densidad poblacional de machos con un rango subjetivo de abundancia. Por ejemplo, Bishop *et al.* (1994) recomendaron los siguientes rangos

- 1 para un individuo macho.
- 2 para un coro de 2-5 machos
- 3 para un coro de 6-10 machos
- 4 para coros de >10 machos

La identificación de los cantos de los anfibios fue mediante la experiencia del investigador y la utilización de las cintas magnetofónicas de referencia como la guía de cantos de las Ranas Amazónicas de (Read 2000) y la guía de cantos de la página AmphibiaWebEcuador. Las vocalizaciones que pudieron ser identificadas en el campo se las grabó con una grabadora digital, para posteriormente ser identificadas en la fase de laboratorio.

Los individuos registrados en cada transecto fueron ubicados en fundas de plástico, los anfibios, y en fundas de tela, reptiles, los que fueron sacados de los transectos para su identificación in situ.

Las especies fueron registradas en la libreta de campo de acuerdo al transecto en que fueron reportados, posteriormente, fueron fotografiadas y devueltas en sitios aledaños a los transectos.

Las identificaciones fueron mediante la experiencia del investigador y apoyadas con bibliografía especializada (Ávila-Pires, 2001; Campbell y Lamar, 2004; Lynch, J.D. 1980; Pérez-Santos y Moreno, 1991; Valencia *et al.* 2008; Ron *et al.*; Torres-Carvajal *et al.*, 2011).

Los nombres científicos de las especies de anfibios y reptiles fueron actualizados revisando las listas de especies de la Universidad Católica: Ron, S. R., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A. Ortiz, D. A. 2018. Anfibios del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. < <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb>>, fecha de acceso 20 de enero, 2018.

Torres-Carvajal, O., Pazmiño-Otamendi, G. y Salazar-Valenzuela, D. 2017. Reptiles del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. < <https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb>>, fecha de acceso 20 enero 2018.

7.2.4.2.7 Muestreo Cualitativo

7.2.4.2.7.1 Búsquedas libres

Es el método más efectivo para obtener el mayor número de especies en el menor tiempo y que consiste en realizar caminatas durante el día y la noche, en busca de anfibios y reptiles, pero sin que existan mayores reglas para la búsqueda (excepto el revisar minuciosamente todos los microhábitats disponibles) (Angulo et al., 2006). Estas caminatas fueron de 200 m de longitud.

7.2.4.2.8 Sitios de muestreo cuantitativo y cualitativo

En la siguiente tabla se describe cada uno de los puntos donde se llevó a cabo el muestreo de Herpetofauna. Para verificar los puntos de muestreo del componente ver en Cartografía 7.20 Mapas de muestreo bióticos Herpetofauna.

Tabla 7-29 Puntos de muestreo cuantitativo y cualitativo

Fecha	Sitio	Código	Coordenadas WGS 84			Altura	Hábitat	Metodología
			ID	Este	Norte			
30/31-ene-18	ALESSIA	PMH-3	PI	174335	9874672	802	Bosque maduro muy intervenido	Muestreo cuantitativo de transectos de registros de encuentros visuales, transectos de franjas auditivas y remoción de hojarasca
			PF	174175	9874287	828		
30-ene-18		POH-1	PI	174527	9874890	815	Bosque maduro muy intervenido	Muestreo cualitativo, recorrido de observación, remoción hojarasca
			PF	174435	9874830	811		
30-ene-18		POH-2	PI	173528	9873696	879		
			PF	173522	9873869	870		
31-ene-18		POH-3	PI	175086	9875030	859		
			PF	174976	9874897	860		
PMH=Punto muestreo herpetofauna cuantitativo; POH=Punto observación herpetofauna (Cualitativo) PI=Punto inicio; PF=punto final								

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.2.9 Esfuerzo de muestreo

En la siguiente tabla se detalla las horas de esfuerzo por metodologías para muestreo de Herpetofauna.

Tabla 7-30 Esfuerzo de Muestreo

Fecha	Sitio de muestreo	Tipo de muestreo	Metodología	Horas / Día	Horas / Total
30/31-ene-18	PMH-1	Cuantitativo	Transectos de registros de encuentros visuales, transectos de franjas auditivas y remoción de hojarasca	8	16 horas /hombre
30-ene-18	POH-1	Cualitativo	Caminata libre por lapso de tiempo	1	1 horas /hombre

Fecha	Sitio de muestreo	Tipo de muestreo	Metodología	Horas / Día	Horas / Total
30-ene-18	POH-2	Cualitativo		1	1 horas /hombre
31-ene-18	POH-3	Cualitativo		1	1 horas /hombre
Total de horas muestreadas					19 horas
PMH=Punto de Muestreo de Herpetofauna y POH=Punto de Observación de la Herpetofauna					

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.2.10 Fase de Gabinete

Se realizó los siguientes análisis:

7.2.4.2.10.1 Riqueza

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxos bien conocidos y de manera puntual en tiempo y espacio (Moreno, 2001).

7.2.4.2.10.2 Abundancia Total y Relativa

La abundancia total constituye el número de individuos capturados y o registrados en cada uno de los puntos de muestreo y a su vez, en cada área analizada (Halfer et al. 2001) Se analiza la abundancia relativa (Pi) y la riqueza específica en cada sitio tratando de comparar el nivel de estructura como van fluctuando estas variables dependientes. La curva abundancia-diversidad es una herramienta empleada para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y seminaturales (Magurran 1989), se basa en el cálculo de la abundancia relativa (Pi) dividiendo el número de individuos de la especie i para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica.

$$P_i = n_i / N$$

Donde: n_i es el número de individuos de la especie i, divididos para el número total de individuos de la muestra (N).

7.2.4.2.10.3 Curva de Abundancia-Diversidad de Especies

La abundancia hace referencia al número de individuos por especie (Melo & Vargas, 2003).

Comprenden gráficos representativos de las especies más frecuentes dentro de la parcela permitiendo identificar rápidamente los grupos dominantes y las especies raras.

7.2.4.2.10.4 Diversidad

7.2.4.2.10.4.1 Índice de Diversidad de Shannon

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

Dónde: p_i Proporción con que cada especie aporta al total de individuos.

Este índice refleja igualdad, mientras más uniforme es la distribución de las especies que componen la comunidad, Mayor es el valor. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de

todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre al predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988) (Moreno, 2001).

La interpretación de este índice se la hizo en base a lo sugerido por Magurran (1989), quien indica que los valores menores a 1,5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1,6 a 3 es considerada como diversidad media y los valores iguales o Mayores a 3,1 son considerados como una diversidad alta.

Es necesario mencionar que, los valores obtenidos al aplicar este índice, no deberían utilizarse como criterio único y definido para expresar la biodiversidad de un área determinada, pues las escalas utilizadas en estos índices reducen el amplio espectro real de riqueza de los componentes bióticos.

Tabla 7-31 Interpretación para el Índice de Shannon

Valores	Interpretación
0-1,5	Diversidad Baja
1,6-3,0	Diversidad Media
3,1-4,5	Diversidad Alta

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.2.10.4.2 Índice de Diversidad de Simpson

Es una medida de Dominancia que se enfatiza en las especies más comunes y reflejan más la riqueza de especies:

$$I = \sum P_i^2$$

Donde: I = Índice de Simpson

Σ = Sumatoria

P_i^2 = Proporción de individuos elevado al cuadrado

Este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población de N individuos, que provengan de la misma especie, si una especie dada i (i=1, 2, ..., S) es representada en la comunidad como P_i (Proporción de individuos), la probabilidad de extraer al azar dos individuos pertenecientes a la misma especie, se denomina probabilidad conjunta [$(P_i) (P_i)$, o P_i^2]. El índice varía inversamente con la heterogeneidad si los valores del índice decrecen la diversidad crece, Cerón (2003) y Krebs (1985).

El índice de Simpson se encuentra en un rango de 0 - 1, cuando el valor se acerca a 1 se interpreta como completa uniformidad en la comunidad; mientras el valor se acerca más a cero, la comunidad es más diversa.

Tabla 7-32 Interpretación para el Índice de Simpson

Valores	Interpretación
0-0.35	Diversidad baja
0.36-0.75	Diversidad Media
0.76-1	Diversidad Alta

Fuente: Granda, V & Guamán, S, 2006 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece, Por ello el Índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies. Entonces entre más aumente el valor a uno, la diversidad disminuye (Pielou, 1969).

7.2.4.2.10.5 Índice de Chao-1

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en las muestras (Chao, 1984; Chao y Lee, 1992; Smith y can Belle, 1984). S es el número de especies en una muestra, a es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (número de singletons) y b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de doubletons) (Corwell, 1997 y Coddington, 1994, en Moreno, 2001).

$$\text{Chao } 1 = S + a^2/2b$$

Dónde: S Número de especies de la muestra.

a Número de especies que están representadas sólo por un único individuo en la muestra.

b Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra.

7.2.4.2.10.6 Curva de Acumulación de Especies

Las curvas de acumulación de especies, en las que se representa el número de especies acumulado en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado, son una potente metodología para estandarizar las estimas de riqueza obtenidas en distintos trabajos de inventariado. Además, permiten obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios en los que se han empleado distintas metodologías y/o diferentes niveles de esfuerzo (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

7.2.4.2.10.7 Índice de Similitud

Este índice estadístico mide la similitud, disimilitud o distancias entre comunidades o estaciones de muestreo a partir de matrices de presencia-ausencia.

Estas distancias se denominan euclidianas y serán expresadas en términos porcentuales usando el coeficiente de similitud de Jaccard (Lennon et al. 2001) mediante el software estadístico Past 1.82b

$$\text{Su fórmula es: } IS = c/(a+b+c)$$

Dónde: a: número de especies en la estación A

b: número de especies en la estación B

c: número de especies presentes en ambas estaciones, A y B

7.2.4.2.11 **Aspectos Ecológicos**

7.2.4.2.11.1 Nicho Trófico

La caracterización de cada especie corresponde a información analizada en Duellman 1989; 1990; Mendez-Guerrero, 2001; Vitt y De la Torre, 1996.

Se utilizó la siguiente clasificación:

- Insectívoros Generalistas

- Insectívoros especialistas
- Omnívoro
- Herbívoro
- Carnívoro

7.2.4.2.11.2 Hábito

Los anfibios y reptiles de acuerdo a su actividad diaria se clasificaron en:

- Diurnos,
- Nocturnos
- Diurno-nocturno.

7.2.4.2.11.3 Modos Reproductivos

Una manera de repartir los recursos en comunidades de anuros es a través de diferencias es el modo reproductivo. El modo reproductivo se refiere a la combinación de sitio de ovoposición y modo de desarrollo (Kattan, 1987).

Los anfibios son organismos más conspicuos y mejor estudiados que los reptiles, el análisis sobre aspectos reproductivos se limita solo a este grupo.

Para nuestro estudio nos basamos en los 11 modos reproductivos identificados por Duellman (1978).

7.2.4.2.11.4 Distribución Vertical

En cuanto a la observación y registro de la Herpetofauna en el área de estudio, se especifica su ubicación en función de la estratificación vertical del bosque, de acuerdo a la siguiente clasificación:

- Baja 0 a 1m
- Media >1 a <4m
- Alta > 4 m

7.2.4.2.11.5 Especies de Interés

Para identificar y proponer las especies indicadoras se efectuó una evaluación, siguiendo la metodología de Villarreal et al. (2006), donde se establecen ocho criterios a ser evaluados, de los cuales se seleccionó aquellos criterios que tienen relación directa con los anfibios.

7.2.4.2.11.6 Especies Sensibles y Áreas Sensibles

Para evaluar la sensibilidad de las formaciones vegetales desde el punto de vista faunístico, se ha considerado los criterios de cada uno de los técnicos biólogos (Estatus de protección, Distribución geográfica, Uso local, Movilidad) apoyado con información bibliográfica pertinente.

A continuación, se detallan los criterios biológicos antes mencionados:

Tabla 7-33 Criterios Biológicos

Criterios	Descripción			Puntuación
Estatus de protección	Nivel de protección que puede recaer en una especie, definido por la categorización de especies amenazadas internacionalmente (UICN) y nacional (Libro Rojo)	Nivel de protección	Estatus de protección más alto (6)	6
			Estatus de protección más bajo (cero) con las especies sin estatus de protección	0
Distribución geográfica	El criterio de distribución geográfica se define en tres	Local	Endemismo local	5
		Regional	Distribución en Sudamérica	2

Criterios	Descripción			Puntuación
	niveles, los que están referidos al rango de distribución que presenta cada una de las especies.	Amplia	Ampliamente distribuida	0
Uso local	Se define también en tres niveles: Uso permanente, uso estacional y especies sin uso.	Permanente	Usada durante todo el año o frecuentemente	2
		Estacional	Usado estacionalmente o solo ocasionalmente	1
		Ninguno	No usada, o muy raramente usada	0
Movilidad	El criterio de movilidad está relacionado con la habilidad del organismo para moverse o huir (escapar) a consecuencia de un disturbio en su hábitat natural.	Inmóvil	Animales pequeños con una limitada habilidad para huir desde sus zonas de refugios (Reptiles, anfibios y mamíferos pequeños) y plantas.	2 (Fauna) 1 (Flora)
		Móvil	En el caso de aves y mamíferos grandes, como los felinos y camélidos, que pueden escapar fácilmente de los lugares perturbados.	0

Fuente: Domus Consultoría Ambiental SAC, 2009 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

Se desarrolló un esquema de calificación de la sensibilidad de especies para identificar a que categorías pertenecen, donde los valores de puntuación de cada criterio descrito anteriormente son sumados para cada especie. Las especies de alta sensibilidad son aquellas que tienen un puntaje mayor o igual a 11. La sensibilidad media corresponde a las especies con un puntaje entre seis a diez, las especies con un puntaje entre uno y cinco son categorizadas como especies de baja sensibilidad y aquellas con un puntaje de cero son consideradas como no sensibles. La Tabla 6 muestra el rango o sumatoria de cada categoría de sensibilidad.

Tabla 7-34 Criterios de Sensibilidad de especies

Sumatoria	Sensibilidad
1 a 5	Baja
6 a 10	Media
11 a más	Alta

Fuente: Domus Consultoría Ambiental SAC, 2009 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

En la siguiente Tabla de describen las categorías de sensibilidad desde el punto de vista Biótico.

Tabla 7-35 Calificación de áreas sensibles desde el punto de vista Biótico

Categoría	Rango de sensibilidad
Alta	1 o más especies de sensibilidad alta.
	12 o más especies de plantas con sensibilidad media.
	7 o más especies de animales con sensibilidad media.
Media	6 o más especies de plantas con sensibilidad media.
	4 o más especies de animales con sensibilidad media.
Baja	5 o menos especies de plantas con sensibilidad media.
	1 o no especies de animales con sensibilidad media.

Fuente: Domus Consultoría Ambiental SAC, 2009 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.2.11.7 Estado de Conservación

Las especies amenazadas son aquellas que se registran en listas especializadas sobre el tema, siendo las principales fuentes: para especies amenazadas y en peligro de extinción. El estado de conservación de los anfibios se definió en base al Global Amphibian Assessment (UICN et al., 2017), Ron et al., 2016 y el de los reptiles, de acuerdo a la Lista Roja de los Reptiles del Ecuador (Carrillo et al. 2005). A continuación, se describen las categorías de amenaza:

- En Peligro Crítico (CR). Cuando la especie enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.
- En Peligro (EN). Cuando la especie enfrenta un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.
- Vulnerable (VU). Cuando la especie enfrenta un riesgo alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.
- Casi Amenazada (NT). Cuando la especie está cerca de calificar o es probable que califique para una categoría de amenaza en el futuro próximo.
- Datos Insuficientes (DD). Cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación de su estado de conservación; sin embargo, no es una categoría de amenaza. Indica que se requiere más información sobre esta especie.
- Preocupación menor (LC). Para especies comunes y de amplia distribución.

Dentro de esta categoría también se incluye información de las especies protegidas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES, 2017), de la cual Ecuador es país miembro. Esta convención considera tres Apéndices, como son:

- Apéndice I. Para especies en peligro de extinción. Existe prohibición absoluta de comercialización, tanto para animales vivos o muertos, como de alguna de sus partes.
- Apéndice II. Para especies no amenazadas, pero podrían serlo si su comercio no es controlado, o para especies generalmente no comercializadas, pero que requieren de protección y no deben ser traficadas libremente.
- Apéndice III. Para especies de comercio permitido, siempre y cuando la autoridad administrativa del país de origen certifique que la exportación no perjudica la supervivencia de la especie y que los animales fueron obtenidos legalmente.

7.2.4.2.11.8 Uso del Recurso

Se mencionaron aquellas especies que potencialmente pueden ser utilizadas por los pobladores de las comunidades locales cercanas, sean como fuente de: alimentación, comercio, entretenimiento o deporte.

7.2.4.3 Análisis de resultados

7.2.4.3.1 Resultados generales

En los días de muestreos cualitativos y cuantitativos se registró 14 especies, de las cuales 13 fueron anfibios y un reptil.

La clase amphibia estuvo representada por el orden Anura con seis (6) familias (Bufonidae, Centrolenidae, Hylidae, Leptodactylidae, Strabomantidae y Aromobatidae), agrupadas en 8 géneros y 13 especies. En la clase reptilia se reportó un orden (Squamata) compuesto por el suborden: Squamata-sauria y con una familia (Iguanidae), agrupada en un género y una especie.

Tabla 7-36 Composición de la Herpetofauna registrada en el área de estudio

Orden	Familia	Género	Especie	Cuantitativo	POH-1-AL	POH-2-AL	POH-3-AL
ANURA	AROMOBATIDAE	Allobates	<i>Allobates zaparo</i>	2		X	X
			<i>Allobates femoralis</i>	1			
	BUFONIDAE	Rhinella	<i>Rhinella margaritifera</i>	3	X		
			<i>Rhinella marina</i>	3	X	X	X
	CENTROLENIDAE	Teratohyla	<i>Teratohyla midas</i>				X
	HYLIDAE	Hyloscirtus	<i>Hyloscirtus phyllognathus</i>	1			
		Osteocephalus	<i>Osteocephalus fuscifacies</i>	6			
			<i>Osteocephalus planiceps</i>	2			
	LEPTODACTYLIDAE	Adenomera	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	13			
		Leptodactylus	<i>Leptodactylus hylaedactylus</i>		X	X	X
	STRABOMANTIDAE	Pristimantis	<i>Pristimantis peruvianus</i>	4			
			<i>Pristimantis variabilis</i>	5			
			<i>Pristimantis altamnis</i>	6			
SQUAMATA SAURIA	IGUANIDAE	Anolis	<i>Anolis fuscoauratus</i>	1			

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.3.2 Muestreo Cuantitativo (PMH-1-AL)

7.2.4.3.2.1 Riqueza

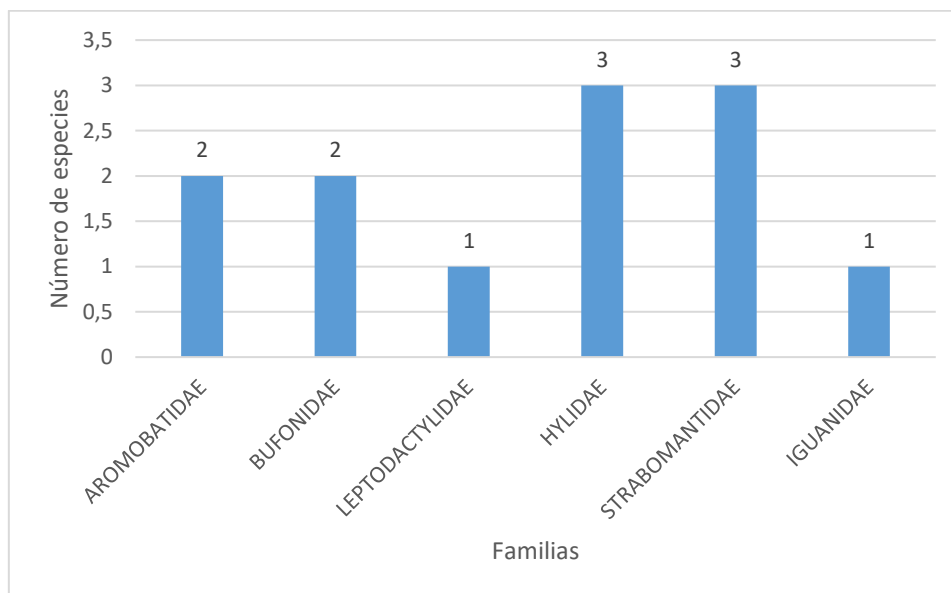
En cuanto a los anfibios, todos estuvieron representados por el orden Anura con cinco (5) familias (Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae, Strabomantidae y Aromobatidae), agrupadas en seis (6) géneros y 11 especies. Las familias más abundantes de este grupo de vertebrados, en relación al número de especies corresponde a las ranas arborícolas Hylidae y Strambonabtidae con tres (3) especies respectivamente, las familias Bufonidae y Aromobatidae con dos especies respectivamente, finalmente las ranas mugidoras Leptodactylidae con una especie. El un orden (Squamata) compuesto por el suborden: Squamata-sauria con una familia y una especie

Familia	Nombre científico	nombre común
AROMOBATIDAE	<i>Allobates zaparo</i>	Rana saltarina zapara
	<i>Allobates femoralis</i>	Rana saltarina de muslos brillantes
BUFONIDAE	<i>Rhinella marina</i>	Sapo de la caña
	<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo común sudamericano
LEPTODACTYLIDAE	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Rana terrestre del Napo
HYLIDAE	<i>Hyloscirtus phyllognathus</i>	Rana de torrente de San Roque
	<i>Osteocephalus fuscifacies</i>	Rana de casco del Napo
	<i>Osteocephalus planiceps</i>	Rana de casco arborea

STRABOMANTIDAE	<i>Pristimantis peruvianus</i>	Cutín de Perú
	<i>Pristimantis variabilis</i>	Cutín variable
	<i>Pristimantis altamnis</i>	Cutín de Carabaya
IGUANIDAE	<i>Anolis fuscoauratus</i>	Anolis esbelto

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

Figura 7-34 Composición y estructura de los anfibios obtenidos en Alessia

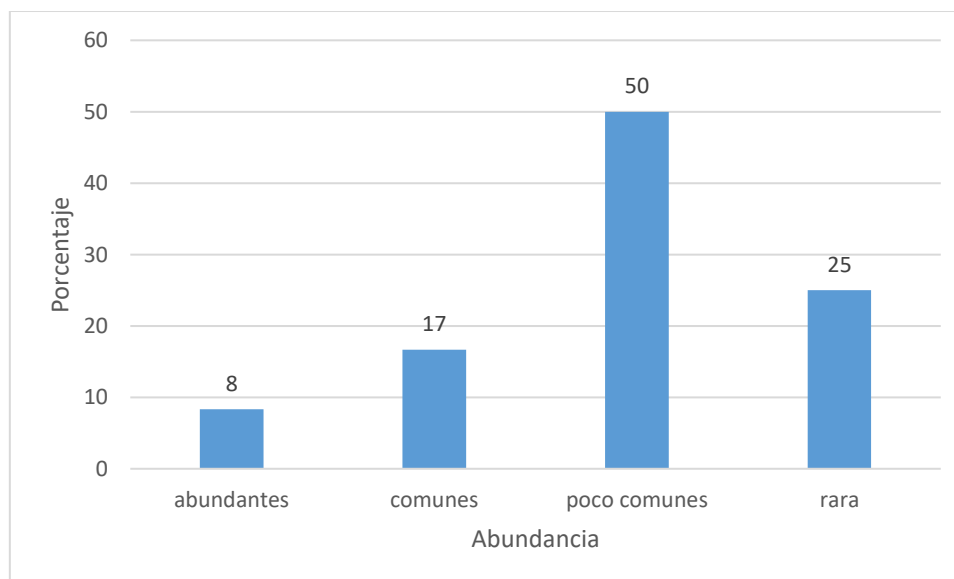


Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.3.2.2 Abundancia

De las 14 especies registradas en el punto de muestreo cuantitativo (PMH-1-AL), se determinaron cuatro (4) categorías de abundancia, en base al número de individuos registrados, obteniéndose así un porcentaje del 50% que corresponde a especies poco comunes de 2 a 5 individuos, con el 25% de los registros tenemos a las especies raras con 1 individuo. Las especies comunes que representaron al 17% de 6 a 10 individuos y por último están las especies abundantes que corresponde al 8% de las especies registradas con más de 10 individuos (figura 3).

Figura 7-35 Distribución de Abundancia de especies obtenidas en PMH-1AL

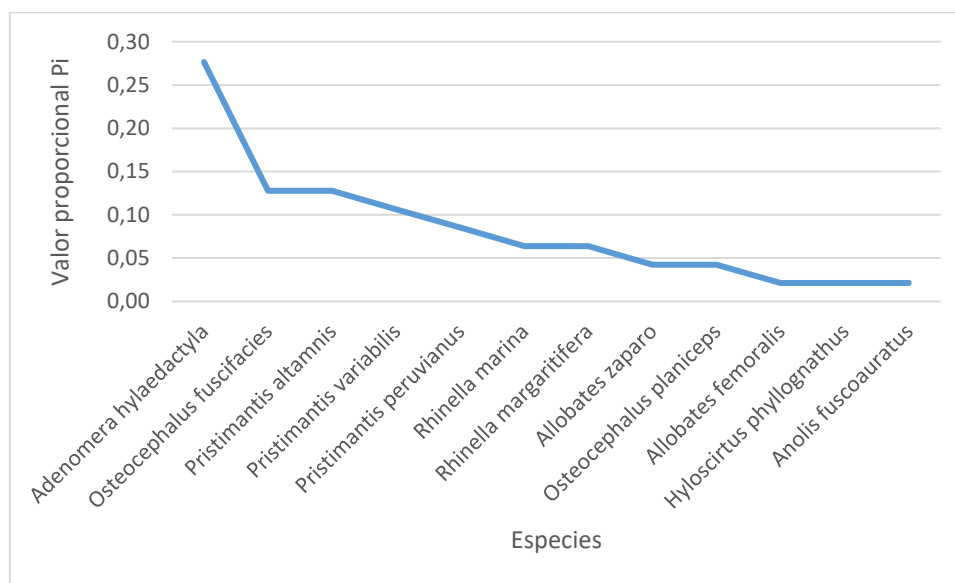


Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.3.2.3 Abundancia relativa

En los días de muestreo cuantitativo se registraron un total de 47 individuos y la abundancia relativa expresada en la curva de dominancia-diversidad para la Herpetofauna, muestra una concentración del 25% de las especies con baja dominancia (*Allobates femoralis*, *Hyloscirtus phyllognathus* y *Anolis fuscoauratus*), las cuales aportaron con proporciones de individuos por especie (P_i) menores a 0.02 ind/sp., es decir, fueron raras. La mayor dominancia del ensamblaje herpetofaunístico se concentra en cuatro (4) especies (*Adenomera hylaedactyla*, *Osteocephalus fuscifacies*, *Pristimantis altamnis* y *P. variabilis*), que aglutinaron el 33,3% de la abundancia total.

Figura 7-36 Curva Dominancia-diversidad de la Herpetofauna registrada



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.3.2.4 Índice de diversidad

7.2.4.3.2.4.1 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

El índice de diversidad de Shannon, para la zona evaluada dentro de la concesión Alessia arrojó un valor de 2,19 bits, correspondiendo al 88% de la diversidad máxima esperada. Este valor nos indica una diversidad media, en base a lo sugerido por Magurran (1989).

7.2.4.3.2.4.2 Índice de diversidad de Simpson

El índice de diversidad de Simpson calculado para esta área es de 0,85 lo cual sugiere que el área de estudio presenta en un nivel de diversidad alta.

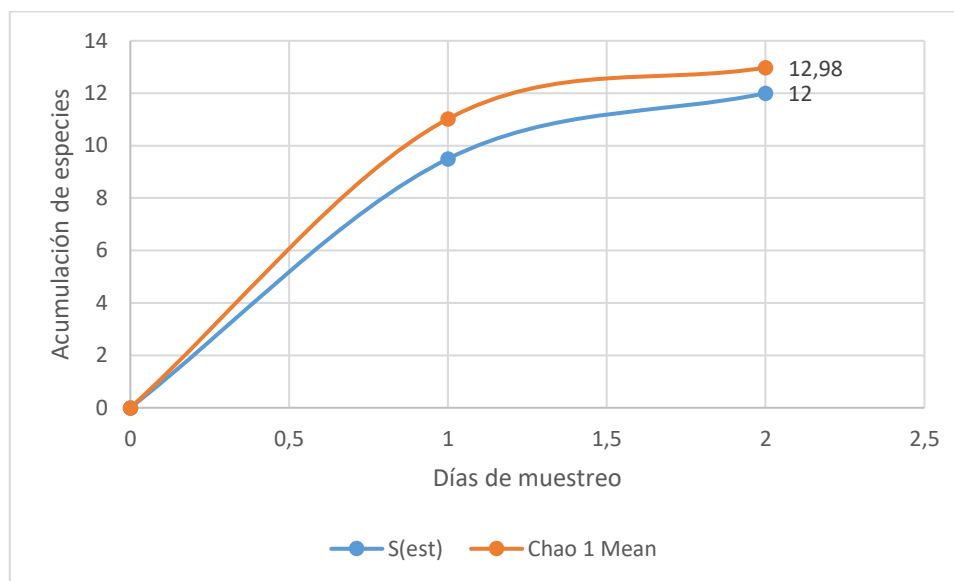
7.2.4.3.2.5 Índice de Chao 1

De acuerdo al estimador de diversidad Chao 1, el número estimado de especies para este punto sería de 13 especies, lo cual nos sugiere que la riqueza registrada en el presente monitoreo (12 spp.) corresponde al 92% de la riqueza esperada.

7.2.4.3.2.6 Curva de Acumulación de Especies

Según el estimador Chao 1, se esperaba registrar 12.98 especies de herpetofauna, sin embargo, en el área de muestreo se documentaron 12, lo que representa un 92.44% de las especies previstas.

Figura 7-37 Curva de Acumulación de especies e índice de Chao 1 (PMH-1-AL)



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

Tabla 7-37 Valores de la diversidad de la Herpetofauna registrada en Alessia

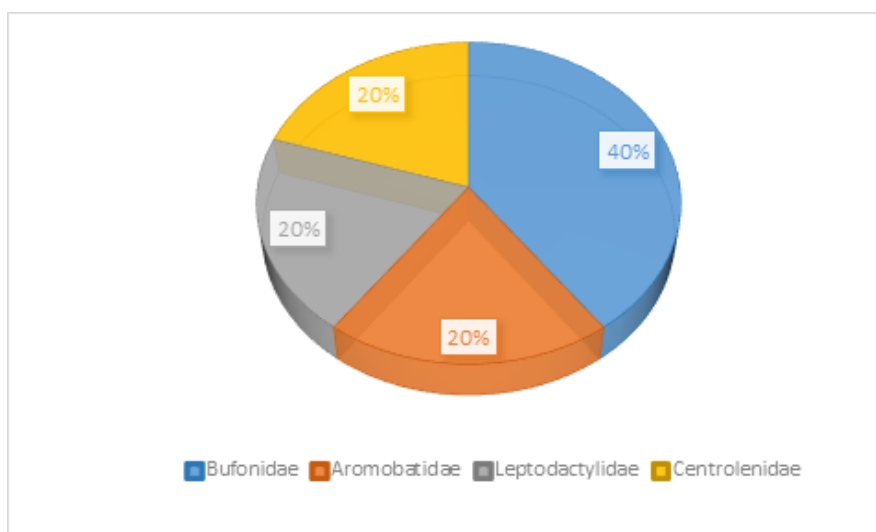
Riqueza	Abundancia	Shannon H' Log N	Shannon Hmax Log Base N	Simpson 1-D	Equititividad	Chao 1
12	47	2,19	2,4	0,85	0,88	12.98

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.3.3 Muestreo Cualitativo (POH-1, POH-2 y POH-3)

Las especies registradas en los tres sitios de observación estuvieron representadas por el orden Anura con cuatro (4) familias (Aromobatidae, Bufonidae, Centrolenidae y Leptodactylidae), agrupadas en cuatro (4) géneros y cinco especies. La familia más representativa, en relación al número de especies corresponde a los sapos de la familia Bufonidae con 2 especies, representando así al 40% del total; mientras que las demás familias solo registraron una especie cada una (Aromobatidae, Centrolenidae y Leptodactylidae) representando al 20% cada una.

Figura 7-38 Composición de la Herpetofauna registrada en tres puntos cualitativos de Alessia



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

Tabla 7-38 Herpetofauna registrada en tres puntos cualitativos de la Alessia

N°	ORDEN	FAMILIAS	ESPECIES	POH-1-AL	POH-2-AL	POH-3-AL	TIPO DE REGISTRO
1	ANURA	BUFONIDAE	<i>Rhinella marina</i>	x	x	x	AUD-OB
2			<i>Rhinella margaritifera</i>	x			OB
3		AROMOBATIDAE	<i>Allobates zaparo</i>		x	x	AUD-OB
4		CENTROLENIDAE	<i>Teratohyla midas</i>			x	AUD-OB
5		LEPTODACTYLIDAE	<i>Leptodactylus hylahedactylus</i>	x	x	x	AUD-OB
POH-AL= Punto de Observación herpetológica Alessia; Tipo de registro: Aud= auditivo; Ob= Observación							

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.3.4 Aspectos Ecológicos

Los anfibios y reptiles cumplen roles importantes para el funcionamiento de los ecosistemas como consumidores o presas, son un eslabón intermedio en la cadena de flujo de energía y nutrientes. En los bosques tropicales, anfibios y reptiles son diversos por la gran cantidad de recursos alimenticios que existen en los distintos microhábitats (estrato arbóreo, estratos arbustivos, suelo, hojarasca, orillas de ríos, estero, etc. La composición de la Herpetofauna en los microhábitats difiere del día a la noche.

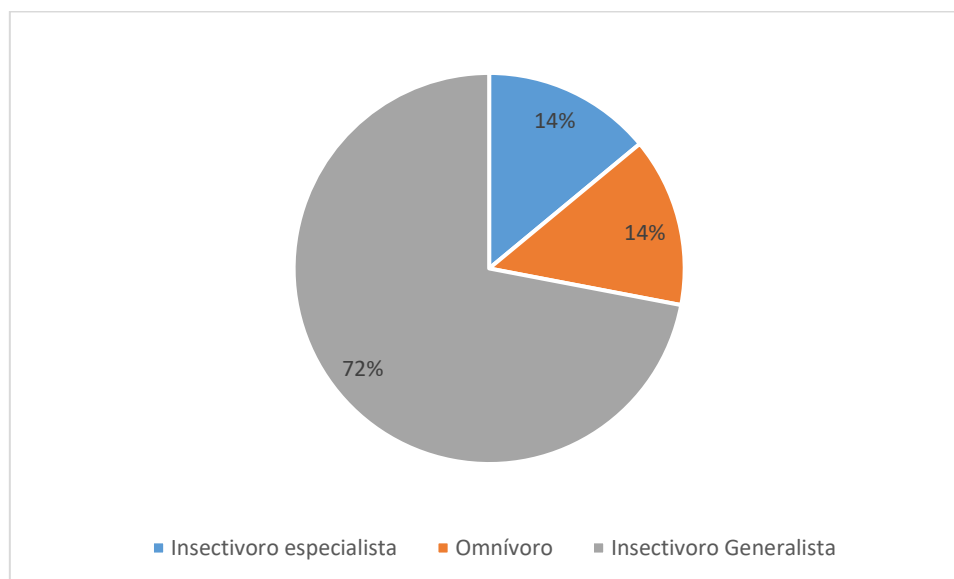
7.2.4.3.4.1 Nicho Trófico

Las características tróficas de los individuos de una población representan uno de los rasgos fundamentales que permiten conocer la dinámica del arreglo comunitario al cual pertenecen (Duré, 1999, Cuevas y Martori, 2007) afirman que el estudio de los recursos alimenticios, además de aportar información relacionada con la energía que necesitan los individuos para llevar a cabo sus actividades reproductivas y su crecimiento, permite analizar las estrategias de la historia de vida relacionadas con la utilización de microhábitats.

Los anuros son vertebrados en su mayoría carnívoros que se alimentan principalmente de invertebrados. Estudios realizados años atrás sugirieron que este grupo estaba compuesto de especies típicamente generalistas, alimentándose de las presas disponibles en los microhábitats donde habitan (Duellman, 1978). Sin embargo, ahora se ha reconocido que la dieta de las especies de anuros difiere entre sí, existiendo algunas especies que son extremadamente especialistas, y se ha sugerido que estos patrones tróficos podrían ser producto de efectos tanto históricos como actuales (Vitt y Caldwell, 1994; Parmelee, 1999). La dieta de las especies de anuros está compuesta de insectos, pero pueden consumir otros invertebrados de forma oportunista, como predador, pero usualmente son predadores generalistas (Duellman y True, 1994).

En la siguiente figura, se detallan las principales dietas alimenticias de los anfibios y reptiles registrados en las áreas de estudio

Figura 7-39 Preferencias alimenticias de la Herpetofauna registrada en Alessia



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

La figura anterior indica que el grupo trófico insectívoro generalista con 10 especies fue el más representativo con el 72% del total de las especies registradas. Mientras que los insectívoros-especialistas con dos (2) especies representaron al 14% de las especies obtenidas. Con el 14% están las especies omnívoras.

La dominancia del grupo insectívoros generalistas, indica que las áreas de estudio presentan microhábitats con cierto grado de fragmentación lo cual está favoreciendo al desarrollo especies colonizadoras y pioneras. Entre las familias de anfibios que presentan una dieta insectívora generalista se encuentran los anfibios de las familias: Hylidae, Centrolenidae, Leptodactylidae e Iguanidae. Estas especies basan su alimentación en un sinnúmero de invertebrados como insectos y arácnidos.

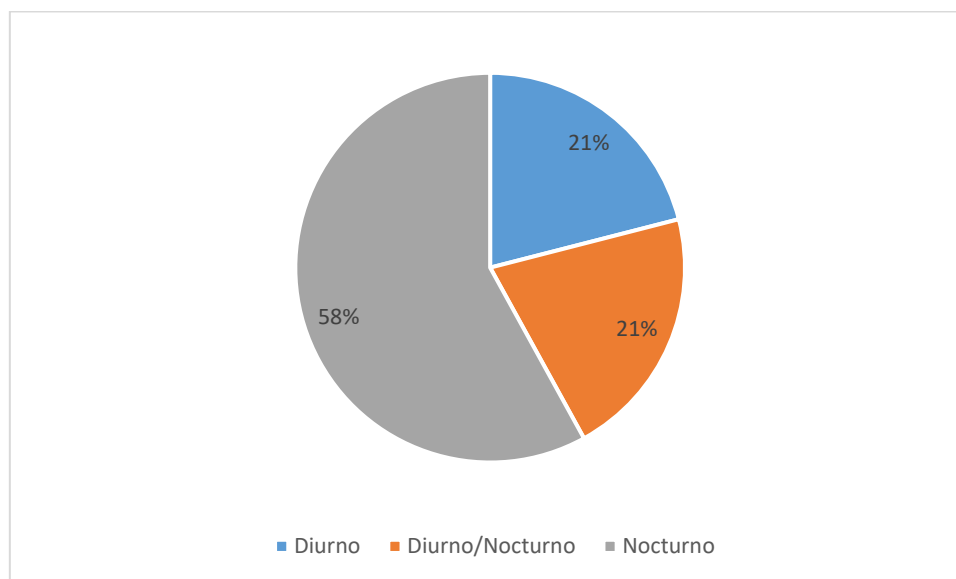
Los Insectívoros Especialistas estuvieron representados principalmente que poseen una alimentación basada principalmente en el consumo de hormigas como *Allobates zaparo*, *A. femoralis*.

Las especies Omnívoras pertenecen a dos especies de las familias: Bufonidae, esta especie presenta una alimentación variada que va desde varios tipos de artrópodos, insectos, ranas, lagartijas.

7.2.4.3.4.2 Hábitos

De los estudios realizados por Duellman (1989) en varios lugares del neotrópico se deduce que aproximadamente la mitad de las especies que componen la Herpetofauna son de actividad nocturna, el 40% son de hábitos arbóreos y muy pocas especies son netamente acuáticas, en el presente estudio.

Figura 7-40 Actividad diaria de los anfibios y reptiles



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

El 58% corresponde a 8 especies que presentaron actividad diurna nocturna; el 21% son especies con hábitos diurnos y el 21 % corresponde especies con hábitos nocturno.

7.2.4.3.4.3 Patrones Reproductivos de los Anfibios

Duellman (1978), reconoce 11 modos reproductivos para los anfibios, de estos, se reconocen cinco (5) para los anfibios registrados en esta localidad. Para los reptiles se registró dos modos de reproducción.

Modo 1. -Los huevos son depositados en cuerpos de agua lóticos o lénticos, con el desarrollo de los renacuajos en el agua, las puestas grandes con huevos pequeños, aquí se agrupan tres (3) especies, *Hyloscirtus phyllonathus*, *Osteocephalus fuscifacies*, *O. planiceps*.

Modo 2. Dos (2) especie se registraron bajo este modo reproductivo: *Rhinella margaritifera*, *Rhinella marina*

Modo 21.- En este modo reproductivo se registraron dos (2) especies: *Adenomera hylaedactyla* y *Leptodactylus hylahedactylus*.

Modo 7. Huevos depositados sobre el suelo; renacuajos recién nacidos llevados en la espalda de los adultos. Agrupaciones de huevos son pequeñas: huevos y recién nacidos son relativamente grandes. Se registró dos (2) especies en este modo: *Allobates femoralis*, y *A. zaparo*.

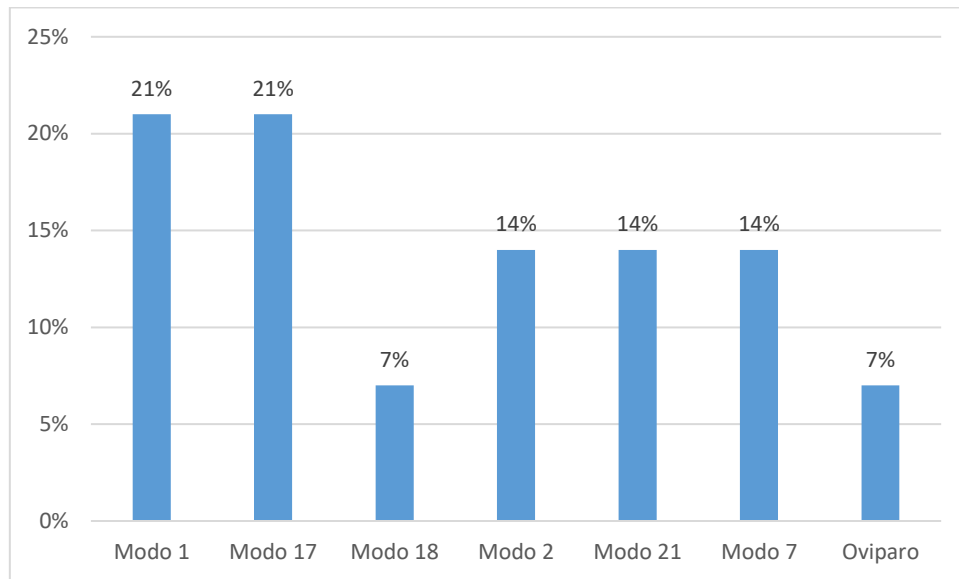
Modo 17.- Se registraron tres (3) especies: *Pristimantis peruvianus*, *Pristimantis variabilis*, *Pristimantis altamnis*.

Modo 18. - Se registró una (1) especie con este modo reproductivo: *Teratohyla midas*.

Ovíparo. - Hace referencia al grupo de animales que pone huevos en los cuales la segmentación no ha comenzado o todavía no ha alcanzado un desarrollo importante

Se identificó una especie de reptil ovíparo correspondiente a *Anolis fuscauratus*.

Figura 7-41 Modos de reproducción de la Herpetofauna registrada en la Alessia

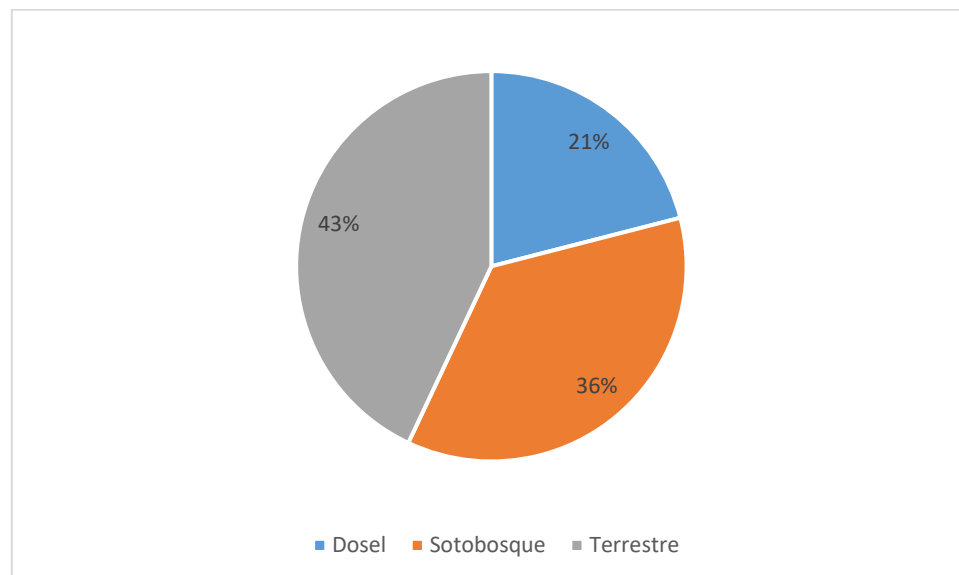


Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.3.4.4 Distribución Vertical

En el estrato bajo del bosque, ocultándose en la hojarasca o perchando en hojas de herbáceas en alturas inferiores a un metro se registró seis especies (43%) pertenecientes las familias: Aromobatidae, Aromobatidae y Leptodactylidae. . El sotobosque presentó cinco (5) especies (36%) pertenecientes a las familias: Hylidae, Iguanidae y Strabomantidae. El dosel estuvo representado por tres (3) especies 21% pertenecientes a la familia Centrolenidae, Hylidae.

Figura 7-42 Distribución vertical de la Herpetofauna registrada



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.3.4.5 Especies Indicadoras y especies de interés

No es posible monitorear todas las especies de anfibios y reptiles, pues la mayoría se presentan con bajas densidades o son evasivas, de acuerdo al método de muestreo que se emplee. En la mayor parte de la fauna silvestre, se requiere consideraciones especiales para su estudio debido a sus bajas densidades, dificultad de detección mediante métodos estándar de muestreo o de identificación segura en el campo, por lo que se recomienda trabajar con indicadores biológicos.

No se sugiere el empleo de especies, que a pesar de ser consideradas de ambientes clímax, presentan valores de frecuencia relativa baja o son de difícil encuentro.

Para que un taxón se pueda emplear como indicador biológico debe reunir por lo menos las siguientes características (Lips y Reaser 1999):

- Características de un bioindicador
- Taxonomía bien conocida y fácil determinación.
- Ser componentes abundantes, estables y funcionalmente importantes dentro del ecosistema.
- Estar taxonómica y ecológicamente muy diversificados.
- Ser fáciles de reconocer y manejar tanto en campo como en laboratorio.
- Tener buen conocimiento de su biología.
- Presentar alta sensibilidad y fidelidad ecológica
- Corta temporalidad generacional
- Ser relativamente sedentarios.
- Reflejar o estar relacionado con la biodiversidad del entorno.

Hay especies que serían indicadoras de la calidad de hábitat. Esta discriminación se la haría en base al modo reproductivo, siendo las especies de reproducción en aguas lénticas las más comunes, que no indican necesariamente un ambiente saludable, versus especies que se reproducen mediante huevos en la hojarasca que indican ambientes saludables (Lynch y Duellman, 1980; Gluesenkamp y Guayasamín et al., 2008).

Considerando la extrema susceptibilidad de algunas especies incluida en los enunciados anteriores y coincidiendo con Pearson (1995), consideramos a las especies de la familia Aromobatidae y Centrolenidae como indicadoras de hábitats con un bajo grado de alteración, una buena calidad ambiental en ecosistemas forestales tropicales, puede estar determinada por la presencia de especie de lagartijas *Anolis fuscoauratus* de la familia Iguanidae. Estas tres familias son relativamente fáciles de avistar y, debido a las estrategias reproductivas que emplean, pueden presentar variaciones en sus valores de abundancia relativa y en la presencia o ausencia de especies, proyecciones válidas que podrían reflejar alteraciones en la ecología del bosque y de las comunidades de Herpetofauna.

No se sugiere el empleo de especies, que a pesar de ser consideradas de ambientes clímax, presentan valores de frecuencia relativa baja o son de difícil encuentro como las salamandras.

Como especies de interés registrado en las áreas de estudio se mencionan las siguientes:

Teratohyla midas. - Encontrada a lo largo de todo el año en la rivera de riachuelos dentro de bosque primario. Aunque la especie tiene una amplia distribución, no existe información disponible sobre su tamaño poblacional y sus amenazas.

Allobates zaparo. – Es una especie diurna que habita en la hojarasca en bosque primario y secundario, presenta mimetismo batesiano al presentar una coloración similar a *Ameerega bilinguis* y a *Ameerega pátula* que son especies venenosas. Su dieta está dominada por un alto consumo de hormigas, puede ser localmente abundante siendo la deforestación, agricultura y ganadería sus principales amenazas.

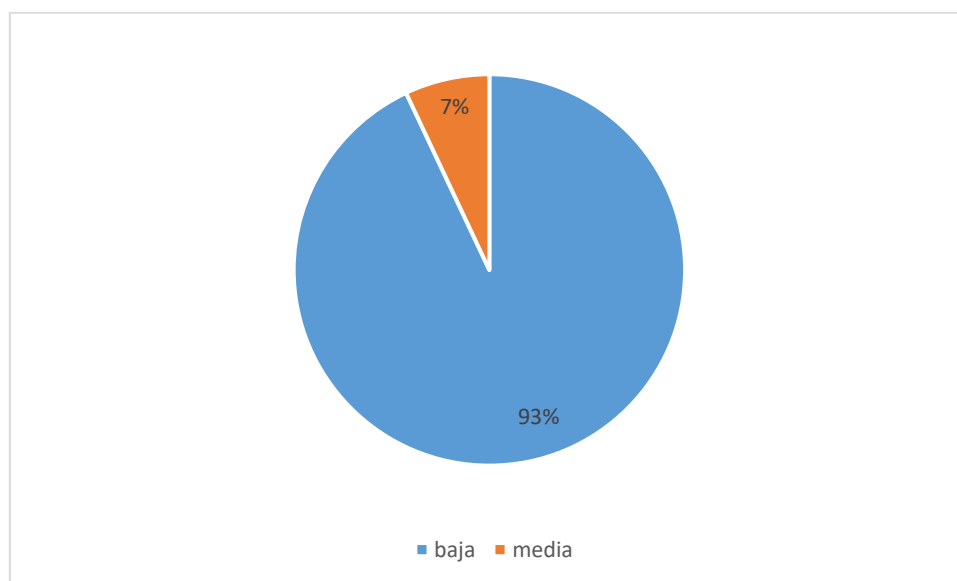
Hyloscirtus phyllognathus. - Es una especie arbórea y acuática la cual se encuentra a lo largo de arroyos en bosques nublados o en matorrales bajos sobre torrentes. No se encuentran en bosque secundario y presumiblemente se reproduce en arroyos. Su principal amenaza es la deforestación en las orillas de los ríos.

En lo que respecta a la categoría de especies indicadoras de ambientes alterados, se registraron a: *Pristimantis variabilis*, *Adenomera hylaedactyla*, *Rhinella marina* entre las principales. Estas especies se caracterizan por su excelente adaptabilidad a los cambios de los hábitats que se han dado por actividades antrópicas locales.

7.2.4.3.4.6 *Sensibilidad de la Herpetofauna*

De acuerdo a Sarmiento (2000), la sensibilidad es la capacidad del sistema de captar cualquier acción producida por una excitación o disturbio. Sierra et al., 1999, indica que las especies sensibles son aquellas que pueden presentar problemas de conservación en momentos en los cuales su ambiente se encuentra disturbado. Con estos antecedentes, en la figura siguiente se indica la Herpetofauna de acuerdo a las categorías de sensibilidad.

Figura 7-43 **Número de especies por categorías de sensibilidad**



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

La figura anterior nos indica una clara dominancia de especies con baja sensibilidad al representar el 93% de los registros (13 spp.), una (1) especie que corresponden al 7% de los registros presentan una sensibilidad media.

El alto porcentaje de especies con sensibilidad baja se debe a que son especies con una amplia distribución geográfica en el neotrópico y que no presentan mayores amenazas en cuanto a su conservación ya que además poseen hábitos generalistas, adaptándose a entornos previamente alterados.

7.2.4.3.5 *Estatus de Conservación*

De acuerdo al Criterio de conservación para los anfibios del Ecuador establecido por Bioweb (2025), una especie se encuentran catalogadas como Casi amenazada (NT) una especie *Hyloscirtus phyllognathus* de la familia Hylidae, las 11 especies restantes se encuentran en la categoría Preocupación Menor (LC).

Según el Estatus de Conservación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2025), 14 especies están en la categoría Preocupación Menor (LC). Mientras que la especie *Anolis fuscoauratus* de la familia Iguanidae se encuentra como No Evaluada (NE).

De acuerdo al Convención Internacional para el Tráfico de Especies de Flora y Fauna (CITES 2024) se registran dos (2) especies pertenecientes a la familia Aromobatidae dentro del Apéndice II del CITES. A continuación, en la tabla siguiente se detallan las especies registradas y sus estatus de conservación.

Tabla 7-39 Estado de Conservación de las Especies Registradas

No.	ESPECIE	DISTRIBUCIÓN	ESTADO DE CONSERVACIÓN		
			UICN 2025	Lista Roja (Bioweb 2024)	CITES 2024
1	<i>Allobates zaparo</i>	EC, PE	LC	LC	II
2	<i>Allobates femoralis</i>	CO, EC, PE, BR	LC	LC	II
3	<i>Rhinella marina</i>	SA	LC	LC	-
4	<i>Rhinella margaritifera</i>	SA	LC	-	-
5	<i>Teratohyla midas</i>	SA	LC	LC	-
6	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	SA	LC	LC	-
7	<i>Hyloscirtus phyllonathus</i>	CO, EC, PE	LC	NT	-
8	<i>Osteocephalus fuscifacies</i>	EC	LC	LC	-
9	<i>Osteocephalus planiceps</i>	CO, EC, PE	LC	LC	-
10	<i>Pristimantis peruvianus</i>	PE, EC, BR	LC	LC	-
11	<i>Pristimantis variabilis</i>	CO, EC, PE, BR	LC	LC	-
12	<i>Pristimantis altamnis</i>	EC	LC	LC	-
13	<i>Anolis fuscoauratus</i>	SA (A)	NE	LC	-
14	<i>Leptodactylus hylaedactylus</i>	SA	LC	-	-

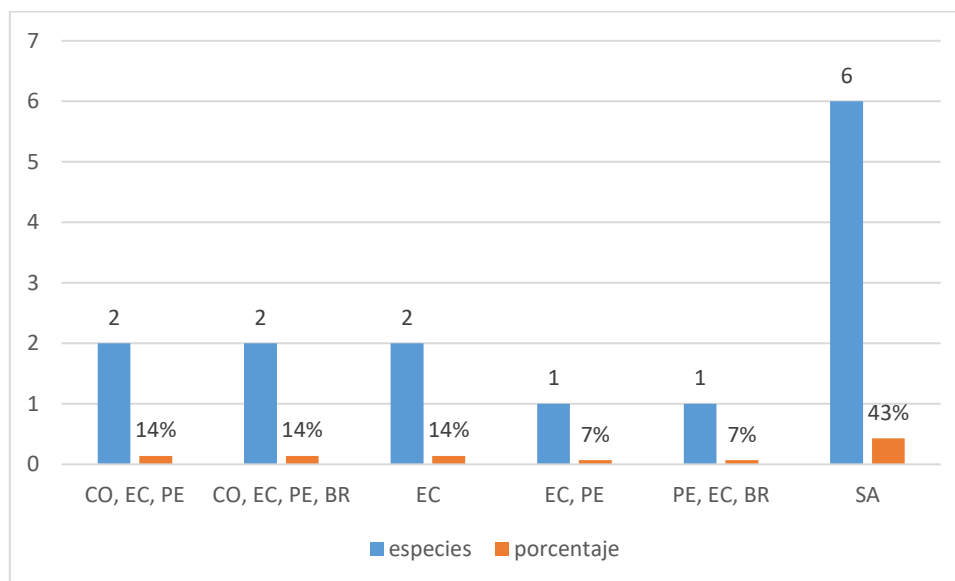
NT= Casi Amenazada; DD= Datos Insuficientes; NE= No Evaluada y LC= Preocupación Menor. CITES 2017: Apéndice II= Especies no amenazadas que pueden serlo si su comercio no es controlado, o especies generalmente no comercializadas, pero que requieren protección y no deben ser traficadas libremente. Distribución: A=Ampliamente distribuida desde Centro américa hasta Suramérica, BR=Brasil; COL=Colombia; EC=Ecuador; PE=Perú; SA.=Distribuida en Sudamérica

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.3.5.1 Distribución y Endemismo

Sierra et al 1999 indica que el endemismo es la presencia exclusiva de una especie en un determinado lugar geográfico. Las especies pueden ser endémicas de un continente, de un país, de una región o hasta de un hábitat. Con el antecedente anterior en las áreas de estudio se registraron 14 especies, de las cuales seis (43%) presentan una amplia distribución en la Amazonía de Sudamérica, dos (2) especies que corresponden al 14% se encuentran distribuidas entre Colombia, Ecuador y Perú, Con el mismo porcentaje tenemos dos (2) especies endémicas (*Osteocephalus fuscifacies* y *Pristimantis altamnis*), dos (2) especies que equivale al 14% de los registros se encuentra distribuida entre Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, una especie (7%) distribuida en Ecuador y Perú; y una especie (7%) que se distribuye en Perú, Ecuador y Brasil.

Figura 7-44 Distribución de las especies registradas



SA.=Sudamérica; COL=Colombia; EC=Ecuador; PE=Perú; A=Ampliamente distribuida en el neotrópico
Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.3.5.2 Especies sugeridas para futuros monitoreos.

La información generada a través de las unidades muestrales en el área de influencia de los sitios de muestreo, sugieren a *Osteocephalus fuscifacies*, *Adenomera hylaedactyla*, *Teratohyla midas* y *Allobates zaparo*, como especies a monitorearse, ya que fueron las especies más conspicuas a escala de abundancia en los bosques dentro de la concesión y adyacentes a la misma. Estas especies cumplen con los criterios de especies indicadoras, pues su taxonomía e historia natural son conocidas, tienen un amplio rango de distribución en la Región Natura Bosque Húmedo Tropical Amazónico, pueden ser fácilmente registradas ya sea por observación directa o por vocalización.

7.2.4.3.5.3 Uso del recurso.

Las especies de Herpetofauna registradas no son relevantes para su uso comercial, mítico o alimenticio en la zona de influencia por parte de los pobladores de sitios aledaños al área del proyecto.

7.2.4.3.5.4 Áreas sensibles

Para la caracterización de los sitios sensibles o singulares desde el punto de vista faunístico (Entrix-Yawe, 2001), se han tomado en cuenta algunas particularidades de las áreas y su relación con los siguientes aspectos:

Bosques del Sistema de Áreas Protegidas, si el área de influencia directa o indirecta abarca uno o varios sectores de dicho sistema.

Remanentes boscosos grandes con vegetación primaria, constituyen refugios de fauna silvestre, mantienen características y recursos esenciales para la fauna mayor y otras especies importantes (i.e. especies en peligro y especies de distribución restringida). También se incluyen en estos remanentes los bosques protectores del patrimonio forestal y los bosques privados.

Áreas boscosas que mantienen gran número de especies endémicas de fauna.

Bosques que albergan especies de fauna terrestre importantes para las actividades de ecoturismo.

Cursos de agua (esteros permanentes y temporales, pantanos u cuerpos de importantes para la reproducción de los anfibios y reptiles.

Se registró las siguientes áreas sensibles para la Herpetofauna, en función de lo mencionado anteriormente.

Tabla 7-40 Áreas Sensibles para la Herpetofauna Registradas

TIPO DE ÁREA	COORDENADAS WGS84		Especies	Categoría de Sensibilidad
	X	Y		
Quebrada con riachuelo, de agua cristalina, poco correntoso, lecho pedregoso, de 3m de ancho por 0.4 de profundidad, junto a bosque natural muy intervenido	174005	9874200	<i>Teratohyla midas</i>	Media
			<i>Allobates zaparo</i>	Media
			<i>Hyloscirtus phyllonathus</i>	Media

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.4.4 Discusión

Aunque el conocimiento sobre las comunidades herpetológicas tropicales ha avanzado significativamente en los últimos años, sigue siendo limitado. Este vacío en el entendimiento es alarmante, especialmente ante la creciente destrucción de los ecosistemas forestales tropicales. La necesidad de realizar estudios adicionales en diversas áreas es urgente para evaluar el papel crucial que los herpetos desempeñan en la dinámica de estos ecosistemas y para comparar gradientes de diversidad en diferentes regiones (Duellman, 1978a; 1988; Duellman y Koechlin, 1991).

El inventario de 14 especies de herpetofauna en la zona estudiada representa solo un 1.79% de la herpetofauna registrada en Ecuador, lo que subraya la diversidad en este país, el cual alberga un alto número de especies (1058 spp., según Ron et al., 2018 y Torres-Carvajal et al., 2018). Además, las 14 especies registradas constituyen el 7.14% de la herpetofauna registrada en el Bosque de pie montano oriental, lo que refleja la riqueza y diversidad de este ecosistema específico.

El índice de diversidad herpetológica en la zona estudiada fue moderado, lo cual es consistente con estudios realizados en ambientes similares de Bosque pie montano Oriental (Ron et al., 2018). Este patrón sugiere que la diversidad herpetológica en la zona es equilibrada, pero no excepcionalmente alta, lo que podría estar influenciado por factores ambientales y de muestreo.

Dado que las comunidades de herpetofauna son indicadores sensibles de la salud del ecosistema, el monitoreo de estas comunidades es clave para evaluar los efectos de las actividades humanas, como la deforestación y la alteración del hábitat. La conservación de las herpetofaunas tropicales es esencial no solo para proteger la biodiversidad, sino también para asegurar la integridad de los ecosistemas forestales tropicales.

7.2.4.5 Conclusiones

La clase Amphibia estuvo representada por el orden Anura, que incluye una diversidad notable de familias (6 en total), con especies distribuidas en 8 géneros y 13 especies diferentes. Esta diversidad sugiere un ecosistema favorable para los anfibios, con una variada representación taxonómica. En cuanto a los reptiles, solo se reportó una especie perteneciente al orden Squamata, específicamente al suborden Sauria. La presencia de una sola especie, asociada a una única familia (Iguanidae), sugiere una menor diversidad de reptiles en comparación con los anfibios en la zona muestreada.

Las familias más abundantes en cuanto a número de especies fueron las ranas arborícolas Hylidae y Strabomantidae, con tres especies cada una. Esto podría indicar que las condiciones ecológicas favorecen particularmente a las especies que habitan en árboles o áreas elevadas. Por otro lado, las

familias Bufonidae y Aromobatidae estuvieron representadas por dos especies cada una, mientras que las Leptodactylidae (ranas mugidoras) fueron las menos numerosas, con solo una especie. La presencia de diferentes familias y especies refleja una rica diversidad ecológica dentro del orden Anura. Las diferencias en las familias encontradas pueden estar asociadas a diversas adaptaciones a los microhábitats, como áreas arbóreas, acuáticas o terrestres, lo que sugiere la existencia de nichos ecológicos variados que soportan a una diversidad de especies de ranas.

La mayor diversidad de anfibios en relación a reptiles puede ser indicativa de un ambiente que favorezca a las especies de ranas, ya sea por la presencia de cuerpos de agua, vegetación adecuada o climas húmedos. La limitación en la diversidad de reptiles podría estar relacionada con una menor especialización de estos en el hábitat local o con factores ecológicos que no favorecen su presencia.

El índice de diversidad de Shannon para la zona evaluada fue de 2,19 bits, lo que indica una diversidad media en comparación con los valores máximos esperados. Según el estimador de diversidad Chao 1, se estima que la riqueza de especies para el área es de 13 especies, lo que sugiere que el monitoreo registró un 92% de la diversidad esperada. Esto refleja una muestra representativa de la biodiversidad del área en cuanto a especies de anfibios y reptiles.

El grupo trófico insectívoro generalista fue el más representativo, con 10 especies, lo que constituye el 72% de las especies registradas. Este grupo está compuesto principalmente por especies que tienen una dieta variada basada en insectos y arácnidos, lo que sugiere que el hábitat presenta características que favorecen a especies colonizadoras y pioneras. En contraste, los insectívoros especialistas fueron solo el 14% de las especies, lo que refleja una menor presencia de especies con dietas más especializadas.

La mayoría de las especies se encontraron en estratos bajos del bosque (43%) y en el sotobosque (36%), lo que indica que las áreas de estudio cuentan con hábitats variados que favorecen a una amplia gama de especies. La familia Aromobatidae y otras como Leptodactylidae fueron comunes en el estrato bajo del bosque, mientras que algunas especies de Centrolenidae y Hylidae se asociaron al dosel arbóreo.

En términos de conservación, se identificó que una especie se encuentra casi amenazada (NT), una no evaluada (NE) y las demás están en la categoría de Preocupación Menor (LC) según Bioweb (2025) y la UICN (2024). Esto resalta que, aunque la mayoría de las especies presentan una distribución amplia y no están bajo una amenaza crítica, algunas podrían estar experimentando presiones por la pérdida de hábitat.

Entre las especies de interés se mencionan *Teratohyla midas*, *Allobates zaparo* y *Hyloscirtus phyllognathus*, las cuales se encuentran amenazadas principalmente por la alteración de hábitats. Es importante monitorear estas especies debido a su vulnerabilidad frente a actividades antrópicas.

7.2.4.6 Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos, las observaciones realizadas en el campo y con la disposición de llevar a la práctica ciertas acciones de conservación, se puede mantener la diversidad y la abundancia de la fauna dentro del Área de Influencia Directa mediante las siguientes prácticas de manejo:

Permitir el desarrollo de especies herbáceas y arbustivas nativas mediante reforestación en las zonas de mayor afectación ecológica, pues estas formaciones vegetales crearán microhábitats que facilitan el desarrollo y dinámica poblacional de Anfibios y Reptiles locales.

De ser el caso, ejecutar un Programa de Rescate de Especies, el mismo que consiste en trasladar especímenes de anfibios y reptiles hacia sitios seguros donde se asegure su sobrevivencia al momento en que se ejecuten las obras de construcción.

7.2.5 ENTOMOFAUNA

Los insectos son organismos que ocupan un lugar importante dentro de los ecosistemas las ventajas del uso de los insectos como evaluadores de situaciones de alteración y fragmentación ha sido extensamente documentado. Seis aspectos que capacitan a los insectos como grupos indicadores son: alta riqueza y diversidad de especies, fácil manipulación, fidelidad ecológica, sensibilidad frente a perturbaciones mínimas, corta temporalidad generacional y facilidad de muestreo e importancia en el funcionamiento del ecosistema (Favila & Halffter, 1997).

En la línea base no se incluye al orden Lepidóptera debido a que en los Términos de Referencia TDRs que fueron aprobados mediante Oficio Nro. MAE-SCA-2019-0714-O del 26 de marzo de 2019 no señala nada referente al muestreo de este componente. Sin embargo, el grupo de estudio, los escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae han sido propuestos como un taxón indicador de biodiversidad y para monitorizar el impacto de alteraciones antrópicas en bosques tropicales, ya que son vulnerables a la modificación del hábitat sus métodos de recolección están estandarizados y su historia natural y taxonomía son bien conocidas (Ibarra-Polesel et al., 2015).

La subfamilia Scarabaeinae es abundante en los ecosistemas tropicales, por lo que se considera uno de los grupos más convenientes para el monitoreo de la biodiversidad (Favila & Halffter, 1997). La subfamilia Scarabaeinae ha sido propuesta por la comunidad científica como un grupo útil para inventarios de biodiversidad, para monitoreo y para examinar las interacciones entre los cambios provocados por el hombre y la composición de la comunidad de escarabajos peloteros. Las especies de Scarabaeinae son muy estudiadas como bioindicadores de la calidad ambiental, por su sensibilidad a la destrucción del hábitat y la verificación de que su riqueza declina al disminuir la estructura vegetal del ambiente (Carpio y Dangles 2012).

Los Scarabaeinae presentan una amplia distribución geográfica y pueden llegar a colonizar una gran variedad de hábitat (Halffter, 1991). Dado que muchas de las especies tienden a especializarse en un rango altitudinal, tipo de suelo y tipo de bosque este grupo de insectos es atractivo para la realización de monitoreos biológicos, el uso de bioindicadores no sólo es importante para delinear estrategias de conservación en zonas protegidas sino en zonas de intervención antrópica; y es precisamente en las zonas neotropicales donde es más relevante debido a la concentración de la mayor parte de la biodiversidad mundial (Celi & Dávalos 2001).

Los escarabajos Copronecrófagos han sido considerados como parámetros biológicos del estado de conservación debido a la sensibilidad que sus especies y poblaciones tienen, ante las modificaciones y efectos adversos causados por las actividades antrópicas. El uso de estos grupos biológicos, y parámetros articulados a programas de evaluación ecológica rápida –EER–, permiten caracterizar la variación de la riqueza y abundancia del grupo asociado a un área natural, para evaluar su condición biológica y de conservación, de acuerdo a este contexto el grupo de escarabajos Copronecrófagos constituye un elemento muy importante en el equilibrio de los ecosistemas, y permiten en un tiempo corto evaluar el estado de conservación de los hábitats (Villareal *et al.*, 2004).

En el presente informe se describen las especies de la familia Scarabaeidae presentes en las áreas de la Concesión Alessia.

7.2.5.1 Metodología

7.2.5.1.1 Área de estudio

El área de estudio, se encuentra según (Albuja *et al.*, 2012) en el Piso Zoogeográfico Tropical Oriental, incluido en la provincia Biogeográfica Amazónica, en el límite superior del piso zoogeográfico (900 msnm), incluyendo varias formaciones naturales, dicho piso está ubicado al este de la cordillera real, presentando climas cálidos, húmedos, cuantiosa vegetación y demás condiciones que han ayudado al gran número de especies.

El estudio se desarrolló en la parroquia Carlos Julio Arosemena Tola, cantón Carlos Julio Arosemena Tola, provincia de Napo. Para el estudio de la Entomofauna terrestre se estableció un 1 punto cuantitativo y 1 punto cualitativo que se detalla en la tabla a continuación. Los puntos de muestreo se pueden verificar en Cartografía 7.19 Mapa de muestreo biótico Entomofauna

Tabla 7-41 Puntos de muestreo

Código	Metodología	Fecha muestreo	Altitud (msnm)	Coordenadas UTM			
				X1 (Este)	Y1 (Norte)	X2 (Este)	Y2 (Norte)
ET001	Muestreo Cuantitativo; Transectos de 250m; Trampas Pitfall	01/02/2018	842	173516	9874355	173667	9874315
POE001	Muestreo Cualitativo; Recorridos de Observación	02/02/2018	854	173864	9874463	174240	9874366

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.5.1.2 Fase de Campo

Se emplearon dos técnicas básicas para el registro de especímenes: Trampas Pitfall con cebos atrayentes para escarabajos Copronecrófagos y Recorridos de Observación directa para la Entomofauna terrestre en general.

7.2.5.1.2.1 Muestreos Cuantitativos

Para el muestreo cuantitativo se utilizó la metodología de trampas de “pozo seco” o “de caída” (conocidas en inglés como “pit-fall traps”) (Lobo *et al.*, 1988), las trampas de caída o trampas Pitfall consisten en tarrinas de plástico de 120 mm de diámetro por 140 mm de profundidad, enterradas a nivel del suelo cebadas con excremento humano o carroña (carne de pescado en descomposición) el cebo es envuelto en gasa, este es atado a un palo de pincho para posteriormente ser clavado en el suelo a unos 5 cm de altura de manera que el cebo quede suspendido sobre la tarrina, posteriormente se cubre la trampa con una hoja para evitar el ingreso de agua por precipitaciones. La actividad de las trampas en cada transecto fue de 24 horas, luego de este tiempo se procedió a retirarlas para la identificación, registros fotográficos y contabilidad regresando a los individuos a sus hábitats naturales, ninguna especie o individuo fue colectado o sacrificado. Se utilizó bibliografía específica (Medina & Lopera, 2000) para la identificación de especies en el área de estudio. En cada área cuantitativa se establecieron 2 transectos lineales de 250 m de largo por 4 m de amplitud, en donde se colocaron 20 trampas Pitfall, dispuestas a cada 25 m. a lo largo del transecto, colocando un total de 10 trampas con excremento humano y 10 trampas con carroña (carne de pescado en descomposición) a cada lado del transecto.

7.2.5.1.2.2 Muestreo Cualitativo

Para el muestreo cualitativo, se realizaron recorridos de observación directa en un rango de 500 metros de longitud durante dos horas por día, en el transecto lineal se procedió a observar especímenes en los diferentes tipos de hábitats, como son: la vegetación, el suelo, debajo de troncos podridos, hojarasca, rocas, removiendo la corteza podrida de algunos árboles, insectos perchando en hojas, todos los individuos observados fueron identificados “in situ”, luego se efectuó un registro fotográfico de los especímenes observados y posteriormente éstos fueron liberados. Ningún individuo fue colectado con esta técnica.

Para realizar la identificación taxonómica de los diferentes grupos se utilizaron ilustraciones tales como: Mariposas del Ecuador (Moreno *et al.* 1977), Las Mariposas del mundo inventario preliminar (Insecta: Lepidóptera) de los Rhopalocera de Mitu Vaupés, Colombia (Rodríguez y Hollman, 2013); para las hormigas se utilizó las claves de (Palacio & Fernández 2003).

Con los datos cualitativos obtenidos, únicamente se analizó la riqueza y abundancia de especies, ya que estos datos no son representativos debido a que el esfuerzo de muestreo no permite usarlos en análisis de diversidad y de aspectos ecológicos respectivamente.

En las siguientes tablas se indica el esfuerzo de muestreo de los puntos Cuantitativo y Cualitativo de la Concesión Alessia.

Tabla 7-42 Esfuerzo de Muestreo Concesión Alessia

Código	Metodología	Fecha muestreo	Horas/Día	Horas Total
ET001	Muestreo Cuantitativo; Transectos de 250m; Trampas Pitfall	01/02/2018	24 horas/día 20 trampas	480 horas
POE001	Muestreo Cualitativo; Recorridos de Observación	02/02/2018	2	2
TOTAL DE HORAS				482 horas

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.5.1.3 *Fase de Gabinete e identificación.*

Para la identificación de los escarabajos copronecrófagos se utilizó literatura especializada referente a este grupo faunístico: (Celi & Dávalos, 2001); (Medina & Lopera, 2000); (Carvajal, V., Villamarín, S y Ortega, A.M. 2011).

7.2.5.1.4 *Fase de Laboratorio*

Todos los escarabajos copronecrófagos fueron identificados en campo, al recoger cada una de las trampas, se separaron las morfoespecies y, una vez terminada la recolección y revisión de las trampas, con la utilización de bibliografía especializada y una lupa, se procedió a la identificación y toma de fotografías de los escarabajos, para lo cual se ubicó un lugar abierto y con suficiente luz. La identificación se presenta a nivel de género y especie, mientras que los escarabajos que presentaron dificultad en su identificación fueron registrados solo hasta nivel de género. Posterior a su identificación y registro “in situ”, los escarabajos fueron liberados.

Para el muestreo cualitativo, los individuos registrados mediante observación directa sobre suelo, plantas, troncos y hojarasca fueron identificados en campo a nivel de orden y familia, para liberarlos posterior al registro. Cabe recalcar que ningún individuo fue colectado con esta técnica.

7.2.5.1.5 *Análisis Estadístico y Procesamiento de Información*

La metodología y análisis desarrollados en el presente estudio se hallan respaldados en el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad (Villarreal *et al.* 2004) y en la información propuesta para el desarrollo de Inventarios de Entomofauna realizados en Costa Rica (Solís, C. 2005).

La comunidad de escarabajos Copronecrófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) serán evaluados bajo los siguientes parámetros:

7.2.5.1.5.1 *Riqueza (S)*

Número total de especies registradas en el área de estudio (Moreno, 2001)

7.2.5.1.5.2 *Abundancia Total*

Determinado como el número total de individuos registrados en toda el área (Moreno, 2001).

7.2.5.1.5.3 *Abundancia Relativa (N)*

Proporción de individuos de una especie obtenidos en un determinado sitio en relación al total de individuos del grupo analizado (Moreno & Halffter, 2000).

$$P_i = n_i/N$$

Donde: n_i : es el número de individuos de una especie

N : el número total de individuos de todas las especies en el sitio

7.2.5.1.5.4 *Curva de Abundancia-Diversidad de Especies*

La abundancia hace referencia al número de individuos por especie (Melo & Vargas, 2003).

Comprende gráficos representativos de las especies más frecuentes dentro del área de estudio permitiendo identificar rápidamente los grupos dominantes y las especies raras.

7.2.5.1.5.5 *Diversidad*

7.2.5.1.5.5.1 *Índice de Diversidad de Shannon*

Los resultados se interpretan en base a la siguiente escala: valores de H' inferiores a 1,5 se consideran diversidad baja, entre 1,6 a 3,0 diversidad media y valores iguales o mayores a 3,1 son considerados como indicadores de diversidad alta (Magurran, 1989). Se aplicó la fórmula:

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

Dónde: $\ln$ = logaritmo natural

p_i = proporción de individuos de una especie en relación al total de individuos del sitio.

7.2.5.1.5.5.2 *Índice de Diversidad de Simpson*

Donde p_i es la proporción con que cada especie aporta al total de individuos. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1989). Se aplicó la forma 1-D:

$$D = \sum p_i^2$$

Los resultados se interpretan en base al valor de 1-D, con la siguiente escala: valores de entre 0,01 a 0,33 se consideran de diversidad baja, entre 0,34 a 0,66 de diversidad media y de 0,67 a 1,00 de diversidad alta (Yáñez, 2010).

7.2.5.1.5.6 Índice de Chao1

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao, 1984; Chao y Lee, 1992; Smith y Wan Belle, 1984). S es el número de especies en una muestra, a es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en la muestra (número de singletons) y b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de doubletons) (Moreno, 2001).

$$\text{Chao } 1 = S + (a^2/2b)$$

Donde: S = Número de especies de la muestra.

a = Número de especies que están representadas sólo por un único individuo en la muestra.

b = Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra

7.2.5.1.5.7 Curva de Acumulación de Especies

Es una representación gráfica de la forma en que las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento del número de individuos. Es por esto que, en una gráfica de curvas de acumulación, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y X por el número de unidades de muestreo o incremento del número de individuos. Cuando una curva es asintótica indica que aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos muestreados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies (Moreno, C. E. y G. Halffter, 2000).

7.2.5.1.5.8 Índice de Similitud Jaccard

Prioriza para su cálculo la presencia de especies compartidas entre dos sitios, es decir, dos sitios son similares cuando existe casi el mismo número de especies. El intervalo de valores de similitud va de 0 cuando no hay especies compartidas entre sitios, hasta 100% cuando los sitios tienen la misma composición de especies, expresados en porcentajes (Moreno, 2001).

7.2.5.1.6 Aspectos Ecológicos

Describe características importantes de la biología de los invertebrados como: hábitat, nicho trófico, distribución vertical en el bosque y hábito.

7.2.5.1.6.1 Nicho Trófico

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. Para conocer el Nicho trófico se ha trabajado con el Libro Lista Roja de Invertebrados de Colombia 2009 y con el Libro de Escarabajos del Ecuador (Carvajal *et al*, 2011).

Se analizaron los gremios tróficos reconociendo 3 clases de escarabajos de acuerdo a su estado de nidificación y comportamiento 1) Cavadores o paracópridos, 2) Rodadores o telecópridos, 3) Moradores o endocópridos (Halffter y Edmonds, 1982).

7.2.5.1.6.2 Hábito

Es la práctica o costumbre adquirida por la repetición constante de la misma actividad. (Hábitos alimenticios) Para el hábito se basó en el libro de Escarabajos del Ecuador (Carvajal *et al.* 2011).

Se analiza las relaciones con el tipo de alimentación, especialistas a un tipo de alimento y generalistas que prefieren varios tipos de alimentos (Celi y Dávalos, 2001), para la comunidad de escarabajos copronecrófagos.

Mientras que para los demás grupos de invertebrados terrestres se identifican estrategias alimenticias diferentes como son los Saprófagos (se alimentan de animales muertos); Coprófagos (se alimentan de estiércol); Necrófagos (se alimentan de carroña); Fitófagos (se alimentan de plantas); Xilófagos (se alimentan de madera); Micetófagos (se alimentan de hongos); Entomófagos (se alimentan de otros insectos); Depredadores o carnívoros, y los que se alimentan de raíces, tejidos animales y de vegetales secos.

7.2.5.1.6.3 Distribución Vertical

En ecosistemas terrestres: La estratificación depende de la vegetación que compite por la luz. En un bosque se distinguen las siguientes capas: Nivel arbóreo: Compuesto por árboles de más de cinco metros de altura y plantas trepadoras que los usan como soporte. Nivel arbustivo: Lo forman plantas leñosas de hasta cinco metros de alto. Nivel herbáceo: Son herbáceas de hasta un metro de alto. Nivel criptogámico: Musgos y líquenes que crecen a ras de suelo. Nivel subterráneo: Es el lugar donde se asientan las plantas, a su vez está dividido en capas.

Para la distribución se tomó en cuenta la vegetación asociada a los escarabajos en el Ecuador con referencia al Libro Escarabajos del Ecuador (Carvajal *et al.* 2011). La distribución vertical para la Entomofauna terrestre se determina en función del estrato, en donde se encuentran los diferentes grupos de insectos dentro del bosque: suelo sotobosque, subdosel y dosel.

7.2.5.1.6.4 Especies de Interés

Las especies de interés fueron determinadas tomando en cuenta aspectos ecológicos, geográficos y de conservación.

7.2.5.1.6.5 Especies Indicadoras

Son usadas como monitor de las condiciones ambientales del sitio o que describen la formación típica a la que representan. Las especies Indicadoras sirven para conocer la perturbación que ha tenido el área donde se encuentran interactuando las especies. ScarabNet 2008, Libro Escarabajos del Ecuador 2011.

7.2.5.1.6.6 Relaciones inter e intraespecíficas

Se describen las actividades de los diferentes grupos de invertebrados, que están estrechamente ligadas a los procesos naturales importantes para el normal funcionamiento de los ecosistemas.

7.2.5.1.6.7 Especies Sensibles

Aquellas que se asocian a condiciones específicas del hábitat o cuyo rango de amplitud es muy restringido a los parámetros fijos. Se basó en la diversidad y riqueza hallada en el punto de muestreo, de los resultados obtenidos de los índices aplicados, la sensibilidad o amenaza que presentan estado de conservación en base a la lista, UICN, CITES y en base a ScarabNet, 2008.

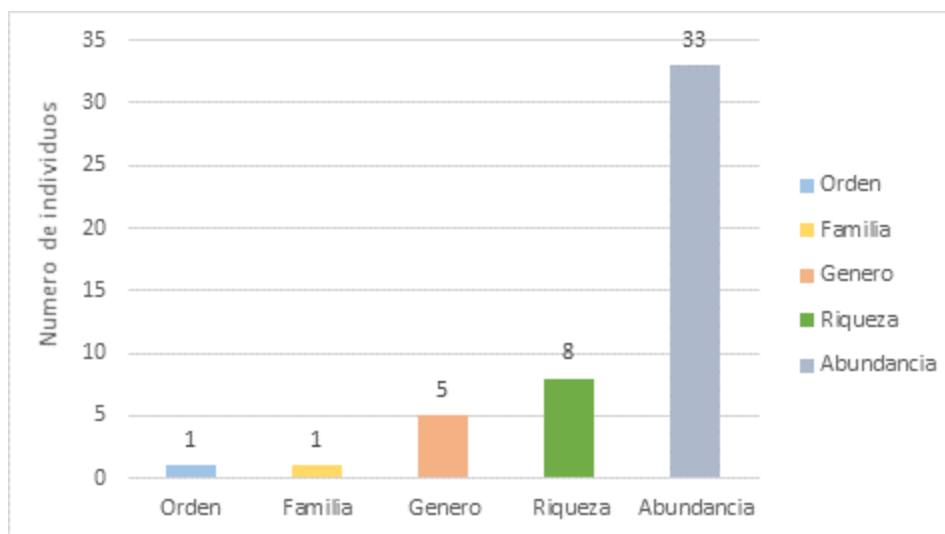
Se realiza un análisis de estructura de individuos; donde se clasifica a las especies en cuatro categorías: raras o sensibles de 1 a 3 individuos, comunes de 4 a 9 individuos, abundantes de 10 a 49 individuos y dominantes o tolerantes de 50 individuos en adelante (Araujo *et al.*, 2005).

7.2.5.2 Resultados

7.2.5.2.1 *Riqueza y abundancia*

En el sitio de muestreo cuantitativo realizado en la comunidad de Serena, cantón Carlos Julio Arosemena Tola, provincia de Napo, se registró un total de 8 especies de escarabajos copronecrófagos, agrupados en 5 géneros y 33 individuos respectivamente.

Figura 7-45 Riqueza y Abundancia de Entomofauna Terrestre

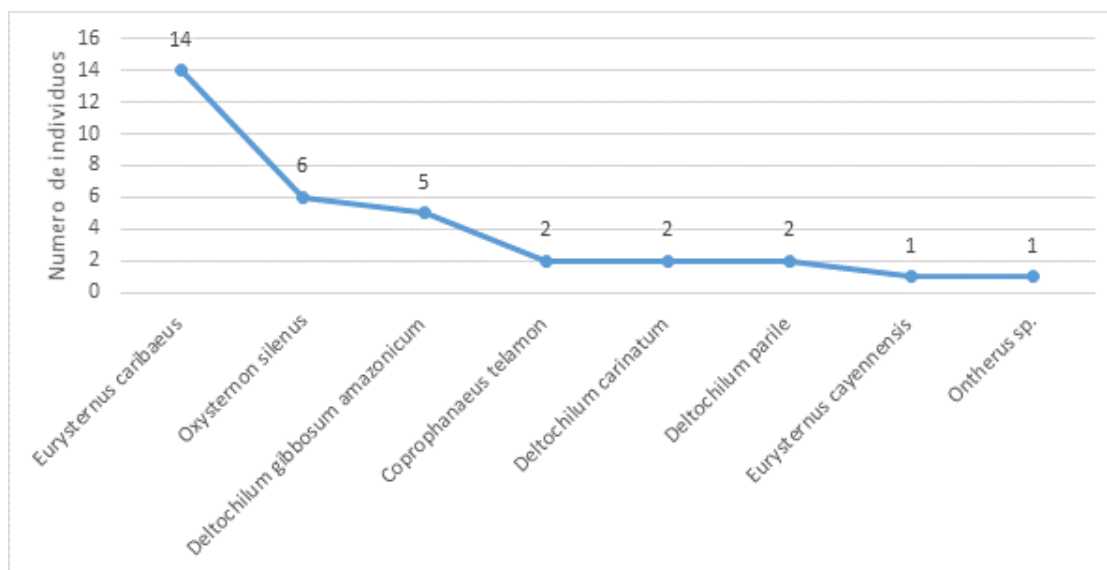


Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.5.2.2 *Abundancia Absoluta*

La abundancia registrada en el presente estudio fue de 33 individuos de escarabajos copronecrófagos, donde *Eurysternus caribaeus* es la especie más representativa con 14 individuos, seguido por *Oxysternon silenus* con seis (6) individuos, *Deltochilum gibbosum amazonicum* con cinco (5) individuos, *Coprophanaeus telamón*, *Deltochilum carinatum*, *Deltochilum parile* con dos (2) individuos y *Eurysternus cayennensis* y *Ontherus sp.* con un individuo (1) respectivamente.

Figura 7-46 Abundancia de escarabajos copronecrófagos

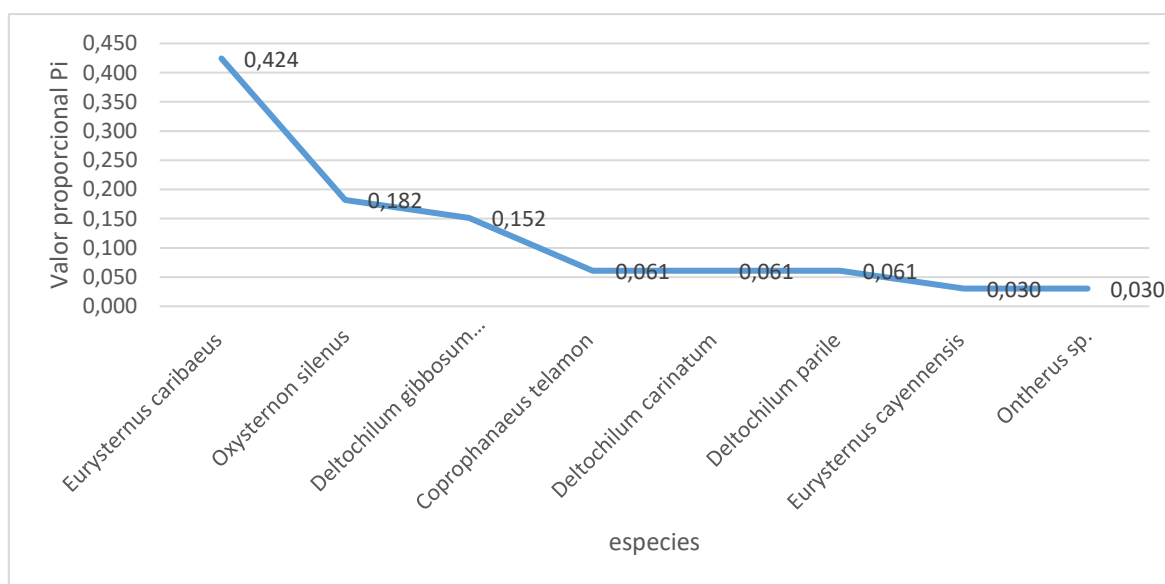


Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.5.2.3 Abundancia Relativa

En el gráfico siguiente se indica la abundancia relativa de las especies de escarabajos Copronecrófagos registrados en la Concesión Alessia.

Figura 7-47 Abundancia relativa de escarabajos copronecrófagos



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

Analizando el número de individuos registrados para cada especie de escarabajos copronecrófagos se determina que la especie dominante es *Eurysternus caribaeus* constituyendo el 42,43% del total de muestra obtenida, seguido de *Oxysternon silenus* con el 18,18 %, *Deltochilum gibbosum amazonicum* con el 15,15 %, mientras que *Coprophanaeus telamón*, *Deltochilum carinatum*, *Deltochilum parile* se encuentran constituyendo el 6,06%, y finalmente *Eurysternus cayennensis*, *Ontherus sp.*, con el 3,03% del total de la muestra respectivamente.

7.2.5.2.4 Diversidad

Para evaluar cuantitativamente la diversidad del área de estudio, se procesaron los datos de las especies de Scarabaeidae mediante el índice de Shannon, obteniendo un valor de 1,681 respectivamente, lo cual equivale a una diversidad media (Magurran, 1989) sugiriendo que el área de estudio presenta cambios en su estructura y composición original. Este nivel de diversidad posiblemente estaría relacionado por las actividades antrópicas desarrolladas en los alrededores de la Concesión Alessia.

Tabla 7-43 Riqueza, Abundancia, Dominancia y Diversidad de Entomofauna terrestre

Índice	Valor Calculado
Riqueza (S)	8
Abundancia (N)	33
Dominancia de Simpson (λ)	0,2489
1-D	0,7511
Shannon-Wiener (H')	1,681
Chao-1	8,24

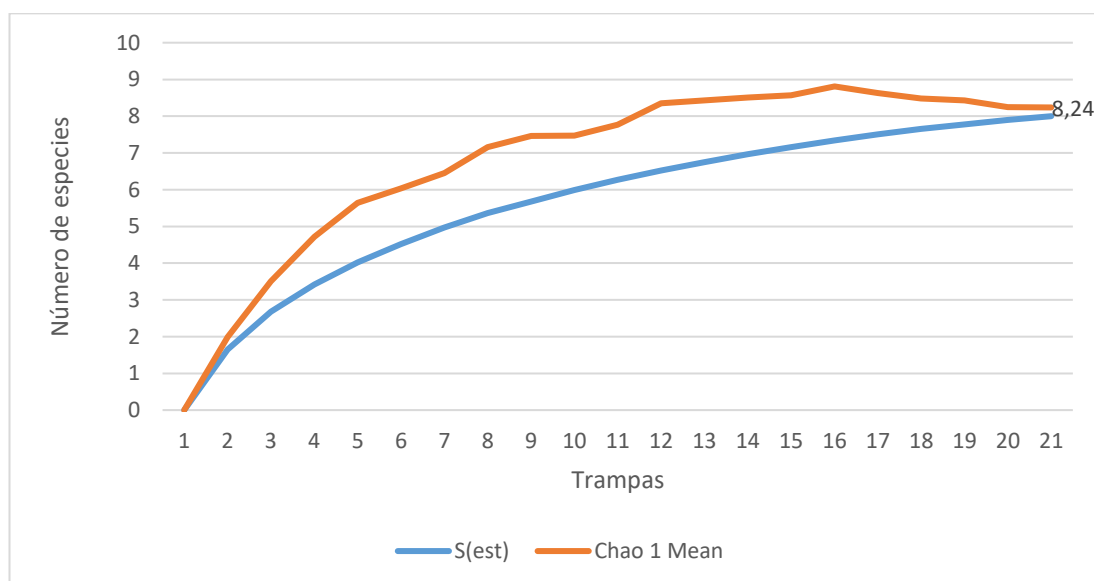
Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.5.2.5 Curva de Acumulación de especies

Comparando el valor estimado 8,24 con el valor observado registrado (8 especies) se deduce que en el actual estudio realizado en la Concesión Alessia se registró el 97% de las especies de escarabajos copronecrófagos potencialmente presentes en función al número de trampas (10 con heces y 10 trampas con carroña) colocadas en la zona de estudio, lo cual da un alto grado de confiabilidad al esfuerzo de muestreo y a los datos obtenidos.

La curva de acumulación de especies ya presenta estabilidad lo que sugiere que en el área de estudio se registró la totalidad de especies existentes en el lugar.

Figura 7-48 Curva de Acumulación de especies de escarabajos Copronecrófagos



Fuente:

Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.5.2.6 Índice De Chao 1

Para evaluar las especies potencialmente existentes en el área de muestreo, se calculó la formula Chao-1 en el que se obtuvo un valor de 8,24 especies de escarabajos copronecrófagos potencialmente existentes en el área de monitoreo, que en el presente estudio se las pudo registrar al 97%.

Tabla 7-44 Índice De Chao 1 registrado en la Concesión Alessia

Índice de Chao 1	
Número de especies registradas	8
Número de especies con 1 individuo	2
Número de especies con 2 individuos	3
Índice de Chao 1	8,24
% de especies registradas	97%

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.5.2.7 Muestreo Cualitativo y Análisis

Se realizó 1 punto de observación de entomofauna terrestre, en el cual la identificación de los insectos, fue hasta orden, familia y en algunos casos hasta especie, a continuación, se describe la información registrada de entomofauna terrestre.

7.2.5.2.7.1 Punto Cualitativo POE001 Concesión Alessia

Conforme a los recorridos de observación en el área, se registraron 8 morfoespecies de invertebrados terrestres, las cuales se agrupan en los siguientes ordenes:

En este punto de observación, se obtuvo un total de 5 órdenes y 4 familias. Los grupos con mayor número de familias fueron los del orden Nymphalidae con 3 familias respectivamente. Los datos obtenidos indican que las áreas de influencia de la Concesión Alessia presentan especies generalistas que se adaptan a hábitats fragmentados intervenidos por la concurrencia frecuente de la población local aledaña al bosque.

Tabla 7-45 Composición taxonómica Punto Cualitativo POE001 Concesión Alessia

Orden	Familia	Género	Nombre científico
Lepidoptera	Nymphalidae	Morpho	<i>Morpho peleides</i>
Lepidoptera	Nymphalidae	N/d	<i>sp1</i>
Lepidoptera	Nymphalidae	N/d	<i>sp2</i>
Orthoptera	Acrididae	N/d	<i>N/d</i>
Hymenoptera	Formicidae	N/d	<i>sp1</i>
Araneae	Deinopidae	N/d	<i>N/d</i>
Opiliones	N/d	N/d	<i>sp1</i>
Opiliones	N/d	N/d	<i>sp2</i>

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.5.2.8 Aspectos Ecológicos

Los escarabajos Copronecrófagos desempeñan varias funciones ecológicas: su actividad produce un efecto acondicionador sobre el suelo e incrementa el reciclaje de nutrientes debido a que entierran excremento y carroña rica, ayudan al manejo de poblaciones de moscas de importancia medica al competir por excremento con sus larvas, son dispersores secundarios de semillas, estas son ingeridas

y defecadas sobre la superficie del suelo por dispersores primarios (vertebrados) y quedan vulnerables a la destrucción por ratones, insectos y hongos, los escarabajos coprófagos les suministran refugio al enterrarlas, como resultado de sus actividades de nidificación y alimentación (Nichols *et al.* 2008).

Los escarabajos Copronecrófagos se caracterizan por alimentarse de excrementos principalmente de vertebrados, aunque también pueden alimentarse de carroña, frutas y restos vegetales en descomposición (Morón, 1984).

7.2.5.2.8.1 Nicho Trófico

Los bosques tropicales contienen una alta variedad de especies vegetales por unidad de área; esta situación ha llevado a que, a lo largo de la historia evolutiva, los organismos heterótrofos de primer orden, desarrollen una serie de características metabólicas que les permita aprovechar mencionada oferta alimenticia.

En el caso de los insectos y concretamente de los coleópteros este proceso es expresado en una marcada división de nichos tróficos, esta situación ha incidido en una disminución de competencia interespecífica, razón por la cual en un mismo árbol, puedan coexistir una amplia variedad de especies herbívoras, mismas que sostienen a poblaciones de insectos depredadores y carroñeros.

El primer grupo de los insectos se hallan dentro del régimen alimenticio nectarívoro (insectos que se alimentan de néctar y polen), que estuvo representado por los órdenes: Lepidóptera e Hymenoptera (Punto Cualitativo).

El segundo grupo que se halla dentro del nicho trófico de especies encontradas son los folívoros (insectos que se alimentan de hojas), representados por el orden Orthoptera con la familia: Acrididae respectivamente (Punto Cualitativo).

Para las mariposas diurnas se utilizaron tres gremios alimenticios, según el tipo de alimento que consumen en estado adulto: a) nectarívoras las que obtienen su fuente de alimentación de las flores, b) aquellas cuyos nutrientes están principalmente en la arena húmeda y charcos, c) frugívoras las que llegan a frutas en descomposición (fermentados) y/o excretas de algunos animales para alimentarse (Silva, 2011). (Punto Cualitativo).

El tercer grupo se halla dentro la comunidad de coleópteros que presentan cuatro categorías tróficas estas son: Herbívoros (se alimentan de hojas, flores, corteza de árboles caídos o cualquier parte vegetal), Depredadores (se alimentan de otros insectos), Carroñeros (se alimentan de animales) y Fungívoros (aquellos que se nutren de hongos) (Punto Cualitativo).

De forma específica los escarabajos Copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeidae son especialistas en alimentarse de excrementos y materia en descomposición, la importancia de la comunidad de escarabajos radica en que, mediante la dispersión de semillas y el reciclaje de nutrientes, mantienen la integridad del ecosistema; en sistemas agrícolas incrementan la productividad primaria y suprimen los parásitos del ganado. Sus principales distintivos biológicos son la asociación con el excremento y/o carroña de mamíferos y otros vertebrados, su especial modo de reproducción, así como las múltiples estrategias de aprovechamiento son el excremento para su alimentación y reproducción (Halffter & Matthews 1966; Halffter & Edmonds 1982).

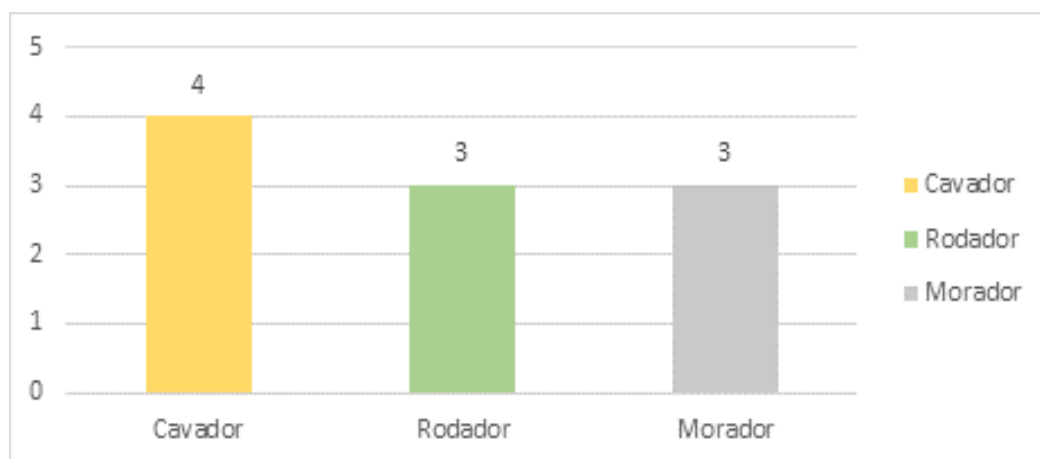
En las áreas de influencia de la Concesión Alessia, para los escarabajos Copronecrófagos se analizaron sus nichos tróficos reconociendo tres grupos funcionales de acuerdo a su estado de nidificación y comportamiento: a) los cavadores o paracópridos, b) los rodadores o telecópridos y c) los moradores o endocópridos (Halffter & Edmonds, 1982).

Las especies cavadoras más representativas fueron: *Coprophanaeus telamon*, *Oxysternon silenus*.

Las especies de escarabajos rodadores más representativas fueron: *Deltochilum carinatum*, *Deltochilum gibbosum amazonicum*, *Deltochilum parile*.

Las especies moradoras más representativas fueron: *Eurysternus caribaeus*, *Eurysternus cayennensis*, *Ontherus sp.*

Figura 7-49 Gremio trófico de escarabajos Copronecrófagos



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.5.2.8.2 Hábitos Alimenticios

Para el área del proyecto propuesto, se registraron cuatro (4) gremios tróficos según la clasificación de (Celi & Dávalos 2001) los cuales se describen a continuación:

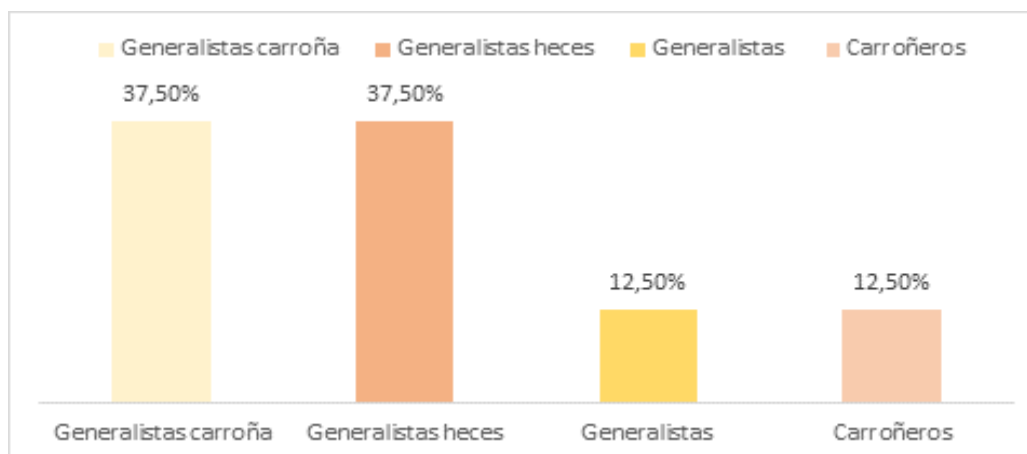
Carroñeros: organismos que se alimentan de carroña (carne en descomposición), dentro de este grupo se encuentra la especie *Coprophanaeus telamon*.

Generalistas heces: organismos con dieta variada y preferencia de heces, dentro de este grupo se registraron los siguientes géneros: *Eurysternus caribaeus*, *Eurysternus cayennensis*, *Oxysternon silenus*.

Generalistas carroña: organismos con dieta variada y preferencia por carroña, en este grupo se registraron el género *Deltochilum carinatum*, *Deltochilum gibbosum amazonicum*, *Deltochilum parile*.

Generalistas: organismos que se alimentan de carroña y/o excremento (heces), en este grupo se registraron el género *Ontherus sp.*

Figura 7-50 Hábitos alimenticios de escarabajos Copronecrófagos



Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.5.2.8.3 Distribución vertical de las especies

Con respecto al grupo de escarabajos copronecrófagos registrados en la Concesión Alessia, las especies habitan específicamente en el suelo.

Mientras que los demás grupos de invertebrados registrados en los Recorridos de Observación se los localizó en los diferentes estratos del bosque como suelo, sotobosque, subdosel y dosel. De esta manera se registraron en el suelo insectos de la familia Araneae (Arañas). En el sotobosque especies de tamaño grande como: Acrididae “Chapulines”. En el subdosel y dosel se registraron grupos de invertebrados como: Formicidae “Hormigas”, Nymphalidae “Mariposas”.

7.2.5.2.9 Sensibilidad y Especies Indicadoras

Se consideran especies bioindicadoras a aquellas que de alguna manera son sensibles a las alteraciones del ecosistema en que viven. Estas alteraciones son causadas por actividades humanas o factores ambientales drásticos, en tal caso estas poblaciones no necesariamente se encuentran amenazadas o en peligro de extinción.

Los insectos bioindicadores sirven para evaluar el estado de conservación de los ecosistemas de la Concesión Alessia, de acuerdo con los criterios de (Favila, 2005).

Para medir la sensibilidad de los escarabajos Copronecrófagos se realizó un análisis de la estructura de individuos registrado en el punto de muestreo cuantitativo, que según (Araujo *et al.*, 2005), clasifica a las especies en cuatro categorías: raras o sensibles de 1 a 3 individuos, comunes de 4 a 9 individuos, abundantes. - de 10 a 49 individuos, dominantes o tolerantes de 50 individuos en adelante obteniendo el siguiente resultado:

De acuerdo con el muestreo cuantitativo se registraron cinco (5) especies consideradas como raras entre ellas: *Ontherus sp.*, *Eurysternus cayennensis*, *Deltochilum parile*, *Deltochilum carinatum*, *Coprophanaeus telamón*; dos (2) especies consideradas como comunes entre ellas: *Deltochilum gibbosum amazonicum* y *Oxysternon silenus* y 1 (una) especie considerada como abundante *Eurysternus caribaeus*.

En la siguiente tabla se indica el número de especies catalogadas por su abundancia en los diferentes rangos de sensibilidad, para el punto de muestreo Cuantitativo de entomofauna terrestre Concesión Alessia.

Tabla 7-46 Sensibilidad de especies Concesión Alessia

Familia	Abundante	Común	Rara
<i>Eurysternus caribaeus</i>	X		
<i>Oxysternon silenus</i>		X	
<i>Deltochilum gibbosum amazonicum</i>		X	
<i>Coprophanaeus telamon</i>			X
<i>Deltochilum carinatum</i>			X
<i>Deltochilum parile</i>			X
<i>Eurysternus cayennensis</i>			X
<i>Ontherus sp.</i>			X

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.5.2.10 Áreas sensibles

Son lugares los cuales deben tener algún grado de significado para la conservación de especies. Lo que se procede a realizar es identificar y tratar de proteger estos sitios, esto mediante criterios como: si es que en el lugar se encuentran especies que han sido clasificadas en peligro, especies las cuales tienen un rango estricto de distribución, grupos de individuos y biomas frágiles. Áreas sensibles de importancia pueden ser cuencas hidrográficas, saladeros, sitios que proporcionen todos los requisitos para las aves y transiciones de vegetación (Bibby *et al.*, 1998).

Se sugiere tener en cuenta para el grupo de escarabajos Copronecrófagos de la Concesión Alessia, a las especies sensibles:

Tabla 7-47 Áreas sensibles Concesión Alessia

Área (Código)	Descripción Hábitat	Especies sensibles	Sensibilidad
ET001	Bosque Maduro Intervenido	<i>Oxysternon silenus</i>	Media
ET001	Bosque Maduro Intervenido	<i>Ontherus sp.</i>	Media

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

7.2.5.2.11 Relaciones inter e intraespecíficas

Los escarabajos copronecrófagos realizan actividades que están estrechamente ligadas a procesos naturales importantes para el funcionamiento de los ecosistemas, el uso que le dan a las heces ayuda al reciclaje de nutrientes y al mejoramiento de los suelos como es el caso de los cavadores como *Coprophanaeus telamón* y *Oxysternon sp.* que están al control de parásitos de insectos vectores transmisores de enfermedades y a la dispersión secundaria de las semillas como los rodadores: *Deltochilum sp.*, además estos “escarabajos” constituyen la base en la alimentación de algunos mamíferos, jugando de esta manera un papel muy importante en la regeneración natural de los bosques.

Otros grupos de insectos como las “hormigas” que desempeñan múltiples papeles ecológicos, como polinizadores, ayudan a la eliminación de plagas y la aireación del suelo, además sirven de alimento para otros animales como los “osos hormigueros”, las “mariposas” también se encuentran ligadas a procesos naturales para el buen funcionamiento del ecosistema, las “mariposas” adultas son generalmente nectarívoras (Nymphalidae) y se alimentan de sustancias orgánicas en descomposición o néctar de las flores lo cual las hace indispensables para la polinización de ciertas especies, como de árboles de bosques primarios/naturales y secundarios/intervenidos, además las “mariposas” en todas sus etapas pueden servir de alimento para otros animales (Chacón & Abadía 2014)

7.2.5.2.12 *Especies amenazadas y endémicas*

Ninguna de las especies registradas en el estudio se encuentra bajo alguna categoría de peligro o en inminente riesgo de extinción dentro de las listas de especies adoptadas por los signatarios de la convención sobre diversidad biológica (ScarabNet, 2009), (CITES, 2016) y (IUCN, 2016), sin embargo según el Libro Rojo de la (UICN 2011), los escarabajos Copronecrófagos se encuentran dentro de la categoría o indicador global de riesgo de extinción, adoptado por los signatarios de la convención sobre diversidad biológica (ScarabNet, 2009).

La mayoría de las especies de escarabajos peloteros que se registraron en la Concesión Alessia son especies de borde de bosque, es decir tienen la capacidad de movilizarse dentro y fuera del mismo como son los del género *Deltochilum* (Amat, *et al.*, 1997), que comparten hábitats para adquirir alimento, la mayoría de las especies de hábitos aprovechan los excrementos de animales domésticos y ganado vacuno.

7.2.5.2.13 *Uso del Recurso*

Los escarabajos Copronecrófagos son un grupo de importancia económica y agrícola en los ecosistemas donde se desarrollan, por ser dispersores de excrementos y dispersores secundarios de semillas (Halffter & Favila, 1992; Favila & Halffter, 1997).

De acuerdo con las entrevistas realizadas a los asistentes/guías locales que participaron del presente estudio, los insectos terrestres registrados en el punto cuantitativo y cualitativo no son utilizados en la alimentación, ni comercialización por parte de la población local.

7.2.5.3 *Discusión*

Los resultados obtenidos en el presente estudio reflejan un ambiente moderadamente alterado, tomando en cuenta la baja riqueza de especies registradas, sin embargo, la presencia de las especies de escarabajos Copronecrófagos registrados y en especial de las especies *Oxysternon silenus* y *Ontherus* sp, ratifica que su estado de conservación es aceptable (Carvajal *et al.* 2011).

En la Concesión Alessia en cuanto a riqueza se registraron 8 especies y en cuanto a abundancia se registraron 33 individuos, este resultado posiblemente está condicionado a factores climáticos lo que incide en los resultados, por ejemplo, la presencia o ausencia de lluvia influye directamente en el registro de especies e individuos de insectos de la localidad.

Se debe tener en cuenta que los cambios en la composición vegetal pueden afectar la abundancia en cada nivel trófico mientras que la estructura de la vegetación influenciada por la diversidad vegetal puede ser muy importante en determinar la diversidad y abundancia de insectos en los diferentes niveles tróficos (Fávila & Halffter, 1997).

Así mismo, la presencia de escarabajos Copronecrófagos, refleja la existencia de vertebrados mamíferos que proporcionan de alimento a este grupo de especies. Además, la presencia y dominancia de especies cavadoras estaría favorecida por las características de suelo que favorecen el establecimiento de nidos en galerías, facilitando que las especies entierren el alimento más rápidamente, este resultado estaría asociado a la cobertura arbórea que aún conserva el área de estudio, lo que evita la desecación en el interior de los nidos y mantiene las condiciones de humedad óptimas para la presencia de este grupo de escarabajos (Carvajal *et al.* 2011).

La presencia de las diferentes estrategias alimenticias registradas para el resto de grupos de invertebrados (herbívoros, carroñeros, frugívoros, predadores, sugiere que pese a la deforestación y fragmentación propias del hábitat y del grado de inclinación del terreno en la Concesión Alessia, aún

existe una oferta sostenida de recursos alimenticios. De igual manera la especialización de los insectos a los diferentes estratos del bosque (suelo, sotobosque, dosel) y los específicos microhábitats muestra una mayor complejidad de las comunidades, reduciendo la presión por competencia inter e intraespecíficas haciendo que los recursos sean aprovechados por una mayor variedad de organismos.

7.2.5.4 Conclusiones

- La entomofauna terrestre constituye un grupo taxonómico indispensable dentro de la cadena trófica ya que de estos individuos dependen procesos biológicos importantes que benefician a flora y fauna en general. El conocimiento de estas especies es el primer paso para poder conservar a las mismas evitando la pérdida de un recurso biológico tan importante como lo son los escarabajos Copronecrófagos.
- De acuerdo a los datos obtenidos en el campo, la Concesión Alessia presenta una alta fragmentación, donde el bosque maduro ha sido talado, en estos hábitats fragmentados la entomofauna terrestre se encuentra conformada por poblaciones de insectos especialistas y generalistas. En el caso de las especies especialistas en las que se incluyen los escarabajos Copronecrófagos, estos se han adaptado a vivir en áreas previamente alteradas. En el caso de los insectos generalistas, estos se encuentran aprovechando las nuevas condiciones tróficas de las áreas fragmentadas del bosque, manteniendo la dinámica natural.
- En el área del proyecto Concesión Alessia se registraron especies de insectos considerados bioindicadores que cumplen roles importantes en la naturaleza. Los Scarabaeidae considerados recicladores de materia orgánica y las mariposas polinizadoras de flores.
- Los resultados en términos de riqueza y abundancia en la Concesión Alessia es un claro reflejo de que las condiciones actuales de fragmentación de bosques por extracción de madera para la comercialización están afectando la dinámica natural del bosque y de las especies en general.
- Pese a esto el área del proyecto Concesión, se encuentra en un adecuado estado de conservación ya que al realizar el estudio de campo se pudo analizar en especial en el punto de muestreo cuantitativo especies representativas de escarabajos Copronecrófagos, como bioindicadores de ambientes saludables para el desarrollo de la fauna terrestre local.
- El área del proyecto Concesión Alessia es altamente sensible a los cambios o pérdida de hábitat, de acuerdo con los resultados obtenidos.
- Las especies de mariposas registradas en la Concesión Alessia son especies que viven en bosques tropicales y salen al borde del bosque para alimentarse, calentarse e interactuar con el bosque.
- En el punto de muestreo de la Concesión Alessia se registraron las especies *Oxysternon silenus*, *Ontherus* sp. como especies sensibles.
- Tomando en cuenta que los escarabajos Copronecrófagos son indicadores biológicos de la calidad ambiental, se realizó para el muestreo cuantitativo en la Concesión Alessia un punto de muestreo, donde se registraron especies raras, comunes y abundantes, confirmando que el hábitat está actualmente en condiciones óptimas donde las especies de borde de bosque interactúan con normalidad.
- La presencia antrópica y de fragmentación actual de los bosques, contribuirá a una disminución de la población, o a su vez ocasionará migraciones, de las poblaciones de entomofauna terrestre.

- Las acciones humanas no siempre producen un cambio radical de las comunidades naturales, estas actividades generan también paisajes más heterogéneos, en los que las comunidades generalistas y especialistas quedan fragmentadas y reducidas, pero no desaparecen en su totalidad (Villamarín, C. 2008).
- Los insectos terrestres tienen funciones específicas; tales como consumidores, descomponedores, carroñeros, depredadores (control de poblaciones) y sobre todo polinizadores. El cambio de un ecosistema trae consigo una pérdida muy importante de la biodiversidad, pero generalmente es a nivel de paisaje donde ocurren las condiciones que determinan la sobrevivencia o no de una o más especies.
- La poca información publicada sobre el estado de conservación de las poblaciones de invertebrados en Ecuador complica el poder determinar que especies son endémicas, sensibles o se encuentran bajo alguna categoría de amenaza en las áreas de estudio.

7.2.5.5 Recomendaciones

- De ser el caso, se recomienda monitorear las especies *Oxysternon silenus*, *Ontherus* sp para analizar la sensibilidad del área en la Concesión Alessia, y saber si las poblaciones han disminuido o a su vez aumentado, ya que los resultados de riqueza y abundancia varían con las condiciones climáticas y de ocupación del territorio, ya sea por la fragmentación o a su vez por la ejecución del proyecto.
- Conservar los cuerpos acuíferos de posible contaminación ya que es el medio reproductivo de una gran variedad de insectos, lo cual si se ve alterado podría ocasionar daños graves a nivel genético en las especies.
- Tomar en cuenta que el área de estudio está conformada por bosque maduro intervenido, es decir es un área donde encontramos troncos de aboles maduros donde se encuentra gran diversidad de especies de entomofauna terrestre, la cual debe ser conservada para la permanencia del equilibrio biótico del lugar.
- Se recomienda monitorear nuevamente el Punto ET001 de Muestreo Cuantitativo y el Punto POE001 de Muestreo Cualitativo para a futuro analizar la variación en cuanto a presencia, ausencia, abundancia, o disminución de las poblaciones de entomofauna terrestre.

7.2.6 ICTIOFAUNA

En general la ictiofauna sudamericana al igual que los sistemas hidrográficos tropicales no se hallan debidamente estudiados bajo criterios moderados (Barriga, 1994).

En 1958 James Bohlke fue el primero que publicó un artículo donde se registran 50 especies de carácidos existentes en las aguas dulces del Ecuador. Gery (1972) reporta 263 especímenes agrupados en 47 especies de Carácidos en todo el país. En 1967, Ovchynnyk, realizó la primera lista de peces fluviales en el Ecuador y en los años siguientes (1968 y 1971) se publicaron ediciones que alcanzaron las 306 especies (Barriga, 1968; 1971).

Los peces son los vertebrados más numerosos del planeta, con más de 24 mil especies conocidas para la ciencia. El número aumenta cada día y entre éstos, los de agua dulce con más de 8.500 especies (Lowe-McConnell, 1987).

Los peces de América del Sur, de todas las faunas continentales es la más rica y diversa, y dentro de ésta, la región Amazónica contiene la mayor diversidad de peces de agua dulce del mundo (Galvis et al., 2006), se estima que allí existen entre 2.500 y 3.000 especies de peces (Swing, 1985). Muchos de estos son apreciados en el mercado de la acuariofilia, por sus vistosos colores, atractivas formas y

comportamiento llamativo. Además, varias especies constituyen una parte importante en la alimentación y economía de los pueblos asentados en las riberas de los ríos amazónicos (Puertas, 2001).

La última lista publicada para el Ecuador menciona 951 especies de peces de agua dulce (Barriga, 2011), La región Oriental incluye la Alta Amazonía, con cuatro zonas y 125 especies. La Baja Amazonía se divide en dos zonas, con 680 especies. (Barriga, 2011).

7.2.6.1 Área de estudio

El Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, se encuentra ubicado al sur oeste, dentro de la Provincia de Napo. La cabecera cantonal Carlos Julio Arosemena Tola se encuentra en la vía Puyo - Tena Km 54; la distancia entre la cabecera cantonal y la ciudad de Tena es de 25 Km, es la entrada principal a la provincia de Napo. Limita al norte, con el Cantón Tena; al sur, con la Provincia de Pastaza, con el Cantón Arajuno y el Cantón Santa Clara; al este, con el Cantón Arajuno y Tena y al oeste, con la Provincia de Tungurahua.

El área donde se realizó el proyecto pertenece a la región ictiohidrográfica Alto Napo (AN). Limita al norte con el río San Miguel, al sur con el río Villano, hasta la cota de 600 msnm. La temperatura del agua fluctúa entre 18°C y 22 °C y el pH varía de 6,5 a 7,2. La superficie de esta zona es de 11.850 Km². Las subcuencas principales que abarca esta zona son: Bermejo, Alto San Miguel, Oyacachi, Quijos, Anzu y Arajuno. Las ciudades que se hallan en esta zona son: La Bonita, Baeza, Chaco, Archidona y Tena (Barriga, 2012).

7.2.6.2 Metodología

7.2.6.2.1 Fase de campo

La caracterización íctica se llevó a cabo el mes de marzo del año 2023. En primer lugar, se caracterizó cualitativamente a los cuerpos de agua, describiendo la amplitud, profundidad, vegetación circundante, sustrato, velocidad de corriente y aspectos relevantes que se visualicen al momento del muestreo. En tanto que la captura de peces se la ejecutó mediante la aplicación de las técnicas descritas a continuación, las cuales han sido empleadas desde los primeros estudios enfocados en la ictiofauna ecuatoriana (Barriga, 1983; Valdiviezo et al., 2018; Tufiño y Barrantes, 2013).

7.2.6.2.1.1 Red de arrastre

Malla rectangular de 4 m de largo, 1,80 m de ancho y 0,02 m de abertura de malla. Para su manejo se necesita de dos personas las cuales sostengan a la red de los extremos y realicen el arrastre en el tramo de cauce seleccionado, inmediatamente y en conjunto las dos personas deben levantar la red hacia la orilla. El arrastre se realiza abarcando la mayor parte del ancho del cauce, con el fin de capturar todos los individuos posibles distribuidos en la columna de agua (Tufiño y Barrantes, 2013).

7.2.6.2.1.2 Atarraya

Red circular en forma de sombrilla de 3 m de diámetro, está compuesta por una línea de plomos en los bordes, conformando bolsas pequeñas sucesivas; y unida a una cuerda para jalar en el centro. Esta red se utiliza aguas poco profundas y calmadas (Espinosa, 2014).

7.2.6.2.1.3 Anzuelos

Dispositivos de varias dimensiones (de 1 a 12 los más pequeños y de 1/0 a 4/0 los más grandes), que se enganchan al paladar, boca o en el cuerpo de los peces. Para el empleo de estos dispositivos se trabaja conjuntamente con carnadas o cebos provisionales (Andraka et al., 2013).

7.2.6.2.1.4 Red de mano

Este método se utiliza para colectar especies que se encuentran en el sustrato de los cuerpos de agua. Esta técnica generalmente se utiliza en los cuerpos de agua de poca amplitud, profundidad y caudal (especialmente en cuerpos de agua del interior del bosque).

En el muestreo se cubrió una distancia aproximada de 100 m en cada uno de los cuerpos de agua. Se contó con la ayuda de guías locales, a quienes se les preguntó sobre los métodos de pesca que utilizan y los peces que obtienen.

7.2.6.2.2 Sitios de Muestreo

A continuación, en la tabla siguiente se describen los puntos de muestreos. Se pueden verificar en Cartografía 7.21 Mapas de muestreo bióticos Ictiofauna

Tabla 7-48 Puntos de muestreos Concesión Alessia

Código de muestreo	Cuerpo de agua	Coordenadas		Altitud	Características del ecosistema acuático
		Este	Norte	m s.n.m	
PMI-01	Estero S/N	841614	9873778	833	Estero perteneciente a un sistema lótico de corriente rápida a moderada, agua clara, sustrato rocoso - arcilloso con presencia de rocas, cantos rodados, empalizada de menor tamaño en ciertos tramos del cauce, presencia de abundante hojarasca en el lecho; de 2 a 3 m de ancho y de 0,10 a 0,50 m de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal moderada, vegetación inmersa. La zona ribereña presenta especies herbáceas arbustos y árboles, por su parte la vegetación circundante es propia de un bosque maduro. Día nublado.
PMI-02	Estero S/N	842060	9875068	812	Estero de corriente rápida, agua clara, de 5 a 6 m de ancho y de 0,20 a 0,50 m de profundidad aproximadamente. Sustrato rocoso - arcilloso con presencia de rocas, cantos rodados y empalizada de distinto tamaño dispersos a lo largo del cauce, cobertura vegetal moderada, orilla nula; vegetación de ribera formada por herbáceas, arbustos y árboles, por su parte la vegetación circundante es propia de la zona, es decir, bosque maduro; día nublado.
PMI-03	Brazo del río Chucapi	841408	9874924	817	Cuerpo de agua de corriente rápida, agua clara, sustrato arcillosos - rocoso con presencia de rocas, cantos rodados y empalizada de distinto tamaño en diferentes tramos del cauce, presencia de hojarasca en el lecho, cobertura vegetal moderada, orilla nula; de 2 a 4 m de ancho y de 0,10 a 0,30 m de profundidad aproximadamente. La vegetación ribereña está conformada por herbáceas, helechos, árboles y arbustos, por su parte la vegetación de los alrededores está compuestas por especies pertenecientes a un bosque maduro. Día nublado.
PMI-04	Estero S/N	842951	9874331	700	Curso de agua de 2 a 3 m de ancho y de 0,10 a 0,50 m de profundidad aproximadamente agua clara, corriente rápida, sustrato rocosos - arcilloso con presencia de rocas, cantos rodados, empalizada de distinto tamaño en ciertos tramos, se observa la presencia de pecton en las rocas, cobertura vegetal moderada, orilla nula. Ribera conformada por herbáceas, arbustos y árboles; vegetación circundante rodeada de especies propias de la zona (Bosque maduro), presencia de fuertes lluvias durante los muestreos. Aguas abajo del estero se observa trabajos de remoción de sedimentos debido a las actividades de minería realizadas en la zona.

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019

Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.2.3 Esfuerzo de Muestreo

En la tabla a continuación se detalla el esfuerzo de muestreo empleado en cada cuerpo de agua, se trabajó durante el transcurso de dos horas en cada sitio empleando las técnicas propuestas.

Tabla 7-49 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Ictiofauna

Código	Cuerpo de agua	Metodología	Personas	Horas	Número de días	Horas total
PMI-01	Estero S/N	Atarraya Red de arrastre Red de mano Anzuelos	2	2	1	2 horas
PMI-02	Estero S/N	Atarraya Red de arrastre Red de mano Anzuelos	2	2	1	2 horas
PMI-03	Brazo del río Chucapi	Atarraya Red de arrastre Red de mano Anzuelos	2	2	1	2 horas
PMI-04	Estero S/N	Atarraya Red de arrastre Red de mano Anzuelos	2	2	1	2 horas
Total de horas						8 horas

Fuente: Yawë Consultores, 2018 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2019
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

Los peces capturados fueron colocados en un balde con agua para evitar su muerte, posteriormente fueron fotografiados sobre láminas de fómx, identificados preliminarmente mediante guías de campo (Nugra, Abad y Zárate, 2018; Tufiño y Barrantes, 2013; Jiménez-Prado et al., 2015 y Valdiviezo et al., 2018) y finalmente fueron devueltos a su hábitat.

7.2.6.2.4 Fase de Gabinete

Los datos obtenidos en campo, se los procesó en hojas de cálculo de Excel y para el tratamiento estadístico se utilizaron los programas Past 4.04 y Estimates 9.1, adicional se efectuó la revisión de literatura científica referente a ecología de cada especie (Galvis et al., 2006; Maldonado-Ocampo et al., 2005; Jiménez-Prado et al., 2005; Nugra, Abad y Zárate, 2018).

7.2.6.2.5 Análisis estadístico

El procesamiento de la información se efectuó mediante el análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos en base a la metodología establecida para la evaluación de los peces en los distintos cuerpos de agua muestreados.

7.2.6.2.5.1 Riqueza (S)

Es el número total de especies obtenido en un censo de una comunidad (Moreno, 2001).

$$S = \text{Especie a} + \text{Especie b} + \dots$$

7.2.6.2.5.2 Abundancia total

Número total de individuos de la zona de muestreo (Moreno, 2001).

7.2.6.2.5.3 Abundancia Relativa (N)

Corresponde a la proporción de cada especie dentro de la muestra. Se obtiene multiplicando la densidad absoluta 100, dividido para el número total de individuos de la muestra. Para graficar la curva de dominancia-diversidad, se calculó el logaritmo (natural) de la proporción de cada especie p_i (n_i / N) y estos datos fueron ordenados en base a su abundancia de mayor a menor (Siles, et al. s. f.)

7.2.6.2.5.4 Curva de Acumulación de Especies

Es una representación gráfica de la forma en que las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento del número de individuos. Es por esto que en una gráfica de curvas de acumulación, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y X por el número de unidades de muestreo o incremento del número de individuos. Cuando una curva es asintótica indica que aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos muestreados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies (Moreno y Halffter, 2000).

7.2.6.2.5.5 Índice de Chao1

Basado en el número de especies en una muestra que están representados solo por un individuo (singletons) o solo por dos individuos (doubletons). Es un estimador de la riqueza de especies para el sitio de interés basado en la abundancia registrada en el muestreo (Chao, 1984) citado en (Moreno, 2001)

$$\text{Chao 1} = S + a^2/2b$$

Donde: S = número de especies en la muestra,

a = es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (número de singletons) y

b = es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de doubletons) (Colwell, 1997; Colwell y Coddington, 1994) citado en (Moreno C., 2001).

7.2.6.2.6 Diversidad

7.2.6.2.6.1 Índice de Diversidad de Shannon

Este índice toma en cuenta los componentes de la diversidad de una localidad: número de especies y número de individuos por especie (Magurran, 1988). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001). La fórmula de cálculo es:

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

H' = contenido de la información de la muestra o índice de diversidad

Σ = sumatoria

log = logaritmo natural

p_i = proporción de la muestra (n_i/n), que representa el número total de individuos de una especie (n_i) dividido para el número total de individuos de todas las especies (n).

7.2.6.2.6.2 Índice de Dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson indica la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Simpson, 1949). Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes.

$$IDS = \sum Pi^2$$

Dónde:

IDS = Índice de Dominancia de Simpson

Σ = Sumatoria

Pi^2 = la proporción de individuos de la especie elevado al cuadrado.

Para entender este índice la interpretación de estos rangos es opuesto a la diversidad, es decir, cuánto más se acerca el valor a uno existe dominancia completa ($D=1$) de una especie en la comunidad y cuánto más se acerca a cero mayor equidad tiene en un hábitat (Moreno, 2001; Magurran, 1988, Simpson, 1949).

7.2.6.2.6.3 Índice 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, que se refiere al cambio de especies entre dos estaciones (Magurran, 1987). El intervalo de valores para el índice de Jaccard va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambas estaciones, hasta 1, cuando dos estaciones tienen la misma composición de especies.

Este coeficiente se obtuvo según la siguiente expresión:

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

Dónde:

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.

7.2.6.2.7 Análisis de Aspectos Ecológicos

Se evaluaron los aspectos ecológicos que presentan relación con el estado de conservación de los recursos hídricos, así si existiesen grados de alteración en los mismos, estos aspectos serían indicadores de dichas alteraciones.

7.2.6.2.7.1 Gremio Trófico

La alimentación y hábitos alimenticios de los peces que forman parte de las comunidades ictiofaunísticas, es importante por diversas razones: 1) por una parte indican las relaciones tróficas de las diferentes especies e indirectamente un aspecto del flujo de la energía en las comunidades acuáticas, 2) por otra, indica las relaciones entre predador-presa, productor-consumidor lo que es

especialmente valioso cuando existen en el ambiente otros grupos, y 3) indican las relaciones ecológicas de los organismos, lo que sirve para interpretar mejor la dinámica general de los ecosistemas acuáticos. Según Baena (2020), los hábitos alimentarios de los peces se los puede clasificar en nueve grupos, detallados a continuación:

Omnívoros.- Se alimentan de hoja, frutos, algas, peces, insectos, moluscos entre otros.

Herbívoros. - Tienen preferencia sobre hojas frutos y semillas.

Carnívoros. - Preferencia sobre peces, anfibios, insectos y moluscos.

Alguívoros.- Consumen algas.

Suspensívoros.- Prioridad sobre el filtrado de fitoplancton y zooplancton.

Detritívoros. - Preferencia sobre materia orgánica en descomposición.

Oófagos.- Predilección sobre huevos de peces.

Mucófagos.- Preferencia sobre el mucus de la piel y/o escamas.

Hematófago. - Dieta basada exclusivamente en sangre.

El gremio alimenticio de cada especie se analizó en Galvis et al (2006), Baena (2020) y en la base de datos fishbase (Froese y Pauly, 2022).

7.2.6.2.7.2 Hábitat

El patrón actividad de las especies ícticas se rige principalmente por dos componentes: diurno y nocturno, y ocasionalmente crepuscular, los cuales se asocian principalmente al gremio trófico de cada especie y factores asociados con la variabilidad ambiental (Granado-Lorencio, 2002). La actividad de cada especie se la revisó en Galvis et al (2006).

7.2.6.2.7.3 Distribución de las especies

La distribución de la ictiofauna 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 (Granado-Lorencio, 2002). A la ictiofauna registrada se la clasificó en tres grupos:

La distribución vertical de la ictiofauna registrada se la clasificó en tres grupos (Baena, 2020):

Bentónica. -Peces de desplazamiento cercano al fondo o apoyado a este.

Superficial. - Desplazamiento preferentemente cercano a la superficie.

Bentopelágica. - De desplazamiento indistinto tanto en el fondo como en la superficie.

7.2.6.2.7.4 Especies Indicadoras

Los indicadores ecológicos pueden ser definidos como parámetros biológicos basados en poblaciones, conjunto de poblaciones o propiedades sistémicas que, debido a sus características cualitativas o cuantitativas, retratan el estado de un sistema ecológico y permiten detectar y monitorear cualquier cambio en este sistema durante un período tiempo (Dale y Beyeler, 2001).

Se determinaron especies indicadoras de buena calidad de agua, es decir, especies que son capaces de indicar si en su hábitat las condiciones físico-químicas, como pH, conductividad, temperatura y

oxígeno, son apropiadas para el mantenimiento de las comunidades ícticas. También se tomó en cuenta especies que indiquen lo contrario a lo ya mencionado, es decir, ecosistemas con alteraciones en sus propiedades ambientales, como, por ejemplo, disminución drástica de oxígeno por causas ambientales o externas.

7.2.6.2.7.5 Especies Endémicas

Los peces se consideran endémicos cuando un taxón es único y su distribución está confinada a una subcuenca o cuenca hidrográfica; es decir que su distribución se restringe a un área determinada del Ecuador y del mundo. Las especies endémicas constituyen una ictiofauna exclusiva distribuida en unidades ictiohidrográficas definidas. Para determinar la distribución de cada especie se revisó la literatura disponible en el catálogo virtual de peces de la Academia de Ciencias California (Fricke et al., 2022).

7.2.6.2.7.6 Especies Migratorias

El fenómeno de la migración de peces según lo citan (Zapata y Usma, 2013) conlleva un cierto rango movimientos periódicos dentro de sus ciclos biológicos, generalmente estimulados por procesos de reproducción, alimentación o búsqueda de refugio. Esto principalmente para encontrar las mejores condiciones (recursos) y que sean aptos para completar su ciclo de desarrollo.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, especialmente las distancias recorridas, clasificaron las migraciones de los peces en los siguientes grupos: especies residentes aquellas que no realizan desplazamientos, especies con migraciones cortas (desplazamientos de carácter local menores a 100km.), medianas (desplazamientos de distancia entre 100-500km.) y grandes (desplazamientos extensos mayores a 500km) (Zapata y Usma, 2013).

7.2.6.2.7.7 Especies Sensibles

El grado de sensibilidad de la Ictiofauna en un área particular no resulta fácil de precisar, ya que la dinámica de los ecosistemas acuáticos requiere de estudios intensos y complejos para establecer el estado de conservación en que se encuentre. Además, los peces presentan distribuciones confinadas a ambientes específicos que dificultan el cálculo del área de ocupación real de las especies (Mojica et al, 2012).

Para establecer el grado de sensibilidad de la ictiofauna registrada, se tomó en cuenta cinco categorías aplicadas para la determinación de especies en la elaboración del libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (Mojica et al, 2012), las cuales se detalladas a continuación:

- Aspectos biológicos
- Alteraciones del Hábitat
- Medidas de Protección
- Uso
- Sensibilidad de los cuerpos de agua

7.2.6.2.8 Estado de Conservación de las Especies

Para conocer el estado de conservación de las especies ícticas registradas se revisó el listado de especies de la UICN (2022), CITES (2022) y la Lista Roja Nacional de Peces de Agua Dulce de Ecuador (Aguirre et al., 2019).

7.2.6.2.9 *Uso del Recurso*

El uso que le dan a los cuerpos de agua y especies ícticas en una zona particular varía de acuerdo a su caudal, ubicación y accesibilidad, mientras que el uso de las especies varía de acuerdo a su tamaño y abundancia. Para determinar el uso que presentan los cuerpos de agua estudiados y las especies ícticas, se conversó con los moradores de la zona.

7.2.6.2.10 *Áreas biológicamente sensibles*

Los ríos, riachuelos y cuerpos de agua en general, así como también sus riberas, deben ser considerados como áreas de alta sensibilidad, pues son elementos básicos del ecosistema de los que dependen una serie de organismos, como aves, reptiles, anfibios, mamíferos y por supuesto los peces, además si consideramos que la mayoría de cuerpos de agua son relativamente pequeños serían más susceptibles a las alteraciones que en ellos se realicen.

7.2.6.3 *Resultados*

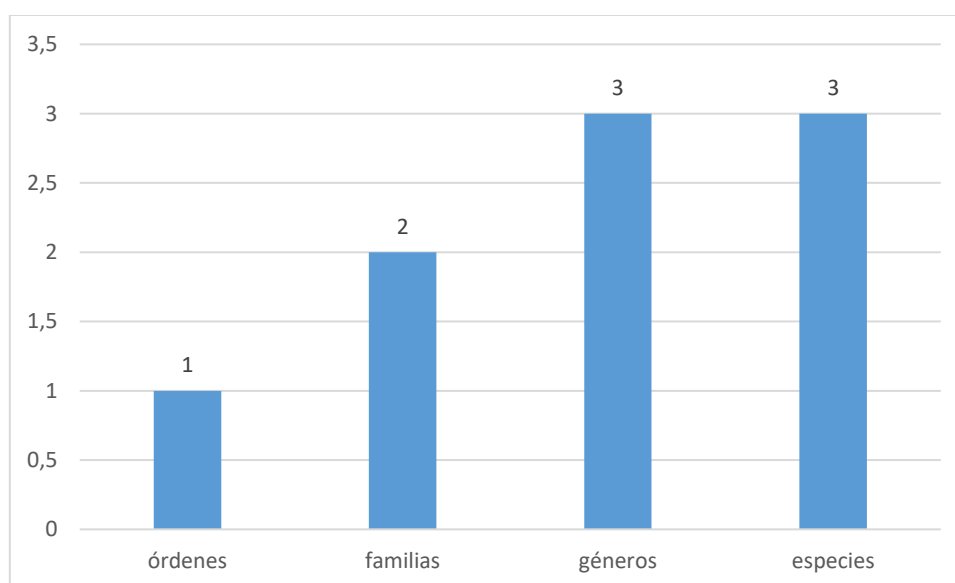
7.2.6.3.1 *Análisis Global de Ictiofauna*

A continuación, se describen la estructura íctica, riqueza, abundancia y diversidad registrada en a nivel general del área de interés.

7.2.6.3.1.1 *Riqueza*

En el área se obtuvo el registro de tres especies pertenecientes a tres géneros, dos familias y un orden. La riqueza encontrada representa el 24,4 % de la ictiofauna distribuida en la zona ictiohidrográfica Alto Napo (Barriga, 2012), y el 0,32 % de la ictiofauna de agua dulce del Ecuador (Barriga, 2012).

Figura 7-51 Riqueza íctica registrada en el área de estudio



Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

En la siguiente tabla se puede apreciar las especies, géneros y familias de peces que se registraron en el área. Siendo el orden de los Characiformes el único registrado, con las familias Characidae y Lebiasinidae.

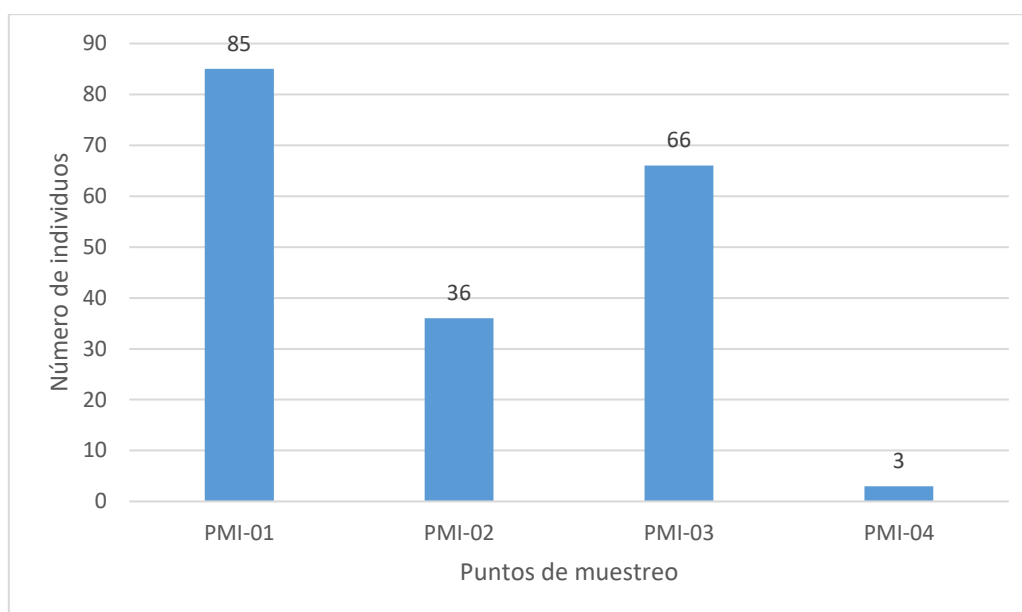
Tabla 7-50 Estructura íctica registrada en el área de estudio

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA				PUNTOS DE MUESTREO				ABUNDANCIA
Orden	Familia	Género	Especie	PMI-01	PMI-02	PMI-03	PMI-04	
Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus</i>	<i>Creagrutus kunturus</i>	8	5	0	0	13
		<i>Moenkhausia</i>	<i>Moenkhausia naponis</i>	42	8	37	0	87
	Lebiasinidae	<i>Lebiasina</i>	<i>Lebiasina elongata</i>	35	23	29	3	90
1	2	3	3	85	36	66	3	190

Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.1.2 Abundancia

Se obtuvo un total de 190 individuos distribuidos en los cuatro puntos de muestreo, en la siguiente figura se puede observar que el punto con el mayor número de individuos fue PMI-01 Estero s/n con 85 ejemplares, seguido del punto PMI-03 Brazo del Río Chucapi con 66 individuos, en tanto que los puntos menos representativos fueron PMI-02 Estero s/n y PMI-04 Estero s/n con 36 y tres individuos respectivamente.

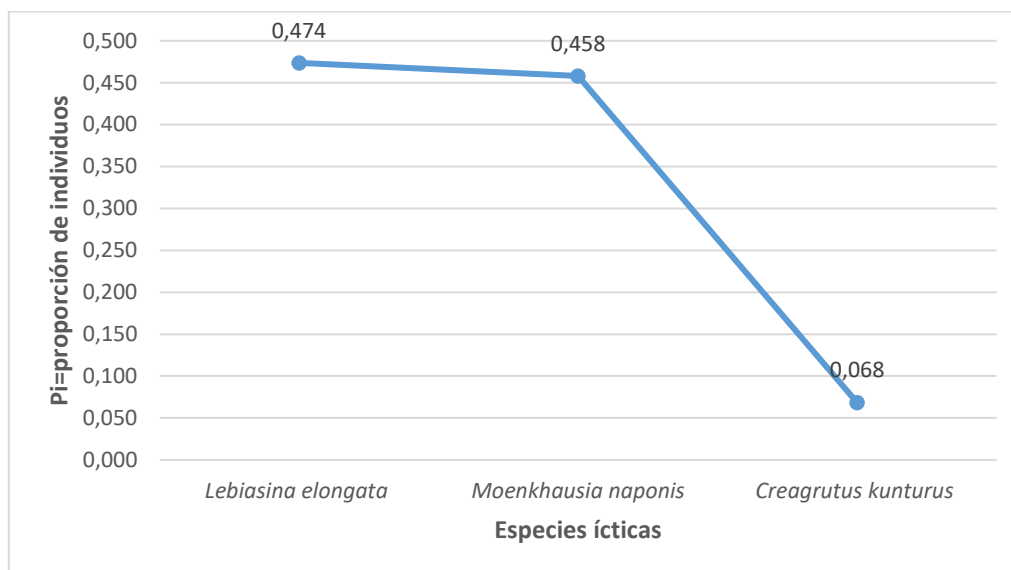
Figura 7-52 Abundancia íctica registrada en el área de estudio


Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.1.3 Abundancia relativa

La especie que presentó la mayor proporción de individuos fue *Lebiasina elongata* con un valor $P_i=0,474$, seguida de *Moenkhausia naponis* con $P_i=0,478$, en tanto que la especie menos abundante fue *Creagrutus kunturus* con $P_i=0,068$.

Figura 7-53 Abundancia relativa íctica registrada en el área de estudio



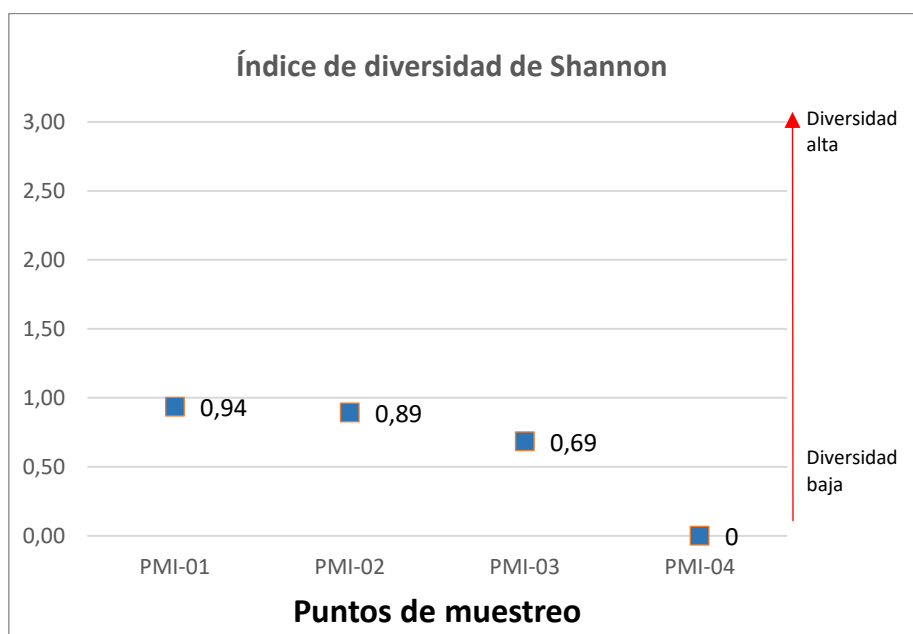
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.1.4 Diversidad

Índice de Diversidad de Shannon

Los valores registrados en los cuatro puntos caracterizados fueron bajos (cerca de cero), el sitio con el valor más alto fue PMI-01 Estero s/n con un valor de 0,94 seguido del punto PMI-02 Estero S/N con 0,89. Con respecto al punto PMI-04 se generó un valor de cero al presentar una sola especie.

Figura 7-54 Índice de diversidad de Shannon del área de estudio

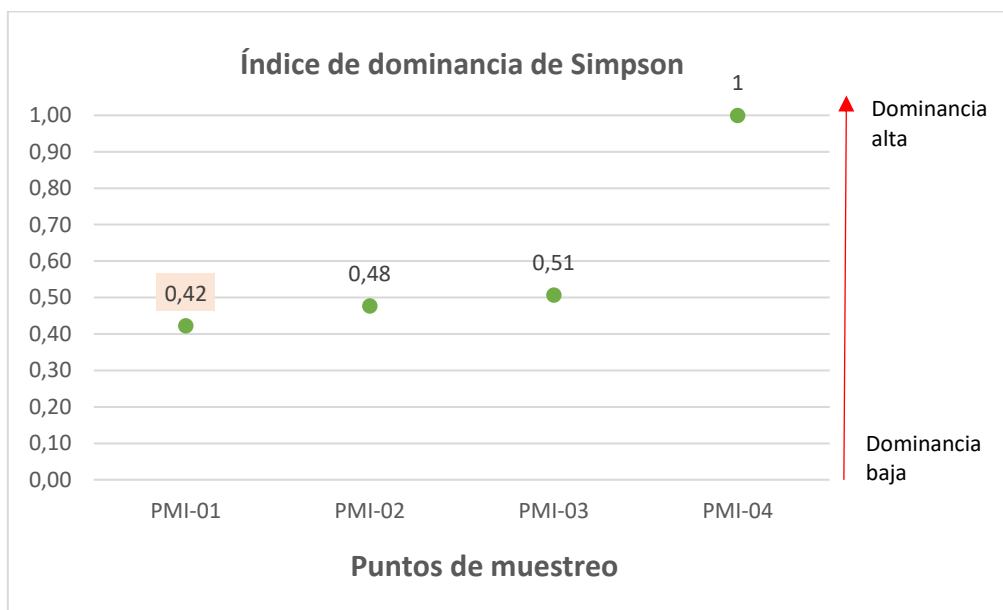


Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

Índice de Dominancia de Simpson

La dominancia de las especies presentó valores medios en tres puntos, siendo el PMI-01 Estero s/n el más heterogéneo con un valor de 0,42. Contrario a esto el punto PMI-04 Estero s/n al tener una sola especie generó el máximo valor de dominancia (1).

Figura 7-55 Índice de dominancia de Simpson del área de estudio

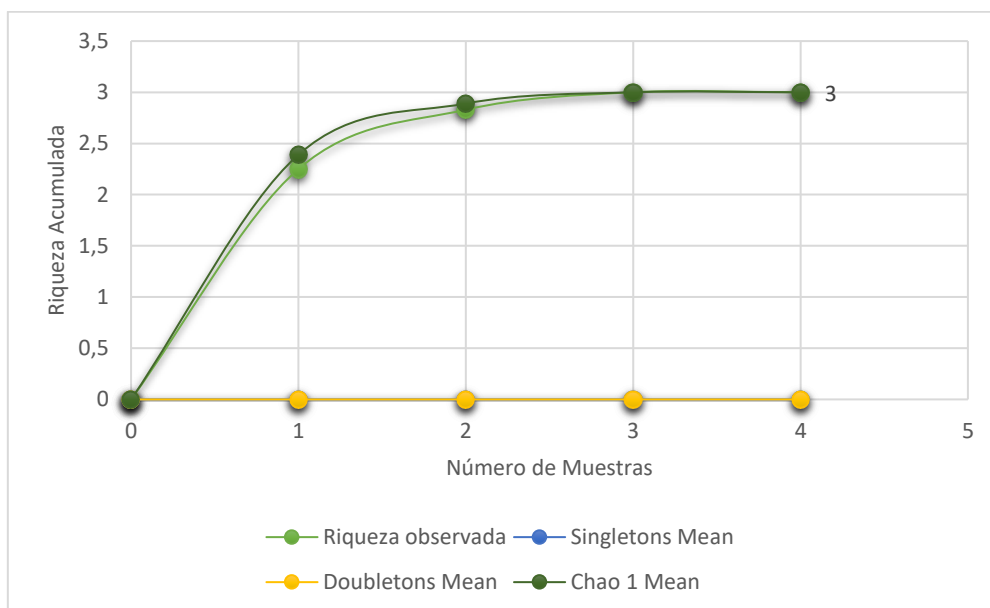


Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.1.5 Curva de Acumulación de Especies-Estimador Chao 1

En el siguiente gráfico se puede apreciar que la riqueza acumulada en el área alcanzó el 100 % de las especies estimadas por el índice no paramétrico Chao 1. Por otra parte, se puede observar que las curvas construidas en base a los Singletons (especies únicas) y los Doubletons (especies dobles) se entrecruzan, indicando que el esfuerzo de muestreo fue óptimo para la caracterización realizada. No obstante, se recomienda realizar muestreos en diferente época del año para corroborar el actual inventario íctico.

Figura 7-56 Curva de acumulación de la Ictiofauna

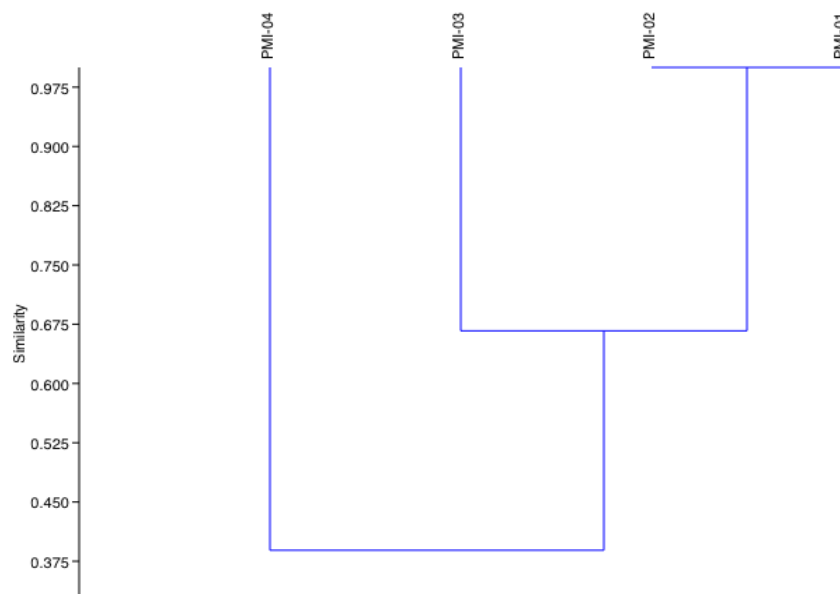


Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.1.6 Análisis del coeficiente de similitud de Jaccard y diagrama de similitud (Clúster análisis)

En el gráfico a continuación se representa el análisis de los resultados de similitud del coeficiente de Jaccard a través del dendrograma de Clúster en donde se puede observar que los puntos PMI-01 y PMI-02 presentaron la máxima similitud con un valor de 1 al compartir la presencia de las especies *Creagrutus kunturus*, *Moenkhausia naponis* y *Lebiasina elongata*, a su vez esta estructura presentó una similitud de 0,66 con el punto PMI-03 compartiendo a las especies *Moenkhausia naponis* y *Lebiasina elongata*, mientras que el punto más disímil fue PMI-04 al presentar en su composición únicamente a la especie *Lebiasina elongata*.

Figura 7-57 Análisis de Clúster en base al coeficiente de similitud de Jaccard



Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.2 Análisis Puntual de Ictiofauna

7.2.6.3.2.1.1 PMI- 01 – Estero Sin Nombre

Riqueza y abundancia

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de tres especies, pertenecientes a tres géneros, dos familias y un orden. La riqueza registrada representa el 21, 4 % de la ictiofauna de la zona ictiohidrográfica Alto Napo (Barriga, 2012).

Se obtuvo un total de 85 individuos distribuidos en las tres especies, de las cuales *Moenkhausia naponis* fue la más abundante con 42 individuos, seguida de *Lebiasina elongata* con 35 individuos, en tanto que *Creagrutus kunturus* fue la menos representativa con ocho individuos.

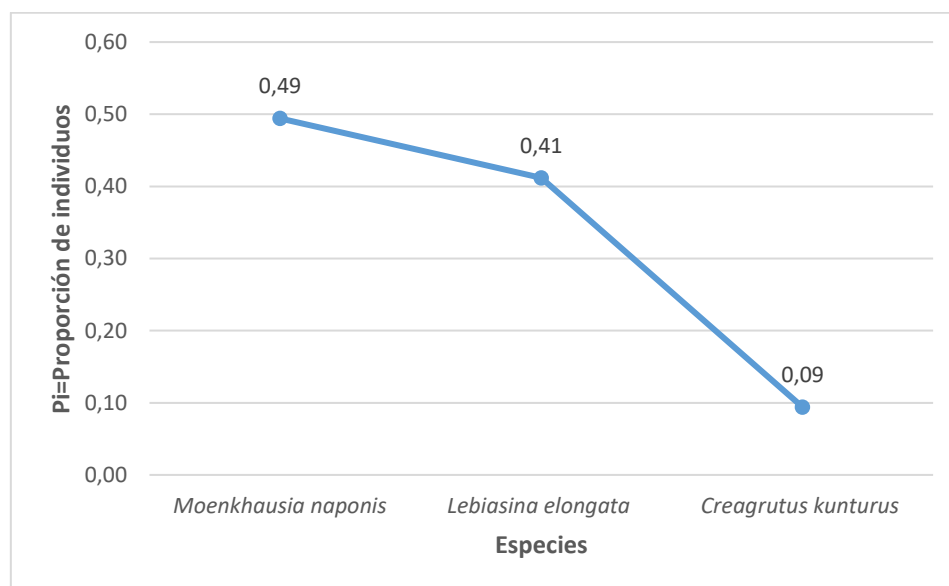
Tabla 7-51 Ictiofauna registrada en el punto PMI-01 Estero s/n

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA				ABUNDANCIA
Orden	Familia	Género	Especie	
Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus</i>	<i>Creagrutus kunturus</i>	8
		<i>Moenkhausia</i>	<i>Moenkhausia naponis</i>	42
	Lebiasinidae	<i>Lebiasina</i>	<i>Lebiasina elongata</i>	35
1	2	3	3	85

Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

Abundancia relativa

La especie con la mayor proporción de individuos fue *Moenkhausia naponis* con un valor $P_i=0,49$, *Lebiasina elongata* presentó un valor $P_i=0,41$ mientras que la especie menos representativa fue *Creagrutus kunturus* con $P_i=0,09$.

Figura 7-58 Abundancia relativa registrada en el punto PMI-01 Estero s/n


Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.2.1.2 PMI- 02 - Estero S/N

Riqueza y abundancia

En este sitio se obtuvo el registro de tres especies, pertenecientes a tres géneros, dos familias y un orden. La riqueza registrada representa el 21, 4 % de la ictiofauna de la zona ictiohidrográfica Alto Napo (Barriga, 2012).

Se obtuvo un total de 36 individuos distribuidos en las tres especies, de las cuales *Lebiasina elongata* fue la más abundante con 23 individuos, seguida de *Moenkhausia naponis* con ocho individuos, en tanto que *Creagrutus kunturus* fue la menos representativa con cinco individuos.

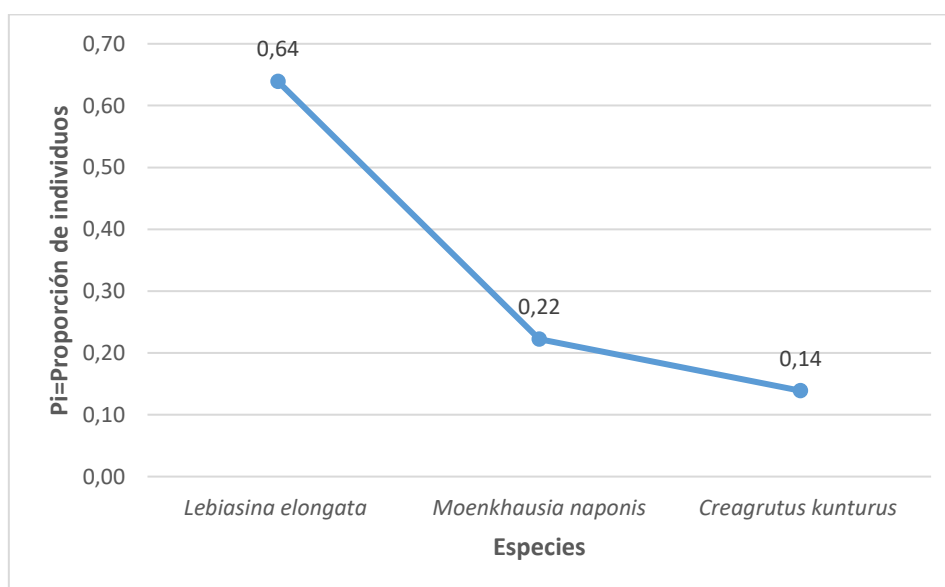
Tabla 7-52 Ictiofauna registrada en el punto PMI-02 Estero s/n

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA				ABUNDANCIA
Orden	Familia	Género	Especie	
Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus</i>	<i>Creagrutus kunturus</i>	5
		<i>Moenkhausia</i>	<i>Moenkhausia naponis</i>	8
	Lebiasinidae	<i>Lebiasina</i>	<i>Lebiasina elongata</i>	23
1	2	3	3	36

Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

Abundancia relativa

La especie con la mayor proporción de individuos fue *Lebiasina elongata* con un valor $P_i=0,64$, *Moenkhausia naponis* presentó un valor $P_i=0,22$ mientras que la especie menos representativa fue *Creagrutus kunturus* con $P_i=0,14$.

Figura 7-59 Abundancia relativa registrada en el punto PMI-02 Estero s/n


Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.2.1.3 PMI- 03 – Estero Sin Nombre

Riqueza y abundancia

En este cuerpo de agua se obtuvo el registro de dos especies, pertenecientes a dos géneros, dos familias y un orden. La riqueza registrada representa el 14,3 % de la ictiofauna de la zona ictiohidrográfica Alto Napo (Barriga, 2012).

Se obtuvo un total de 66 individuos distribuidos en las dos especies, de las cuales *Moenkhausia naponis* fue la más abundante con 37 individuos, en tanto que *Lebiasina elongata* presentó 29 individuos.

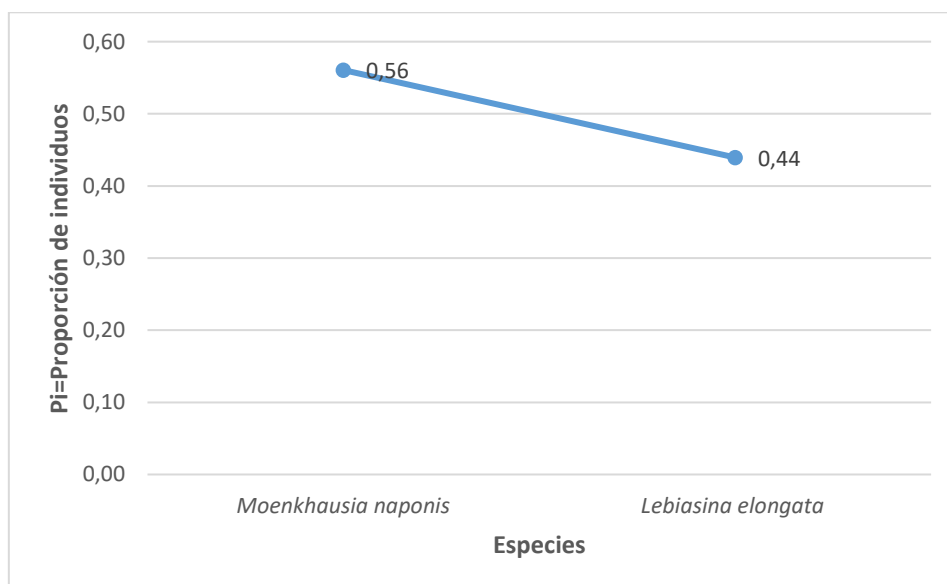
Tabla 7-53 Ictiofauna registrada en el punto PMI-03 Brazo del Río Chucapi

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA				ABUNDANCIA
Orden	Familia	Género	Especie	
Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia</i>	<i>Moenkhausia naponis</i>	37
	Lebiasinidae	<i>Lebiasina</i>	<i>Lebiasina elongata</i>	29
1	2	2	2	66

Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

Abundancia relativa

La especie con la mayor proporción de individuos fue *Moenkhausia naponis* con un valor $P_i=0,56$, en tanto que *Lebiasina elongata* presentó un valor $P_i=0,44$.

Figura 7-60 Abundancia relativa registrada en el punto PMI-03 Brazo del Río Chucapi


Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.2.1.4 PMI- 04 – Estero s/n

Riqueza y abundancia

En este sitio se obtuvo el registro de una especie, pertenecientes a un género, una familia y un orden. La riqueza registrada representa el 7,1 % de la ictiofauna de la zona ictiohidrográfica Alto Napo (Barriga, 2012).

La especie registrada presentó una abundancia total de tres individuos.

Tabla 7-54 Ictiofauna registrada en el punto PMI-04 Estero s/n

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA				ABUNDANCIA
Orden	Familia	Género	Especie	
Characiformes	Lebiasinidae	<i>Lebiasina</i>	<i>Lebiasina elongata</i>	3
1	1	1	1	3

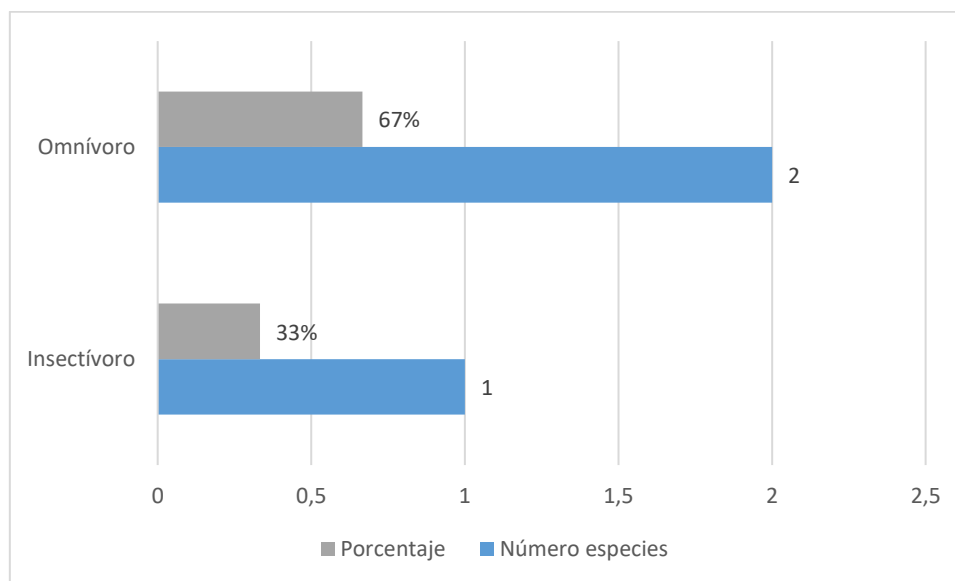
Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.3 Aspectos Ecológicos

7.2.6.3.3.1 Nicho Trófico

El nicho trófico de la ictiofauna registrada en el área de estudio estuvo compuesto por dos gremios, de los cuales el grupo de los peces omnívoros fue el más representativo con dos especies, es decir el 67 %, en tanto que el grupo de los peces insectívoros estuvo representado por una especie constituyendo el 33 % de la ictiofauna.

Figura 7-61 Composición trófica de la ictiofauna registrada en el área de estudio



Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.3.2 Hábito

Las tres especies registradas presentaron un hábito o patrón de actividad diurno, estas especies aprovechan la luz del sol para movilizarse en busca de alimento y refugio, mientras que en la noche suelen permanecer en cuevas, cárcavas o entre la vegetación inmersa evitando depredadores (Maldonado-Ocampo, 2005; Tufiño y Barrantes, 2010).

Tabla 7-55 Hábito de la ictiofauna registrada en el área

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA				HÁBITO
Orden	Familia	Género	Especie	
Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus</i>	<i>Creagrutus kunturus</i>	Diurno
Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia</i>	<i>Moenkhausia naponis</i>	Diurno
Characiformes	Lebiasinidae	<i>Lebiasina</i>	<i>Lebiasina elongata</i>	Diurno

Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.3.2 Distribución de las especies

La distribución vertical de las especies registradas fue bentopelágica, es decir se movilizan en toda la columna de agua. Permanecen usualmente en los remansos que se forman en el cauce.

Figura 7-62 Distribución vertical de la ictiofauna registrada en el área

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA				DISTRIBUCIÓN VERTICAL
Orden	Familia	Género	Especie	
Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus</i>	<i>Creagrutus kunturus</i>	Bentopelágica
Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia</i>	<i>Moenkhausia naponis</i>	Bentopelágica
Characiformes	Lebiasinidae	<i>Lebiasina</i>	<i>Lebiasina elongata</i>	Bentopelágica

Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.3.4 Especies indicadoras

Las tres especies registradas en el área de estudio son consideradas como indicadoras de ecosistemas con bajas cantidades de oxígeno, también se pueden adaptar a ecosistemas con altos niveles de contaminación (Jiménez-Prado et al., 2015).

7.2.6.3.3.5 Especies Sensibles

La ictiofauna del área de estudio presenta baja sensibilidad ya que se puede adaptar a las variaciones que eventualmente ocurren en los hábitats en los que se desplazan, además de ello no se encuentran en ningún estatus de preocupación de acuerdo a las listas rojas nacionales e internacionales, tampoco constituyen fuentes principales de alimentación al tener un tamaño reducido.

7.2.6.3.3.6 Especies Migratorias

No se registraron peces migratorios, las tres especies del área son residentes, únicamente se movilizan a lo largo de los cuerpos de agua donde habitan, penetrando en los arroyos laterales principalmente en épocas de reproducción y en períodos de inundación donde las crecidas de los ríos acarrearán fuentes de alimento alóctono (Galvis et al., 2006)

7.2.6.3.4 Estado de Conservación de las Especies

De acuerdo a la Lista Roja de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2022), dos especies se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC) y una especie no está evaluada.

Con respecto a la Lista Roja Nacional de Peces de Agua Dulce de Ecuador (Aguirre et al., 2019) una especie se encuentra en la categoría de Datos insuficientes (DD).

Ninguna de las especies se encuentra en los apéndices del Convenio Internacional para el Tráfico Ilegal de Especies (CITES, 2022).

En la tabla a continuación se detalla el estado de conservación de la ictiofauna registrada en el área.

Figura 7-63 Estado de conservación de la ictiofauna registrada en el área

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA				UICN (2022)	CITES (2022)	LISTA ROJA ECUATORIANA (2019)
Orden	Familia	Género	Especie			
Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus</i>	<i>Creagrutus kunturus</i>	LC	No evaluado	DD
Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia</i>	<i>Moenkhausia naponis</i>	No evaluado	No evaluado	No evaluado
Characiformes	Lebiasinidae	<i>Lebiasina</i>	<i>Lebiasina elongata</i>	LC	No evaluado	No evaluado

Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.5 Uso del Recurso

De las tres especies registradas únicamente *Lebiasina elongata* es utilizada como fuente de proteína por los pobladores locales al ser la especie de mayor tamaño. Las actividades de pesca se realizan con anzuelos y ocasionalmente con atarrayas de diferentes tamaños y peso.

Con respecto a las dos especies restantes, estas no son utilizadas como parte de la dieta alimenticia al ser peces de tamaño pequeño.

Figura 7-64 Uso de la ictiofauna registrada en el área

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA				Nombre común	Uso
Orden	Familia	Género	Especie		
Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus</i>	<i>Creagrutus kunturus</i>	Sardina	Ningún uso
Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia</i>	<i>Moenkhausia naponis</i>	Sardina	Ningún uso
Characiformes	Lebiasinidae	<i>Lebiasina</i>	<i>Lebiasina elongata</i>	Guija	Alimenticio

Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.6.3.6 Áreas biológicamente sensibles

Los cuatro cuerpos de agua evaluados se encuentran en zonas de bosque maduro, en donde la vegetación circundante y ribereña no ha sido fragmentada, constituyendo así ecosistemas biológicamente sensibles al presentar características en donde las especies de requerimientos especiales se pueden desplazar, si bien en el actual estudio no se obtuvo el registro de especies de alta sensibilidad este resultado puede estar ligado a las limitantes de muestreo, como las fuertes precipitaciones, rangos altitudinales superiores a 50 msnm y no a las características de conservación del área.

7.2.6.4 Discusión

El ensamblaje íctico registrado en la red hídrica del área de estudio estuvo constituido por especies del orden Characiformes, el cual es uno de los órdenes más abundantes de la Amazonía ecuatoriana (Barriga, 2012), además de ello presentan una amplia variabilidad adaptativa (Jiménez-Prado et al., 2015). Sin embargo, esta riqueza estuvo conformada por un bajo número de especies, las cuales no presentan características relevantes en cuanto a categorías de conservación e interés científico.

En los cuatro puntos evaluados se pudo observar que el estado de conservación de la vegetación ribereña y circundante presenta una buena integridad biótica ya que estos afluentes se localizan en remanentes de bosque nativo y están relativamente alejados de zonas de intervención, no obstante, según las entrevistas informales realizadas a los moradores del área, se pudo conocer que en áreas contiguas se ejecutan actividades de minería ilegal las cuales pueden afectar a la dinámica acuática, principalmente al sustrato y especies bentónicas debido a la remoción de tierra que conllevan estas actividades.

Por otra parte, el número de individuos registrado denota que los recursos alimenticios de los cuerpos de agua se han visto favorecidos por la franja ribereña, la cual constituye diferentes micro hábitats que alojan invertebrados tanto terrestres como acuáticos, los cuales a su vez sirven de alimento para las especies ícticas (Poveda-Cuellar et al., 2018), especialmente de aquellas que son gregarias y se desplazan en cardúmenes numerosos como las registradas en el área.

Con respecto a los valores de diversidad arrojados por el índice de Shannon, se pudo establecer que los ecosistemas acuáticos estudiados presentan una baja diversidad, la misma que se encuentra

influenciada por las características propias del hábitat como el gradiente altitudinal y por las pendientes en el cauce, las cuales condicionan el desplazamiento y la adaptación de un mayor número de especies (Maldonado-Ocampo et al., 2005). Además de ello las variaciones de caudal influenciadas por las precipitaciones al momento del muestreo también constituyen un factor que moldea a las comunidades ícticas.

7.2.6.5 Conclusiones

En el área evaluada se registraron tres especies, lo que representa un 24,4% de la ictiofauna de la zona ictiohidrográfica Alto Napo y 0,32% de la ictiofauna de agua dulce del Ecuador. Estos valores reflejan una representatividad relativamente baja de las especies en relación con la biodiversidad regional y nacional, pero, al mismo tiempo, indican una muestra significativa dentro del contexto de la zona de estudio.

Se obtuvo un total de 190 individuos distribuidos en cuatro puntos de muestreo. El punto con el mayor número de ejemplares fue PMI-01 Estero s/n con 85 individuos, mientras que PMI-04 Estero s/n fue el menos representativo con solo tres individuos. Esto sugiere que la distribución de las especies puede estar influenciada por factores ambientales específicos de cada punto de muestreo, como la disponibilidad de hábitats, calidad del agua o recursos alimenticios.

Los índices de diversidad obtenidos en los puntos de muestreo fueron bajos, con valores cercanos a cero, lo que refleja una baja diversidad. El punto con el valor más alto fue PMI-01 Estero s/n (0,94), seguido de PMI-02 Estero S/N (0,89). En el caso del punto PMI-04, se observó un valor de cero debido a la presencia de solo una especie, lo que indica una baja riqueza en esa ubicación en particular.

La riqueza acumulada alcanzó el 100% de las especies estimadas por el índice Chao 1, lo que sugiere que el esfuerzo de muestreo fue adecuado para caracterizar la ictiofauna en el área, indicando que el esfuerzo de muestreo fue óptimo.

Las tres especies registradas presentaron un patrón de actividad diurno, utilizando la luz solar para movilizarse en busca de alimento y refugio. Durante la noche, las especies tienden a refugiarse en evitando a los depredadores. La distribución vertical de las especies fue bentopelágica, lo que indica que se movilizan a lo largo de toda la columna de agua, especialmente en los remansos formados en el cauce. Este comportamiento y distribución resalta la importancia de los hábitats acuáticos tranquilos para estas especies.

Según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2022), dos de las especies están catalogadas como de Preocupación Menor (LC), lo que indica que actualmente no enfrentan un riesgo significativo. Sin embargo. Además, de acuerdo con la Lista Roja Nacional de Peces de Agua Dulce de Ecuador (Aguirre et al., 2019), una especie se encuentra en la categoría de Datos Insuficientes (DD). Las especies registradas no están incluidas en los apéndices del Convenio Internacional para el Tráfico Ilegal de Especies (CITES, 2022), lo que significa que no están bajo protección internacional específica.

Sin embargo, *Lebiasina elongata* es una especie utilizada como fuente de proteína por los pobladores locales debido a su mayor tamaño. Las actividades de pesca en la zona se realizan con anzuelos y atarrayas, lo que podría tener un impacto en las poblaciones locales si estas prácticas no se gestionan de manera sostenible. El uso de *Lebiasina elongata* como fuente de proteína sugiere que esta especie tiene importancia económica y social para las comunidades locales. No obstante, es crucial que las actividades de pesca se gestionen adecuadamente para evitar la sobreexplotación de la especie y asegurar la sostenibilidad de sus poblaciones a largo plazo.

7.2.6.6 Recomendaciones

En futuras actividades de exploración e implantación de facilidades, evitar el desbroce innecesario de la franja ribereña de los cuerpos de agua ya que esta constituye una zona de amortiguamiento para los ecosistemas acuáticos.

Ejecutar monitoreos en diferentes épocas del año para complementar el inventario íctico ya que existen especies que son influenciadas por los cambios de caudal.

7.2.7 MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Los ecosistemas fluviales, constituyen un recurso natural de gran valor en diferentes ámbitos (económico, cultural, estético, científico y educativo), cuyos bienes y servicios contribuyen al desarrollo de la población en general. Actualmente estos sistemas han experimentado cambios en su en su calidad debido a la degradación y destrucción de los hábitats, siendo importante la implementación de estrategias para el manejo y conservación de estos recursos (García & Pargament, 2014). Los análisis físico – químicos son importantes, no obstante, en el presente van de la mano del análisis biológico mediante el uso de bioindicadores, cuya sensibilidad permite establecer una valoración ambiental mucho más precisa (Wright-Stow & Winterbourn, 2003).

Los bioindicadores más utilizados en este tipo de análisis son los macroinvertebrados acuáticos, debido a su presencia como grupo funcional de alimentación y a la capacidad de algunos grupos para soportar condiciones hipóxicas (López-López & Sedeño-Díaz, 2015). Estos organismos son considerados los que al menos en algún ciclo de su vida viven exclusivamente en un ambiente acuático, son de fácil visibilidad (Roldán, 1988), dentro de estos se encuentran los grupos: Arthropoda, Mollusca, Annelida, Platyhelminthes, Nematoda y Nematomorpha, considerados de mucha utilidad al momento de determinar el estado de conservación de los cursos de agua ya que su calificación se la puede realizar a nivel de familias simplemente (Sierra, 2011).

La presencia de las diferentes taxas en un cuerpo de agua, es un índice evidente de las condiciones que se encuentran dominando en dicho sitio y de que los niveles de contaminación que pueden presentarse, no son lo suficientemente fuertes como para provocar un cambio a gran escala en la misma. Se debe tener presente que existen factores que se encuentran íntimamente relacionados con la composición y estructura de estos organismos entre los cuales se pueden mencionar profundidad, ancho, turbidez y vegetación ribereña (Roldán, 2003).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente el presente estudio tiene como objetivo identificar el estado de conservación de los cuerpos de agua que se encuentran dentro del área de influencia directa de la Concesión Minera Alessia, a través del análisis de índices ecológicos y a su vez determinar la composición y estructura de estos organismos.

7.2.7.1 Sitios de muestreo

A continuación, se presenta la descripción de los cuerpos de agua muestreados durante el presente levantamiento de información:

7.2.7.1.1 IC001 Estero S/N

Estero perteneciente a un sistema lótico de corriente rápida a moderada, agua clara, sustrato rocoso - arcilloso con presencia de rocas, cantos rodados, empalizada de menor tamaño en ciertos tramos del cauce, presencia de abundante hojarasca en el lecho; de 2 a 3 m de ancho y de 0,10 a 0,50 m de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal moderada, vegetación inmersa. La

zona ribereña presenta especies herbáceas arbustos y árboles, por su parte la vegetación circundante es propia de un bosque maduro. Día nublado.

7.2.7.1.2 IC002 Estero S/N

Estero de corriente rápida, agua clara, de 3 a 5 m de ancho y de 0,20 m a 0,50 m de profundidad aproximadamente. Sustrato rocoso - arcilloso con presencia de rocas, cantos rodados y empalizada de distinto tamaño dispersos a lo largo del cauce, cobertura vegetal moderada, orilla media; vegetación de ribera formada por herbáceas, arbustos y árboles, por su parte la vegetación circundante es propia de la zona, es decir, bosque maduro. Día nublado.

7.2.7.1.3 IAC003 Brazo del Río Chucapi

Cuerpo de agua de corriente rápida, agua clara, sustrato arcillosos - rocoso con presencia de rocas, cantos rodados y empalizada de distinto tamaño en diferentes tramos del cauce, presencia de hojarasca en el lecho, cobertura vegetal moderada, orilla nula; de 2 a 4 m de ancho y de 0,10 a 0,30 m de profundidad aproximadamente. La vegetación ribereña está conformada por herbáceas, helechos, árboles y arbustos, por su parte la vegetación de los alrededores está compuestas por especies pertenecientes a un bosque maduro. Día nublado.

7.2.7.1.4 IAC004 Estero S/N

Curso de agua de 2 a 3 m de ancho y de 0,10 a 0,50 m de profundidad aproximadamente agua clara, corriente rápida, sustrato rocosos - arcilloso con presencia de rocas, cantos rodados, empalizada de distinto tamaño en ciertos tramos, se observa la presencia de pecten en las rocas, cobertura vegetal moderada, orilla nula. Ribera conformada por herbáceas, arbustos y árboles; vegetación circundante rodeada de especies propias de la zona (Bosque maduro), presencia de fuertes lluvias durante los muestreos. Aguas abajo del estero se observa trabajos de remoción de sedimentos debido a las actividades de minería realizadas en la zona.

El muestreo de macroinvertebrados acuáticos se lo llevo a cabo en tres cuerpos de agua, los cuales se ubican dentro del área de influencia directa del Proyecto denominado Área Minera Alessia (CÓDIGO 100000246), perteneciente a la provincia de Napo, cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Parroquia Arosemena Tola, Comunidades San Francisco, Serena y Serena/Jatun Yaku. En cuanto a la Zona Ictio hidrográfica, los cursos de agua muestreados pertenecen a la zona Alto Napo (AN) (Barriga, 2012).

La tabla siguiente detalla la ubicación geográfica de cada uno de los puntos de muestreo, así como la metodología aplicada. Se puede verificar en Cartografía 7.22 Mapa de muestreos bióticos Macroinvertebrados

Tabla 7-56 Sitios de Muestreo – Componente Macroinvertebrados Acuáticos

Área de estudio	Fecha	Código de muestreo	Cuerpo de agua	Coordenadas UTM WGS 84 Z17S			Descripción del hábitat	Tipo de muestreo y método
				Este	Norte	Altitud (msnm)		
ÁREA MINERA ALESSIA (CÓDIGO 100000246)	23/3/2023	IC001	Estero S/N	841614	9873778	833	Bosque maduro	Cuantitativo/Red D-net
	22/3/2023	IC002	Estero S/N	842060	9875068	812	Bosque maduro	Cuantitativo/Red D-net
	22/3/2023	IAC003	Brazo del río Chucapi	841408	9874924	817	Bosque maduro	Cuantitativo/Red D-net
	20/3/2023	IAC004	Estero S/N	842951	9874331	700	Bosque maduro	Cuantitativo/Red D-net

Simbología: IAC - IC= Punto de Muestreo Macroinvertebrados Acuáticos; 01-04: Número de puntos de muestreo.

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.2 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo empleado en cada uno de los sitios descritos se presenta a continuación.

Tabla 7-57 Esfuerzo de muestreo – Componente Macroinvertebrados Acuáticos

Código	Método	Número de trampas/Redes/Transecto	Horas por día	Número por día	Horas total
IC001	Red D-net	1 punto	3 horas	1 día	3 horas
IC002	Red D-net	1 punto	3 horas	1 día	3 horas
IAC003	Red D-net	1 punto	3 horas	1 día	3 horas
IAC004	Red D-net	1 punto	3 horas	1 día	3 horas
TOTAL DE HORAS					12 horas

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.3 Validación de la Metodología

Para la obtención de las muestras de macroinvertebrados acuáticos existe un sinnúmero de métodos, no obstante, es importante considerar que la técnica de muestreo aplicada permita recolectar la mayor diversidad de invertebrados e incluya la mayor variedad de microhábitats posibles (Roldán, 2003). Al momento de valorar el estado ecológico de los ríos, se establece que los métodos utilizados deben garantizar que la información suministrada sea de calidad y comparabilidad equivalentes para las comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Es así que en sistemas lóticos de áreas profundas o poco profundas se recomienda la utilización de la Red D-net, ya que permiten abarcar la mayor cantidad de hábitats y taxas presentes en el sistema hídrico mediante el barrido del cuerpo de agua, esta técnica se encuentra validada por (Roldán, 2003); que sugiere que es una de las metodologías con mayor eficacia en estos sistemas, proporcionando de esta manera información certera con respecto a los taxones existentes en los ríos. A más de eso en base a estudios realizados en el Ecuador, en los cuales se aplica este tipo de metodología.

7.2.7.4 Limitantes en la Metodología

Para el presente trabajo de campo se consideraron como limitantes: las condiciones de accesibilidad a los cuerpos de agua en general, debido a la morfología que estos presentaron, suelos pedregosos con pendientes pronunciadas, lo cual causo cierta complejidad en el acceso; se debe acotar que durante los muestreos, se registraron lluvias en ciertas ocasiones.

La escasa bibliografía y estudios especializados para el Ecuador acerca de este componente también se considera un limitante, siendo así que algunas identificaciones se las realizó hasta el nivel taxonómico de familia, para ello se utilizó la sigla n.d. que significa “no determinado”, el resto de organismos se agrupó con el término “Morfoespecie”, que es considerado el grupo de individuos pertenecientes a una misma especie sólo por criterios morfológicos (Izquierdo, 2016).

En el área de estudio se registró el 92% de morfoespecies determinadas; mientras que con el 8% se agrupó a las morfoespecies indeterminadas, es decir, identificadas solo a nivel de familia.

7.2.7.5 Metodología

7.2.7.5.1 Fase de Campo

El trabajo de campo se lo realizó del 20 al 23 de marzo de 2023, la técnica de muestreo con Red D-net consistió en un barrido en diferentes partes del cuerpo de agua incluido a lo largo de las orillas, permitiendo así acceder a los microhábitats del sistema acuático como son: sustrato pedregoso,

arcilloso, cúmulos de hojas, troncos sumergidos, vegetación ribereña, película superficial del agua, lecho, etc (Roldán, 1992). Esta metodología, al proporcionar datos cuantitativos permite ponderar los resultados de riqueza y abundancia por área; el muestreo se lo repitió 10 veces durante un minuto aproximadamente en cada microhábitat con la finalidad de obtener la mayor riqueza de especies.

El material obtenido se colocó en una bandeja de loza blanca para realizar su respectiva limpieza; se separó a los macroinvertebrados de los otros animales con la ayuda de pinzas entomológicas. Los especímenes se colocaron en frascos plásticos previamente etiquetados con alcohol al 75% para su posterior traslado e identificación; al momento de tomar las muestras del cuerpo de agua se registró información referente a: coordenadas geográficas, fecha, fase estacional, hábitat, descripción del cuerpo de agua, entre otros datos

7.2.7.5.2 Fase de Gabinete

La identificación de los macroinvertebrados acuáticos utilizó los siguientes equipos y materiales: estereomicroscopio marca *Snell* de magnificación 3X – 10X, cajas petri, vacutainers, viales y pinzas entomológicas. Para analizar las muestras obtenidas de los cuerpos de agua, se identificó a los individuos por phylum, clase, orden, familia y género, con la ayuda de guías fotográficas y claves dicotómicas pertenecientes a: (Roldán, 1988); (Carrera & Fierro, 2001); (Domínguez & Fernández, 2009); (Merritt & Cummins, 1996); (Flowers & de la Rosa, 2010); (Miñano, Olaya, & Huamantínco, 2019); (Ramírez, 2010). Posteriormente, las muestras fueron etiquetadas y preservadas para su depósito en el museo correspondiente, bajo los siguientes documentos: Permiso de investigación científica N° 02-2023-VS- OTT/DZ8/MAATE de fecha 23 de febrero de 2023 y Permiso de movilización Nro. 11-03-2023-VS-OTTE/DZ8-MAAE. Los datos obtenidos permitieron realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de cada uno de los puntos de muestreo.

7.2.7.6 Análisis de Datos

El procesamiento de la información se realizó a través del análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos en base a la metodología establecida para la evaluación del componente. Se utilizaron los softwares Biodiversity Pro-Versión 2 (McAleece *et al.*, 1997) y Past 3.23 (Hammer, 2019) para los cálculos y Office Excel (2019) para las gráficas.

Todos los conceptos, fórmulas e interpretaciones provienen de la publicación *Métodos para medir la Biodiversidad* (Moreno, 2001).

7.2.7.6.1 Riqueza de Especies

Número total de morfoespecies registradas. (Bode, 1988), considera que si: $S > 26$ = sitio no impactado, $19-26$ = levemente impactado, $11-18$ = moderadamente impactado y < 11 = severamente impactado.

7.2.7.6.2 Abundancia Relativa y Curva Rango-Abundancia

Esta escala señala como morfoespecies raras (R) a aquellas que presentan de uno a tres individuos; morfoespecies comunes (Co), las que registran de cuatro a nueve individuos; seguidas de las morfoespecies que registran de 10 a 49 individuos, que son consideradas como abundantes (A); y, finalmente a las morfoespecies que superan a los 50 individuos se las catalogan como dominantes (Do) (Barbour M. T., Gerritsen, Snyder, & Stribling, 1999).

Para medir la variación en la composición (riqueza) y estructura (abundancia) de estos organismos, se utilizó la riqueza expresada en medidas de diversidad y en valores absolutos, y la abundancia expresada en proporciones de individuos/especie (Pi).

Con estos datos se elaboró la curva de rango-abundancia que permitió comparar gráficamente la riqueza de especies (número de puntos), sus abundancias relativas, la forma de las curvas y la secuencia de cada una de las especies que componen la comunidad sin perder su identidad (Feinsinger, 2004). Determina los patrones de distribución de la abundancia de las especies en las comunidades ecológicas.

7.2.7.6.3 Acumulación y Estimación 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 (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 (Magurran, 2004).

7.2.7.6.4 Estimación de Especies (Chao 1)

El índice Chao 1 estima el número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras presentes en la muestra, razón por la cual su valor es muy sensible a la cantidad de especies raras registradas. Su fórmula es (Moreno, 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).

La representatividad del muestreo fue evaluada en base al índice de Chao 1 y a los valores de número de especies registrado en el muestreo.

7.2.7.6.5 Diversidad Alfa

7.2.7.6.5.1 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

La medida de diversidad aplicada correspondió al índice de Shannon con LN de base 10 ($H' = -\sum p_i \log p_i$), el cual está basado en la abundancia proporcional de especies, considerando que una comunidad es más diversa mientras mayor sea el número de especies que la compongan y menor dominancia presenten una o pocas especies con respecto a los demás (Magurran, 1988).

Este índice expresa el grado promedio de incertidumbre en predecir a cuál especie pertenecería un individuo escogido al azar en la muestra, mientras más cerca esté a cero, menor incertidumbre y consecuentemente menor diversidad.

Los valores a encontrarse irán de 0,0 a 5,0. Los sitios con valores que van de 0,1 a 1,5 pueden considerarse como sitios de baja diversidad, los de 1,6 a 3,0 como sitios de mediana diversidad y los valores superiores a 3,1 alta diversidad (Magurran, 2004).

7.2.7.6.6 Dominancia

7.2.7.6.6.1 Índice de Diversidad de Simpson.

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

$$D = \sum p_i^2$$

Donde: D = Índice de Diversidad de Simpson

Σ = Sumatoria p_i

p_i = es el número de individuos de la especie i , dividido entre el número total de individuos de la muestra.

El Índice de Simpson manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1-D$ (este es el llamado Índice de Diversidad de Simpson).

Siguiendo (Simpson, 1949), el rango del Índice de Diversidad fue de 0 (baja diversidad) a 1 (alta diversidad). Los resultados se interpretan usando la siguiente escala de significancia entre 0-1 así: 0-0,33 Diversidad baja, 0,34-0,66 diversidad media, >0,67 diversidad alta.

7.2.7.6.7 Diversidad Beta

La diversidad Beta expresa el grado de similitud en composición de especies y sus abundancias entre dos o más muestras. Comprende el grado de heterogeneidad que puede existir dentro de un ecosistema mediante las tasas de cambio en la composición de especies o medidas de similitud (Ñique, 2010). La diversidad beta se realiza con la finalidad de comparar las diferencias en riqueza (Jaccard) y diversidad (Bray-Curtis) entre secciones de estudio, y determinar los cambios a mediano y largo plazo con relación al efecto de borde.

7.2.7.6.8 Coeficiente de Similitud de Jaccard

El coeficiente de similitud de Jaccard relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. Es un método cualitativo, debido a que no toma en cuenta las abundancias registradas para cada una de las especies, no hace comparaciones de la biodiversidad entre las áreas de estudio (Ñique, 2010).

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

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

7.2.7.6.9 Análisis Ecológico

7.2.7.6.9.1 Índice BMWP/Col

Es un método simple de puntaje para todos los grupos de macroinvertebrados identificados hasta nivel de familia y que requiere solo datos cualitativos (presencia/ausencia). Para determinar la calidad del agua se utilizó el Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party para Colombia), el cual da valores de 1 a 10 a los macroinvertebrados identificados a nivel de familia.

Las familias que no toleran la pérdida de la calidad de agua tienen puntajes altos, mientras que familias que toleran la pérdida de calidad tienen puntajes bajos, las sumas totales de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio proporcionan el valor de la calidad del agua BMWP/Col es una variación de este índice aplicado a la fauna macrobentónica de Antioquia-Colombia (Roldán, 1999).

Tabla 7-58. Puntaje de familias de Macroinvertebrados para el Índice BMWP/Col

Familias	Puntaje
Anomalopsychidae- Atriplectididae-Blepharoceridae- Calamoceratidae- Ptilodactylidae- Chordodidae- Gomphidae- Hydridae- Lampyridae- Lymnessiidae- Odontoceridae- Oligoneuriidae- Perlidae- Polythoridae- Psephenidae.	10
Ampullariidae- Dytiscidae- Ephemeridae- Euthyplociidae-Gyrinidae- Hydraenidae- Hydrobiosidae- Leptophlebiidae- Philopotamidae- Polycentropodidae- Polymitarcyidae- Xiphocentronidae.	9
Gerridae- Hebridae- Helicopsychidae- Hydrobiidae- Leptoceridae- Lestidae- Palaemonidae- Pleidae- Pseudothelpusidae - Saldidae- Simuliidae- Veliidae- Trichodactylidae.	8
Baetidae- Caenidae -Calopterygidae - Coenogronidae -Corixidae -Dixidae -Dryopidae - Glossossomatidae -Hyalelidae- Hydroptilide- Hydropsychidae- Leptohiphidae- Naucoridae- Notonectidae- Planariidae- Psychodidae- Scirtidae.	7
Aeshnidae -Ancyliidae -Corydalidae -Elmidae -Libellulidae- Limnichidae- Lutrochidae - Megapodagrionidae -Sialidae -Staphylinidae.	6
Belastomatidae -Gelastocoridae -Mesoveliidae -Nepidae -Planorbidae - Pyralidae -Tabanidae - Thiaridae.	5
Chrysomelidae -Stratiomyidae -Halipidae -Empididae -Dolichopodidae -Sphaeriidae -Lymnaeidae -Hydrometridae -Curculionidae - Noteridae.	4
Ceratopogonidae -Glossiphoniidae -Cyclobdellidae -Hydrophilidae -Physidae -Tipulidae.	3
Culicidae -Chironomidae -Muscidae -Sciomyzidae -Syrphidae.	2
Tubificidae	1

Fuente: Roldán, 2003 /Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

Para determinar la calidad de agua se usará las siguientes clases en base al puntaje de familias.

Tabla 7-59. Clases de Calidad de Agua, Valores BMWP/Col

Clase	Calidad	BMWP/COL	Significado	Color
I	Buena	>150	Aguas muy limpias a limpias	AZUL
		101-120	Aguas no contaminadas o poco contaminadas	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	VERDE
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	AMARILLO
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	NARANJA
V	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	ROJO

Fuente: Roldán, 2003 /Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.6.9.2 Índice AAMBI (Andean-Amazon Biotic Index)

El AAMBI, Andean-Amazon Biotic Index, (modificado y adaptado de (Ríos - Touma, Acosta , & Prat, 2014), del BMWP (Roldán G. , 2016) y de (Acosta, Ríos , Rieradevall, & Prat, 2009), es un índice biótico que sirve para evaluar la calidad del agua y la integridad ecológica de ecosistemas acuáticos Andino-Amazónicos. Este índice se aplica asignando valores numéricos entre 1 y 10 a cada familia de invertebrados registrada durante un muestreo, dependiendo de su nivel de tolerancia a la contaminación (Tabla siguiente).

En esta escala, el valor de 1 se asigna a las familias más tolerantes y el de 10 a las familias más sensibles. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio determinado equivale al puntaje AAMBI total, el cual es un indicador de la calidad de agua de dicho sitio (Encalada, y otros, 2019) (Ver tabla de evaluación).

Tabla 7-60. Familias de invertebrados acuáticos y puntuación del Índice AAMBI

Phylum / Subphylum	Clase	Orden	Taxa / Familia	Puntuación / AAMBI
Platyhelminthes	Turbellaria			5
Nemata (o Nematoda)	Chromadorea			4
Nematomorpha	Gordioidea			1
	Gastropoda		Ampullariidae	4
			Ancylidae	4
			Physidae	3
			Lymnaeidae	3
			Planorbidae	3
			Thiaridae	0
			Cochliopidae	3
			Sphaeriidae	3
	Bivalvia		Unionidae	4
Annelida	Hirudinea			3
	Oligochaeta			2
Arthropoda				
Chelicerata	Arachnida	Acari		4
Crustacea	Ostracoda			3
	Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	6
		Decapoda	Atyidae	6
			Palaemonidae	8
			Trichodactylidae	6
			Pseudothelphusidae	8
Hexapoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	4
			Oligoneuriidae	10
			Leptophlebiidae	10
			Euthyplociidae	9
			Ephemeridae	6

Phylum / Subphylum	Clase	Orden	Taxa / Familia	Puntuación / AAMBI
			Polymitarcyidae	8
			Caenidae	3
			Leptohyphidae	7
		Odonata	Aeshnidae	6
			Gomphidae	8
			Libellulidae	6
			Calopterygidae	8
			Polythoridae	10
			Megapodagrionidae	6
			Coenagrionidae	6
		Plecoptera	Perlidae	10
			Gripopterygidae	10
		Blattodea	Blaberidae	4
		Hemiptera	Pleidae	8
			Gerridae	5
			Veliidae	5
			Mesoveliidae	5
			Hydrometridae	4
			Corixidae	5
			Notonectidae	5
			Naucoridae	5
			Belostomatidae	4
			Nepidae	5
			Gelastocoridae	5
		Megaloptera	Corydalidae	9
		Coleoptera	Gyrinidae	3
			Noteridae	4
			Dytiscidae	3
			Scirtidae	5
			Ptilodactylidae	5
			Psephenidae	5
			Elmidae	5
			Lampyridae	5
			Hydrophilidae	3
			Staphylinidae	3
		Trichoptera	Philopotamidae	8
			Xiphocentronidae	8
			Polycentropodidae	8
			Hydropsychidae	5

Phylum / Subphylum	Clase	Orden	Taxa / Familia	Puntuación / AAMBI
			Hydrobiosidae	8
			Glossosomatidae	7
			Hydroptilidae	6
			Limnephilidae	7
			Atriplectididae	10
			Odontoceridae	10
			Calamoceratidae	10
			Leptoceridae	8
			Anomalopsychidae	10
			Helicopsychidae	10
		Lepidoptera	Crambidae	4
		Diptera	Tipulidae	5
			Limoniidae	4
			Blephariceridae	10
			Psychodidae	3
			Chironomidae	2
			Ceratopogonidae	4
			Simuliidae	5
			Dixidae	4
			Culicidae	2
			Athericidae	10
			Tabanidae	4
			Dolichopodidae	4
			Empididae	4
			Syrphidae	1
			Muscidae	2
			Stratiomyidae	4

Fuente: Adaptado de Ríos Touma et al. 2014, del BMWP Roldán-Pérez 2016 y Acosta et al. 2009

Para conocer la calidad de agua en este caso se utilizará los siguientes rangos en base al puntaje de familias.

Tabla 7-61. Calidad de agua a partir del Índice Biótico Andino-Amazónico (AAMBI)

AAMBI	Integridad ecológica
>121	Excelente
90-120	Muy Buena
50-89	Buena
36-49	Regular
<35	Mala

Fuente: Adaptado de Ríos Touma et al. 2014, del BMWP Roldán-Pérez 2016 y Acosta et al. 2009

La principal ventaja del índice AAMBI es que permite utilizar a los invertebrados como indicadores de calidad de agua e integridad ecológica, a partir de información taxonómica a nivel de Familia y es específico para las zonas Andino-Amazónicas entre 200 y 4000 m de elevación. Además, la metodología requiere solo de datos cualitativos (presencia o ausencia de familias), lo que hace de ella una alternativa económica, sencilla y que requiere de poca inversión de tiempo. El índice AAMBI también le permite calcular otros valores con los datos de los invertebrados recolectados, que le ayudarán a entender aún mejor al ecosistema acuático que está evaluando. Usted puede registrar:

- El número total de familias de la muestra (o riqueza específica S), que es la diversidad de invertebrados que hay en el río.
- El número total de individuos en la muestra (o abundancia N), que nos permiten evaluar la abundancia de las diferentes familias.
- El número de familias EPT, que se refiere al número familias que hay de los órdenes Ephemeroptera (E), Plecoptera (P) y Trichoptera (T).

Este número es útil porque las familias de estos tres órdenes generalmente son más sensibles a la contaminación y, por tanto, un mayor porcentaje de estas familias puede ser un indicativo general de que el río está en mejor estado (Encalada, y otros, 2019).

7.2.7.6.9.3 Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)

Este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados acuáticos que son indicadores de la calidad del agua, debido a que son reconocidas ampliamente como especies de alta fragilidad. Estos grupos son: Ephemeroptera “moscas de mayo”, Plecoptera “moscas de piedra” y Trichoptera “frigánea”.

Para la realización del análisis de este índice, primeramente, se procede a colocar en una columna la clasificación de los organismos, en la siguiente columna se coloca la abundancia; es decir, el número de individuos encontrados, y en la última columna se colocan los EPT presentes. Seguido a esto, se dividen los EPT presentes para la abundancia total, obteniendo un valor, él mismo que será multiplicado por el 100% (Carrera & Fierro, 2001).

El resultado se compara con una tabla de calificaciones de la calidad del agua que va de muy buena a mala calidad (tabla siguiente).

Tabla 7-62. Clases de Calidad de Agua, Valores EPT

% EPT	Calidad del Agua
75 – 100	Muy Buena
50 – 74	Buena
25 – 49	Regular
0 – 24	Mala

Fuente: Carrera & Fierro, 2001 /Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.6.10 Nitro Trófico

Determinado por el papel que juegan cada una de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados, en la dinámica fluvial de acuerdo a las características alimenticias (Roldán, 2003).

7.2.7.6.11 Distribución Vertical

En ecosistemas acuáticos, la estratificación depende sobre todo de la luz y del agua. Los macroinvertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie, en el fondo o nadar libremente; de ahí

que reciban diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación. Los estratos tomados en cuenta son los siguientes:

- Neuston: Se refiere a los organismos que viven sobre las superficies del agua caminando, patinando o brincando (Roldán, 2003).
- Necton: Está conformado por todos aquellos organismos que nadan libremente en el agua (Roldán, 2003).
- Bentos: Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de los ríos, lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos, resto de vegetación y sustratos similares (Roldán, 2003).

7.2.7.6.12 Morfoespecies de interés

Morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos que por su alta sensibilidad o por su inusual registro, son de interés para posteriores estudios (Roldán, 2003).

7.2.7.6.13 Sensibilidad y Morfoespecies indicadoras

Morfoespecies macrobentónicas de grupos específicos que presentan alta sensibilidad a las alteraciones que se pueden dar en los cuerpos de agua. Para determinar la sensibilidad y familias Indicadoras, los valores van de 1 a 10, de acuerdo al Índice BMWP/Col. La siguiente tabla, ilustra cada uno de los rangos:

Tabla 7-63. Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos por Valor BMWP/COL

Rango	Interpretación
1 a 3	Baja sensibilidad
4 a 7	Mediana sensibilidad
8 a 10	Alta sensibilidad

Fuente: Roldán, 2003 /Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.6.14 Áreas sensibles

La sensibilidad es el grado de vulnerabilidad de una determinada área frente a una acción, que conlleva impactos, efectos o riesgos. La mayor o menor sensibilidad dependerá de las condiciones o estado ambiental del área. Al cuerpo de agua se le asignará una categoría de sensibilidad de acuerdo con su BMWP/Col (Roldán, 2003), modificado para los criterios de sensibilidad, tal como se observa en la tabla siguiente.

Tabla 7-64. Sensibilidad de los Cuerpos de Agua Según el Índice BMWP/COL

Puntaje total del índice BMWP/COL	Significado	Sensibilidad
Más de 151	Aguas de Buena Calidad	Alta
Valores entre 16 a 150	Aguas de Mediana Calidad	Media
Menos de 15	Aguas de Mala Calidad	Baja

Fuente: Roldán, 2003 /Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.6.15 Estado de Conservación

El estado de conservación de los macroinvertebrados acuáticos será verificado mediante La Lista Roja de Especies Amenazadas de la (UICN, 2023) y en las listas del Convenio sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2023).

7.2.7.6.16 Uso del Recurso

De acuerdo a la información proporcionada por los pobladores de las áreas aledañas a los cuerpos de agua, se determinará si las morfoespecies registradas presentan algún uso ya sea comercial o de consumo. Y a su vez si los sistemas hídricos muestreados tienen algún uso (actividades agrícolas, domésticas, etc.), para la comunidad y especies de fauna en general.

7.2.7.7 Resultados

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en los cursos de agua pertenecientes al área de estudio.

7.2.7.7.1 Generales

El presente estudio contempló cuatro cursos de agua para su análisis, estos son considerados sistemas lóticos con buenos niveles de oxigenación y requerimientos para el establecimiento de macroinvertebrados de diferentes niveles de sensibilidad, los cuales se detallan en el presente inventario; registrándose así una riqueza de 63 taxones y una abundancia de 342 individuos, los mismos que se agruparon en 38 familias, 11 órdenes, cuatro clases y tres phyllums (Figura siguiente).

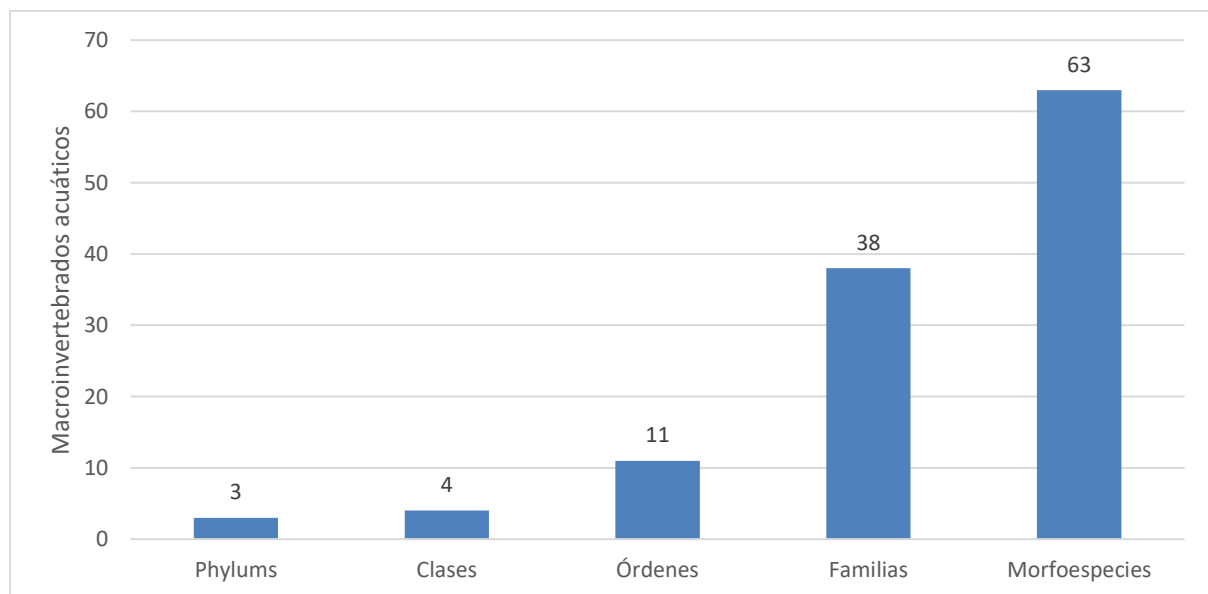


Figura 7-65. Riqueza Global de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Monitoreo

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

La siguiente tabla detalla las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio con su respectiva abundancia.

Tabla 7-65. Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos Registradas

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Total
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Haplotaxidae	Haplotaxidae n.d.	Lombriz	1
			Tubificidae	<i>Tubifex</i> sp.	Lombriz	1
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	<i>Dugesia</i> sp.	Planaria	2
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium brasiliense</i>	Camarón de agua dulce	54
	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Derallus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
			Elmidae	<i>Notelmis</i> sp.	Escarabajo acuático	1
				<i>Disersus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	2
				<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	4
				<i>Phanocerus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
				<i>Xenelmis</i> sp.(larva)	Escarabajo acuático	2
			Curculionidae	<i>Dendroctonus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
			Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	16
				<i>Ptilodactyla</i> sp.	Escarabajo acuático	2
			Scirtidae	<i>Prionocyphon</i> sp.	Escarabajo acuático	1
				<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	1
			Dryopidae	<i>Pelonomus</i> sp.	Escarabajo acuático	2
		Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	10
			Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.	Zancudo ciego	2
				<i>Ablabesmyia</i> sp.	Zancudo ciego	4
				Chironomidae n.d.	Zancudo ciego	1
				Sub. Orthocladinae	Zancudo ciego	1
			Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	1
		Hemiptera	Gerridae	Gerridae n.d.	Patinador	1
				<i>Brachymetra</i> sp.	Patinador	7
				<i>Brachymetra</i> sp.1	Patinador	1
				<i>Potamobates</i> sp.	Patinador	7
			Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	5

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Total
		Odonata	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	1
			Gomphidae	<i>Progomphus</i> sp.	Libélula	13
				<i>Agriogomphus</i> sp.	Libélula	1
				<i>Ophiogomphus</i> sp.	Cola de serpiente verde	1
			Megapodagrionidae	<i>Heteragrion</i> sp.	Caballito del diablo	3
				<i>Heteropodagrion</i> sp.	Caballito del diablo	1
			Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> sp.	Caballito del diablo	4
			Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	Libélula	2
			Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	Caballito del diablo	11
			Aeshnidae	<i>Aeshna</i> sp.	Libélula	1
			Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp.	Caballito del diablo	1
			Platysticidae	<i>Palaemnema</i> sp.	Caballito de la sombra	7
		Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	5
			Sialidae	<i>Sialis</i> sp.	Siálido	1
		Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Haplohyphes</i> sp.	Efímera	2
			Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	11
				<i>Terpides</i> sp.	Efímera	1
				Leptophlebiidae n.d.	Efímera	2
				<i>Farrodes</i> sp.	Efímera	2
				<i>Hagenulopsis</i> sp.	Efímera	1
			Euthyplociidae	<i>Campylocia anceps</i>	Efímera	12
		Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	Mosca de la piedra	6
				<i>Anacroneuria</i> sp.1	Mosca de la piedra	1
				<i>Anacroneuria</i> sp.2	Mosca de la piedra	3
		Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanatolica</i> sp.	Frigánea	1
				<i>Triplectides</i> sp.	Frigánea	1
			Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	Mosca Hiladora	6
			Hydropsychidae	<i>Smicridae</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	8
				<i>Macrostemum</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	12

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Total
				<i>Leptonema</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	28
				<i>Macronema</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	5
			Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	1
			Odontoceridae	<i>Marilia</i> sp.	Frigánea	1
			Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	46
			Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	Frigánea	7
			Antipodoeciidae	Antipodoeciidae n.d.	Frigánea	1
3	4	11	38	63		342

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.2 Curva de Dominancia de morfoespecies

El análisis de la curva dominancia – diversidad, determinó que la morfoespecie con mayor abundancia fue *Macrobrachium brasiliense*, con 54 individuos ($P_i = 0,158$); seguida de *Chimarra* sp. con 46 individuos ($P_i = 0,135$); continuando con *Leptonema* sp., con 28 individuos ($P_i = 0,082$); *Anchytarsus* sp., registró una abundancia de 16 individuos ($P_i = 0,047$); el resto de morfoespecies (59) registraron entre uno y 13 individuos, es decir, a partir de $P_i = 0,038$ empezó a mostrar un descenso (Figura siguiente).

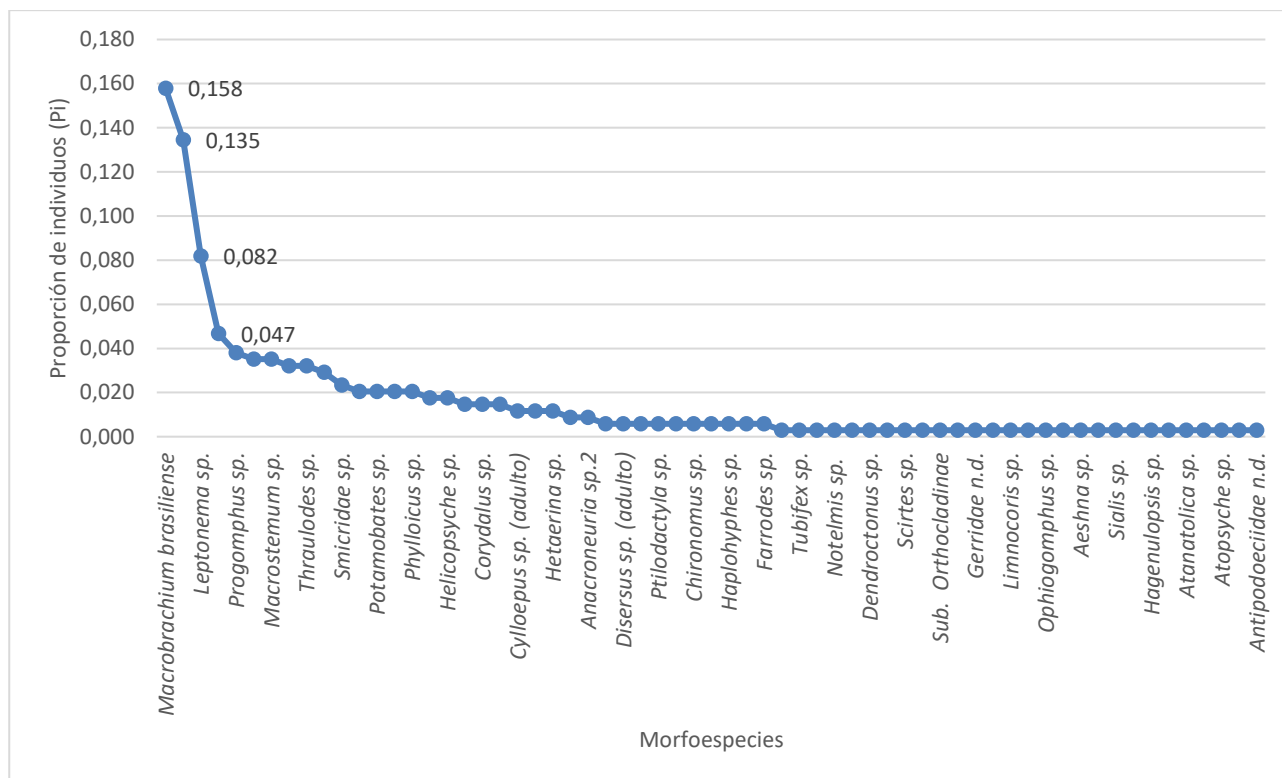


Figura 7-66. Dominancia - Diversidad de Macroinvertebrados Registrados

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.3 Abundancia Relativa

La figura siguiente presenta los porcentajes en cuanto a la abundancia relativa, siendo así que se registraron como raras (**R**) a 40 morfoespecies (63%), destacándose a: Haplotaxidae n.d., *Tubifex* sp., *Dugesia* sp., *Derallus* sp., *Notelmis* sp., *Disersus* sp. (adulto), *Phanocerus* sp. (adulto), *Xenelmis* sp. (larva), *Dendroctonus* sp., *Ptilodactyla* sp., *Prionocyphon* sp., *Scirtes* sp., *Pelonomus* sp., *Chironomus* sp., Chironomidae n.d., Sub. Orthocladinae, *Simulium* sp., Gerridae n.d., *Brachymetra* sp.1, *Limnocois* sp., *Agriogomphus* sp., *Ophiogomphus* sp., *Heteragrion* sp., *Heteropodagrion* sp., *Macrothemis* sp., *Aeshna* sp., *Argia* sp., *Sialis* sp., *Haplohyphes* sp., *Terpides* sp., *Leptophlebiidae* n.d., *Farrodes* sp., *Hagenulopsis* sp., *Anacroneuria* sp.1, *Anacroneuria* sp.2, *Atanatolica* sp., *Triplectides* sp., *Atopsyche* sp., *Marilia* sp. Y Antipodoeciidae n.d.; seguido de las morfoespecies comunes (**Co**) con el 21%, es decir, 13 morfoespecies (*Cylloepus* sp. (adulto), *Ablabesmyia* sp., *Brachymetra* sp., *Potamobates* sp., *Rhagovelia* sp., *Hetaerina* sp., *Palaemnema* sp., *Corydalus* sp., *Anacroneuria* sp., *Helicopsyche* sp., *Smicridae* sp., *Macronema* sp. y *Phylloicus* sp.); por su parte *Anchytarsus* sp., *Hexatoma* sp., *Progomphus* sp., *Polythore* sp., *Thraulodes* sp., *Campylocia anceps*, *Macrostemum* sp., *Leptonema* sp. y *Chimarra* sp. fueron catalogadas como abundantes (**A**), con el 14%. Mientras que con el porcentaje más bajo se agrupó a la categoría dominante (**Do**), con el 2%; una morfoespecie "*Macrobrachium brasiliense*".

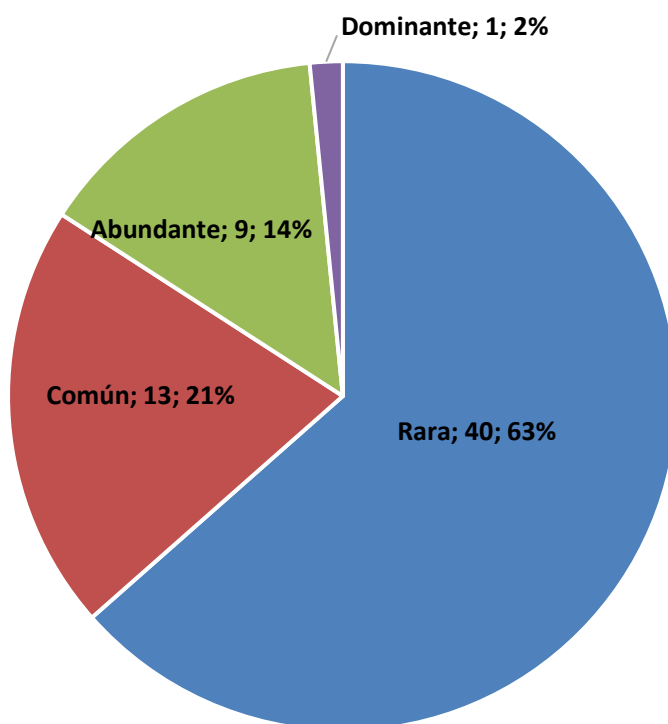


Figura 7-67. Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Registrados en el Área de Monitoreo

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.4 Diversidad

Los índices de diversidad aplicados al área de estudio en general, permiten observar que Shannon – Wiener, registra un valor de 3,42 Bits/ind, sensibilidad alta, es decir, ambientes con bajos niveles de impacto; por su parte Simpson registró un valor de 0,94 Bits/ind, (dominancia alta). Estos resultados son un indicador de las buenas condiciones que registran los cursos de agua del Proyecto.

En cuanto a la aplicación de los índices de diversidad para cada uno de los puntos de muestreo se determina que, IC001, IC002, IAC003 y IAC004, registraron valores del índice de Shannon – Wiener entre 2,54 Bits/ind y 3,31 Bits/ind, es decir, sensibilidades entre alta y media; en cuanto a la aplicación del índice de Simpson se determina una alta dominancia, la misma que se encuentra relacionada con la presencia de individuos, por su parte la equitatividad se registra un valor del 90%, es decir, que en los cursos de agua muestreados se observa homogeneidad en la composición de morfoespecies (Tabla siguiente). De manera general se puede decir que los resultados presentados son un indicador de las buenas condiciones ambientales que registran los cuerpos agua, lo cual se ve reflejado en el presente inventario, donde las morfoespecies registradas son consideradas tanto sensibles, así como tolerantes.

Tabla 7-66. Diversidad de los Macroinvertebrados Acuáticos Registrados

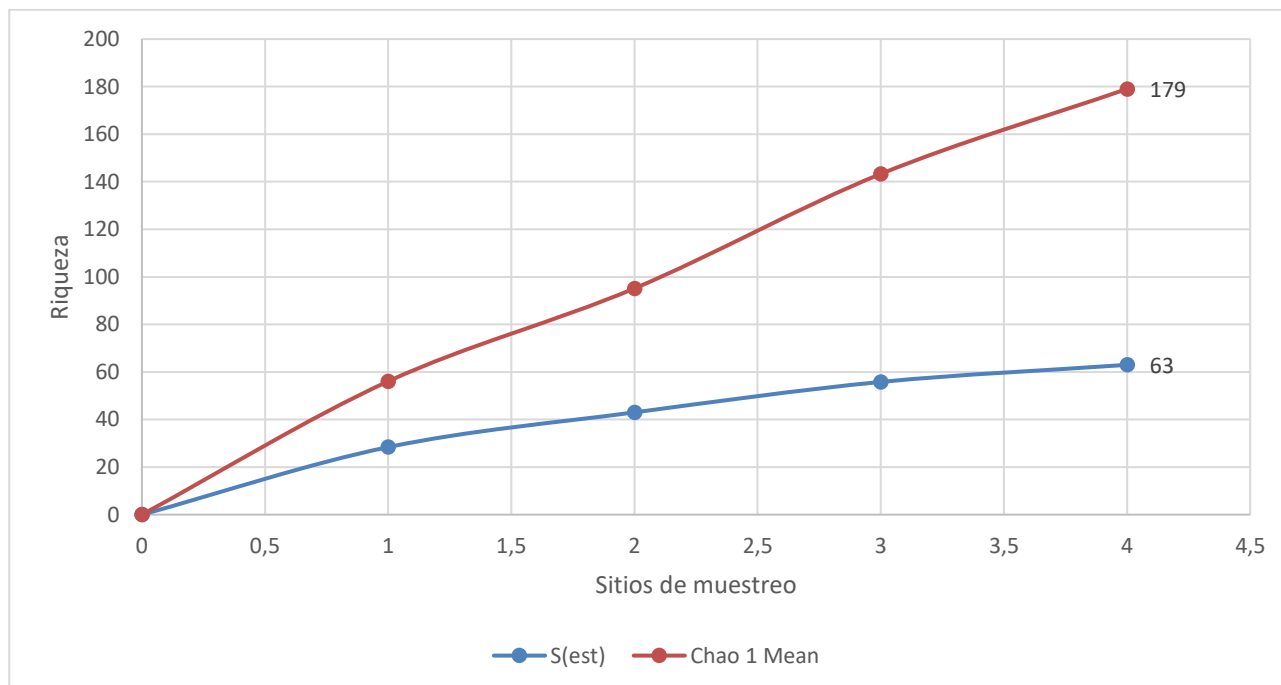
Código	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Equitabilidad (J)	Índice Shannon-Wiener (H')	Interpretación	Índice de Simpson (1-D)	Interpretación
IC001	28	89	0,84	2,80	Mediana diversidad	0,88	Diversidad alta
IC002	28	116	0,82	2,74	Mediana diversidad	0,89	Diversidad alta
IAC003	26	70	0,97	3,15	Alta diversidad	0,95	Diversidad alta
IAC004	30	67	0,97	3,31	Alta diversidad	0,95	Diversidad alta

Simbología: IAC - IC= Punto de Muestreo Macroinvertebrados Acuáticos; 01-04: Número de puntos de muestreo.

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.5 Índice de Chao 1 y Curva de Acumulación de Especies

La figura siguiente, determina que la curva de acumulación de morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos se encuentra en crecimiento por lo cual aún dista de alcanzar la asíntota. Por su parte el número de morfoespecies estimadas por el índice no paramétrico Chao 1 fue de 179; valor mayor que el registrado en los cuatro cuerpos de agua analizados (63 morfoespecies), lo que indica que, en el área de estudio, se ha registrado el 35% aproximadamente de las morfoespecies. Esto significa que, con este esfuerzo de muestreo, se registró una parte de la riqueza local de macroinvertebrados acuáticos, usando la técnica de colección con Red D-net, como metodología de muestreo; no obstante, existe la probabilidad de que al incrementar las áreas de muestreo se pueda llegar a los valores esperados de morfoespecies.


Figura 7-68. Curva de Acumulación y Chao 1 de Macroinvertebrados Acuáticos

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.6 Similitud

Al hacer un análisis del clúster de similitud Jaccard (Figura siguiente), se observa que los puntos IC001 e IC002, comparten una similitud del 33%, es decir, 14 morfoespecies en común. Entre el IC001 e IAC003; IC002 e

IAC003 y IC002 e IAC004, se registran valores del 32% de similitud para cada uno; por su parte IC001 e IAC004 y IAC003 e IAC004, presentaron valores entre el 19% y 29% respectivamente. El presente análisis permite determinar que las áreas muestreadas presentan una buena disponibilidad de hábitats y alimento, lo cual favorece a la presencia de una gama de macroinvertebrados, entre los cuales se destaca la buena representatividad de organismos de sensibles.

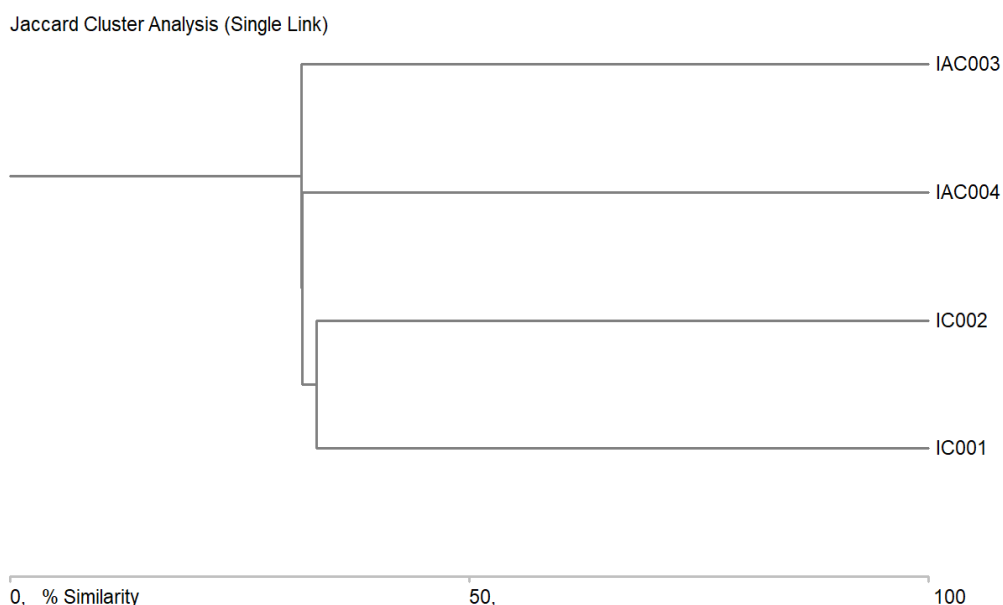


Figura 7-69. Similitud Jaccard Aplicado a los Diferentes Cuerpos de Agua Muestreados

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

La tabla siguiente detalla la similitud registrada en las áreas muestreadas.

Tabla 7-67. Valores de Similitud Jaccard de los Puntos Muestreados

	IC001	IC002	IAC003	IAC004
IC001	*	33	32	29
IC002	*	*	32	32
IAC003	*	*	*	19
IAC004	*	*	*	*

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.7 Análisis por Punto de Muestreo

7.2.7.7.7.1 IC001 Estero S/N

7.2.7.7.7.1.1 Riqueza

En el punto de muestreo IC001, se registraron 89 individuos pertenecientes a un phylum, dos clases, nueve órdenes, 22 familias y 28 morfoespecies (Figura siguiente).

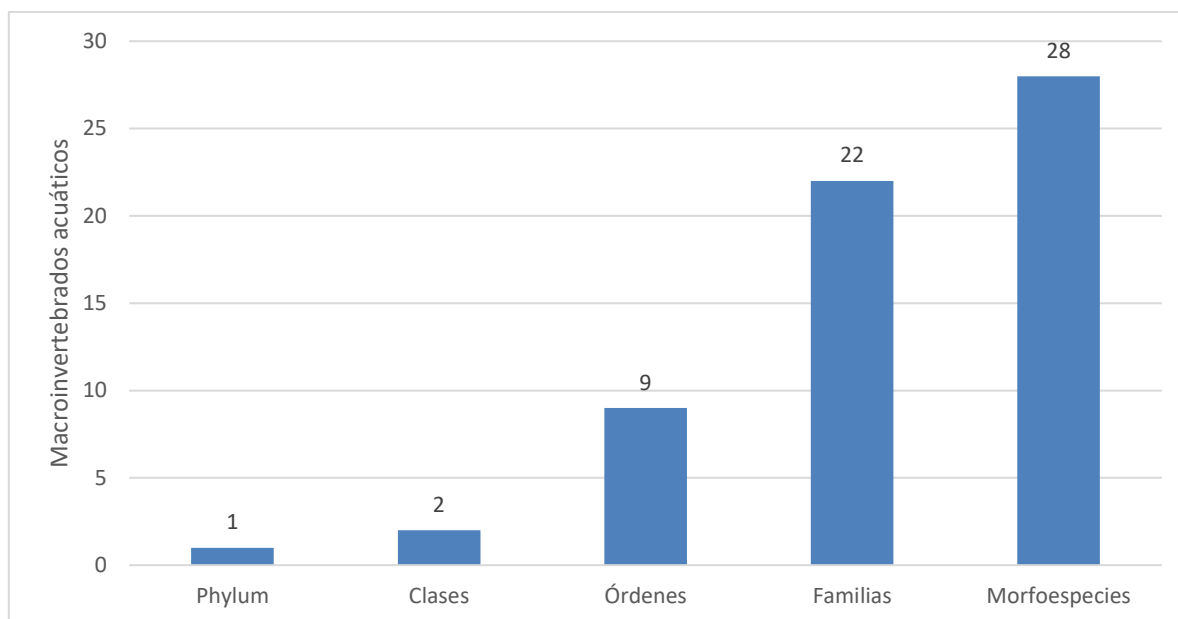


Figura 7-70. Riqueza de Macroinvertebrados en el punto de Muestreo IC001

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

A nivel de órdenes, los más representativos fueron Coleoptera y Trichoptera con seis morfoespecies cada una, seguida de Odonata con cinco morfoespecies; continuando, con cuatro morfoespecies se catalogó a Hemiptera; mientras que el resto de los órdenes (cinco), registraron entre una y dos morfoespecies respectivamente. En cuanto a familias, la más dominante fue Elmidae con cuatro morfoespecies, con dos morfoespecies se agrupó a: Gerridae, Leptophlebiidae e Hydropsychidae; por su parte el resto de las familias (18), presentaron una morfoespecie respectivamente.

De acuerdo con lo señalado por Bode, 1988; el cuerpo de agua se considera un sitio no impactado.

La tabla siguiente, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 7-68. Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo IC001

Filo Animal	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium brasiliense</i>	Camarón de agua dulce	27
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Derallus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Phanocerus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Xenelmis</i> sp.(larva)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	3
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	3
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomidae n.d.	Zancudo ciego	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	<i>Brachymetra</i> sp.	Patinador	3
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	<i>Potamobates</i> sp.	Patinador	2
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	<i>Progomphus</i> sp.	Libélula	5
Arthropoda	Insecta	Odonata	Megapodagrionidae	<i>Heteragrion</i> sp.	Caballito del diablo	3
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> sp.	Caballito del diablo	4

Filo Animal	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Odonata	Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	Caballito del diablo	3
Arthropoda	Insecta	Odonata	Aeshnidae	<i>Aeshna</i> sp.	Libélula	1
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	Mosca de la piedra	2
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanotolica</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	Mosca Hiladora	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridae</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Macrostemum</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	3
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	14
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	Frigánea	2
1	2	9	22	28		89

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.1.2 Dominancia-Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 89 individuos, de las cuales *Macrobrachium brasiliense*, con 27 individuos ($P_i = 0,303$), fue considerada como la más representativa; seguida de *Chimarra* sp., con 14 individuos ($P_i = 0,157$) respectivamente; continuando con cinco individuos, es decir $P_i = 0,056$, se catalogó a *Progomphus* sp.; mientras que el resto de morfoespecies (25), a partir de $P_i = 0,045$, empezó a mostrar un descenso (Figura siguiente).

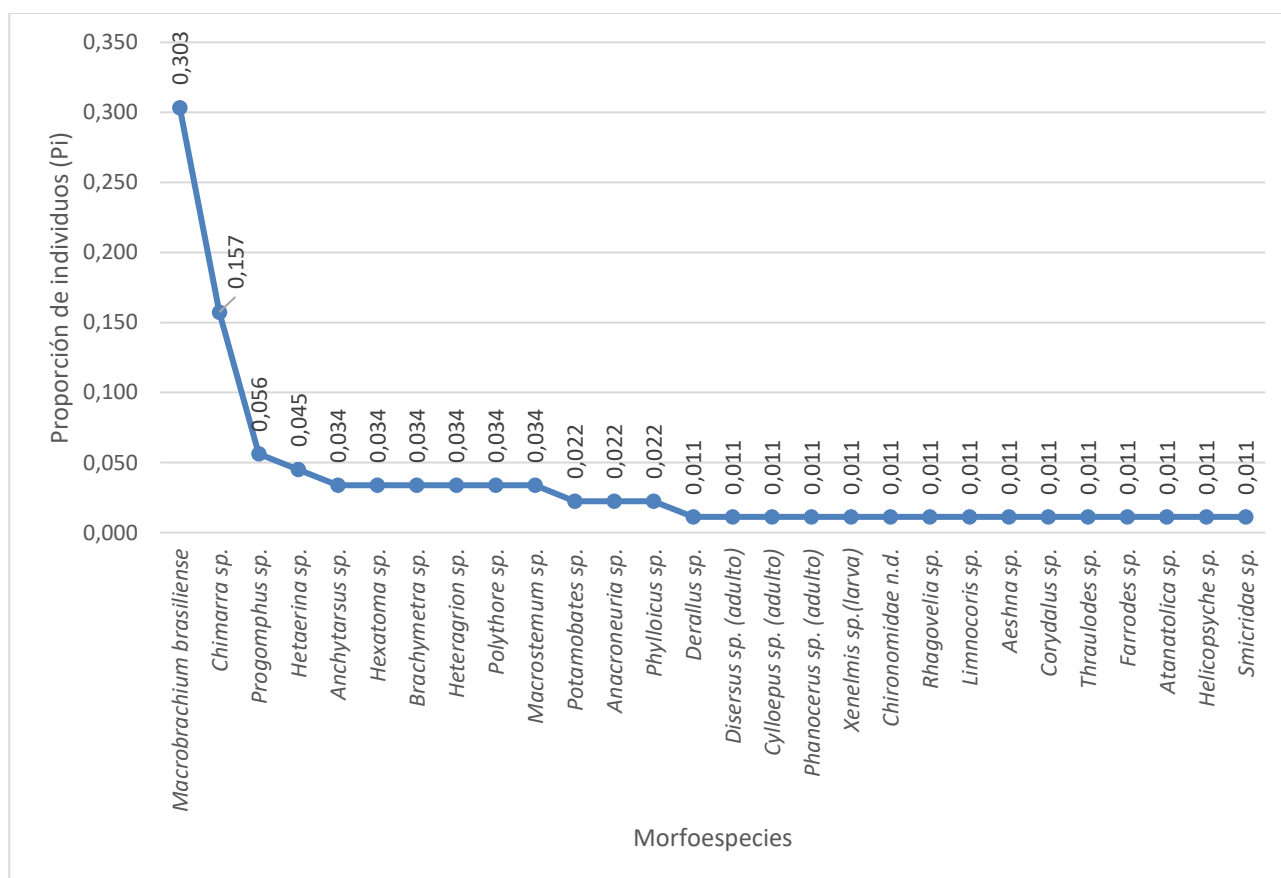


Figura 7-71. Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados en IC001

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.2.2 IC002 Estero S/N

7.2.7.7.2.2.1 Riqueza

En el punto de muestreo IC002, se registraron 116 individuos pertenecientes a dos phylum, tres clases, 10 órdenes, 23 familias y 28 morfoespecies (Figura siguiente).

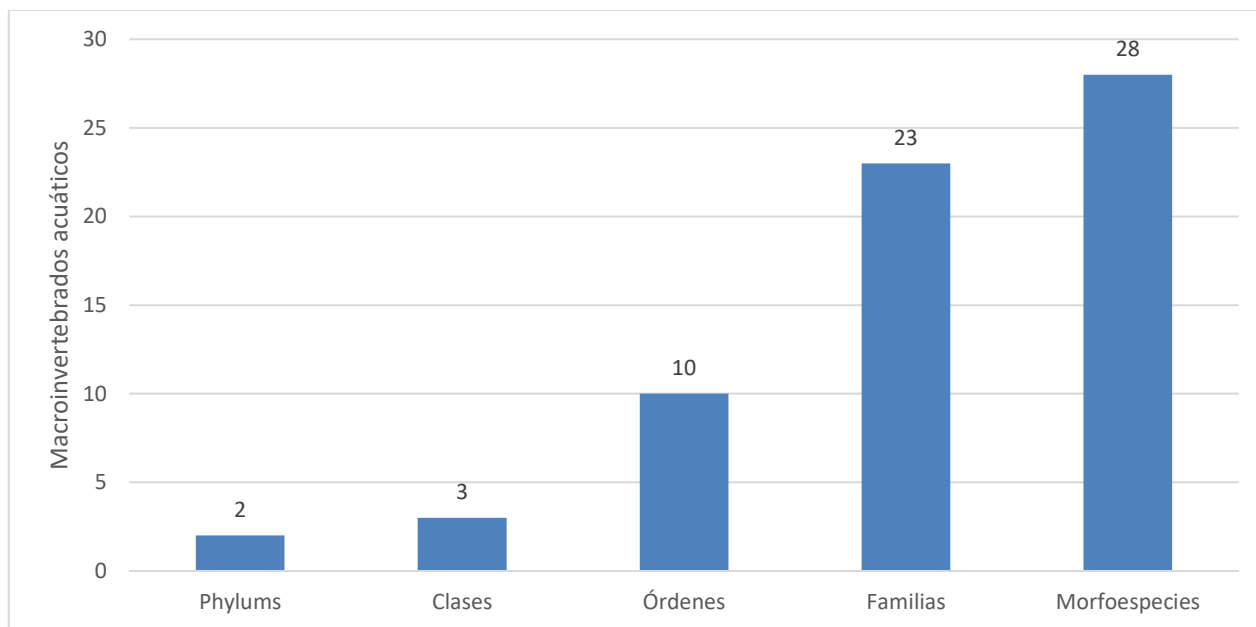


Figura 7-72. Riqueza de Macroinvertebrados en el punto de Muestreo IC002

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

A nivel de órdenes, el más representativo fue Trichoptera con siete morfoespecies, seguida de Coleoptera con cinco morfoespecies; continuando, con cuatro morfoespecies se catalogó a Diptera y Ephemeroptera; mientras que el resto de los órdenes (seis), registraron entre una y dos morfoespecies respectivamente. En cuanto a familias, la más dominante fue Hydropsychidae con tres morfoespecies, con dos morfoespecies se agrupó a: Leptophlebiidae, Chironomidae y Elmidae; por su parte el resto de las familias (19), presentaron una morfoespecie cada una.

De acuerdo con lo señalado por Bode, 1988; el cuerpo de agua se considera un sitio no impactado.

La tabla siguiente, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 7-69. Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo IC002

Filo Animal	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	<i>Dugesia</i> sp.	Planaria	2
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium brasiliense</i>	Camarón de agua dulce	11
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	9
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Prionocyphon</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dryopidae	<i>Pelonomus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	2
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.	Zancudo ciego	2
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Ablabesmyia</i> sp.	Zancudo ciego	1

Filo Animal	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	<i>Potamobates</i> sp.	Patinador	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	2
Arthropoda	Insecta	Odonata	Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	Caballito del diablo	6
Arthropoda	Insecta	Odonata	Platysticidae	<i>Palaemnema</i> sp.	Caballito de la sombra	6
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	Perro de agua	3
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Haplohyphes</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	5
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Euthyplociidae	<i>Campylocia anceps</i>	Efímera	2
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	Mosca de la piedra	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	Mosca Hiladora	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Macrostemum</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	3
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	20
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Macronema</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	29
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Antipodoeciidae	Antipodoeciidae n.d.	Frigánea	1
2	3	10	23	28		116

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.2.2 Dominancia-Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 116 individuos, de las cuales *Chimarra* sp. con 29 individuos ($P_i = 0,250$), fue considerada como la más representativa; seguida de *Leptonema* sp., con 20 individuos ($P_i = 0,172$) respectivamente; continuando con 11 individuos, es decir $P_i = 0,095$, se catalogó a *Macrobrachium brasiliense*; mientras que el resto de morfoespecies (25), a partir de $P_i = 0,078$, empezó a mostrar un descenso (Figura siguiente).

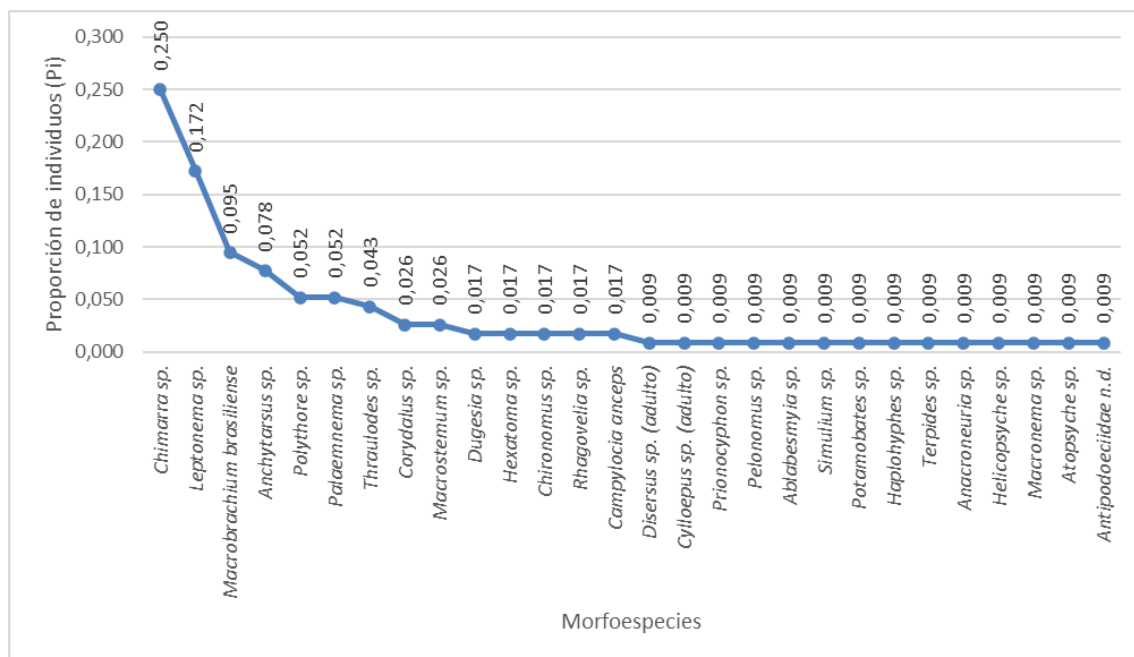


Figura 7-73. Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados en IC002

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.3 IAC003 Brazo del río Chucapi

7.2.7.7.3.1 Riqueza

En el punto de muestreo IAC003, se registraron 70 individuos pertenecientes a dos phyllums, tres clases, 10 órdenes, 19 familias y 26 morfoespecies (Figura siguiente).

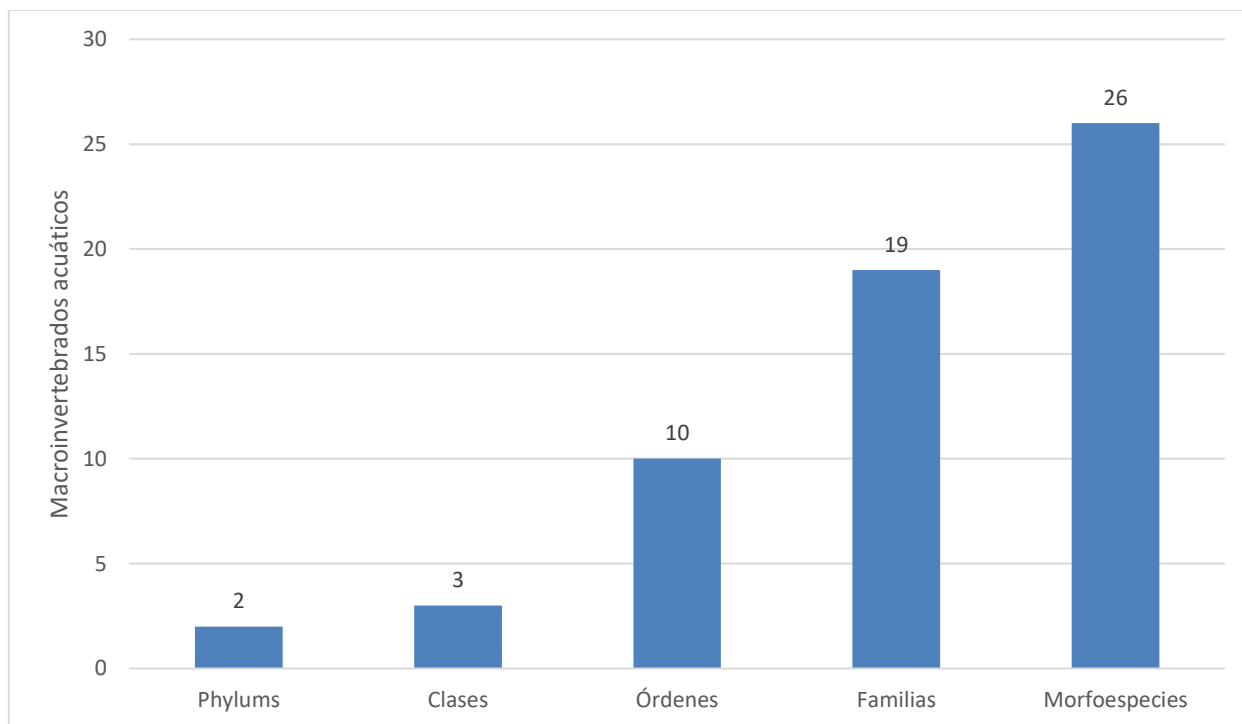


Figura 7-74. Riqueza de Macroinvertebrados en el punto de Muestreo IAC003

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

A nivel de órdenes, el más representativo fue Trichoptera con seis morfoespecies, seguida de Odonata y Ephemeroptera con cuatro morfoespecies; continuando, con tres morfoespecies se catalogó a Coleoptera y Plecoptera; mientras que el resto de los órdenes (cinco), registraron entre una y dos morfoespecies respectivamente. En cuanto a familias, la más dominante fue Perlidae con tres morfoespecies, con dos morfoespecies se agrupó a: Elmidae, Chironomidae, Gomphidae, Leptophlebiidae e Hydropsychidae; por su parte el resto de las familias (13), presentaron una morfoespecie cada una.

De acuerdo con lo señalado por Bode, 1988; el cuerpo de agua se considera un sitio levemente impactado.

La tabla siguiente, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 7-70. Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo IAC003

Filo Animal	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Haplotaxidae	Haplotaxidae n.d.	Lombriz	1
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium brasiliense</i>	Camarón de agua dulce	8
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cyloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Xenelmis</i> sp.(larva)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Ptilodactyla</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Ablabesmyia</i> sp.	Zancudo ciego	3
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. Orthocladinae	Zancudo ciego	1

Filo Animal	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	<i>Potamobates</i> sp.	Patinador	3
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	<i>Progomphus</i> sp.	Libélula	6
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	<i>Agriogomphus</i> sp.	Libélula	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Platysticidae	<i>Palaemnema</i> sp.	Caballito de la sombra	1
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Sialidae	<i>Sialis</i> sp.	Siálido	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Haplohyphes</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	3
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Euthyplociidae	<i>Campylocia anceps</i>	Efímera	7
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	Mosca de la piedra	3
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.1	Mosca de la piedra	1
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.2	Mosca de la piedra	3
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Triplectides</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	Mosca Hiladora	3
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridae</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	7
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Macronema</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	4
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	Frigánea	5
2	3	10	19	26		70

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.3.2 Dominancia-Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 70 individuos, de las cuales *Macrobrachium brasiliense*, con ocho individuos ($P_i = 0,114$), fue considerada como la más representativa; seguida de *Campylocia anceps* y *Smicridae* sp. con siete individuos ($P_i = 0,100$) cada una; continuando con seis individuos, es decir $P_i = 0,086$, se catalogó a *Progomphus* sp.; mientras que el resto de morfoespecies (22), a partir de $P_i = 0,071$, empezó a mostrar un descenso (Figura siguiente).

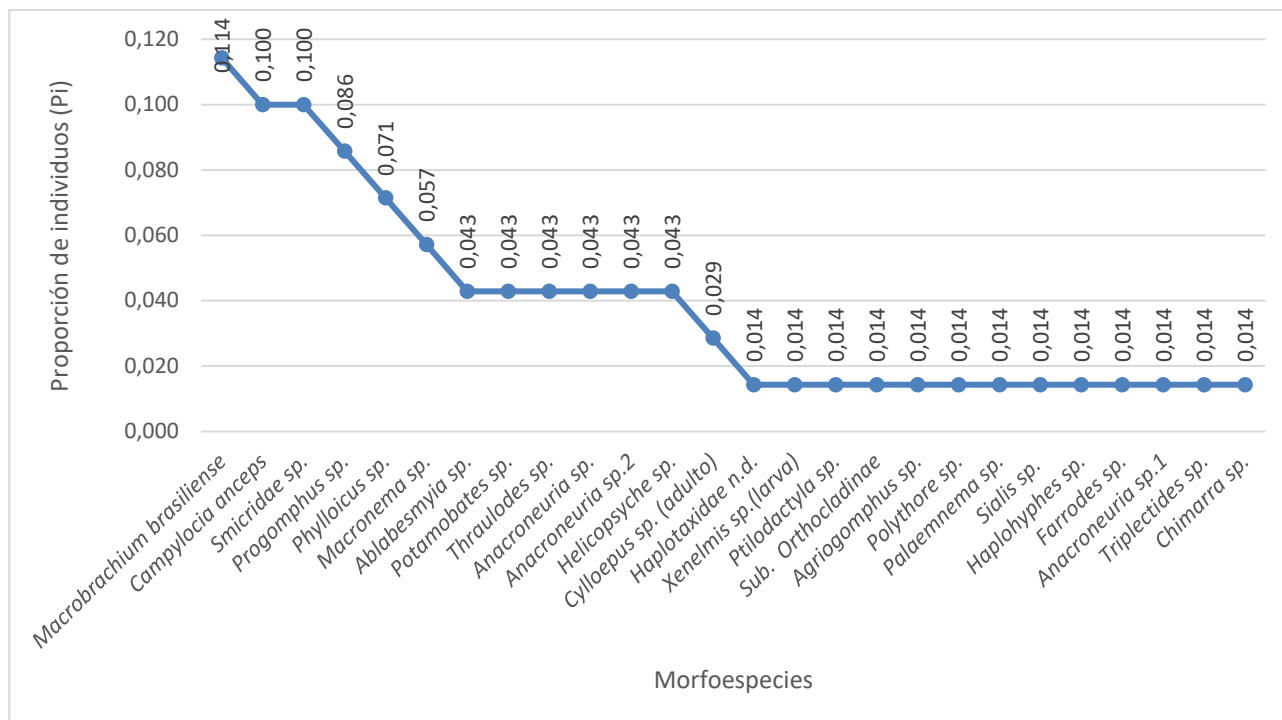


Figura 7-75. Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados en IAC003

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.4 IAC004 Estero S/N

7.2.7.7.4.1 Riqueza

En el punto de muestreo IAC004, se registraron 67 individuos pertenecientes a dos phyllums, tres clases, nueve órdenes, 22 familias y 30 morfoespecies (Figura siguiente).

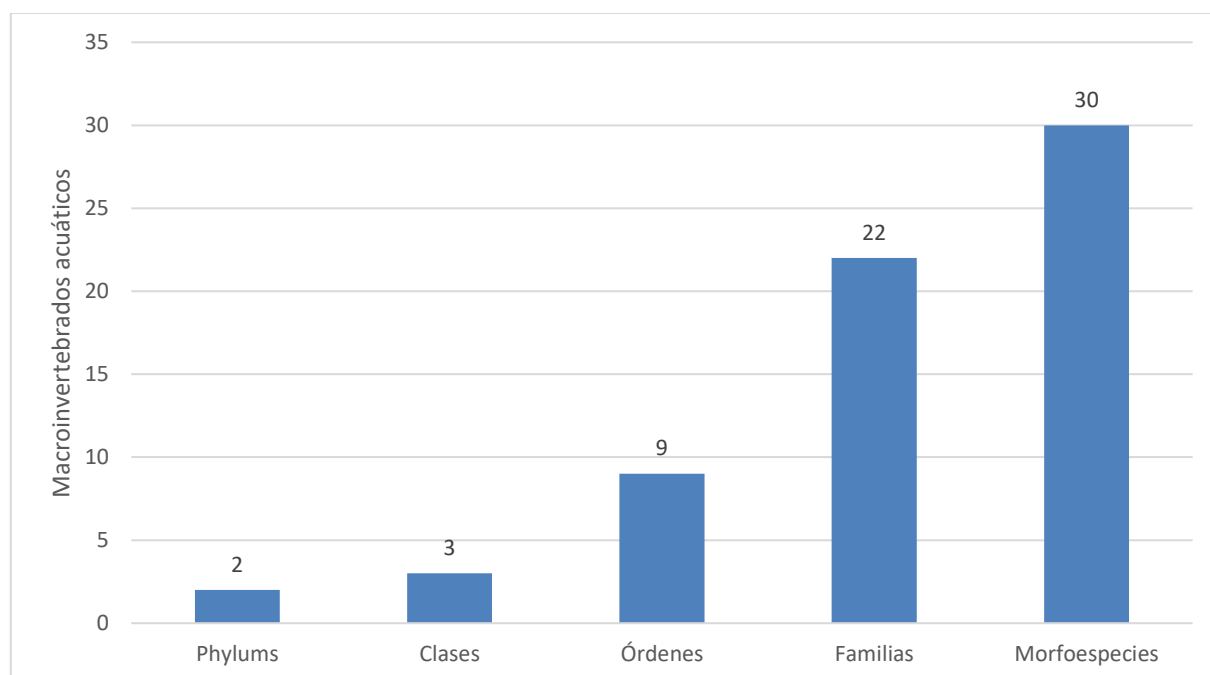


Figura 7-76. Riqueza de Macroinvertebrados en el punto de Muestreo IAC004

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

A nivel de órdenes, los más representativos fueron Coleoptera y Odonata con seis morfoespecies cada una, seguida de Hemiptera y Trichoptera con cinco morfoespecies respectivamente; continuando, con cuatro morfoespecies se catalogó a Ephemeroptera; mientras que el resto de los órdenes (cuatro), registraron una morfoespecie. En cuanto a familias, la más dominante fue Gerridae con cuatro morfoespecies, con tres morfoespecies se agrupó a: Leptophlebiidae; por su parte el resto de las familias (20), presentaron entre una y dos morfoespecies respectivamente.

De acuerdo con lo señalado por Bode, 1988; el cuerpo de agua se considera un sitio no impactado.

La tabla siguiente, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 7-71. Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo IAC004

Filo Animal	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex</i> sp.	Lombriz	1
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium brasiliense</i>	Camarón de agua dulce	8
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Notelmis</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Dendroctonus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	4
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Ptilodactyla</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dryopidae	<i>Pelonomus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	5
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	Gerridae n.d.	Patinador	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	<i>Brachymetra</i> sp.	Patinador	4
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	<i>Brachymetra</i> sp.1	Patinador	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	<i>Potamobates</i> sp.	Patinador	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	2
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	<i>Progomphus</i> sp.	Libélula	2
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	<i>Ophiogomphus</i> sp.	Cola de serpiente verde	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Megapodagrionidae	<i>Heteropodagrion</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	Libélula	2
Arthropoda	Insecta	Odonata	Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	2
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Leptophlebiidae n.d.	Efímera	2
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Hagenulopsis</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Euthyplociidae	<i>Campylocia anceps</i>	Efímera	3
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	Mosca Hiladora	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Macrostemum</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	6
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	8
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Odontoceridae	<i>Marilia</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	2
2	3	9	22	30		67

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.4.2 Dominancia-Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 67 individuos, de las cuales *Macrobrachium brasiliense* y *Leptonema* sp. con ocho individuos ($P_i = 0,119$) cada una, fueron consideradas como las más representativa; seguida de *Macrostemum* sp., con seis individuos ($P_i = 0,090$) respectivamente; continuando con cinco individuos, es decir $P_i = 0,075$, se catalogó a *Hexatoma* sp.; mientras que el resto de morfoespecies (26), a partir de $P_i = 0,060$, empezó a mostrar un descenso (Figura siguiente).

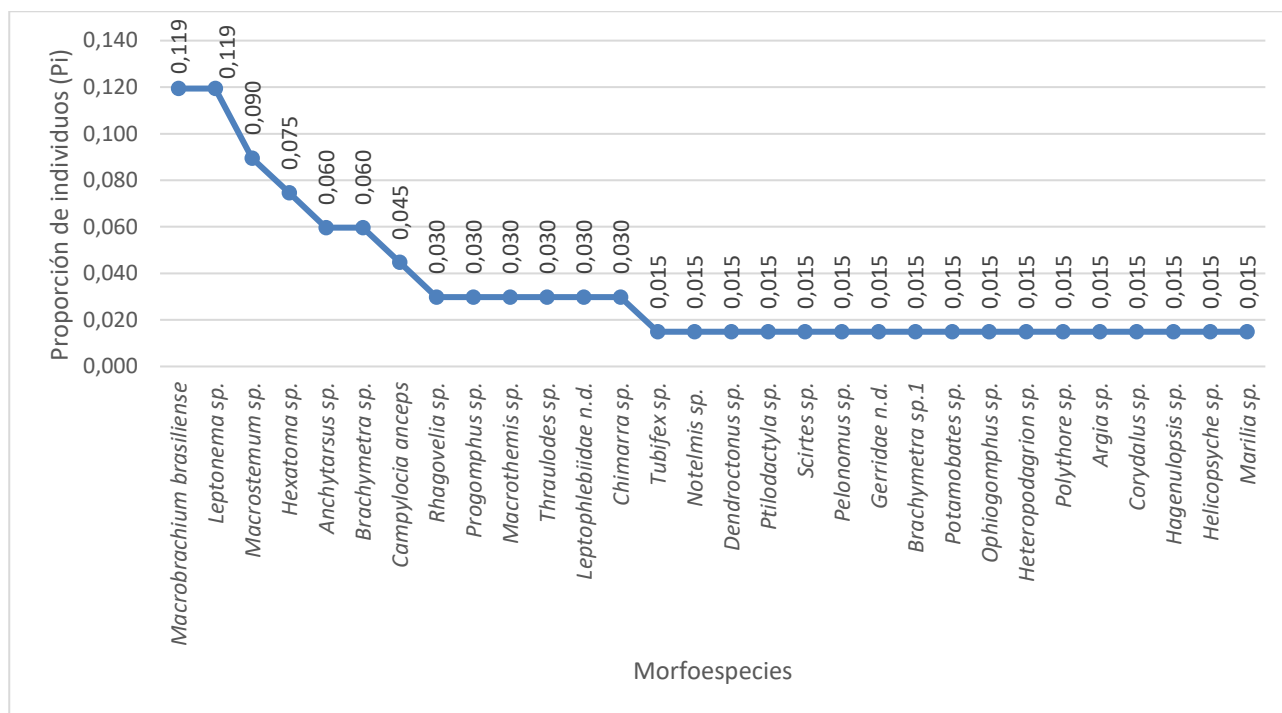


Figura 7-77. Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados en IAC004

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.8 Índices Ecológicos

7.2.7.7.8.1 BMWP/Col

El índice ecológico BMWP/Col (Tabla siguiente), aplicado a los puntos de muestreo, determina que IC001, IC002, IAC003 e IAC004, registraron una clase I, calidad Buena, es decir, Aguas muy limpias a limpias; los resultados obtenidos permiten denotar que en los cursos de agua existe una buena disponibilidad de recursos para el establecimiento y desarrollo de una gama de macroinvertebrados acuáticos, los mismos que se encargan de mantener un balance de la red trófica y por ende el buen funcionamiento del ecosistema acuático.

Tabla 7-72. Índice BMWP/Col en Aplicado a los Cuerpos de Agua Muestreados

Código	Valor del BMWP/Col	Clase	Calidad	Significado
IC001	161	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
IC002	158	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
IAC003	137	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
IAC004	159	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias

Simbología: IAC - IC= Punto de Muestreo Macroinvertebrados Acuáticos; 01-04: Número de puntos de muestreo.

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.8.2 Índice AMMBI

La aplicación del índice AMMBI, determina con una calidad Excelente a los cuerpos de agua IC001, IC002, IAC003 e IAC004, siendo así que los sitios muestreados reflejan condiciones propias de áreas con bajo impacto ambiental y nula presencia de actividades antrópicas.

Tabla 7-73. Índice AAMBI Aplicado a los Cuerpos de Agua Muestreados

Código	Valor AAMBI	Calidad del Agua e Integridad Ecológica
IC001	151	Excelente
IC002	136	Excelente
IAC003	122	Excelente
IAC004	137	Excelente

Simbología: IAC - IC= Punto de Muestreo Macroinvertebrados Acuáticos; 01-04: Número de puntos de muestreo.

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.8.3 Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)

En cuanto a la aplicación del índice EPT, se observa que los puntos de muestreo IC002 e IAC003, presenta un ambiente Bueno; con una calidad Regular se catalogó a IC001 e IAC004. Los presentes resultados se encuentran directamente relacionados con la presencia de órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, mismos que son apropiados para la aplicación de este índice, y a su vez son considerados indicadores del buen estado de conservación de los cuerpos de agua.

La tabla siguiente permite observar la presencia de los órdenes: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en cada uno de los puntos de muestreo.

Tabla 7-74. EPT Registrados en los Puntos de Muestreo

Código	Índice EPT			EPT Total	Interpretación
	Ephemeroptera	Plecoptera	Trichoptera		
IC001	2	2	22	29%	Regular
IC002	9	1	56	57%	Buena
IAC003	12	7	21	57%	Buena
IAC004	8	0	18	39%	Regular

Simbología: IAC - IC= Punto de Muestreo Macroinvertebrados Acuáticos; 01-04: Número de puntos de muestreo.

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.9 Aspectos Ecológicos

La fauna béntica está conformada por todos aquellos organismos que permanecen durante algún ciclo de su vida sujetos al fondo de los ecosistemas acuáticos, especialmente en y bajo sustratos rocosos (grava, gravilla, guijarro) o refugiados en troncos, escombros leñosos o adheridos a macrófitas y residuos vegetales, estos se caracterizan generalmente por presentar uñas o ventosas en sus apéndices, con las cuales se aferran al sustrato o a las plantas acuáticas, tal y como lo hacen algunas larvas de odonatos, para evitar ser arrastrados por el flujo. Otros, como la gran mayoría de Trichópteros, construyen casas con material vegetal o mineral, en forma de diminutos conos, dentro de los cuales encuentran protección y refugio. Algunos efemerópteros cavan túneles en sustratos blandos y otros organismos como las planarias y sanguijuelas, se adhieren a la superficie del sustrato para evitar ser arrastrados por la corriente (Grimaldo, 2004).

Los Coleópteros en su mayoría viven en aguas continentales lólicas y lénticas, representados en ríos, quebradas, riachuelos, charcas, lagunas, aguas temporales, embalses y represas. En los ecosistemas lénticos, como los que se presentan en el área de estudio, se encuentran principalmente en zonas ribereñas (Roldán, 1988).

En cuanto a los Dípteros podemos mencionar que su hábitat es muy variado; se encuentran en ríos, arroyos, quebradas, lagos a todas las profundidades, depósitos de agua e las brácteas de muchas plantas y en orificios de troncos viejos y aún en las costas marinas. Existen representantes de aguas muy limpias Simuliidae y también de contaminadas como Chironomidae (Roldán, 1988).

Los Ephemeropteros viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas; solo algunas morfoespecies parecen resistir cierto grado de contaminación. En general, se consideran indicadores de buena calidad de agua (Roldán, 1988).

Los Hemipteros viven en remansos de ríos y quebradas; pocos resisten las corrientes rápidas. Son frecuentes también en lagos, ciénagas y pantanos. Algunas morfoespecies resisten cierto grado de salinidad y las temperaturas de aguas termales. Son depredadores de insectos acuáticos y terrestres; las morfoespecies más grandes pueden alimentarse de peces pequeños y crustáceos (Roldán, 1988).

Los Plecopteros son organismos que viven en aguas rápidas, bien oxigenadas y debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Se los considera indicadores de aguas muy limpias. Su distribución es cosmopolita ya que se los encuentra tanto en ecosistemas de altura como en ecosistemas de tierras bajas (Roldán, 1988).

La mayoría de los Trichopteros viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material vegetal; algunas morfoespecies viven en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas. En general, son buenos indicadores de aguas oligotróficas (Roldán, 1988)

Los Odonatos viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos, corrientes lentas y poco profundas; por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutrofizadas (Roldán, 1988).

Los Megalopteros viven en aguas corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida. En general, se pueden considerar indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas (Roldán, 1988).

Los Tricladidos es un orden de distribución mundial que habita en suelos húmedos y en aguas continentales y marinas. Su máxima diversidad se sitúa en los trópicos. El tamaño es variable, generalmente pequeño o diminuto, con especies terrestres que superan el metro de longitud. Viven en cursos de aguas frescas y limpias de montaña o en riachuelos (Domínguez & Fernández, 2009).

Los oligoquetos viven en aguas eutrofizadas, sobre fondo fangoso y con abundante cantidad de detritus. En los ríos contaminados con materia orgánica y con aguas negras, los tubífidos se encuentran en término de miles por metros cuadrado constituyéndose estos en indicadores de la contaminación orgánica (Roldan, 1996).

Los Decapoda son especies de hábitos fundamentalmente pelágicos, ya que solo algunos de esta familia, transcurren parte de sus ciclos de vida en la zona bentónica. Viven en las orillas de aguas corrientes (Roldán G. , 2003).

7.2.7.7.10 Gremio Trófico

Las relaciones tróficas son un elemento importante en la estructura de las comunidades de insectos acuáticos porque son determinantes en todos los aspectos de la vida de los invertebrados (ciclos de vida, elección de hábitat, comportamiento, predación) y en procesos ecológicos, como la circulación de nutrientes (Chara-Serna, Zuñiga, Pearson, & Boyero, 2010).

De acuerdo a su fuente de alimento, los macroinvertebrados acuáticos se clasifican en cuatro categorías tróficas generales (omnívoros, detritívoros, herbívoros y carnívoros); sin embargo, de acuerdo a la forma

como lo obtienen, pueden clasificarse en grupos más específicos como raspadores, trituradores, filtradores, colectores, etc. (Cummins & Andrade., 2005).

A continuación, se detallan las categorías tróficas registradas en el área de estudio perteneciente al Proyecto Área Minera Alessia (CÓDIGO 100000246):

- **Detritívoros (De):** Se alimentan de detritus (materia orgánica muerta) e incluyen fragmentadores (desmenuzadores), filtradores y recogedores (recolectores). Entre ellos están: *Haplotaxidae* n.d., *Tubifex* sp., *Notelmis* sp., *Disersus* sp. (adulto), *Cylloepus* sp. (adulto), *Phanocerus* sp. (adulto), *Prionocyphon* sp., *Scirtes* sp., *Chironomus* sp., *Ablabesmyia* sp., *Chironomidae* n.d., Sub. *Orthocladinae*, *Simulium* sp., *Haplohyphes* sp., *Thraulodes* sp., *Terpides* sp., *Leptophlebiidae* n.d., *Farrodes* sp., *Hagenulopsis* sp., *Campylocia anceps*, *Atanatolica* sp., *Triplectides* sp., *Smicridae* sp., *Macrostemum* sp., *Leptonema* sp., *Macronema* sp., *Marilia* sp., *Chimarra* sp., *Phylloicus* sp. y *Antipodoeciidae* n.d.
- **Carnívoros (Ca):** Se alimentan de otros animales, siendo así que *Naucoridae* es capaz de alimentarse de pequeños microcrustáceos y hasta de peces. En esta categoría están: *Dugesia* sp., *Derallus* sp., *Xenelmis* sp.(larva), *Hexatoma* sp., *Gerridae* n.d., *Brachymetra* sp., *Brachymetra* sp.1, *Potamobates* sp., *Rhagovalia* sp., *Limnocoris* sp., *Progomphus* sp., *Agriogomphus* sp., *Ophiogomphus* sp., *Heteragrion* sp., *Heteropodagrion* sp., *Hetaerina* sp., *Macrothemis* sp., *Polythore* sp., *Aeshna* sp., *Argia* sp., *Palaemnema* sp., *Corydalus* sp., *Sialis* sp. , *Anacroneuria* sp., *Anacroneuria* sp.1, *Anacroneuria* sp.2 y *Atopsyche* sp.
- **Herbívoros (He):** Son organismos que se alimentan de tejidos vegetales y algas. En esta categoría se registraron a morfoespecies como: *Dendroctonus* sp., *Anchytarsus* sp., *Ptilodactyla* sp., *Pelonomus* sp. y *Helicopsyche* sp.
- **Omnívoros (Om):** Se alimentan de toda clase de sustancias orgánicas, tanto vegetales como animales. Entre estos se registró a: *Macrobrachium brasiliense*

En la figura siguiente se encuentra la disposición de los gremios tróficos registrados en el área de estudio.

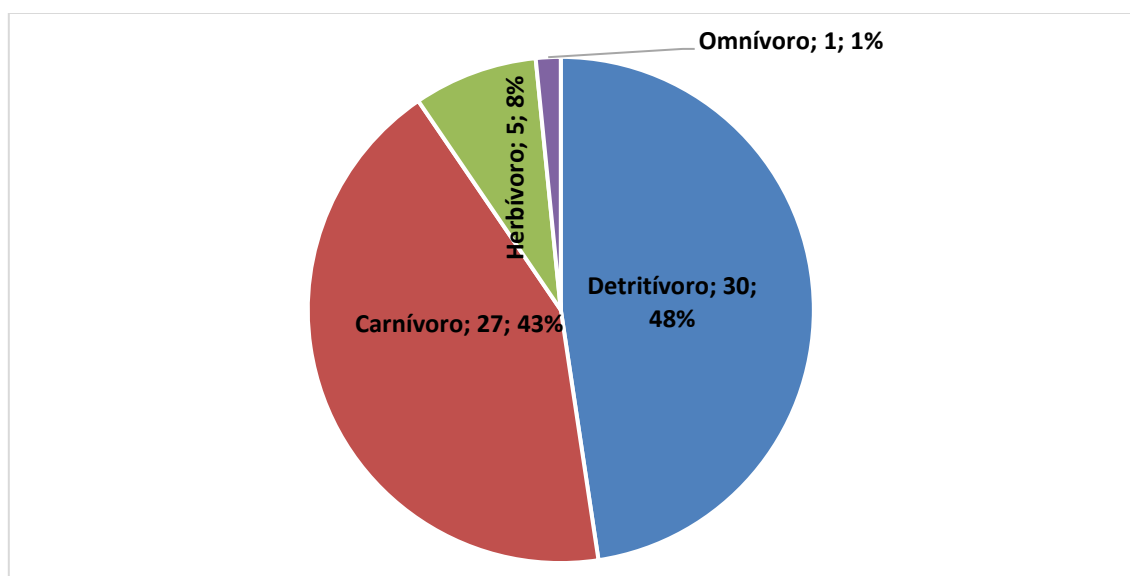


Figura 7-78. Gremios tróficos de los Macroinvertebrados Registrados en el Área de Estudio

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

En cuanto a la alimentación de los macroinvertebrados acuáticos se observa que las morfoespecies más dominantes son las del hábito detritívoro con el 48%, es decir, 30 morfoespecies, seguida del 43% (27 morfoespecies), se agrupo al gremio carnívoro; por su parte los herbívoros registraron cinco morfoespecies, lo cual equivale al 8%; mientras que el porcentaje más bajo pertenece a los omnívoros con el 1% (una morfoespecie).

7.2.7.7.11 Distribución Vertical dentro de la Columna de Agua

Los macroinvertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie, en el fondo o nadar libremente; de ahí que reciban diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación (Roldán, 2003); las morfoespecies registradas en los puntos de muestreo se distribuyeron de la siguiente manera:

- Neuston: corresponden a especies que desarrollan su ciclo de vida en la película superficial del agua tal es el caso de los representantes del orden Hemíptera: Gerridae n.d., *Brachymetra* sp., *Brachymetra* sp.1, *Potamobates* sp. y *Rhagovelia* sp.
- Bentos: corresponden a especies que moran en el lecho de los cuerpos de agua donde encuentran alimento y escondites; en este nivel de la columna moran organismos detritívoros como: Haplotaxidae n.d., *Tubifex* sp., *Dugesia* sp., *Macrobrachium brasiliense*, *Notelmis* sp. , *Disersus* sp. (adulto), *Cyloepus* sp. (adulto), *Phanocerus* sp. (adulto), *Xenelmis* sp.(larva), *Dendroctonus* sp., *Anchytarsus* sp., *Ptilodactyla* sp., *Prionocyphon* sp., *Scirtes* sp., *Pelonomus* sp., *Hexatoma* sp., *Chironomus* sp., *Ablabesmyia* sp., Chironomidae n.d., Sub. Orthocladinae, *Simulium* sp., *Limnocoris* sp., *Progomphus* sp., *Agriogomphus* sp., *Ophiogomphus* sp., *Heteragrion* sp., *Heteropodagrion* sp., *Hetaerina* sp., *Macrothemis* sp., *Polythore* sp., *Aeshna* sp., *Argia* sp., *Palaemnema* sp., *Corydalus* sp., *Sialis* sp. , *Haplohyphes* sp., *Thraulodes* sp., *Terpides* sp., Leptophlebiidae n.d., *Farrodes* sp., *Hagenulopsis* sp., *Campylocia anceps*, *Anacroneuria* sp., *Anacroneuria* sp.1, *Anacroneuria* sp.2, *Atanatolica* sp., *Triplectides* sp., *Helicopsyche* sp., *Smicridae* sp., *Macrostemum* sp., *Leptonema* sp., *Macronema* sp., *Atopsyche* sp., *Marilia* sp., *Chimarra* sp., *Phylloicus* sp., Antipodoeciidae n.d.
- Necton: incluyen a especies que se desplazan por toda la columna de agua para filtrar alimento o cazar presas; dentro de este grupo consta: *Derallus* sp.

7.2.7.7.12 Morfoespecies de Interés

Los macroinvertebrados acuáticos son los mejores bioindicadores de la calidad del agua (Barbour 1995); también son considerados el grupo con menos estudios para el Ecuador, debido a esto no se cuenta con información para determinar la existencia de especies endémicas o amenazadas, pero en base a su sensibilidad se pueden registrar morfoespecies de interés (Tabla siguiente); las mismas que sobresalen por su sensibilidad alta; sin embargo también se debe tener en cuenta a las morfoespecies de sensibilidad media y baja, todas estas en conjunto ayudan al equilibrio y mantenimiento del ecosistema acuático.

Tabla 7-75. Morfoespecies de Interés en Sitios Muestreados

Morfoespecie	IC001	IC002	IAC003	IAC004
<i>Macrobrachium brasiliense</i>	x	x	x	x
<i>Anchytarsus</i> sp.	x	x		x
<i>Ptilodactyla</i> sp.			x	x
<i>Simulium</i> sp.		x		
Gerridae n.d.				x
<i>Brachymetra</i> sp.	x			x

Morfoespecie	IC001	IC002	IAC003	IAC004
<i>Brachymetra</i> sp.1				x
<i>Potamobates</i> sp.	x	x	x	x
<i>Rhagovelia</i> sp.	x	x		x
<i>Progomphus</i> sp.	x		x	x
<i>Agriogomphus</i> sp.			x	
<i>Ophiogomphus</i> sp.				x
<i>Polythore</i> sp.	x	x	x	x
<i>Thraulodes</i> sp.	x	x	x	x
<i>Terpides</i> sp.		x		x
Leptophlebiidae n.d.				x
<i>Farrodes</i> sp.	x		x	x
<i>Hagenulopsis</i> sp.				x
<i>Campylocia anceps</i>		x	x	x
<i>Anacroneuria</i> sp.	x	x	x	
<i>Anacroneuria</i> sp.1			x	
<i>Anacroneuria</i> sp.2			x	
<i>Atanatolica</i> sp.	x			
<i>Triplectides</i> sp.			x	
<i>Helicopsyche</i> sp.	x	x	x	x
<i>Atopsyche</i> sp.		x		
<i>Marilia</i> sp.				x
<i>Chimarra</i> sp.	x	x	x	x
<i>Phylloicus</i> sp.	x		x	

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se presenta la siguiente tabla, en donde se detallan las morfoespecies registradas en el actual estudio, así como la descripción de su hábitat.

Tabla 7-76. Morfoespecies Indicadoras de Macroinvertebrados Acuáticos

Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
Haplotaxidae n.d.	Lombriz	Viven a varios metros de profundidad, donde el oxígeno es escasa; en los ríos contaminados con materia orgánica y aguas negras (Roldán, 1996).
<i>Tubifex</i> sp.	Lombriz	Viven a varios metros de profundidad, donde el oxígeno es escasa; en los ríos contaminados con materia orgánica y aguas negras (Roldán, 1996).
<i>Dugesia</i> sp.	Planaria	Presente en aguas dulces y habita generalmente bajo troncos, piedras y hojas en aguas poco profundas (Roldán, 1996).
<i>Macrobrachium brasiliense</i>	Camarón de agua dulce	Vive en las orillas de aguas corrientes (Roldán, 1996).
<i>Derallus</i> sp.	Escarabajo acuático	Viven en aguas lólicas y lénticas con abundante vegetación acuática (Roldán, 1996).
<i>Notelmis</i> sp.	Escarabajo acuático	De aguas lólicas ocasionalmente en lagunas y charcas, se adhiere a rocas, grava, troncos y hojas en descomposición. En material limoso y vegetación sumergida (Roldán, 1996).
<i>Disersus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	De aguas lólicas ocasionalmente en las guas y charcas, se adhiere a rocas, grava, troncos y hojas en descomposición. En material limoso y vegetación sumergida (Roldán, 1996).

Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
<i>Cyloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	En aguas lólicas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Phanocerus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	Habita en parches de hojarasca, detritos salpicados de agua en arroyos, cascadas y ríos, son generalmente activos durante el día y se alimentan de algas y detritos que se encuentran en la superficie del agua o cerca de la orilla, son capaces de adherirse a las rocas y otros sustratos en el agua para evitar ser arrastrados por la corriente (Maier, 2013).
<i>Xenelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	Este grupo se registra en los sustratos rocoso, arenoso, hojarasca, musgo, raíces, zona de salpicadura y suelen asociarse con aguas cálidas entre los 15 y 27 °C, se alimentan de otros insectos acuáticos y pequeños crustáceos; están ubicados en ambientes acuáticos dulces, como arroyos, ríos y lagos (Brown, 1985).
<i>Dendroctonus</i> sp.	Escarabajo acuático	Se encuentra en hábitats lénticos, sobre la vegetación, pocos nadan libremente, se alimentan de raíces, tallos y hojas de la vegetación acuática (Roldán, 1996).
<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	En márgenes de arroyos sobre plantas herbáceas; las larvas se encuentran en aguas someras, sobre la arena de ecosistemas lólicos (Roldán, 1996).
<i>Ptilodactyla</i> sp.	Escarabajo acuático	En márgenes de arroyos sobre plantas herbáceas; las larvas se encuentran en aguas someras, sobre la arena de ecosistemas lólicos (Roldán, 1996).
<i>Prionocyphon</i> sp.	Escarabajo acuático	Las larvas habitan en agua estancada con hojas en la superficie o en huecos llenos de agua (Evans, 2014).
<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	Son comunes en hábitats lénticos (Dominguez y Fernández, 2009).
<i>Pelonomus</i> sp.	Escarabajo acuático	De ecosistemas lólicos especialmente en la ribera de los arroyos, en rocas y troncos sumergidos (Roldán, 1996).
<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	En ecosistemas lólicos de corriente moderada. Las larvas sobre rocas, grava, arena (Roldán, 1996).
<i>Chironomus</i> sp.	Zancudo ciego	Aguas lólicas y lénticas, en fango, arena con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores de aguas mesoeutróficas (Roldán, 1996).
<i>Ablabesmyia</i> sp.	Zancudo ciego	Aguas lólicas y lénticas, en fango, arena con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores de aguas mesoeutróficas (Roldán, 1996).
Chironomidae n.d.	Zancudo ciego	Aguas lólicas y lénticas, en fango, arena con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores de aguas mesoeutróficas (Roldán, 1996).
Sub. Orthocladinae	Zancudo ciego	Aguas lólicas y lénticas, en fango, arena con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores de aguas mesoeutróficas (Roldán, 1996).
<i>Simulium</i> sp.	Jején	Aguas corrientes muy oxigenadas, debajo de rocas y troncos. Indicadores de aguas oligotróficas (Roldán, 1996).
Gerridae n.d.	Patinador	Viven en aguas quietas, sobre el agua. Se consideran indicadoras de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Brachymetra</i> sp.	Patinador	Se encuentran en aguas quietas, siempre se hallan en la sombra. Indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Brachymetra</i> sp.1	Patinador	Se encuentran en aguas quietas, siempre se hallan en la sombra. Indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Potamobates</i> sp.	Patinador	Son patinadores activos en arroyos de tamaño mediano. Se considera indicadora de aguas oligomesotróficas (Dominguez y Fernández, 2009).
<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	Prefieren aguas con mucha corriente, pero también quietas, patinan sobre el agua sin sumergirse. Indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Limnecoris</i> sp.	Chinche acuático	Charcas y remansos de ríos, y quebradas adheridas a troncos, pierdas y ramas. Indicador de aguas oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Progomphus</i> sp.	Libélula	Vive en lechos arenosos de ríos y lagos, adaptados para cavar. Indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Agriogomphus</i> sp.	Libélula	Habita en aguas lólicas de fondo arenoso y grava. Indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996).

Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
<i>Ophiogomphus</i> sp.	Cola de serpiente verde	Por lo general se encuentran en ambientes acuáticos, como ríos, arroyos y lagos, y prefieren aguas limpias y claras, se alimentan de pequeños invertebrados acuáticos (Hanson, Springer & Ramirez, 2010).
<i>Heteragrion</i> sp.	Caballito del diablo	Vive en sistemas lóticos, con vegetación en las orillas. Indicador de aguas oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Heteropodagrion</i> sp.	Caballito del diablo	Están generalmente asociadas con ambientes acuáticos como ríos, arroyos, estanques y lagunas, donde pasan la mayor parte de su vida como larvas, las larvas se alimentan de una variedad de pequeños invertebrados acuáticos, como gusanos, caracoles y pequeños crustáceos (Hanson, Springer & Ramirez, 2010).
<i>Hetaerina</i> sp.	Caballito del diablo	Se desarrolla en ambientes lóticos, sobre desechos de plantas y rocas. Indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1999).
<i>Macrothemis</i> sp.	Libélula	Viven en aguas lóticas de flujo lento con vegetación; indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Polythore</i> sp.	Caballito del diablo	Viven en aguas limpias o ligeramente eutróficas (Roldán, 1996).
<i>Aeshna</i> sp.	Libélula	Habita en ambientes de poca corriente, con mucha vegetación, resisten un poco de salinidad. Indicador de aguas mesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Argia</i> sp.	Caballito del diablo	Habita en ambientes lóticos moderados, entre piedras y vegetación; indicador de agua oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Palaemnema</i> sp.	Caballito de la sombra	Vive usualmente cerca de pequeños arroyos que se filtran a través de bosques tropicales, se les considera dulceacuícolas; en estado adulto habita bajo la copa de los árboles (ITIS, 2017).
<i>Corydalus</i> sp.	Perro de agua	Vive en aguas corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida. Indicador de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Sialis</i> sp.	Siálido	Habita en diferentes tipos de aguas, por lo que algunas especies pueden ser tolerantes a niveles de contaminación orgánica y acificación de las aguas, no obstante, buscan sitios donde puedan enterrarse por lo general en lo fangoso (Henry, 1992).
<i>Haplohyphes</i> sp.	Efímera	Aguas lentas, en remansos; debajo de rocas, hojas y vegetación (Roldán, 1996).
<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas (Roldán, 1996).
<i>Terpides</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias (Roldán, 1996).
Leptophlebiidae n.d.	Efímera	Habita en aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas (Roldán, 1996).
<i>Farrodes</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas (Roldán, 1996).
<i>Hagenulopsis</i> sp.	Efímera	Habita en aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas (Roldán, 1996).
<i>Campylocia anceps</i>	Efímera	Vive en aguas rápidas y cálidas, fondo arenoso. Indicador de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Anacroneuria</i> sp.	Mosca de la piedra	Vive en aguas rápidas bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Indicadores de aguas limpias y oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Anacroneuria</i> sp.1	Mosca de la piedra	Vive en aguas rápidas bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Indicadores de aguas limpias y oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Anacroneuria</i> sp.2	Mosca de la piedra	Vive en aguas rápidas bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Indicadores de aguas limpias y oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Atanotolica</i> sp.	Frigánea	Se desarrolla en aguas corrientes y sustrato pedregoso; bien oxigenadas. Indicador de aguas oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Triplectides</i> sp.	Frigánea	Vive en aguas corrientes, con sustrato vegetal en descomposición, tolera cierta contaminación. Indicador de aguas oligotróficas a eutróficas (Roldán, 1996).
<i>Helicopsyche</i> sp.	Mosca Hiladora	Aguas de poca corriente y litoral de remansos y lagos; adheridos a sustratos pedregosos. Indicador de agua oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Smicridae</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	Aguas corrientes con mucha vegetación, toleran aguas con poca contaminación. Indicador de aguas oligo a eutróficas (Roldán, 1996).

Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
<i>Macrostemum</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	Las poblaciones de larvas prosperan en los sitios afectados por un enriquecimiento orgánico moderado (Dean 1999).
<i>Leptonema</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	Aguas corrientes con mucha vegetación, toleran aguas con poca contaminación; muy abundantes. Indicadores de aguas oligo a eutróficas (Roldán, 1996).
<i>Macronema</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	Aguas corrientes con mucha vegetación, toleran aguas con poca contaminación. Indicadores de aguas oligo a eutróficas (Roldán, 1996).
<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	Aguas corrientes y frías y muy oxigenadas; sustrato pedregoso y poco material vegetal. Indicador de agua oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Marilia</i> sp.	Frigánea	Aguas de poca corriente, oxigenadas y fondos pedregosos. Indicador de agua oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	Aguas corrientes con mucha vegetación, toleras aguas con poca contaminación. Indicador de agua oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Phylloicus</i> sp.	Frigánea	Aguas corrientes frías, bien oxigenadas, con mucha materia vegetal. Indicadores de agua oligotróficas (Roldán, 1996).
Antipodoeciidae n.d.	Frigánea	La mayoría de las especies son acuáticas, y sus larvas construyen refugios con seda y materiales disponibles en su entorno acuático, son considerados indicadores de la calidad del agua, ya que sus larvas son sensibles a la contaminación y cambios en la calidad del agua (Alba-Tercedor, 1996).

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.13 Sensibilidad

La sensibilidad de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos, está dada de acuerdo con la tolerancia que éstas presentan a los niveles de contaminación que puedan darse en los cuerpos de agua.

La tabla siguiente permite observar el grado de sensibilidad de las morfoespecies registradas en el área de estudio. Se debe tener presente que Haplotaxidae n.d. “Lombriz” de la familia Haplotaxidae; *Palaemnema* sp. “Caballito de la sombra” (familia Platysticidae) y Antipodoeciidae n.d. “Frigánea”, perteneciente a la familia Antipodoeciidae, no registraron un valor en la Tabla 7 3, correspondiente al puntaje de familias de macroinvertebrados para el Índice BMWP/Col, motivo por el cual no fueron consideradas en el desarrollo de este acápite.

Tabla 7-77. Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Estudio

Morfoespecie	Sensibilidad		
	Alta	Media	Baja
<i>Tubifex</i> sp.			x
<i>Dugesia</i> sp.		x	
<i>Macrobrachium brasiliense</i>	x		
<i>Derallus</i> sp.			x
<i>Notelmis</i> sp.		x	
<i>Disersus</i> sp. (adulto)		x	
<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)		x	
<i>Phanocerus</i> sp. (adulto)		x	
<i>Xenelmis</i> sp.(larva)		x	
<i>Dendroctonus</i> sp.		x	
<i>Anchytarsus</i> sp.	x		
<i>Ptilodactyla</i> sp.	x		
<i>Prionocyphon</i> sp.		x	
<i>Scirtes</i> sp.		x	
<i>Pelonomus</i> sp.		x	
<i>Hexatoma</i> sp.			x

Morfoespecie	Sensibilidad		
	Alta	Media	Baja
<i>Chironomus</i> sp.			x
<i>Ablabesmyia</i> sp.			x
Chironomidae n.d.			x
Sub. Orthocladinae			x
<i>Simulium</i> sp.	x		
Gerridae n.d.	x		
<i>Brachymetra</i> sp.	x		
<i>Brachymetra</i> sp.1	x		
<i>Potamobates</i> sp.	x		
<i>Rhagovelia</i> sp.	x		
<i>Limnocois</i> sp.		x	
<i>Progomphus</i> sp.	x		
<i>Agriogomphus</i> sp.	x		
<i>Ophiogomphus</i> sp.	x		
<i>Heteragrion</i> sp.		x	
<i>Heteropodagrion</i> sp.		x	
<i>Hetaerina</i> sp.		x	
<i>Macrothemis</i> sp.		x	
<i>Polythore</i> sp.	x		
<i>Aeshna</i> sp.		x	
<i>Argia</i> sp.		x	
<i>Corydalus</i> sp.		x	
<i>Sialis</i> sp.		x	
<i>Haplohyphes</i> sp.		x	
<i>Thraulodes</i> sp.	x		
<i>Terpides</i> sp.	x		
Leptophlebiidae n.d.	x		
<i>Farrodes</i> sp.	x		
<i>Hagenulopsis</i> sp.	x		
<i>Campylocia anceps</i>	x		
<i>Anacroneuria</i> sp.	x		
<i>Anacroneuria</i> sp.1	x		
<i>Anacroneuria</i> sp.2	x		
<i>Atanatolica</i> sp.	x		
<i>Triplectides</i> sp.	x		
<i>Helicopsyche</i> sp.	x		
<i>Smicridae</i> sp.		x	
<i>Macrostemum</i> sp.		x	
<i>Leptonema</i> sp.		x	
<i>Macronema</i> sp.		x	
<i>Atopsyche</i> sp.	x		
<i>Marilia</i> sp.	x		
<i>Chimarra</i> sp.	x		
<i>Phylloicus</i> sp.	x		

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

De acuerdo a los niveles de sensibilidad que presentan cada una de las morfoespecies, se determinó que las más dominantes son los de sensibilidad alta con el 48%, es decir, 29 morfoespecies, seguido de 24 morfoespecies (40%) de sensibilidad media; mientras que la menor representatividad se agrupó en las morfoespecies de sensibilidad baja con siete morfoespecies que representan el 12%. En general se observa una buena representatividad de morfoespecies, lo cual permite que el ecosistema acuático cumpla con todos los requerimientos apropiados para el establecimiento de la fauna acuática en general y las diversas especies que dependen de este recurso (Figura siguiente).

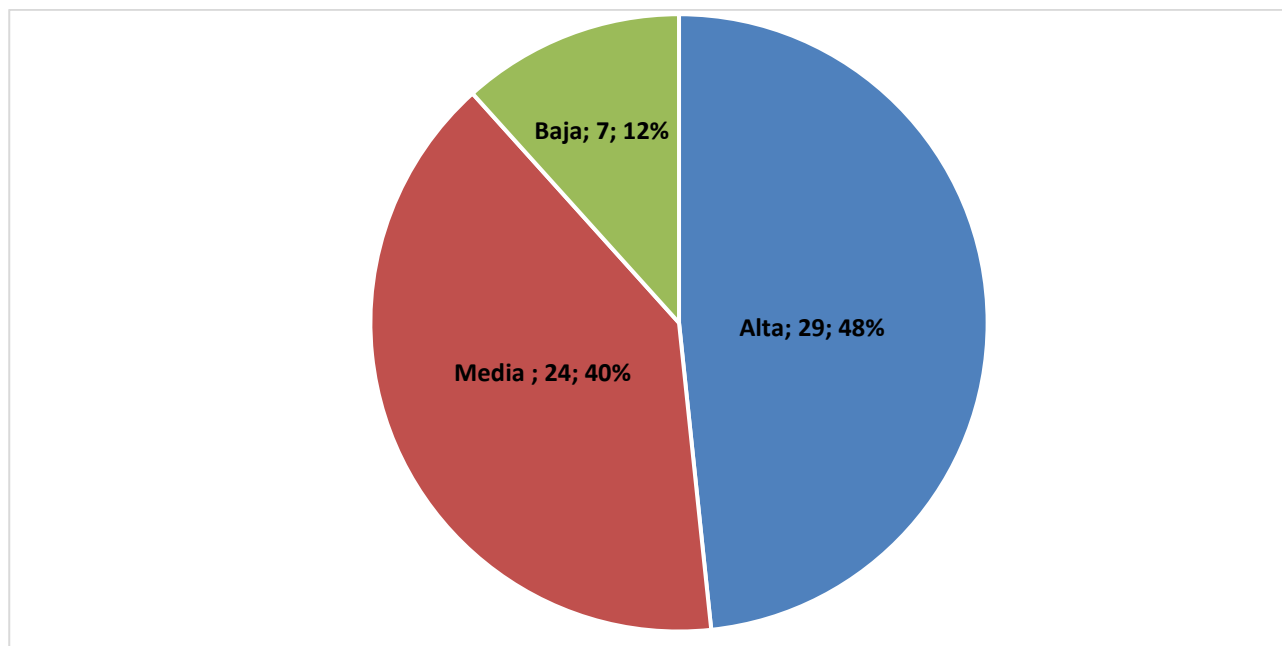


Figura 7-79. Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Estudio

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.14 Sensibilidad de las Especies Relacionadas con el índice BMWP/COL

La tabla siguiente permite observar el registro de familias, así como el nivel de sensibilidad de cada uno de los puntos de muestreo; de manera general se observa que las áreas muestreadas presentan un idóneo estado de conservación, tomando en consideración que la mayor dominancia recae sobre los organismos de sensibilidad alta, esto debido a las favorables condiciones presentes durante la toma de muestras (factores ambientales, disponibilidad de alimento y estructura del hábitat), principalmente favoreciendo de esta manera al ecosistema acuático.

Tabla 7-78. Sensibilidad de los Puntos de Muestreo en Base al Índice BMWP/COL

Interpretación	Puntuación BMWP/Col	Número de Familias			
		IC001	IC002	IAC003	IAC004
Alta	8 - 10	12	14	14	11
Media	4 - 7	7	7	4	9
Baja	1 - 3	3	2	1	2

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

7.2.7.7.15 Áreas Sensibles

A los cuerpos de agua muestreados se les asignaron categorías de sensibilidad de acuerdo con su índice BMWP/Col. La tabla siguiente permite observar el estado actual que presentan cada uno de los puntos de muestreo.

Tabla 7-79. Sensibilidad de los Cuerpos de Agua Muestreados

Código	Cuerpo de agua	Coordenadas		Sensibilidad
		Este (m)	Norte (m)	
IC001	Estero S/N	173789	9873795	Alta
IC002	Estero s/n	174232	9875085	Alta
IAC003	Brazo del río Chucapi	173580	9874940	Media
IAC004	Estero S/N	175124	9874350	Alta

Simbología: IAC - IC= Punto de Muestreo Macroinvertebrados Acuáticos; 01-04: Número de puntos de muestreo.

Fuente: Fase de campo, marzo 2023 / Elaboración: TREVOLL S. A., 2023

En cuanto al análisis de áreas sensibles mediante la aplicación del índice BMWP/COL, se determina que los puntos IC001, IC002, IAC003 e IAC004, presentan sensibilidades entre alta y media, registrándose así una estabilidad en cuanto a la presencia de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, esto debido a las buenas condiciones que presentan los cursos de agua, lo cual se ve reflejado en el registro de morfoespecies, mismo que ha sido diverso, destacándose organismos de distintos grados de sensibilidad.

7.2.7.7.16 Estado de Conservación

Los macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de monitoreo no se encuentran en las listas del Libro Rojo de la (UICN, 2023) o en las listas CITES (CITES, 2023).

7.2.7.7.17 Uso del Recurso

Los macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio no son utilizados para ningún fin comercial o actividad económica, debido a la distancia en que estos se ubican de las comunidades, sin embargo es importante tener presente que para el actual estudio este grupo fue utilizado como indicadores biológicos para la determinación del estado de conservación de los cuerpos de agua que se encuentran en el área de influencia directa del Proyecto Área Minera Alessia (CÓDIGO 100000246) ; estos a su vez constituyen el grupo más estudiado para evaluar la calidad del agua, por muchos investigadores (Hellawell, 1986); (Rosenberg & Resh, 1993). Convirtiéndose paulatinamente en una herramienta practica para la determinación de la calidad biológica, pudiéndose lograr gracias a la capacidad que tienen estos organismos de mantener una estrecha relación con las condiciones del entorno, es decir, son sensibles a pequeñas alteraciones de parámetros físicoquímicos del agua, esto representado en la disminución o aumento de la biodiversidad en un punto de muestreo.

7.2.7.7.18 Discusión

Los macroinvertebrados acuáticos son considerados un indicador de la calidad de los sistemas hídricos tanto lóticos como lénticos, esto debido a que son organismos que ocupan distintos hábitats y se han logrado acoplar a cada una de las condiciones ambientales presentes; no obstante, cualquier variación en dichas condiciones afectara directamente a la riqueza y abundancia de todos los que en ese momento lo habiten (Roldán G. , 1996). En base a la importancia que presentan estos organismos para los cursos de agua, se lleva a cabo el presente estudio, mismo que fue realizado en el periodo estacional invierno y del cual se obtuvo los siguientes resultados: 342 individuos agrupados en 63 taxas, de los cuales estuvieron registrados de forma continua: *Polythore* sp., *Potamobates* sp., *Macrobrachium brasiliense* y *Thraulodes* sp., de igual manera se contó con la presencia de morfoespecies pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera; todas estás en conjunto, son indicadores de que las áreas muestreadas presentan condiciones ambientales favorable para el ensamblaje de los diferentes grupos; mismo que se vio reflejado en la riqueza de morfoespecies, la cuales determinan un buen estado de conservación para los sitios de muestreo (Resh & Jackson, 1993). Lo mencionado anteriormente coincide con el ambiente que presentan los ríos en buen estado, es decir, sistemas con buena velocidad de corriente y sustratos constituido por cantos rodados,

guijarros y grava (Wentworth, 1992), de acuerdo a estas condiciones se puede obtener una buena representatividad en cuanto a composición y estructura de los macroinvertebrados acuáticos (Barbour M. , Gerritsen, Snyder, & Stribling, 1999).

Los resultados obtenidos en el presente estudio se adaptan al término “río continuo”, el cual sostiene que las comunidades biológicas varían de acuerdo al incremento del orden del río (dimensión fluvial) (Vannote, et al., 1980).

La aplicación de los índices de diversidad Shannon y Simpson, determina que el área de estudio conformado por cuatro cursos de agua presenta diversidades entre alta y media, lo cual se encuentra ligado con las óptimas condiciones ambientales presentes durante la toma de muestras, favoreciendo así la presencia de taxones (63); las cuales son de amplia distribución para el Ecuador.

De acuerdo a lo planteado por (Bode, 1988), los cuerpos de agua analizados se catalogaron como ambientes no impactados, exceptuando a IAC003, que registro un sitio levemente impactado, en general las buenas condiciones de los cursos de agua se deben a la buena representatividad de morfoespecies de distintos grados de sensibilidad. Y a su vez la disponibilidad de hábitats fue muy variada, permitiendo de esta manera la presencia de una gama de macroinvertebrados acuáticos.

De acuerdo a estudios revisados en áreas similares, se determina que los organismos registrados en el presente estudio son en su mayoría buenos indicadores de la calidad del ambiente acuático (Gabriels, Lock, De Pauw, & Goethals, 2010), ya que proporcionan una respuesta cuantificable frente a diversas perturbaciones del medio.

En cuanto a la aplicación del índice ecológico BMWP/Col, se determina que los cuerpos de agua registran una calidad Buena, es decir, aguas muy limpias a limpias, con buenos niveles de oxigenación, bajos signos de estrés y por ende bajos niveles de polución; se debe considerar que el 95% de las familias presentes se encuentran catalogadas en este índice; a más de ello en la actualidad es el más utilizado para la evaluación de sistemas hídricos en América Latina (Ramírez & Gutiérrez-Fonseca, 2014). Por su parte la aplicación del índice EPT, refleja calidades entre Buena y Regular, estos resultados se deben a las variaciones registradas por parte de estos organismos, a causa de factores ambientales presentes a la hora de la toma de muestras, mismos que se encuentran asociados a la presencia/ ausencia de los grupos Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera.

El uso del índice AMMBI, destaca una calidad Excelente para los cuatro cuerpos de agua analizados, estos resultados coinciden plenamente con el índice ecológico BMWP/Col, concluyéndose de esta manera que los puntos de muestreo presentan condiciones aceptables para el establecimiento y desarrollo del componente macroinvertebrados acuáticos y a su vez el equilibrio del ecosistema acuático.

El análisis de los gremios tróficos determinó la dominancia del grupo detritívoro, esto a causa de la disponibilidad de detritos orgánicos y hábitats apropiados para su desarrollo y subsistencia; dichos organismos a su vez evitan que los cuerpos de agua se deterioren mediante la sinterización de la materia orgánica, a más de ello la presencia de diversos grupos tróficos está relacionada con la existencia de una diversidad de entornos donde los organismos explotan diferentes hábitats y los recursos disponibles en su entorno, reduciendo de esta manera efectos de la rivalidad entre especies (Copatti, Schirmer, & Machado, 2010); (Meza, Rubio, Dias, & Walteros, 2012).

Es importante considerar que los macroinvertebrados acuáticos son un grupo de organismos muy importante para otros organismos superiores como fuente de alimento, por lo que mantener una alta diversidad de estos grupos beneficiará consecuentemente a la diversidad de otros grupos faunísticos que se encuentran en la zona (Roldán, 1999).

7.2.7.7.19 Conclusiones

El presente estudio se lo llevó a cabo en cuatro cuerpos de agua, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados: 342 individuos agrupados en tres phylums, cuatro clases, 11 órdenes, 38 familias y 63 morfoespecies.

En cuanto al análisis diversidad se determina que las áreas de muestreo presentan diversidades entre media y alta, es decir, ambientes con bajo impacto de acuerdo a la escala del índice de Shannon- Wiener.

La aplicación de los índices ecológicos BMWP/Col, AAMBI y EPT, determinaron que el área de estudio en general presenta condiciones apropiadas para el establecimiento de los diferentes grupos de macroinvertebrados acuáticos, los cuales juegan un papel importante en la red trófica, sirviendo de alimento para ciertos grupos de ictiofauna y aves.

En cuanto a los hábitos alimenticios de este grupo se observa la dominancia de morfoespecies detritívoras, las cuales son beneficiosas en los cursos de agua, debido a que estas son las encargadas de contener los procesos de eutrofización mediante la sinterización de toda la materia orgánica que llega al lecho de los ríos.

Al realizar un análisis de las morfoespecies encontradas en los cuerpos de agua, se determina que las presentes en su mayoría son de sensibilidad alta, es decir, se desarrollan de manera óptima en las actuales condiciones que registran cada uno de los cuerpos de agua, siendo esto un indicador del buen estado de conservación de IC001, IC002, IAC003 e IAC004.

7.2.7.7.20 Recomendaciones

Si a futuro se llegarán a realizar actividades cercanas a las zonas estudiadas actualmente y que implique la remoción o pérdida de vegetación ribereña, se recomienda la implementación oportuna de planes de revegetación con la finalidad de no perder hábitats muy esenciales para el establecimiento de ciertos grupos de macroinvertebrados acuáticos.

Es de vital importancia la implementación de charlas permanentes con los moradores de sectores aledaños y trabajadores de la empresa en general, con la finalidad de hacer consciencia de la importancia, preservación y cuidado de los cuerpos de agua.

La ejecución de monitoreos semestrales en las diferentes etapas del proyecto es indispensable con la finalidad de poder establecer las variaciones que registran estos organismos y a su vez realizar un análisis multitemporal para determinar los cambios registrados a lo largo del tiempo.

PÁGINA EN BLANCO