

## Historial del Documento

<b>Versión</b>	<b>Fecha Entrega</b>	<b>Descripción o Actualización</b>	<b>Elaborado por</b>	<b>Revisado por</b>
0.0	20/09/2023	Elaboración de documento	Gabriela Maldonado	Pablo Salvador
0.1	22/09/2023	Revisión técnica	Pablo Salvador	Francisco Carrasco
1.0	29/09/2023	Revisión del documento	Francisco Carrasco	Adriana Jaramillo
1.1	24/10/2023	QA/QC redacción y estilo	William Tabarez Verónica Barreiro	Miguel Alemán
2.0	11/11/2024	Respuestas a observaciones del MAATE	Erika Enriquez Gabriela Maldonado	Pablo Salvador
2.1	13/11/2024	QA/QC redacción y estilo	William Tabarez	Miguel Aleman
3.0	13/01/2025	Respuestas a observaciones del MAATE	Erika Enriquez	
3.1	14/01/2025	QA/QC redacción y estilo	William Tabarez	Miguel Aleman

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

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

Página en blanco

## Tabla de Contenido

<b>3</b>	<b>Diagnóstico Ambiental-Línea Base</b> .....	<b>3-169</b>
3.2	Medio Biótico .....	3-169
3.2.1	Introducción.....	3-169
3.2.2	Justificación de Selección de Puntos de Muestreo .....	3-170
3.2.3	Descripción del Área Geográfica .....	3-171
3.2.4	Metodología .....	3-174
3.2.5	Resultados .....	3-233
3.2.6	Conclusiones Específicas .....	3-443
3.2.7	Conclusión General.....	3-447

## Tablas

Tabla 3-76	Estratos de Bosque en el Área Geográfica del Proyecto Singue .....	3-172
Tabla 3-77	Piso Zoogeográfico Presente en el Proyecto Singue .....	3-174
Tabla 3-78	Puntos de Muestreo Flora.....	3-179
Tabla 3-79	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Flora.....	3-181
Tabla 3-80	Sitios de Muestreo de Avifauna .....	3-191
Tabla 3-81	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Avifauna.....	3-192
Tabla 3-82	Sitios de Muestreo de Mastofauna .....	3-199
Tabla 3-83	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Mastofauna .....	3-200
Tabla 3-84	Aspectos Considerados para el Análisis de Sensibilidad a Nivel de Especie.....	3-202
Tabla 3-85	Sitios de Muestreo de Herpetofauna .....	3-205
Tabla 3-86	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Herpetofauna .....	3-206
Tabla 3-87	Aspectos Considerados para el Análisis de Sensibilidad a Nivel de Especie.....	3-208
Tabla 3-88	Sitios de Muestreo de Entomofauna.....	3-213
Tabla 3-89	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Entomofauna .....	3-214
Tabla 3-90	Sitios de Muestreo de Ictiofauna.....	3-219
Tabla 3-91	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Ictiofauna .....	3-221
Tabla 3-92	Sitios de Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos.....	3-227
Tabla 3-93	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos.....	3-229
Tabla 3-94	Rango y Calidad de Agua según el índice EPT.....	3-231
Tabla 3-95	Puntajes de las Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col. (Roldán, 2003).....	3-231
Tabla 3-96	Clases de Calidad de Agua, Valores BMWP/Col y su Significado .....	3-232

Tabla 3-97	Rangos de Calidad según el Índice QBR .....	3-232
Tabla 3-98	Lista de las Especies Registradas en los Muestreos Cualitativos Dentro del Área de Estudio .....	3-236
Tabla 3-99	Matriz de Similitud de Jaccard de los Transectos Cualitativos POF-01, POF-02, POF-03 en el Bloque Singue .....	3-237
Tabla 3-100	Lista de las Especies Registradas en los Muestreos Cualitativos Dentro del Área de Estudio .....	3-238
Tabla 3-101	Matriz de Similitud de Jaccard de los Transectos Cualitativos POF-04 y POF-05 en el Bloque Singue .....	3-239
Tabla 3-102	Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en el Área de Estudio .....	3-240
Tabla 3-103	Índice de Shannon para las tres Parcelas Dentro del Área de Estudio.....	3-248
Tabla 3-104	Índice de Simpson para las Tres Parcelas Dentro de en el Área de Estudio.....	3-249
Tabla 3-105	Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia Dentro de la Parcela PMF-01 .....	3-250
Tabla 3-106	Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro de la Parcela PMF-02 .....	3-252
Tabla 3-107	Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en la Parcela PMF-03 .....	3-254
Tabla 3-108	Índice de Bray Curtis para las Parcelas dentro del Área de Estudio.....	3-256
Tabla 3-109	Índice de Bray Curtis para las Parcelas Muestreadas.....	3-256
Tabla 3-110	Biomasa Aérea de las Especies dentro de toda el Área de Estudio .....	3-257
Tabla 3-111	Índice de Shannon para las Árboles con sus Respectives Epífitas dentro del Área de Estudio.....	3-261
Tabla 3-112	Índice de Simpson para las Árboles con sus Respectives Epífitas dentro del Área de Estudio .....	3-262
Tabla 3-113	Índice de Bray Curtis para las Epífitas en las Parcelas dentro del Área de Estudio ...	3-262
Tabla 3-114	Índice de Bray Curtis para las Parcelas dentro del Área de Estudio.....	3-263
Tabla 3-115	Especies indicadoras en el área de estudio .....	3-265
Tabla 3-116	Lista de Especies con Categoría de Amenaza según la UICN .....	3-266
Tabla 3-117	Especies de Flora Utilizadas en el Área de Estudio .....	3-268
Tabla 3-118	Riqueza de Flora Registradas en Estudios Anteriores .....	3-270
Tabla 3-119	Especies Registradas en el Área de Muestreo mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos.....	3-275
Tabla 3-120	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Singue .....	3-281
Tabla 3-121	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-01.....	3-282
Tabla 3-122	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-02.....	3-285
Tabla 3-123	Especies Registradas en los Puntos POA-01 y POA-02.....	3-288
Tabla 3-124	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-01 .....	3-289
Tabla 3-125	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-02 .....	3-290

Tabla 3-126	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en los Puntos Cualitativos POA-03 y POA-04.....	3-292
Tabla 3-127	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-03 .....	3-293
Tabla 3-128	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-04 .....	3-293
Tabla 3-129	Estado de Conservación de las Especies Registradas en el Área de Muestreo .....	3-297
Tabla 3-130	Especies de Sensibilidad Alta y Media por Punto de Muestreo .....	3-300
Tabla 3-131	Especies Indicadoras por Punto de Muestreo .....	3-302
Tabla 3-132	Riqueza de Avifauna Registrada en Estudios Anteriores.....	3-303
Tabla 3-133	Mastofauna Registrada en el Área de Estudio del Bloque Singue.....	3-305
Tabla 3-134	Mastofauna Registrada en el Área de Estudio del Bloque Singue.....	3-307
Tabla 3-135	Valores de Diversidad de Shannon Registrados en el Bloque Singue.....	3-309
Tabla 3-136	Valores de Diversidad de Shannon Registrados en los Puntos Cuantitativos .....	3-309
Tabla 3-137	Valores de Dominancia Registrados en el Bloque Singue .....	3-310
Tabla 3-138	Valores de Dominancia Registrados en los Puntos Cuantitativos.....	3-310
Tabla 3-139	Mastofauna Registrada en el Punto PMM-01 del Bloque Singue .....	3-311
Tabla 3-140	Mastofauna Registrada en el Punto PMM-02 del Bloque Singue .....	3-312
Tabla 3-141	Mastofauna Registrada en los Puntos Cualitativos POM-01 y POM-02 .....	3-313
Tabla 3-142	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-01 del Bloque Singue .....	3-314
Tabla 3-143	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-02 en el Bloque Singue .....	3-314
Tabla 3-144	Mastofauna Registrada en los Puntos Cualitativos POM-03 y POM-04 .....	3-315
Tabla 3-145	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-03 del Bloque Singue .....	3-316
Tabla 3-146	Gremios Tróficos Identificados para los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue .....	3-317
Tabla 3-147	Estado de Conservación Local y Regional de las Especies de Mamíferos Registradas en el Bloque Singue.....	3-321
Tabla 3-148	Sensibilidad de los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue .....	3-323
Tabla 3-149	Uso del Recurso de los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue .....	3-325
Tabla 3-150	Riqueza de Mastofauna Registrada en Estudios Anteriores .....	3-326
Tabla 3-151	Riqueza General de Especies de Herpetofauna a través de Todos los Puntos de Muestreo .....	3-331
Tabla 3-152	Riqueza General de Especies de Herpetofauna de los Puntos Cuantitativos PMH-01 y PMH-02.....	3-333
Tabla 3-153	Abundancia de Especies de Anfibios y Reptiles de los Transectos Cuantitativos PMH-01 y PMH-02 .....	3-335
Tabla 3-154	Valores de Diversidad y Dominancia en los Puntos Cuantitativos PMH-01 y PMH-02 .....	3-336
Tabla 3-155	Riqueza de Especies en el Punto Cuantitativo PMH-01.....	3-336
Tabla 3-156	Abundancia de Especies de Anfibios y Reptiles en el Punto Cuantitativo PMH-01 ....	3-337
Tabla 3-157	Valores de Diversidad y Dominancia en el Punto Cuantitativo PMH-01 .....	3-339

Tabla 3-158	Riqueza de Especies en el Punto Cuantitativo PMH-02.....	3-339
Tabla 3-159	Abundancia de Especies de Anfibios y Reptiles en el Punto Cuantitativo PMH-02....	3-340
Tabla 3-160	Valores de Diversidad y Dominancia en el Punto Cuantitativo PMH-02 .....	3-341
Tabla 3-161	Riqueza de Especies de Herpetofauna en Puntos Cualitativos POH-01 y POH-02 ...	3-342
Tabla 3-162	Riqueza de Especies de Herpetofauna en Puntos Cualitativos POH-03 y POH-04 ...	3-343
Tabla 3-163	Gremios Alimenticios de la Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio .....	3-345
Tabla 3-164	Patrones Reproductivos de la Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio.....	3-347
Tabla 3-165	Distribución Vertical de la Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio .....	3-348
Tabla 3-166	Hábito de la Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio .....	3-350
Tabla 3-167	Estado de Conservación a Escala Nacional y Global de las Especies Registradas en el Área de Estudio .....	3-351
Tabla 3-168	Categorías de sensibilidad de las especies registradas en el área de estudio.....	3-353
Tabla 3-169	Riqueza de la Herpetofauna Registrada en Estudios Anteriores .....	3-355
Tabla 3-170	Riqueza de Entomofauna Registrada en los Puntos de Muestreo Cualitativo y Cuantitativo .....	3-359
Tabla 3-171	Índice de Diversidad de Shannon Registrado para Escarabajos Copronecrófagos ...	3-368
Tabla 3-172	Índice de Dominancia de Simpson Registrado para Escarabajos Copronecrófagos.....	3-368
Tabla 3-173	Índice de Diversidad de Shannon Registrado en los Puntos Cuantitativos.....	3-371
Tabla 3-174	Índice de Dominancia de Simpson Registrado en los Puntos Cuantitativos.....	3-371
Tabla 3-175	Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-01_TP.....	3-374
Tabla 3-176	Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-01_TP.....	3-374
Tabla 3-177	Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-01_VSR.....	3-377
Tabla 3-178	Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-01_VSR.....	3-377
Tabla 3-179	Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-02_TP.....	3-380
Tabla 3-180	Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-02_TP.....	3-380
Tabla 3-181	Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-02_VSR.....	3-382
Tabla 3-182	Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-02_VSR.....	3-382
Tabla 3-183	Presencia-Ausencia de Especies de Puntos Cualitativos Asociados a Puntos Cuantitativos .....	3-383
Tabla 3-184	Presencia-Ausencia de Especies de Puntos Cualitativos Independientes.....	3-387
Tabla 3-185	Gremio trófico de los Insectos Registrados .....	3-391
Tabla 3-186	Estado de Conservación de los Escarabajos Copronecrófagos Registrados .....	3-396

Tabla 3-187	Riqueza de Entomofauna Registrada en Estudios Anteriores .....	3-398
Tabla 3-188	Ictiofauna Registrada en el Área de Estudio .....	3-401
Tabla 3-189	Índices de Diversidad Aplicados en el Área de Estudio .....	3-403
Tabla 3-190	Ictiofauna Registrada en el Punto PAIC-01 .....	3-404
Tabla 3-191	Ictiofauna Registrada en el Punto PAIC-02 .....	3-406
Tabla 3-192	Ictiofauna Registrada en el Punto PAIC-03 .....	3-408
Tabla 3-193	Ictiofauna Registrada en el Punto PAIC-04 .....	3-409
Tabla 3-194	Ictiofauna Registrada en el Punto PAIC-05 .....	3-411
Tabla 3-195	Gremios Tróficos de Ictiofauna .....	3-412
Tabla 3-196	Hábito de Ictiofauna .....	3-413
Tabla 3-197	Distribución Vertical de la Ictiofauna Registrada en el Área de Estudio.....	3-414
Tabla 3-198	Especies Indicadoras por Punto de Muestreo .....	3-416
Tabla 3-199	Especies Registradas en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.....	3-417
Tabla 3-200	Uso de las Especies de Ictiofauna en el Área de Estudio .....	3-418
Tabla 3-201	Riqueza de Ictiofauna Registrada en Estudios Anteriores .....	3-419
Tabla 3-202	Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Influencia del Bloque Singue .....	3-423
Tabla 3-203	Índices de Diversidad y Dominancia General de los Cuerpos de Agua para la Fase de Explotación del Bloque Singue .....	3-426
Tabla 3-204	Índices de Diversidad y Dominancia para cada Punto de Muestreo .....	3-426
Tabla 3-205	Matriz de Similitud de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Influencia del Bloque Singue .....	3-426
Tabla 3-206	Estado de Salud Ecológica de los Cuerpos de Agua (conjunto) de la Zona de Influencia del Bloque Singue .....	3-428
Tabla 3-207	Calidad de Agua según el Índice EPT .....	3-428
Tabla 3-208	Calidad de Agua según el índice BMWP/Col .....	3-428
Tabla 3-209	Calidad de Vegetación de Ribera según el Índice QBR por Punto de Muestreo en la Zona de influencia del Bloque Singue .....	3-429
Tabla 3-210	Niveles de Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en la Zona de Influencia del Bloque Singue .....	3-439
Tabla 3-211	Abundancia de Macroinvertebrados Registrada en Estudios Anteriores .....	3-442

## Figuras

Figura 3-48	Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Área de Estudio .....	3-234
Figura 3-49	Riqueza de las Familias Florísticas más Representativas en Términos de Diversidad en el Área de Estudio.....	3-234
Figura 3-50	Porcentaje de Cobertura de las Nueve Familias Florísticas más Representativas en el Área de Estudio .....	3-235

Figura 3-51	Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2 en el Área de Estudio .....	3-236
Figura 3-52	Análisis Clúster de Jaccard para los Transectos Cualitativos POF-01, POF-02 y POF-03 en el Bloque Singue .....	3-238
Figura 3-53	Análisis Clúster de Jaccard para los Transectos Cualitativos POF-04 y POF-05 en el Bloque Singue .....	3-239
Figura 3-54	Diversidad y Abundancia de las Familias más Representativas en el Área de Estudio .....	3-241
Figura 3-55	Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 1 en el Área Total de Estudio .....	3-242
Figura 3-56	Curva de Abundancia-Diversidad de Especies de Flora para el Área de Estudio .....	3-243
Figura 3-57	Área Basal de las Especies Representativas en el Área de Estudio .....	3-245
Figura 3-58	Comparación de la Riqueza Taxonómicas de las Familias, Géneros y Especies en los Tres Parcelas Cuantitativas .....	3-246
Figura 3-59	Comparación de la Abundancia de Individuos en las Tres Parcelas Cuantitativas ....	3-247
Figura 3-60	Comparación del Área Basal en los Tres Transectos Cuantitativos .....	3-247
Figura 3-61	Comparación del Índice de Diversidad de Shannon con sus Respective Intervalos de Confianza para las Parcelas en el Área de Estudio.....	3-249
Figura 3-62	Índice de Dominancia de Simpson con sus Respective Intervalos de Confianza para las Parcelas en el Área de Estudio.....	3-250
Figura 3-63	Comparación de la Riqueza de Especies, Géneros y Abundancia de las Familias más Representativas en el Área de Estudio.....	3-251
Figura 3-64	Curva de Abundancia-Diversidad dentro de la Parcela PMF-01 .....	3-252
Figura 3-65	Comparación de la Riqueza de Especies, Géneros y Abundancia de las Familias más Representativas en la Parcela PMF-02 .....	3-253
Figura 3-66	Curva de Abundancia-Diversidad dentro del Transecto PMF-02 .....	3-254
Figura 3-67	Comparación de la Riqueza de Especies, Géneros y Abundancia de las Familias más Representativas de la Parcela PMF-03 .....	3-255
Figura 3-68	Curva de Abundancia-Diversidad dentro del Transecto PMF-03 .....	3-255
Figura 3-69	Clúster Análisis Bray Curtis para las Tres Parcelas Muestreadas .....	3-256
Figura 3-70	Clúster Análisis Jaccard para las Tres Parcelas dentro del Área de Estudio.....	3-257
Figura 3-71	Riqueza y Abundancia de Especies Epífitas de Flora Registradas en los Árboles Seleccionados.....	3-259
Figura 3-72	Riqueza y Abundancia de las Familias de Epífitas Registradas en los Árboles Seleccionados.....	3-260
Figura 3-73	Curva de Abundancia-Diversidad de Especies Epífitas para el Área de Estudio .....	3-260
Figura 3-74	Comparación del Índice de Diversidad de Shannon con sus Respective Intervalos de Confianza para las Epífitas Halladas en las Parcelas en el Área de Estudio .....	3-261
Figura 3-75	Índice de Dominancia de Simpson con sus Respective Intervalos de Confianza para las Epífitas en las Parcelas en el Área de Estudio.....	3-262
Figura 3-76	Clúster Análisis Bray Curtis para las Epífitas en las Tres Parcelas dentro del Área de Estudio.....	3-263

Figura 3-77	Clúster Análisis Jaccard para las Epifitas de los Árboles en las Tres Parcelas dentro del Área de Estudio .....	3-264
Figura 3-78	Riqueza de Flora Registrada en Estudios Anteriores .....	3-269
Figura 3-79	Riqueza de Aves Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos .....	3-274
Figura 3-80	Riqueza de Aves a Nivel de Familias Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos .....	3-274
Figura 3-81	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio .....	3-279
Figura 3-82	Riqueza de Especies de Aves Registradas Mediante Metodologías Cuantitativas ....	3-280
Figura 3-83	Número de Especies por Familia de las Especies Registradas mediante Muestreos Cuantitativas .....	3-280
Figura 3-84	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas .....	3-281
Figura 3-85	Clúster de Similitud entre los Puntos Cuantitativo de Avifauna.....	3-282
Figura 3-86	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-01 .....	3-284
Figura 3-87	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Punto PMA-01 .....	3-284
Figura 3-88	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-02.....	3-286
Figura 3-89	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Punto PMA-02 .....	3-287
Figura 3-90	Riqueza de Especies de Aves Registradas Mediante Metodologías Cualitativas en los Puntos POA-01 y POA-02.....	3-287
Figura 3-91	Número de Especies por Familia de las Especies Registradas mediante Muestreos Cualitativos en los Puntos POA-01 y POA-02 .....	3-288
Figura 3-92	Gráfica de Similitud entre los Puntos Cualitativos de Avifauna.....	3-291
Figura 3-93	Riqueza de Especies de Aves Registradas Mediante Metodologías Cualitativas en los Puntos POA-03 y POA-04.....	3-291
Figura 3-94	Número de Especies por Familia de las Especies Registradas mediante Muestreos Cualitativos en los Puntos POA-03 y POA-04 .....	3-292
Figura 3-95	Gráfica de Similitud entre los Puntos Cualitativos Independientes de Avifauna .....	3-294
Figura 3-96	Porcentaje de Especies en cada Nicho Trófico Registrado en el Área de Estudio .....	3-295
Figura 3-97	Porcentaje de Especies en cada Distribución Vertical de Especies.....	3-295
Figura 3-98	Porcentaje de Especies según su Hábito .....	3-296
Figura 3-99	Porcentaje de Especies Según su Sociabilidad .....	3-296
Figura 3-100	Porcentaje de Especies Dominantes y Raras .....	3-297
Figura 3-101	Porcentaje de Sensibilidad de las Especies de Aves Registradas en el Área de Muestreo .....	3-300
Figura 3-102	Riqueza de Avifauna Registrada en Estudios Anteriores.....	3-303
Figura 3-103	Diversidad Taxonómica de la Mastofauna Registrada en el Bloque Singue.....	3-306
Figura 3-104	Curva de Acumulación General de Especies de Mastofauna dentro del Bloque Singue .....	3-307
Figura 3-105	Curva de Rango/Dominancia de las Especies de Mastofauna Registradas en el Bloque Singue.....	3-308

Figura 3-106	Curva de Acumulación de Especies de Mastofauna Registradas en el Bloque Singue .....	3-309
Figura 3-107	Clúster de Similitud entre los Puntos de Muestreo PMM-01 y PMM-02.....	3-310
Figura 3-108	Curva de Rango/Dominancia de las Especies de Mastofauna Registradas en el Punto PMM-01 del Bloque Singue.....	3-312
Figura 3-109	Curva de Rango/Dominancia de las Especies de Mastofauna Registradas en el Punto PMM-02 del Bloque Singue.....	3-313
Figura 3-110	Clúster de Similitud entre los Puntos de Muestreo POM-01 y POM-02.....	3-315
Figura 3-111	Gremio Trófico de los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue.....	3-316
Figura 3-112	Hábito de los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue .....	3-319
Figura 3-113	Locomoción de los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue .....	3-320
Figura 3-114	Sociabilidad de los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue .....	3-320
Figura 3-115	Número de Especies por Categoría de Amenaza Evaluadas Local y Regionalmente en el Bloque Singue.....	3-322
Figura 3-116	Sensibilidad de los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue .....	3-324
Figura 3-117	Riqueza de Mastofauna Registrada en Estudios Anteriores .....	3-326
Figura 3-118	Curva de Acumulación de Especies Registradas a través de Puntos Cuantitativos y Cualitativos .....	3-333
Figura 3-119	Curva de Rango Abundancia de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en los Puntos Cuantitativos PMH-01 y PMH-02 .....	3-336
Figura 3-120	Curva de Rango Abundancia de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en los Punto Cuantitativo PMH-01 .....	3-338
Figura 3-121	Curva de Rango Abundancia de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en los Punto Cuantitativo PMH-02.....	3-341
Figura 3-122	Esquema Clúster del Índice de Jaccard Entre los Puntos Cualitativos POH-01 y POH-02 .....	3-343
Figura 3-123	Esquema Clúster del Índice de Jaccard entre los Puntos Cualitativos POH-03 y POH-04 .....	3-344
Figura 3-124	Gremios Alimenticios de la Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio .....	3-346
Figura 3-125	Modos Reproductivos de las Especies Registradas en el Área de Estudio.....	3-348
Figura 3-126	Distribución Vertical de las Especies Registradas en el Área de Estudio .....	3-349
Figura 3-127	Hábito de las Especies Registradas en el Área de Estudio .....	3-351
Figura 3-128	Categorías de Amenaza de las Especies Registradas en el Área de Estudio de acuerdo con las Evaluaciones Nacionales .....	3-352
Figura 3-129	Riqueza de Herpetofauna Registrada en Estudios Anteriores .....	3-355
Figura 3-130	Datos de Riqueza de Especies de Escarabajos Peloterios en los Puntos de Muestreo .....	3-357
Figura 3-131	Curva de Acumulación de Especies para los Puntos Cualitativos y Cuantitativos .....	3-365
Figura 3-132	Riqueza de Especies de Escarabajos Copronecrófagos en los Puntos de Muestreo .....	3-366
Figura 3-133	Curva Dominancia-Diversidad Registrada de Escarabajos Copronecrófagos .....	3-367

Figura 3-134	Curva de Acumulación de Especies de Escarabajos Copronecrófagos .....	3-367
Figura 3-135	Análisis Clúster de Jaccard para Escarabajos Copronecrófagos.....	3-368
Figura 3-136	Riqueza de Lepidópteros Hallados en los Puntos Cuantitativos .....	3-369
Figura 3-137	Curva Dominancia-Diversidad de Lepidópteros Registrada en los Puntos Cuantitativos .....	3-370
Figura 3-138	Curva de Acumulación de Especies de Lepidópteros para los Puntos Cuantitativos .....	3-370
Figura 3-139	Análisis Clúster de Jaccard para los Puntos Cuantitativos.....	3-371
Figura 3-140	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-01_TP.....	3-372
Figura 3-141	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_TP .....	3-373
Figura 3-142	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_TP .....	3-373
Figura 3-143	Curva de Acumulación de Especies para el Punto PME-01_TP .....	3-374
Figura 3-144	Riqueza de Lepidópteros Registrados en el Punto de Muestreo PME-01_VSR.....	3-375
Figura 3-145	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_VSR.....	3-375
Figura 3-146	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_VSR.....	3-376
Figura 3-147	Curva de Acumulación de Especies para el Punto PME-01_VSR .....	3-376
Figura 3-148	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-02_TP.....	3-377
Figura 3-149	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_TP .....	3-378
Figura 3-150	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_TP .....	3-379
Figura 3-151	Curva de Acumulación de Especies para el Punto PME-02_TP.....	3-379
Figura 3-152	Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_VSR.....	3-380
Figura 3-153	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_VSR.....	3-381
Figura 3-154	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_VSR.....	3-381
Figura 3-155	Curva de Acumulación de Especies para el Punto PME-02_VSR .....	3-382
Figura 3-156	Riqueza de Especies en los Puntos Cualitativos Asociados a Cuantitativos .....	3-383
Figura 3-157	Análisis Clúster de Jaccard Para los Puntos Cualitativos Asociados a Puntos Cuantitativos .....	3-385
Figura 3-158	Riqueza de Especies en el Punto POE-01 .....	3-386
Figura 3-159	Riqueza de Especies en el Punto POE-02 .....	3-386
Figura 3-160	Riqueza de Especies en los Puntos Cualitativos Independientes.....	3-387
Figura 3-161	Análisis Clúster de Jaccard para los Puntos Cualitativos Independientes .....	3-389
Figura 3-162	Riqueza de Especies en el Punto POE-03 .....	3-389
Figura 3-163	Riqueza de Especies en el Punto POE-04 .....	3-390
Figura 3-164	Gremios Tróficos Registrados para el Componente de Entomofauna.....	3-391
Figura 3-165	Grupos Funcionales de los Escarabajos Copronecrófagos Registrados .....	3-395
Figura 3-166	Hábito de las Especies de Entomofauna Registradas.....	3-396
Figura 3-167	Riqueza de Entomofauna Registrada en Estudios Anteriores .....	3-398

Figura 3-168	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Área de Estudio.....	3-400
Figura 3-169	Curva de Rango – Abundancia de la Ictiofauna Evaluada en el Área de Estudio .....	3-402
Figura 3-170	Curva de Acumulación y Chao 1 de Especies de Ictiofauna del Área de Estudio .....	3-402
Figura 3-171	Clúster del Índice de Similitud de Jaccard.....	3-403
Figura 3-172	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-01 .....	3-404
Figura 3-173	Curva de Rango - Abundancia de la Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-01 .....	3-405
Figura 3-174	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-02 .....	3-406
Figura 3-175	Curva de Rango - Abundancia de la Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-02.....	3-407
Figura 3-176	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-03 .....	3-407
Figura 3-177	Curva de Rango – Abundancia de la Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-03 .....	3-408
Figura 3-178	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-04 .....	3-409
Figura 3-179	Curva de Rango - Abundancia de la Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-04 .....	3-410
Figura 3-180	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-05 .....	3-410
Figura 3-181	Curva de Rango - Abundancia- de la Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-05.....	3-411
Figura 3-182	Gremio Trófico de la Ictiofauna Registrada en el Área de Muestreo.....	3-413
Figura 3-183	Habito de la Ictiofauna Registrada en el Área de Muestreo .....	3-414
Figura 3-184	Distribución Vertical de la Ictiofauna Registrada en el Área de Muestreo.....	3-415
Figura 3-185	Sensibilidad de la Ictiofauna Registrada en el Área de Muestreo .....	3-417
Figura 3-186	Riqueza de Ictiofauna Registrada en Estudios Anteriores .....	3-419
Figura 3-187	Curva de Acumulación de Macroinvertebrados Acuáticos .....	3-422
Figura 3-188	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Influencia del Bloque Singue .....	3-422
Figura 3-189	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos por Punto de Muestreo .....	3-423
Figura 3-190	Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos .....	3-425
Figura 3-191	Curva de Rango Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos .....	3-425
Figura 3-192	Clúster del índice de Similitud de Jaccard.....	3-427
Figura 3-193	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto PAM-01 .....	3-430
Figura 3-194	Curva de Rango Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto PAM-01 .....	3-430
Figura 3-195	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto PAM-02.....	3-431
Figura 3-196	Curva de Rango Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto PAM-02 .....	3-432
Figura 3-197	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto PAM-03.....	3-433
Figura 3-198	Curva de Rango Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto PAM-03 .....	3-433
Figura 3-199	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto PAM-04.....	3-434
Figura 3-200	Curva de Rango Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto PAM-04 .....	3-435
Figura 3-201	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto PAM-05.....	3-436

Figura 3-202	Curva de Rango Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto PAM-05 .....	3-436
Figura 3-203	Categorías de Gremios Tróficos en los Puntos de Muestreo de la Zona de Influencia del Bloque Singue .....	3-438
Figura 3-204	Porcentaje de los Niveles de Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en la Zona de Influencia del Bloque Singue .....	3-439
Figura 3-205	Abundancia de Macroinvertebrados Registrada en Estudios Anteriores .....	3-442

Página en blanco

## 3 Diagnóstico Ambiental-Línea Base

---

### 3.2 Medio Biótico

#### 3.2.1 Introducción

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

El bloque Singue se sitúa en la provincia de Sucumbíos, entre los cantones Lago Agrio (parroquia Pacayacu) y Putumayo (parroquias Sansahuari y Palma Roja), en el piso zoogeográfico tropical oriental. De acuerdo con el Sistema de Clasificación de Ecosistemas de Ecuador Continental publicado por el Ministerio del Ambiente (2013), el área de estudio corresponde al ecosistema Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá (BsTa01). Dentro del área geográfica del proyecto existen los siguientes tipos de vegetación: Vegetación natural poco intervenida (Bpl), Vegetación secundaria (B2), Pantano (Pa), Cultivo (C) y Pastizales (P), donde las actividades humanas son significativas y aíslan franjas y áreas forestales.

El presente estudio está conformado por información biótica primaria para generar la línea base de los componentes: flora, fauna terrestre y fauna acuática para el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental Complementario que se ejecuta como parte de los estudios ambientales requeridos para la fase de explotación del proyecto Singue, descrito a continuación.

Adicionalmente, el levantamiento de información primaria llevada a cabo en agosto de 2023 se realizó por medio de la Dirección Zonal 9 de Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Sucumbíos a través de la Unidad de Bosque y Vida Silvestre, bajo la Autorización de Recolección de Vida Silvestre de Flora y Fauna No. 026-2023 RVS-FLO/FAU/DZ9/MAATE (Anexo B. Documentos Oficiales. B.5.1 Permiso de Investigación). Así también, se tramitó la respectiva guía de movilización de especímenes macroinvertebrados bajo el número de guía: 026-2023 RVS-FLO/FAU/DZ9/MAATE con fecha de autorización 31 agosto-1 septiembre de 2023 (Anexo B. Documentos Oficiales. B.5.2 Permiso de Movilización).

#### 3.2.1.1 **Objetivo General**

- > Caracterizar la diversidad biótica para el proyecto “Estudio Complementario a la Actualización del Plan de Manejo Ambiental para Unificación de Licencias Ambientales del Bloque 53–Singue para la Fase de Explotación para la construcción de la plataforma Singue Norte, así como la vía de acceso y línea de flujo de Singue Norte a Singue B” en función de la información levantada en campo mediante muestreos in situ de los componentes de flora, fauna terrestre (mastofauna, avifauna, herpetofauna, entomofauna) y fauna acuática (ictiofauna y macroinvertebrados).

#### 3.2.1.2 **Objetivos Específicos**

- > Caracterizar el estado actual de los componentes bióticos: flora; fauna terrestre: mastofauna, avifauna, herpetofauna y entomofauna; y, fauna acuática: ictiofauna y macroinvertebrados del área geográfica del proyecto mediante el levantamiento de información primaria. Adicionalmente, se utilizará información secundaria de los monitoreos que ha realizado GENTE OIL.

- > Evaluar el estado de conservación de los distintos componentes bióticos: flora, fauna terrestre y fauna acuática en las áreas de influencia de las infraestructuras del proyecto.
- > Identificar el tipo de afectación que la ejecución de las diferentes actividades pueda generar ante los componentes bióticos de flora, fauna terrestre y fauna acuática.
- > Determinar los posibles impactos que se podrían generar con el desarrollo de las actividades del proyecto que se detallarán en el capítulo 6. Evaluación de Impactos.
- > Describir recomendaciones sobre las medidas más adecuadas para prevenir y mitigar los impactos negativos que se podrían generar en el componente biótico de flora, fauna terrestre y fauna acuática que se detallarán en el capítulo 7. Plan de Manejo Ambiental.

### **3.2.2 Justificación de Selección de Puntos de Muestreo**

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

- > Imagen Satelital Jilin 14, resolución espacial 0,5 m/píxel de enero 2023
- > Información cartográfica del Instituto Geográfico Militar a escala 1: 50 000
- > Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental, elaborado por el Ministerio de Ambiente a escala 1: 100 000 (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013)
- > *Pisos zoogeográficos del Ecuador* (Albuja L. y otros, 2012)

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

- > La unidad ecosistémica Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá (BsTa01) está localizada desde los 168 hasta los 350 msnm. Este ecosistema está compuesto por bosques altos multiestratificados, con un dosel cerrado entre 25-35 m; además, comprende bosque de tierra firme del interfluvio entre el Aguarico y el Putumayo, así como los sistemas lacustres de Cuyabeno y Lagartococha.
- > El piso zoogeográfico tropical oriental incluye las zonas ubicadas desde los 0-800 a 1000 msnm. Esta división zoogeográfica posee un clima cálido-húmedo y la topografía del piso contiene planicies y en su mayoría bosques de tierra firme.

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

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

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

Cuanto mayor sea el área para evaluar y cuanto más diversa sea la cubierta vegetal, mayor será el esfuerzo de muestreo a ejecutarse. Las áreas menos extensas y la vegetación más uniforme requerirán

un menor número de muestreos (cuantitativos y/o cualitativos), de menores dimensiones y una menor superficie total de muestreo para lograr la precisión deseada en la información obtenida (Graf & Sayagués, 2000).

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

### **3.2.3 Descripción del Área Geográfica**

Según la información secundaria recopilada, los mapas base entregados y la información levantada durante la fase de campo, se concluye que la vegetación dentro y circundante del proyecto está conformada por bosques naturales intervenidos, vegetación herbácea y arbustiva, mosaicos agropecuarios con presencia de cultivos tradicionales, pastizales y eriales. De acuerdo con el Sistema de Clasificación de Ecosistemas de Ecuador Continental publicado por el Ministerio del Ambiente (2013), el área geográfica corresponde a los ecosistemas: Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá (BsTa01). Dicho ecosistema está compuesto por bosques altos multiestratificados, con dosel cerrado de 25 a 35 m, emergentes de 40 m o más; los árboles presentan fustes rectos y diámetros entre 0,8 y 1,2 m, ocasionalmente mayores; las raíces tablares son frecuentes. En las pendientes el sotobosque suele ser más abierto. Estructuralmente, estos bosques son muy diferentes a los del resto de la región debido a la dominancia de especies-individuos con tallos pequeños y a lo espacialmente dispersos que se pueden presentar. En las zonas donde se han formado terrazas altas con elevado contenido de arena se puede evidenciar un tipo diferente de vegetación caracterizado por la abundancia de individuos de árboles con diámetros a la altura del pecho menor a 20 cm y la dominancia de arbolitos con DAP menor a 10 cm (Alverson et al., 2008 en MAE, 2013). Algunas de las especies diagnósticas son: *Huberodendron swietenoides*, *Iryanthera lancifolia*, *I. laevis*, *I. ulei*, *Licania canescens*, *L. cuyabenensis*, *L. hypoleuca*, *L. octandra*, *L. urceolaris*, *Macoubea guianensis*, *M. sprucei*, *Matisia lasiocalyx*, *M. malacocalyx*, *Mezilaurus sprucei*, *M. opaca*, *M. itauba*, *Micropholis guyanensis*, *M. sanctae-rosae*, *Naucleopsis concinna*, *N. oblongifolia*, *Neoptychocarpus killipii*, *Oxandra euneura* y *Oenocarpus bataua*.

#### **3.2.3.1 Tipos de Cobertura Vegetal**

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

##### **3.2.3.1.1 Bosque Nativo**

El bosque nativo puede ser clasificado en tres tipos:

Este es un bosque húmedo poco alterado que contiene especies vegetales en máxima madurez alcanzando alturas y diámetros a la altura del pecho (DAP) representativos. La cobertura vegetal es cerrada con vegetación de todos los estratos presentes y alta diversidad de especies. El dosel presenta un estrato de árboles de 10 a 18 m; entre las especies representativas están: *Guatteria citriodora*, *Swartzia multijuga*, *Virola elongata*, *Ocotea oblonga*.

Por otro lado, existe un bosque húmedo medianamente alterado que exhibe una vegetación abierta, principalmente por causas antrópicas. Se encuentra cerca de casas y campos. Se caracteriza por presentar especies pioneras en diversas etapas de regeneración natural que lograron sobrevivir luego de que los bosques naturales fueran degradados por intervención humana o fenómenos naturales. Tiene claros y está cubierto de vegetación que varía desde semicerrada hasta abierta (Graziati, 2023). Lo mismo ocurre con cada una de las áreas a intervenir del bloque Singue. Presenta vegetación arbórea de densidad

media que es el resultado de la regeneración de especies forestales que han sido seleccionadas y taladas por miembros de la comunidad que viven cerca del sitio de la plataforma propuesta. Los bosques secundarios se consideran bosques al lado de los principales caminos de acceso, plataformas y caminos nuevos. Estos espacios abiertos destacan principalmente por la falta de una cobertura continua, ya que suelen estar habitados por especies pioneras de distintas familias como: *Guarea guidonia*, *Inga auristellae*, *Tapirira guianensis*, *Piper augustum*.

Finalmente, están los moretales, que son bosques inundados dominados por especies tolerantes a las inundaciones, donde se destacan individuos en todos los estadios de la palma *Mauritia flexuosa*.

### 3.2.3.1.2 Vegetación Arbustiva

La vegetación arbustiva se distingue del bosque como un ecosistema con cobertura forestal de árboles inferior a un cierto umbral, que varía de una región a otra. La mayoría de las especies pertenece a las familias Asteraceae y Melastomataceae, con especies pioneras que no logran desarrollarse a alturas mayores a los dos metros.

### 3.2.3.1.3 Cultivos

Se trata de áreas abiertas donde las comunidades han reemplazado los bosques naturales con plantaciones nativas comerciales. En particular, en el área geográfica se cultivan *Theobroma cacao* (cacao), *Inga edulis* (guaba), *Citrus médica* (limón) *Ochroma pyramidale* (balsa) y *Coffea arabica* (café), así como otras especies de plantas nativas, ya sea para consumo o venta.

### 3.2.3.1.4 Pastizales

Un pastizal es un ecosistema en el que la cobertura arbórea, que varía de una región a otra, está por debajo de un cierto umbral, a diferencia de un bosque (Robert & Brown, 2004). Los pastizales son zonas cubiertas de especies herbáceas introducidas por el hombre para el desarrollo de actividades agrícolas; en este caso, formado de *Eryngium foetidum* (cilantro de monte), *Gynerium sagittatum* (Poaceae), *Cyperus luzulae* (Cyperaceae), *Commelina difusa* (canutillo) y *Borreria remota*. Estas especies crecen en tierras despejadas para el ganado y los cultivos. En los pastizales también se puede observar árboles solitarios y palmeras como: *Inga edulis* (Fabaceae) y *Tapirira guianensis* (cedrillo).

### 3.2.3.1.5 Erial

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

**Tabla 3-76 Estratos de Bosque en el Área Geográfica del Proyecto Singue**

No.	Estrato	Área (ha)	Porcentaje
1	Bosque nativo	382,17	61,05 %
2	Vegetación arbustiva	136,93	21,87 %
3	Cultivo	7,89	1,26 %
4	Pastizal	79,46	12,69 %
5	Erial	17,24	2,75 %
6	Cuerpo de agua natural	2,36	0,38 %
	Total, área geográfica	626,05	100 %

Nota: La fuente de la información corresponde a la interpretación de la cobertura vegetal sobre la imagen satelital Jilin 14, resolución espacial 0,5 m/píxel, de enero de 2023.

Fuente: Entrix, Interpretación de cobertura vegetal enero 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### **3.2.3.2 Ecosistemas**

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

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

Bosques altos multiestratificados, con dosel cerrado de 25 a 35 m, emergentes de 40 m o más; los árboles presentan fustes rectos y diámetros entre 0,8 y 1,2 m, ocasionalmente mayores; las raíces tablares son frecuentes. En las pendientes el sotobosque suele ser más abierto. Estructuralmente, estos bosques son muy diferentes a los del resto de la región debido a la dominancia de especies-individuos con tallos pequeños y a lo espacialmente dispersos que se pueden presentar. En las zonas donde se han formado terrazas altas con elevado contenido de arena se puede evidenciar un tipo diferente de vegetación caracterizado por la abundancia de individuos de árboles con diámetros a la altura del pecho menores a 20 cm y la dominancia de arbolitos con DAP menor a 10 cm (Alverson et al., 2008 en MAE, 2013).

En términos de abundancia, Burseraceae, Lecythidaceae y Myristicaceae son las familias más representativas determinando una clara diferencia con los bosques de suelos más fértiles localizados en el Parque Nacional Yasuní y cerca del piedemonte de los Andes (MAE, 2013).

Este sistema incluye comunidades boscosas con gran variación en la composición florística. Esta variación se acentúa y se hace abrupta hacia el este a medida que se incrementa la distancia con respecto al piedemonte de los Andes (Pitman et al., 2008; Duque et al., 2010). Hacia el sur del ecosistema este efecto es similar, los bosques siempreverdes son densos y alcanzan 40 m de altura, con una estructura multiestratificada; son bosques no inundados o bien drenados sobre terrenos planos de las terrazas altas y sistemas colinados de la planicie sedimentaria, con colinas de 20 hasta 40 m de alto (MAE, 2013).

La composición florística a lo largo de la distribución del sistema evidencia una variabilidad determinada por las diferentes litologías, orígenes de los sedimentos y geoformas, que determinan en algún grado que el recambio de especies sea más evidente en sentido oeste-este. Hacia el noreste de la penillanura los bosques se encuentran sobre una serie de pequeñas colinas onduladas y terrazas que en algunos casos se extienden en varios kilómetros de longitud sobre planos sedimentarios cuaternarios (Wesselingh et al., 2006 en MAE, 2013).

En el sector de Aguarico-Putumayo-Caquetá es evidente la influencia de elementos de flora de la Amazonía central, incluyendo zonas adyacentes a los bosques de arenas blancas de Iquitos y de la región del medio Caquetá y Araracuara con influencia del Escudo guayanés. Géneros como *Caraipa*, *Sterigmatalum*, *Chaunochiton*, *Neoptychocarpus*, *Macoubea*, *Podocalyx*, *Adiscanthus*, *Pogonophora*, *Anthrocaryum*, *Bothryarrena*, *Clathrotropis*, *Neocalyptocalyx* y *Ruizterania* se han registrado únicamente en la región comprendida entre el interfluvio del río Aguarico y el Putumayo en los bosques de colina hacia el interior de la tierra firme y en las terrazas altas de estos dos ríos (Alverson et al., 2008; Pitman et al., 2008; Guevara et al., 2010 en MAE, 2013).

Los bosques se desarrollan sobre un sistema que incluye colinas ligeramente disectadas, terrazas altas que aún mantienen su superficie plana original, debido principalmente a que la erosión no ha desgastado esta superficie (Wesselingh et al., 2006; Saunders, 2008 en MAE, 2013). Las colinas y terrazas altas normalmente se encuentran entre 150 y 300 msnm. Los suelos se originan de restos sedimentarios marinos, lacustres y fluviales (Wesselingh y Salo, 2006 en MAE, 2013). Los depósitos de arcillas marinas originadas hacen unos 13 millones de años antes del levantamiento de los Andes se encuentran a cientos o miles de metros bajo depósitos de gravas, arenas y arcillas de origen fluvial más reciente provenientes de los Andes (Wesselingh et al., 2006 en MAE, 2013).

Especies diagnósticas: *Amaioua corymbosa*, *Aspidosperma excelsum*, *A. sandwithianum*, *Brosimum lactescens*, *B. rubescens*, *Caraipa grandifolia*, *Chaunochiton kappleri*, *Chimarrhis gentryana*, *Clathrotropis macrocarpa*, *Couepia subcordata*, *Erythroxyllum divaricatum*, *Eschweilera itayensis*, *E. rufifolia*, *E. tessmannii*, *E. laevicarpa*, *Ferdinandusa elliptica*, *Fusaea longifolia*, *F. peruviana*, *Guatterioopsis ramiflora*, *Helicostylis elegans*, *H. turbinata*, *Huberodendron swietenoides*, *Iryanthera lancifolia*, *I. laevis*, *I. ullei*, *Licania canescens*, *Macoubea guianensis*, *M. sprucei*, *Matisia lasiocalyx*, *M. malacocalyx*, *Mezilaurus sprucei*, *M. opaca*, *M. itauba*, *Micropholis guyanensis*, *M. sanctae-rosae*, *Naucleopsis concinna*, *N. oblongifolia*, *Neoptychocarpus killipii*, *Oxandra euneura* y *Oenocarpus bataua*.

### 3.2.3.3 Pisos Zoogeográficos

Según Albuja L. y otros (2012), el piso zoogeográfico en el que se ubica el bloque Singue corresponde al tropical oriental.

**Tabla 3-77 Piso Zoogeográfico Presente en el Proyecto Singue**

No.	Piso Zoogeográfico	Simbología	Corresponde al Proyecto	Altitud
1	Marino	M	No aplica	-
2	Tropical noroccidental	TNO	No aplica	-
3	Tropical suroccidental	TSO	No aplica	-
4	Subtropical occidental	SO	No aplica	-
5	Templado	T	No aplica	-
6	Altoandino	A	No aplica	-
7	Subtropical oriental	SE	No aplica	-
8	Tropical oriental	TE	No aplica	0-800 a 1000 msnm
9	Galápagos	G	No aplica	-

Fuente: Enrix, agosto 2023

Elaboración: Enrix, septiembre 2023

### 3.2.4 Metodología

#### 3.2.4.1 Flora

Los bosques tropicales, que tienen la mayor área remanente en ecosistemas amazónicos son reservorios de carbono y biodiversidad de importancia significativa por albergar más de la mitad de la biota terrestre, pues la mayoría de las especies repartidas en varios grupos taxonómicos se encuentran en los trópicos (Beauty et al., 2020; Molina et al., 2019; Pillay et al., 2022; Zuquim et al., 2020). Además, estos bosques contienen ~25 % del carbono en la biosfera, representan ~33 % de la producción primaria neta (PPN) terrestre y pueden secuestrar grandes cantidades de carbono anualmente (Bonan, 2008).

Las selvas tropicales son una fuente importante de servicios ecosistémicos; por ejemplo, la diversidad vegetal de estos bosques tiene una función importante en la preservación de los recursos edáficos, hídricos, valores escénicos, culturales y mantenimiento de los recursos genéticos de la diversidad animal y vegetal (Kalliola, 1998). Adicionalmente, se vincula con la predominancia de especies de invertebrados, dado que su abundancia y diversidad contribuyen al funcionamiento y resiliencia de estos ecosistemas de importancia mundial (Ewers et al., 2015; Swift et al., 1979; Zuquim et al., 2020).

La cuenca Amazónica, con su enorme superficie y complejidad ecosistémica, es la reserva biótica más importante del mundo (Kalliola, 1998). La comunidad de árboles, que es un componente crucial de este ecosistema, sustenta una amplia variedad de especies animales manteniendo un estrecho equilibrio natural (Laurance W. F., 2006). Una característica de estos bosques es que se puede encontrar cientos

de especies concentradas en áreas relativamente pequeñas. En tan solo una hectárea de bosque se han registrado más de 307 especies de árboles con un diámetro a la altura del pecho  $\geq 10$  cm (Valencia, 1994; Romoleroux, 1997; Balslev, 1998).

Lamentablemente, también son ecosistemas que están gravemente amenazados por el crecimiento de la población humana. Los efectos producidos por las actividades antrópicas comprenden el cambio de composición original de la vegetación, la presencia de especies invasivas y extracción excesiva y selectiva de madera (Wright, 2005).

Las actividades antrópicas como el cambio del uso de la tierra para la agricultura y ganadería, producto de la sobrepoblación, así como la deforestación y explotación de recursos naturales han implicado cambios en la disponibilidad de agua y alteraciones climáticas (Geisen et al., 2019; Huntington, 2006; Sünemman et al., 2021). Estos factores pueden, directa o indirectamente, alterar la actividad fisiológica de la biota del suelo, aumentando así sus contribuciones al calentamiento global, brotes de plagas y alterando otros servicios ecosistémicos provistos por el suelo (Geisen et al., 2019; Sünemman et al., 2021). Los efectos del cambio climático en los ecosistemas forestales incluyen el calentamiento y la disminución de la calidad de la hojarasca, inducidas por una mayor concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico (Ott et al., 2012). De esta manera, el clima futuro más seco y cálido pronosticado para la Amazonía podría provocar una contracción en el rango de muchas especies (Betts et al., 2008; Zuquim et al., 2020). Así, los escenarios de cambio climático inducidos por influencias antrópicas predicen condiciones futuras más secas y cálidas de manera general, con fuertes eventos de sequía y altas temperaturas para gran parte de la región amazónica. Como evidencia, en la actualidad los incendios relacionados con la sequía se han vuelto más frecuentes (Boisier et al., 2015; Zuquim et al., 2020). Las proyecciones para las áreas tropicales han pronosticado un aumento general de anomalías climáticas, como los eventos de El Niño y La Niña, un incremento de las temperaturas de entre 3-8 °C a finales del siglo XXI y periodos de sequía prolongados (Betts et al., 2008; Zuquim et al., 2020).

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

### **3.2.4.1.1 Caracterización del Paisaje**

El grado de intervención del área geográfica es alta, ya sea por acción natural o antrópica. Esta característica permite describir la fisonomía del bosque, que mayoritariamente presenta áreas taladas y claros de bosque. La presencia de especies propias de bosques maduros y disturbados indican el proceso de sucesión vegetal mediante el crecimiento de las especies pioneras (Odum y Sarmiento, 1998). Adicionalmente, el área está caracterizada por extensiones de monocultivos combinados con áreas de bosque natural poco intervenido y pantanos, donde se destaca la presencia de la palma *Mauritia flexuosa* (morete).

### **3.2.4.1.2 Puntos de Muestreo Cuantitativos**

#### **PMF-01**

Este punto se ubica dentro de un bosque húmedo poco alterado, puesto que el área es usada para caza y extracción de madera como recurso económico. El bosque es cerrado y tiene algunas zonas pantanosas. Entre las especies más dominantes están: *Annona ambotay*, *Swartzia* sp., *Miconia tomentosa*, *Guatteria amplifolia*, *Virola* sp. y *Miconia matthaei*. La mayoría de los árboles jóvenes pertenece a las especies anteriores.

#### **PMF-02**

El punto se ubica dentro de un bosque húmedo medianamente alterado, indicando intervención antrópica y con presencia de trochas utilizadas para actividades de caza y extracción selectiva de madera. El bosque

es semiabierto, con zonas pantanosas. Las especies halladas fueron: *Tapirira guianensis*, *Simira rubescens*, *Piper augustum* e *Inga auristellae*. La mayor parte de los árboles regenerados está compuesta por las pocas especies maduras que se mencionaron anteriormente.

### **PMF-03**

Este punto se ubica dentro de un moretal y se realizó exclusivamente para el componente de flora con el objetivo de caracterizar un tipo de hábitat con una extensión considerable en las cercanías del proyecto. En este punto se identificó una gran presencia de palmeras de la especie *Mauritia flexuosa* (morete). Otro tipo de especies en el sitio fueron escasas o de nula frecuencia.

#### **3.2.4.1.3 Puntos de Muestreo Cualitativos**

Para el componente de flora se realizaron tres puntos cualitativos asociados a los puntos de muestreo cuantitativo. Adicionalmente, se realizaron dos puntos cualitativos independientes en áreas dentro del bloque Singue, considerando cubrir la totalidad de áreas con diferencias en sus estados de conservación (áreas antropizadas y naturales). De este modo, se ubicaron los puntos de muestreo cualitativos: POF-01, POF-02, POF-03 asociados a los puntos cuantitativos POF-04 y POF-05 como puntos cualitativos independientes, con la finalidad de abarcar la zona de interés y sus diferentes hábitats y microhábitats.

#### **POF-01**

El área corresponde a un bosque húmedo poco alterado. Las especies con mayor representación fueron: *Swartzia multijuga*, *Virola elongata*, *Pourouma bicolor*, *Miconia ampla* y *Guatteria citriodora*.

#### **POF-02**

Es un bosque húmedo medianamente alterado con un importante impacto por la presencia antrópica. Se observaron especies comunes en un bosque secundario, en su mayoría bajo los 10 cm de DAP, pero con una importante regeneración activa. En el lugar se observó gran cantidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en crecimiento; el dosel era un estrato continuo dentro de los parches de bosque con la presencia de *Tapirira guianensis*, *Piper augustum*, *Iriartea deltoidea* y *Guarea guidonia*.

#### **POF-03**

Es un moretal donde se observó la presencia dominante de moretales. Las especies registradas fueron: *Miconia* sp. 1, *Mauritia flexuosa*, *Solanum* sp. 1 y *Strychnos darienensis*.

#### **POF-04**

El área es un bosque húmedo medianamente alterado está compuesta por matorrales y árboles talados; en la parte final del recorrido se halló un área pantanosa y cruce de un río. En el recorrido se encontró especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, con presencia de *Nectandra viburnoides*, *Tapirira obtusa*, *Micropholis venulosa*, *Oenocarpus bataua*, *Mollinedia* sp. 1, *Mauritia flexuosa* y *Guatteria* sp. 1.

#### **POF-05**

En el recorrido en su mayoría corresponde a un moretal, con presencia de especies herbáceas y epífitas que viven dentro de las palmeras. Las especies vegetales arbóreas se observaron en poca cantidad, ya que el área vegetal sin pantano fue baja. Se destaca la presencia de *Pourouma bicolor*, *Protium nodulosum*, *Iryanthera grandis*, *Ocotea* sp. 1 y *Aniba hostmanniana*.

#### **3.2.4.1.4 Criterios Metodológicos**

##### **Fase de Campo**

Los puntos cuantitativos se ubicaron cercanos al área donde se encuentra la infraestructura del bloque Singue y en un área de control en los remanentes de bosque fuera del área de influencia de las actividades

hidrocarburíferas. Se establecieron tres unidades muestrales cuantitativas: una cercana a la plataforma Singue norte y el DDV, y dos en el área control, a fin de obtener la representatividad de toda el área.

### Muestreo Cuantitativo

#### *Parcelas de 50 x 50 m*

En el área geográfica se instalaron tres parcelas permanentes de 50 x 50 m (2500 m<sup>2</sup>). Dentro de estas parcelas se identificaron, midieron, tabularon y marcaron con placas metálicas todos los árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 10 cm (aproximadamente a 1,30 m del suelo), lo que permitirá un mayor seguimiento en las tasas de reclutamiento y mortalidad. Según la metodología desarrollada por el CATIE y su Red de Parcelas Permanentes de Monitoreo (PPM), el área promedio para el establecimiento de las parcelas permanentes regularmente es de un cuarto de hectárea (2500 m<sup>2</sup>) (CATIE, 2012).

Se registraron datos adicionales de cada árbol, como características fenológicas, dendrológicas (presencias de látex, resina y olores) y posibles usos por parte de los guías. Se tomó la altura total, la cual se define como la longitud desde la base del árbol sobre la superficie del suelo hasta su ápice.

Se ubicaron las coordenadas en el sistema WGS 84 mediante el uso de un receptor GPS.

#### *Caracterización de Epífitas*

Sobre la parcela permanente trazada para la caracterización cuantitativa, se realizó una estimación de epífitas que se encuentren sobre el tronco principal de los árboles y arbustos con buena representatividad de estas hasta una altura de 2 m en parcelas de 10 x 10 m. Esta metodología se basó en la empleada por Henao-Díaz et al. (2012) para bosques de tierras bajas y subandinos.

Dentro de la parcela de 10 x 10 m se seleccionaron los árboles y arbusto con epífitas y se procedió a evaluar la cobertura de estas en los individuos seleccionados hasta una altura de 2 m. Se colectaron las muestras de las especies que no pudieron identificarse en campo a fin de fotografiarlas a detalle y reconocerlas mediante comparación con las muestras depositadas en los Herbario.

Debido a que el estudio se desarrolla con plantas vasculares, las epífitas muestreadas corresponden a las familias Araceae, Bromeliaceae, Orchidaceae y helechos. Es importante mencionar que la representatividad de estos grupos en el herbario no posee una taxonomía completamente resulta, lo cual complica la determinación de estas especies.

Los musgos y líquenes no se muestrearon debido a su compleja taxonomía y a la ausencia de estudios con estos grupos en el área de estudio.

### Muestreo Cualitativo

Para la ubicación de los muestreos cualitativos se consideró la cobertura vegetal según la fisonomía y estructura general de la vegetación, y junto con la experticia del técnico mediante observación directa fue posible identificar los cambios de la estructura, composición y nivel de intervención antrópica. La versión adaptada para el Ecuador contiene tres categorías amplias en las cuales se agrupan los ecosistemas en "Bosque", "Vegetación arbustiva y herbácea" y "Áreas sin cobertura vegetal o degradadas" (MAE, 2013).

Las características del muestreo dependieron de las dimensiones y heterogeneidad del área de observación (Graf & Sayagués, 2000). Considerando lo citado, esta adaptabilidad es válida para evaluar las áreas de interés para el proyecto, teniendo así las áreas que serán intervenidas donde se realizaron recorridos por el perímetro de la zona de interés dependiendo de los cambios de cobertura vegetal, tipos de ecosistemas y niveles de intervención antrópica (cultivos, pastizales y áreas abiertas).

#### *Transectos de Longitud Variable*

Este método es una variante de los transectos y fue propuesto por Foster et al. (1995) para realizar evaluaciones rápidas de la vegetación. El método tiene como base muestrear un número estándar de individuos en vez de una superficie estándar y no requiere tomar medidas precisas de los datos. Consiste en muestrear un número determinado de individuos a lo largo de un transecto con un ancho determinado y el largo definido por el número estándar de individuos a muestrearse. Con este método se pueden muestrear todas las plantas o clases de plantas separadas por formas de vida (árboles, arbustos, bejucos, hierbas, epífitas), familias o individuos de una sola especie. También, se puede hacer agrupaciones por estratos (plantas del dosel, estrato alto, estrato medio, sotobosque). Para considerar el número de plantas a muestrear, se debe tomar en cuenta que usualmente es mejor hacer muchos muestreos pequeños que pocos muestreos grandes.

Para esta metodología se muestrearon transectos con una longitud de entre 200 y 1000 m, dependiendo de la accesibilidad del terreno, de acuerdo con las condiciones encontradas en campo y bajo las siguientes consideraciones:

- > En el muestreo de árboles en bosques densos el ancho del transecto será menor, mientras que en áreas quemadas o pastoreadas (pocos árboles) tendrán que aumentarse.
- > Para árboles medianos (10-30 cm DAP) el ancho puede variar de 10 a 20 m.
- > Para los arbustos, árboles pequeños (1-10 cm DAP) y hierbas, la anchura puede ser de 1 a 2 m (Foster, Hernández, Kakudidi & Burnham, 1995).

Los recorridos se realizaron manteniendo una velocidad de 1 km por hora. Se tomó coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) y WGS 84 Zona 18 Sur mediante un receptor GPS.

Con los datos obtenidos se realizaron análisis de riqueza, abundancia, diversidad (con datos cuantitativos los dos últimos) y aspectos ecológicos relevantes del conjunto de especies registradas, así como su estado de conservación y sensibilidad.

#### Sitios de Muestreo

A continuación, se incluyen en la tabla los sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. El mapa de sitios de muestreos se incluye dentro del anexo cartográfico (Anexo A. Cartografía 3.2-2 FLORA Mapa de Ubicación de Recorridos y Puntos de Muestreo Biótico). Adicionalmente, en la sección Anexos se puede revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo.

**Tabla 3-78 Puntos de Muestreo Flora**

Código	Fecha	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur			Altitud (msnm)	Tipo de Vegetación	Método	Extensión Muestral	Tipo de Muestreo
		Vértice	Este (m)	Norte (m)					
PMF-01	23-24/08/2023	V1	356592	10020667	258	Bosque natural poco alterado	Parcela	50 x 50 m	Cuantitativo
		V2	356547	10020683	253				
		V3	356526	10020637	257				
		V4	356573	10020620	262				
PMF-02	25-26/08/2023	V1	357595	10020704	257	Bosque Natural medianamente alterado	Parcela	50 x 50 m	Cuantitativo
		V2	357638	10020726	259				
		V3	357665	10020687	260				
		V4	357620	10020662	257				
PMF-03	26-27/08/2023	V1	357762	10020675	257	Moretal	Parcela	50 x 50 m	Cuantitativo
		V2	357760	10020626	256				
		V3	357814	10020623	253				
		V4	357815	10020674	254				
POF-01	23/08/2023	PI	356544	10020615	261	Bosque natural poco alterado	Transecto	300 m	Cualitativo
		PF	356506	10020630	255				
POF-02	25/08/2023	PI	357656	10020719	259	Bosque Natural medianamente alterado	Transecto	300 m	Cualitativo
		PF	357659	10020741	258				
POF-03	26/08/2023	PI	357787	10020681	255	Moretal	Transecto	200 m	Cualitativo
		PF	357749	10020660	258				
POF-04	27/08/2023	PI	356656	10020215	260	Bosque Natural medianamente alterado y Pastizal	Transecto	1000 m	Cualitativo
		PF	356850	10019440	265				
POF-05	27/08/2023	PI	357255	10018339	251	Moretal	Transecto	650 m	Cualitativo
		PF	357154	10018845	265				

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Página en blanco

### Esfuerzo de Muestreo

El levantamiento de información de flora se llevó a cabo entre el 22 y 28 de agosto del 2023, donde se monitoreó de manera directa las tres parcelas asegurando la mayor representatividad de especies en el área de estudio.

**Tabla 3-79 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Flora**

Código	Método	Superficie Muestreada	No. Días	Horas Día	No. De Personas	Horas Totales
PMF-01	Parcela 50 x 50 m	2500 m2	3 días	8 horas	3 personas (1 especialista y 2 personas locales)	72 horas
PMF-02	Parcela 50 x 50 m	2500 m2	3 días	8 horas	3 personas (1 especialista y 2 personas locales)	72 horas
PMF-03	Parcela 50 x 50 m	2500 m2	3 días	8 horas	3 personas (1 especialista y 2 personas locales)	72 horas
PMFE-01	Parcela 10 x 10 m	100 m2	1 día	4 horas	2 personas (1 especialista y 1 personas locales)	8 horas
PMFE-02	Parcela 10 x 10 m	100 m2	1 día	4 horas	2 personas (1 especialista y 1 personas locales)	8 horas
PMFE-03	Parcela 10 x 10 m	100 m2	1 día	4 horas	2 personas (1 especialista y 1 personas locales)	8 horas
POF-01	Transecto	300 m	1 día	4 horas	1 especialista	4 horas
POF-02	Transecto	300 m	1 día	4 horas	1 especialista	4 horas
POF-03	Transecto	200 m	1 día	4 horas	1 especialista	4 horas
POF-04	Transecto	1000 m	1 día	4 horas	1 especialista	4 horas
POF-05	Transecto	650 m	1 día	4 horas	1 especialista	4 horas

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Factores que Incidieron en los Resultados del Estudio

Dentro de los factores que incidieron en los resultados, se tiene la ausencia de estructuras reproductivas en los individuos registrados durante la fase de campo, que fue un limitante para obtener una completa identidad taxonómica de varios individuos; esto, debido a que la taxonomía de varios géneros (*Ocotea*, *Miconia*, *Solanum*, *Licania*, *Iryanthera*, *Guatteria*, entre otros) está basada en estructuras reproductivas y en su ausencia estos grupos pueden ser determinados tan solo a nivel de familia o a nivel de género.

### **Fase de Gabinete**

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

### Análisis General

#### *Riqueza y Abundancia General*

La riqueza de un sitio muestreado se refiere al número total de especies registradas en este, mientras que el término abundancia es el número de individuos registrados por cada especie (Aguirre & Aguirre, 1999). El análisis de abundancia se realiza exclusivamente con los datos cuantitativos.

### *Curva de Acumulación de Especies e Índice de Chao 2*

Las curvas de acumulación de especies están diseñadas para determinar la eficiencia del muestreo e indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad a través de la relación entre las especies nuevas y los individuos censados. A medida que el número de especies crece, la probabilidad de añadir una nueva disminuye de manera proporcional, cuando la curva de acumulación llega a su asíntota revela que no se registran nuevas especies y tan solo incrementa el número de individuos (Magurran A., 2013).

Debido a que en el presente muestreo se realiza un análisis de riqueza y cobertura de las especies, el índice que se utiliza es Chao 2, el cual es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra. Su fórmula es:

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

Donde:

S representa el número de especies en una muestra

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

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

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

### *Curvas Rango-Abundancia*

Estas curvas integran información relativa al número de especies y a su distribución de abundancias a través del conjunto de la comunidad. En el eje X se ordenan las especies en rangos de la más abundante hasta la más rara. En el eje Y se encuentra el porcentaje de cobertura total (Carmona & Carmona, 2013). Evaluando la abundancia relativa a cada especie es posible diferenciar las especies dominantes y, en consecuencia, brindar una idea clara de la estructura de la comunidad (Magurran A., 2013).

### *Índice de Valor de Importancia*

Para el desarrollo del IVI se utilizó la dominancia y la frecuencia relativa. El IVI se usa para determinar la importancia ecológica relativa de cada especie, es decir el aporte que tienen las especies en la estructura dentro de una comunidad vegetal (Cottam & Curtis, 1956; Sonco, 2013).

La fórmula para calcular el IVI es una suma de parámetros relativos donde se consideran los valores de abundancia relativa, frecuencia y dominancia relativas (Sonco, 2013).

La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$\text{IVI} = (Dr + Fr + Ar) / 3$$

Donde:

Dr es la dominancia relativa en porcentaje

Fr es la frecuencia relativa en porcentaje, y

Ar es la abundancia relativa en porcentaje

### *Diversidad Alfa*

La diversidad alfa mide el número de especies que están interactuando en un área de un determinado tamaño. Comprende la variabilidad de especies bajo los criterios de riqueza y heterogeneidad o equitatividad. En este contexto, la riqueza se consideró como el número total de especies registradas, mientras que la abundancia relativa de especies se obtuvo a partir de la cobertura y medidas de dominancia en función del método de Braun-Blanquet (Mostacedo & Fredericksen, 2000; Beltrán y otros, 2009).

### Índice de Diversidad de Shannon

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

Se calcula con la siguiente fórmula:

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

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

### *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. El análisis de diversidad beta se realiza con la finalidad de comparar las diferencias en diversidad (Bray-Curtis) entre secciones de estudio y determinar los cambios a mediano y largo plazo con relación al efecto de borde.

### Índice de Bray-Curtis

El índice de disimilitud de Bray-Curtis es un índice simple que refleja lo distintas que pueden ser dos localidades basado en los conteos de composición de especies en cada una (Bray & Curtis, 1957). Se calcula mediante la fórmula:

$$S_{ij} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^n |y_{ij} + y_{ik}|} \right\}$$

Donde y representa la abundancia de las especies en los sitios de muestreo ij e ik.

Si se acerca al 100 %, los lugares son similares completamente.

### Coefficiente de Similitud de Jaccard

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

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

Su fórmula es:

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

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

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

### *Estimación de la Biomasa Aérea*

Se utilizó la fórmula propuesta por Nelson (2008), que considera un modelo de regresión que convierte el diámetro y densidad de la madera en un estimado del total de la biomasa aérea. Dicha fórmula es (Nelson, 1999):

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

Donde:

AGB = Biomasa aérea

D = DAP

### *Estimación de Carbono Fijado*

Para la estimación indirecta por hectárea del contenido de carbono en la biomasa aérea del bosque de roble, se tiene estimado que aproximadamente el 50 % de la biomasa vegetal corresponde al carbono, por lo cual para estimar el carbono almacenado total se multiplicó la biomasa total (BT) por el factor 0,5 en ausencia de información específica.

$$CBT = BT * 0,5$$

Donde:

CBT = carbono almacenado (ton/ha)

BT = biomasa total (ton/ha).

### *Comparación con Estudios Anteriores*

Para el componente flora se muestran los datos obtenidos en los distintos monitoreos bióticos históricos realizados en la zona. Se llevará a cabo un análisis estadístico comparativo de estos datos siempre y cuando los resultados obtenidos presenten metodologías y esfuerzos de muestreos similares a los aplicados durante el presente estudio.

### *Aspectos Ecológicos*

Los estudios de vegetación son importantes desde la perspectiva de la dinámica de los ecosistemas, ya que la diversidad de especies que pueden coexistir en equilibrio en un ambiente dado depende directamente de la estructura y composición de la vegetación, lo cual resulta en mayores recursos y subdivisiones de hábitat para la fauna (MacArthur, 1996).

Por tal motivo, los principales aspectos ecológicos evaluados en el presente estudio fueron: Estado de conservación, estatus (nativo, endémico, introducido etc.), hábito de crecimiento, estratificación y uso local y regional del recurso.

#### Estructura Vertical y hábito de crecimiento

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

#### Especies Indicadoras

Las especies indicadoras son aquellas que brindan información sobre el estado o salud de los ecosistemas en que se encuentran; además, estas especies son indicadoras de las diferentes etapas de desarrollo del ecosistema, condiciones de clima, tipo de suelo y en algunos casos pueden indicar perturbaciones antrópicas en el ecosistema.

#### Especies Sensibles

Las especies sensibles han sido determinadas tanto por su categorización dentro de las listas rojas de la UICN como por su rango de distribución. De esta manera, si las especies pertenecen a las categorías de Casi amenazado (NT), Vulnerable (VU), En peligro (EN) o en Peligro crítico (CR) en la UICN corresponden a especies de sensibilidad Alta; mientras que si pertenecen a las categorías de No evaluado (NE) o Datos insuficientes (DD), las especies se categorizan como de sensibilidad Media; finalmente, si las especies pertenecen a la categoría de Preocupación menor (LC) corresponderán a una sensibilidad Baja. Además, a las especies de rango restringido se las categoriza de sensibilidad Alta por ser susceptibles a los cambios de hábitat y requieren especial atención para su conservación y desarrollo.

Como menciona literalmente la UICN en su publicación Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN, “la utilización de las categorías de No Evaluado o Datos Insuficientes indica que no se ha evaluado el riesgo de extinción, aunque por motivos diferentes. Hasta el momento en que se realice la evaluación, los taxones listados en estas categorías deberían tratarse como si estuvieran “no amenazados”. Sería apropiado (esencialmente para aquellos listados como Datos Insuficientes) darles el mismo grado de atención que poseen los taxones amenazados, por lo menos hasta que su estado de conservación pueda evaluarse” (UICN, 2012).

#### Especies Endémicas y Estado de Conservación

Son aquellas especies o taxones que están restringidos a una ubicación geográfica muy concreta y fuera de esta ubicación no se encuentran en otras zonas. Se examinó con el *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*, 2.<sup>a</sup> edición (León-Yáñez, y otros, 2011), la base de datos Trópicos (2021) y en *Adiciones a la flora del Ecuador*, segundo suplemento (Neill & Ulloa, Adiciones a la Flora del Ecuador: Segundo Suplemento, 2005-2010., 2011).

#### Uso Regional y Local del Recurso Florístico

La información recopilada se verificó con la *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador* (De la Torre L., Navarrete, Muriel, Macias, & Balsley, 2008).

### **3.2.4.2 Fauna Terrestre**

#### **3.2.4.2.1 Análisis de Datos para Fauna Terrestre**

##### **Análisis Global**

###### Riqueza

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

###### Curva de Acumulación

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

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

##### **Análisis Cualitativos**

###### Riqueza

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

## **Análisis Cuantitativos**

### Riqueza y Abundancia

La riqueza total de un sitio muestreado se refiere al número total de especies registradas en este, mientras que el término abundancia es el número de individuos registrados (colectados o liberados) por cada especie (Villareal, y otros, 2004). En este análisis se toma en cuenta únicamente los datos cuantitativos.

### Curva de Rango/Dominancia

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

Dependiendo del registro de especies obtenido en campo mediante las curvas de rango/dominancia es posible evaluar si una comunidad está dominada por pocas especies o, por el contrario, posee una mayor equidad.

### Diversidad Alfa

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

### *Índice de Diversidad de Shannon*

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

Se calcula con la siguiente fórmula:

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

Donde la proporción de especies i relativa al total de especies (pi) es calculada y multiplicada por el logaritmo natural de esta proporción (lnpi).

### *Índice de Dominancia de Simpson*

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

$$D = \sum p_i^2$$

Donde pi es la proporción de individuos encontrados de la especie i.

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

Los índices de diversidad que se emplean en el presente trabajo (Shannon y Simpson) combinan la cantidad de especies y sus abundancias relativas dentro de una comunidad, evaluando tanto la riqueza específica como cuán equitativas son sus abundancias. El problema es que estos índices son a veces

difíciles de interpretar. Un valor aislado de un índice de diversidad puede confundir la importancia relativa de sus dos componentes (riqueza y equitatividad). Por ejemplo, el mismo valor de un índice puede obtenerse tanto de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Es por esta razón que la interpretación que existía para los índices basándose en un rango de valores ha caído en desuso, por lo cual debe emplearse el valor de los índices y el número de especies (riqueza) que se ha registrado en estudios o investigaciones anteriores (Gotelli & Colwell, 2001).

### Diversidad Beta

#### *Coefficiente de Similitud de Jaccard*

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

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

Su fórmula es:

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

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

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

### **Comparación con Estudios Anteriores**

Para el componente de fauna terrestre se muestran los datos obtenidos en los distintos monitoreos bióticos históricos realizados en la zona. Se realizará un análisis estadístico comparativo de estos datos, siempre y cuando los resultados obtenidos presenten metodologías y esfuerzos de muestreos similares a los aplicados durante el presente estudio.

#### **3.2.4.2.2 Avifauna**

##### **Introducción**

Las aves son el grupo de vertebrados terrestres más diverso, uno de los elementos mejor conocidos y mayormente valorados en el mundo natural; cada especie es única, en su apariencia, sus hábitos y en dónde se encuentra. Las aves proporcionan una amplia variedad de servicios ecosistémicos, cumplen funciones importantes en el ambiente como control de plagas, dispersión de semillas, polinización de plantas y limpieza de desechos orgánicos (International, 2018). Además, son consideradas como indicadores de la biodiversidad global porque ocupan casi todos los hábitats terrestres y están ampliamente dispersas en todas las regiones y países del mundo; son las especies más conocidas y el grupo taxonómico mayormente documentado (Sánchez Torres, 2022).

Geográficamente, Ecuador es uno de los países más pequeños de América del Sur y aun así es considerado uno de los 17 países más biodiversos del mundo (Herrera & Lasso, 2014). A pesar de su reducida extensión territorial, ocupa el primer lugar en registrar el mayor número de especies por kilómetro cuadrado (García, Parra, & Mena, 2014). El grupo de vertebrados con mayor diversidad en el país

corresponde a las aves, y Ecuador alberga 1699 especies (Freile et al., 2020). La avifauna del piso tropical oriental comprende alrededor de 730 especies, número de especies que representa al 45 % del total de especies ecuatorianas, por lo que esta zona se convierte en el piso zoogeográfico con mayor número de especies (Albuja et al., 2012).

En el Ecuador se ha identificado áreas de endemismo de aves, así como áreas prioritarias para la conservación de las aves endémicas, y entre estas áreas están la Amazonía y las tierras bajas del Napo. La diversidad de aves en la Amazonía se debe a varios factores, entre ellos, a la presencia de la llanura amazónica en la cuenca alta del río Napo, considerada como una región de alto endemismo dentro de la Amazonía. Esta región presenta alta diversidad de hábitats a escala local y de microhábitats en los distintos estratos del bosque. La mayoría de las especies en esta región presenta una distribución continua en toda la región (Freile, 2019).

Las aves se han convertido en importantes fuentes de estudio por sus características de amplia distribución, por lo que son importantes en la evaluación de los diferentes hábitats que comprende un área geográfica, como es el caso del presente proyecto.

## **Criterios Metodológicos**

### Fase de Campo

La fase de campo se realizó del 22 al 28 de agosto 2023, consistió en los muestreos cuantitativos y cualitativos, como se indica a continuación.

### *Muestreo Cuantitativo*

#### Redes de Neblina

Se ubicó un transecto por cada punto de muestreo, donde se utilizaron 10 redes de neblina por estación para la captura de aves terrestres y de sotobosque; este método requirió de un trabajo intenso y una preparación y operación cuidadosas (Ralph et al., 1996). Las redes de neblina se colocaron durante tres días; se utilizarán redes de neblina de dimensiones de 12 m de largo y 3 m de alto durante un periodo de diez horas diarias de 05h30 a 10h30 en la mañana, y en la tarde de 16h00 a 18h00.

Las aves capturadas fueron revisadas para el registro de datos morfométricos, siguiendo las técnicas estandarizadas por literatura especializada, y previo a su liberación se tomó su registro fotográfico. Para la movilización de ejemplares desde las redes de neblina a la estación de revisión y fotografía se emplearon fundas de tela para evitar la manipulación directa durante el transporte de las especies. Todos los ejemplares capturados en este estudio se liberaron. Las aves que fueron capturadas se las identificó *in situ* y posteriormente los individuos se fotografiaron, marcadas con un corte pequeño al borde de una de las rectrices y liberados. Es importante especificar que las redes no se abrieron cuando existió lluvia (Villarreal et al., 2004).

#### Puntos de Conteo

El método denominado "puntos de conteo" es el más conocido y el más usado para las evaluaciones de aves en bosques de zonas templadas (Ralph y otros, 1996; Bibby, Burgess & Hill, 2000; Hasmelmayer & Quinn, 2000), así como en los bosques tropicales (Blake, 1992; Cavarzere, Viera da Costa & Silveira, 2012). Sin embargo, este método resulta ser altamente efectivo en zonas abiertas o en bosques con baja riqueza de especies, pero es poco efectivo en especies nocturnas, especies crepusculares y aquellas especies con bajas densidades (especies raras) (Bibby, Burgess & Hill, 2000).

El método consistió en ubicarse en un punto fijo y registrar todas las especies de aves identificadas por observación directa y auditiva. El registro de las especies abarcó un radio de observación variable o fijo, así como un periodo de tiempo determinado (Bibby, Burgess & Hill, 2000). Una vez culminado el primer

punto de conteo, el siguiente punto de conteo se ubicó a una distancia de separación de por lo menos 100 m. En este tipo de bosque esta distancia es la recomendable para evitar el recuento de individuos durante el censo.

En relación con el tiempo que se debe permanecer en cada punto de conteo, Mollon (2010) hace un análisis acerca de la duración de los tiempos de conteo y recalca la importancia de conocer la cantidad mínima de conteo que se usa en los censos de aves, manteniendo el registro preciso de la población que se muestrea. Siguiendo las recomendaciones de Lacher y Brandes (2005), se colocaron puntos de conteo cada 200 m dentro de las áreas de captura con redes, dependiendo del estado de conservación del hábitat y la estructura del bosque, con un esfuerzo de muestreo de seis horas en cada recorrido diario. Se intercalaron las horas de inicio del conteo en cada punto del transecto; así, durante los tres días se contabilizaron y anotaron aves en las primeras horas de la mañana, tanto al inicio como al final del recorrido, y lo propio ocurrió con el horario vespertino.

Este método permitió aumentar el registro de la diversidad y riqueza del área geográfica, puesto que los muestreos cuantitativos de captura determinan en su mayoría especies terrestres y de sotobosque pudiendo quedar un vacío en otras especies que prefieren otros estratos, como dosel, subdosel y aéreo. Para el registro óptimo de estos individuos se utilizaron binoculares Nikon con resolución de 10 x 42.

### *Muestreo Cualitativo*

#### Observación Directa

Se realizó un transecto simple (observación directa de aves). Los transectos se definieron para la toma de información. Manuwal y Carey en 1991 sugieren que el observador predetermine el transecto marcándolo en un mapa, el observador debe grabar todos los individuos detectados y mantener una velocidad de caminata promedio de 0,5-1,0 km/h si el terreno es de difícil acceso, y de 1,0-2,0 km/h si el terreno es de fácil acceso (Manuwal & Carey, 1991). Este método cualitativo realiza una caracterización (checklist) a nivel de riqueza (especies) y no de abundancia por lo que no existe duplicidad de datos.

Con los datos obtenidos se realizaron análisis de riqueza, abundancia, diversidad (con datos cuantitativos los dos últimos) y aspectos ecológicos relevantes del conjunto de especies registradas, así como su estado de conservación y sensibilidad.

#### *Sitios de Muestreo*

A continuación, se incluye la tabla con los sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. El mapa de sitios de muestreos se incluye dentro del anexo cartográfico (Anexo A. Cartografía 3.2-3 AVIFAUNA Mapa de Ubicación de Recorridos y Puntos de Muestreo Biótico). Adicionalmente, en la sección Anexos se puede revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo.

**Tabla 3-80 Sitios de Muestreo de Avifauna**

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PMA-01_PC	22-24/08/2023	356708	10020361	356809	10020203	259-264	Bosque secundario poco intervenido	Cuantitativo	247,59	Puntos de conteo
PMA-01_RN	22-24/08/2023	356714	10020350	356771	10020254	259-262	Bosque secundario poco intervenido	Cuantitativo	136,26	Transecto de redes de neblina
PMA-02_PC	25-27/08/2023	357696	10020671	357812	10020521	258-257	Bosque secundario poco intervenido	Cuantitativo	255,20	Puntos de conteo
PMA-02_RN	25-27/08/2023	357700	10020656	357792	10020628	258-253	Bosque secundario poco intervenido	Cuantitativo	195,15	Transecto de redes de neblina
POA-01	24/08/2023	356589	10020565	356783	10020973	266-249	Bosque secundario intervenido	Cualitativo	505,53	Transecto de observación y registros auditivos
POA-02	27/08/2023	357238	10021178	357868	10020911	250-254	Bosque secundario intervenido y cultivos	Cualitativo	942,76	Transecto de observación y registros auditivos
POA-03	28/08/2023	356674	10020206	356983	10019436	259-263	Bosque secundario poco intervenido y cultivos	Cualitativo	963,09	Transecto de observación y registros auditivos
POA-04	28/08/2023	357137	10018824	357252	10018344	263-250	Bosque secundario intervenido y cultivos	Cualitativo	588,44	Transecto de observación y registros auditivos

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

*Esfuerzo de Muestreo*

**Tabla 3-81 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Avifauna**

<b>Código del Informe</b>	<b>Método</b>	<b>Número Trampas/Redes/Transecto</b>	<b>Horas por Día</b>	<b>N.º de Personas</b>	<b>Trampas Totales /Noche/ Punto de Muestreo</b>
PMA-01_PC	Cuantitativo. Puntos de conteo	1 transecto	6 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	18 horas/hombre
PMA-01_RN	Cuantitativo. Transecto de redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	7 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	210 horas/hombre
PMA-02_PC	Cuantitativo. Puntos de conteo	1 transecto	6 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	18 horas/hombre
PMA-02_RN	Cuantitativo. Transecto de redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	7 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	210 horas/hombre
POA-01	Cualitativo. Transecto de observación y registros auditivos	1 transecto	3 horas/1 día	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	3 horas/hombre
POA-02	Cualitativo. Transecto de observación y registros auditivos	1 transecto	3 horas/1 día	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	3 horas/hombre
POA-03	Cualitativo. Transecto de observación y registros auditivos	1 transecto	3 horas/1 día	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	3 horas/hombre
POA-04	Cualitativo. Transecto de observación y registros auditivos	1 transecto	3 horas/1 día	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	3 horas/hombre

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### *Factores que Incidieron en los Resultados del Estudio*

La principal limitante metodológica fue el poco espacio disponible dentro del área de estudio, por lo que las metodologías se vieron obligadas a distribuirse de manera que se abarque los microhábitats presentes en la zona de estudio y que a su vez se encuentren dentro del área de influencia del proyecto.

#### Fase de Gabinete

Para determinar la diversidad se analizaron datos de riqueza y abundancia de especies, así como también índices de diversidad alfa. Complementando estos análisis se describe el estado de conservación y aspectos ecológicos de las especies de aves reportadas durante los muestreos.

### *Aspectos Ecológicos*

Gremios alimenticios o nichos tróficos: Los individuos del grupo de avifauna constituyen un eslabón importante en la estructura trófica, permitiendo el flujo de energía dentro del ecosistema. Varias especies de pequeño a mediano tamaño son la base de la alimentación de otros animales, así como de algunos mamíferos. Además, todos los individuos de avifauna son predadores de insectos, pequeños frutos e invertebrados (Valencia & Garzón, 2011; Falconí-López et al., 2024, Poulsen, 2002). La clasificación de este grupo incluye:

Insectívoros: aves que se alimentan de insectos y otros artrópodos como golondrinas y petirrojos.

Frugívoros: aves que se alimentan principalmente de frutas como tucanes y loros.

Nectarívoro: aves que consumen néctar, principalmente de flores como los colibríes.

Omnívoro: aves que tienen una dieta variada, consumiendo tanto plantas como animales como cuervos y patos.

Herbívoro o folívoros: aves que comen las hojas de plantas que crecen en los lugares donde viven.

Carroñero: aves que se alimentan de materia orgánica en descomposición.

Distribución vertical: Se determinó utilizando la Guía de aves del Ecuador de Ridgely & Greenfield (2001), que se basa en cinco estratos: aéreo, aves que sobrevuelan el dosel; dosel, especies de aves que realizan sus actividades en la copa de los árboles; subdosel, aquellas especies ubicadas en la parte media del bosque; sotobosque, aquellas especies que realizan actividad en la parte baja del bosque; y, terrestre, que son especies con poca capacidad de vuelo.

**Hábito:** Se considera la actividad diaria en la cual se desenvuelven las diferentes especies de aves siendo hábito diurno entre el amanecer y el atardecer, y hábito nocturno durante la puesta y la salida del sol (Salazar Salazar, 2015). Para la determinación del hábito de la avifauna se utilizó la Guía de Aves del Ecuador (Ridgely & Greenfield, 2006) y se tomó en cuenta el patrón de actividad de las especies en campo.

**Sociabilidad:** De acuerdo con el tamaño y composición de los grupos, se clasifica para las aves en gregarias, solitarias o en parejas según lo descrito en Ridgely & Greenfield (2001).

**Especies dominantes y raras:** Las categorías de abundancia o abundancia relativa se determinan de acuerdo con el número de individuos registrados para cada especie, así: Raro, 1 individuo; Poco Común, de 2-4; Común, de 5-9; y Abundante, más de 10 individuos (Garzón Santomaro & Olmedo, 2016).

Estado de conservación y endemismo: Las especies amenazadas a nivel nacional se presentan en listas especializadas, siendo la principal fuente el *Libro rojo de aves del Ecuador* (Freile, Guevara, Cisneros-Heredia, Amigo & Santander, 2019). Para especies amenazadas y en peligro de extinción se utilizó datos de la IUCN (2024 V2).

Las especies endémicas son aquellas que presentan distribución restringida a una zona geográfica o ecológica determinada. En este caso, se va a tomar especies que se encuentren en las Áreas de Endemismo de Aves (EBA) (Statterfield, Crosby, Long & Wege, 1998) y especies de aves restringidas a biomas (Stotz, Fitzpatrick, Parker III & Moskovits, 1996). Esta información se excluye cuando no hay especies dentro de dicha categoría.

Especies sensibles: Para determinar la respuesta de las especies de aves a los cambios en su hábitat, se establecieron tres categorías de sensibilidad: Alta, Media y Baja. Estas categorías fueron determinadas y establecidas (Stotz, Fitzpatrick, Parker III & Moskovits, 1996) de acuerdo con la importancia de las especies identificadas. A través de estos aspectos se trató de determinar qué especies son consideradas vulnerables a perturbaciones humanas.

- > Alta → Especies muy sensibles a la transformación de su hábitat, desaparecen del área intervenida.
- > Media → Especies que toleran una moderada transformación del hábitat.
- > Baja → Especies que toleran la transformación de su hábitat y se adaptan para sobrevivir.
- > Especies Indicadoras: Como grupo indicador se ha analizado al gremio trófico de los insectívoros. El análisis basado en este gremio constituye una de las herramientas más útiles para determinar la calidad y el estado de un ecosistema (Sekercioglu et al., 2002). La selección de este gremio alimentario como indicador (población/especie) se debe a las siguientes razones:
  - > Suficientemente sensibles para detectar las fases de cambio
  - > Distribuidas a una escala geográfica amplia o ampliamente aplicables
  - > Capaces de proporcionar evaluaciones continuas
  - > Fáciles de medir, probar y calcular
  - > Relativamente independientes del tamaño de la muestra
  - > Capaces de diferenciar entre ciclos o tendencias naturales y aquellos inducidos por perturbaciones antrópicas
- > Adicionalmente, se analizó a las especies insectívoras que ocupan los estratos inferiores del bosque (sotobosque, terrestres), ya que se ha visto que estas especies han mostrado la mayor sensibilidad a los cambios de hábitat; por lo tanto, se sugiere separar al gremio de los insectívoros en los estratos que ocupan.

Uso del recurso: Las especies se clasifican de acuerdo con su uso y pueden ser: especies comerciales identificadas con la CITES y especies para el consumo humano, por medio de entrevistas a los guías locales.

### **3.2.4.2.3 Mastofauna**

#### **Introducción**

La Amazonía ecuatoriana es reconocida como un importante centro de diversidad, donde los mamíferos desempeñan un papel fundamental en la funcionalidad de los ecosistemas. Estos animales cumplen distintos roles ecológicos, desde la dispersión de semillas hasta la modificación del entorno, incluso el mantenimiento de la cadena trófica, lo que los convierte en elementos clave para la conservación del medio ambiente (Burneo et al., 2015; Tirira, 2017; Tejada, 2019).

Sin embargo, las actividades humanas, como la fragmentación del hábitat, la explotación de recursos naturales y la introducción de contaminantes, generan una disminución significativa en las poblaciones de mamíferos. Esta pérdida de biodiversidad puede tener efectos cascada en las relaciones entre las especies y en la estabilidad ecológica (Gómez, 2015; Botello, 2015).

Dadas estas circunstancias, la conservación de los mamíferos se vuelve una prioridad en la gestión de los ecosistemas naturales. Los monitoreos biológicos se presentan como una herramienta esencial para recopilar datos sistemáticos sobre la distribución y comportamiento de estas poblaciones, lo que ayuda a evaluar el impacto de las presiones antrópicas y a diseñar estrategias efectivas de conservación (Chalukian et al., 2009; Tirira et al., 2018).

Este estudio se llevó a cabo en la provincia de Sucumbíos, cantón Putumayo, localidad Sansahuari, donde se aplicaron metodologías cuantitativas y cualitativas para monitorear la mastofauna del área. Los resultados revelaron un total de 21 taxones distintos, proporcionando una línea base crucial para evaluar futuros impactos de las actividades hidrocarburíferas sobre la biodiversidad de la región. Estos hallazgos subrayan la importancia de seguir monitoreando y protegiendo a estos mamíferos y sus hábitats en este entorno intervenido.

## **Crterios Metodológicos**

### Fase de Campo

El trabajo de campo se llevó a cabo del 22-28 de agosto de 2023. El levantamiento de información se realizó en dos puntos cuantitativos (PMM-01, PMM-02) con sus cualitativos asociados (POM-01, POM-02). Por otro lado, se establecieron dos puntos cualitativos independientes (POM-03, POM-04) para tener un registro más amplio de la mastofauna del lugar.

PMM-01 (punto cuantitativo) y POM-01 (punto cualitativo asociado): Esta zona se distingue por ser un bosque de tierras bajas inundables con un follaje perenne. Además, se caracteriza por ser un bosque secundario que ha sido alterado por la intervención antrópica y cuenta con una vegetación arbórea de densidad moderada.

PMM-02 (punto cuantitativo) y POM-02 (punto cualitativo asociado): Esta zona se distingue por ser un bosque siempreverde de tierras bajas inundables. Además, se caracteriza por ser un bosque secundario altamente intervenido. Posee una vegetación arbórea de densidad media y ausencia de dosel continuo. Colinda con cultivos, pastizales y áreas de extracción maderera.

POM-03 (punto cualitativo independiente): Esta zona se distingue por ser un bosque siempreverde de tierras bajas inundables con presencia de pantanos. Además, se caracteriza por ser un bosque secundario altamente intervenido. Colinda con cultivos, pastizales y áreas de extracción maderera.

POM-04 (punto cualitativo independiente): Esta zona se distingue por ser un bosque siempreverde de tierras bajas inundables con presencia de pantanos. Además, se caracteriza por ser un bosque secundario altamente intervenido. Colinda con cultivos, pastizales y áreas de extracción maderera.

La metodología empleada debe depender del grupo de estudio. En este caso, se utilizó metodología específica para evaluar mamíferos grandes y medianos (macro y mesomamíferos), mamíferos pequeños no voladores (micromamíferos: marsupiales y roedores medianos y pequeños) y mamíferos pequeños voladores (micromamíferos: murciélagos) (Tirira, Reid y Engstrom, 2018).

### *Muestreo Cuantitativo*

#### Trampas Sherman y Tomahawk

Para el estudio de mesomamíferos y micromamíferos no voladores se utilizaron 40 trampas Sherman y seis Tomahawk por punto de muestreo. Estas trampas fueron divididas en dos estaciones con una separación aproximada de 200 m y conformadas por 20 trampas Sherman y tres Tomahawk; a su vez, cada estación fue dividida en cinco subestaciones ubicadas cada 10 m y formadas por cuatro trampas Sherman, mientras que las trampas Tomahawk se ubicaron respectivamente entre las subestaciones.

Las trampas se colocaron sobre el suelo, huecos y troncos en sitios considerados adecuados para el tránsito de micro y mesomamíferos. Las trampas permanecieron activas durante tres días consecutivos en cada punto de muestreo y se revisaron todos los días en horas de la mañana. Como cebo o atrayente se utilizó una mezcla de avena, atún, pasta de maní y esencias de vainilla y coco (Wilson, Nichols, Rudran, Foster & Cole, 1996).

#### Trampas de Caída Pitfall

En cada punto de muestreo se establecieron dos estaciones de trampas de caída pitfall. Para la construcción de cada estación se instalaron seis baldes separados entre sí y enterrados a nivel del suelo; en cada uno se colocó una solución de agua, alcohol y detergente. Sobre estos se instaló verticalmente un plástico de 0,50 m de altura para formar una barrera con algunas intersecciones, lo que permitió el choque y la caída de micromamíferos, abarcando de esta manera un área aproximada de 50 m<sup>2</sup>. Cada estación fue diseñada de manera que se reduzca el nivel de mortalidad de los posibles individuos a capturarse; bajo lo expuesto, se tomaron las siguientes medidas: 1) perforaciones en el fondo de los baldes para evitar la acumulación de agua, 2) se colocó una espuma de poliestireno en el fondo para proporcionar una superficie seca flotante en caso de acumulación de agua, 3) se colocó cebo dentro de los baldes, 4) se instalaron tapas a una altura de 0,50 m del borde de los baldes a manera de paraguas. (Astúa de Morales et al. 2006, Hice & Velazco, 2013)

Finalmente, todas los baldes fueron revisados y cebados todos los días en horas de la mañana (Wilson, Nichols, Rudran, Foster & Cole, 1996).

#### Captura Mediante Redes de Neblina

Para la captura de micromamíferos voladores se utilizaron 10 redes de neblina de 12 x 3 m, ubicadas cada 20 m en un transecto aproximado de 200 m y considerando los lugares adecuados para el cruce de murciélagos, como árboles en fructificación, riachuelos, cuevas, entre otros. El muestreo se realizó durante tres noches, de 18h00 a 22h00 (tres noches/cuatro horas/diez redes) logrando un esfuerzo total de muestreo de 120 horas/red. Las redes se revisaron en períodos de tiempo de 15 a 30 minutos según la intensidad de captura. Los individuos capturados se fotografiaron, se tomaron las medidas respectivas y los datos de importancia para su identificación. Posteriormente, los individuos se liberaron en la misma zona de su captura.

### *Muestreo Cualitativo*

#### Transectos de Observación Directa e Indirecta

Se realizó un recorrido para la observación directa del individuo o grupo de individuos en el sitio de estudio. Dentro del transecto se realizaron observaciones directas de algunos mamíferos o sus huellas y otros rastros (madrigueras, comederos, saladeros, leks, vocalizaciones, fecas u osamentas), sobre todo de especies fáciles de observar. Los transectos se recorrieron durante dos horas entre las 07h00 y las 12h00 en la mañana o entre las 15h30 y las 18h30 en la tarde. Estos recorridos permitieron obtener registros directos e indirectos de especies de mamíferos de las cuales resulta difícil conseguir registros frecuentes debido a sus costumbres, ámbito hogareño, patrón de actividad, entre otras causas. Para el establecimiento de este método se utilizaron las trochas o senderos establecidos o existentes dentro de las zonas de estudio.

#### Registro por Cámaras-Trampa

Para aumentar la posibilidad de registrar mesomamíferos y macromamíferos, en cada punto de muestreo se procedió a instalar cinco cámaras trampa, en lugares considerados estratégicos para el cruce de mamíferos. Las cámaras trampa son la mejor herramienta para evaluar la presencia o ausencia de animales crípticos, elusivos, raros y para hacer inventarios de vertebrados en zonas antes no estudiadas.

Las estaciones de muestreo pueden ser simples (con una sola cámara trampa por estación) o compuestas (con más de una cámara por estación, con algún cebo o trampa de pelos, entre otros.) la distancia entre cámaras no tiene que ser muy grande, y las cámaras pueden ser ubicadas en un sistema de senderos simple (ya sean hechos por los animales o frecuentemente usado por personas) (Barros-Días, C. & Molina Moreira, 2021).

Para el presente muestreo, las cámaras permanecieron activas durante tres días (tiempo que duró el muestreo) para complementar las metodologías cualitativas.

### *Sitios de Muestreo*

A continuación, se incluye la tabla con los sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. El mapa de sitios de muestreos se incluye dentro del anexo cartográfico (Anexo A. Cartografía 3.2-4 MASTOFAUNA Mapa de Ubicación de Recorridos y Puntos de Muestreo Biótico). Adicionalmente, en la sección Anexos se puede revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo.

Página en blanco

**Tabla 3-82 Sitios de Muestreo de Mastofauna**

Código	Fecha de Muestro	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 S				Altitud	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PMM-01_RN	22-24/08/2023	356712	10020339	356759	10020256	261	Bosque secundario intervenido	Redes de neblina	120 m	Cuantitativo
PMM-01_TST	22-25/08/2023	356509	10020610	356554	10020713	257		Trampas Sherman y Tomahawk	200 m	Cuantitativo
PMM-01_TP	22-25/08/2023	356678	10020579	356762	10020657	255		Trampas pitfall	100 m	Cuantitativo
POM-01_CT1	22-25/08/2023	356589	10020720	-	-	231		Cámaras trampa	100 m	Cualitativo
POM-01_CT2	22-25/08/2023	356786	10020675	-	-	253				
POM-01_CT3	22-25/08/2023	356638	10020582	-	-	262				
POM-01_CT4	22-25/08/2023	356721	10020729	-	-	261				
POM-01_CT5	22-25/08/2023	356918	10020874	-	-	246				
POM-01	24/8/2023	356622	10020587	357124	10020840	264		Recorrido de observación	1 km	Cualitativo asociado al cuantitativo
PMM-02_RN	25-27/8/2023	357703	10020658	357818	10020639	258	Bosque secundario altamente intervenido	Redes de neblina	120 m	Cuantitativo
PMM-02_TST	25-28/8/2023	357453	10020991	357612	10020785	254		Trampas Sherman y Tomahawk	200 m	Cuantitativo
PMM-02_TP	25-28/8/2023	357652	10020780	357751	10020711	256		Trampas pitfall	100 m	Cuantitativo
POM-02_CT1	25-28/8/2023	357460	10020993			253		Cámaras trampa	100 m	Cualitativo
POM-02_CT2	25-28/8/2023	357446	10020954			259				
POM-02_CT3	25-28/8/2023	357754	10020722			255				
POM-02_CT4	25-28/8/2023	357918	20729			252				
POM-02_CT5	25-28/8/2023	357959	20821			251				
POM-02	26/8/2023	357329	21150	357946	10020814	252		Recorrido de observación	1 km	Cualitativo asociado al cuantitativo
POM-03	27/8/2023	356687	20222	356962	10019447	265	Recorrido de observación	1 km	Cualitativo independiente	

Código	Fecha de Muestro	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 S				Altitud	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
POM-04	27/8/2023	357114	18839	357201	10018345	271		Recorrido de observación	1 km	Cualitativo independiente

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### *Esfuerzo de Muestreo*

**Tabla 3-83 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Mastofauna**

Código del Informe	Método	Número Trampas/Redes/Transecto	Horas por Día	N.º por Día	Total, Trampas/Noche/Punto de Muestreo (horas)
PMM-01_RN	Redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	4 horas	3 noches	120 horas
PMM-01_TST	Trampas de captura (Sherman y Tomahawk)	Trampas de captura (40 Sherman y 6 Tomahawk)	24 horas	3 días	3312 horas
PMM-01_TP	Trampas pitfall	Trampas pitfall (12 baldes)	24 horas	4 días	864 horas
POM-01_CT	Cámara trampa	Cinco cámaras trampa	24 horas	4 días	360 horas
POM-01	Recorrido de observación	1 transecto (1 km)	8 horas	1 días	8 horas
PMM-02_RN	Redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	4 horas	3 noches	120 horas
PMM-02_TST	Trampas de captura (Sherman y Tomahawk)	Trampas de captura (40 Sherman y 6 Tomahawk)	24 horas	3 días	3312 horas
PMM-02_TP	Trampas pitfall	Trampas pitfall (12 baldes)	24 horas	4 días	864 horas
POM-02_CT1	Cámara trampa	Cinco cámaras trampa	24 horas	4 días	360 horas
POM-02	Recorrido de observación	1 transecto (1 km)	8 horas	1 días	8 horas
POM-03	Recorrido de observación	1 transecto (1 km)	8 horas	1 días	8 horas
POM-04	Recorrido de observación	1 transecto (1 km)	8 horas	1 días	8 horas

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### *Factores que Incidieron en los Resultados del Estudio*

Realizar investigaciones en un bosque presenta desafíos metodológicos notables, especialmente cuando se trata de un espacio limitado y cuando se enfrenta a condiciones climáticas específicas. En este estudio se halló limitaciones significativas debido al espacio reducido disponible en el remanente de bosque natural, lo que obligó a distribuir las metodologías de manera estratégica para abarcar los microhábitats clave dentro del área de influencia del Proyecto. Además, las condiciones climáticas, en particular las noches de luna llena, representaron un obstáculo, ya que la luminosidad del bosque en estas noches dificultaba el muestreo nocturno y la observación de la fauna. Estas limitaciones metodológicas requirieron un enfoque cuidadoso y adaptativo para obtener datos significativos en este entorno específico.

### Fase de Gabinete

Para la identificación de los individuos capturados se utilizó bibliografía especializada, como la guía de campo de *Mamíferos del Ecuador* (Tirira, 2017), la guía de campo de *Mamíferos de la Amazonía* (Bosque húmedo tropical amazónico y Bosque piemontano oriental) el portal Bioweb (Brito et al., 2023) y el manual para rastreo de *Mamíferos silvestres de México* (Aranda-Sánchez, 2012), este último usado debido a que muchas de las especies incluidas se comparten con el Ecuador.

### *Aspectos Ecológicos*

**Gremios alimenticios:** Se define como nicho ecológico al conjunto de condiciones físicas bajo las cuales una especie puede explotar un recurso energético de forma efectiva, de tal forma que permita reproducirse y colonizar otros ambientes de condiciones físicas similares. Sandoval (2020) 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 alimenticio según la información publicada en la página electrónica de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2021).

**Hábito:** Los mamíferos se clasificaron de acuerdo con su patrón de actividad en dos clases: nocturnos o diurnos. Algunos grupos de mamíferos tienen rangos más amplios, que son de hábitos diurnos y nocturnos, sin dejar de lado la especificidad de las especies dentro del área de estudio en la que se encuentran (Tirira, 2017).

**Distribución vertical de las especies:** Los mamíferos se clasificaron de acuerdo con su locomoción dentro del bosque en: arborícolas, terrestres, aéreos y, en algunos casos, la característica puede combinarse, pues algunos mamíferos son terrestres y arborícolas, semiacuáticos, etc. (Tirira, 2017).

**Locomoción:** Los mamíferos se clasificaron de acuerdo con sus hábitos y locomoción dentro del ecosistema en: arborícolas, terrestres y aéreos, y en algunos casos la característica puede combinarse, pues algunos mamíferos son terrestres-arborícolas, semiacuáticos, etc. (Tirira D., 2017).

**Sociabilidad:** De acuerdo con el tamaño y composición de los grupos, los mamíferos se clasifican en gregarios, solitarios o en parejas (Albuja, 2011).

**Estado de conservación de las especies:** El estado de conservación de las especies de mamíferos del presente estudio se caracterizó de acuerdo con lo publicado en el *Libro rojo de los mamíferos del Ecuador* (Tirira D., 2021) y a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (Versión 2024-2); además, se analizaron los criterios de la Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2023).

**Sensibilidad:** 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 nacionales como internacionales, lo que les brinda un reconocimiento legal por parte de la legislación nacional.

Para tomar en consideración a una especie como sensible, se utilizó como información principal los criterios presentados por Emmons y Feer (1999) y Tirira (1999), (2007), (2011), así como los criterios establecidos en UICN y CITES.

Como menciona literalmente la UICN en su publicación Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN, "...La utilización de las categorías de No Evaluado o Datos Insuficientes indica que no se ha evaluado el riesgo de extinción, aunque por motivos diferentes. Hasta el momento en el que se realice la evaluación, los taxones listados en estas categorías no deberían tratarse como si estuvieran 'no amenazados'. Sería apropiado (especialmente para aquellos listados como Datos Insuficientes) darles el mismo grado de atención que poseen los taxones amenazados, por lo menos hasta que su estado de conservación pueda ser evaluado..." (UICN, 2012); por lo tanto, las especies que se encuentran dentro de estas categorías se evaluarán como especies que presentan sensibilidad Media.

Además, considerando que "...un taxón está Casi Amenazado cuando se ha evaluado según los criterios y actualmente no satisface los criterios para en Peligro crítico, En peligro o Vulnerable, pero está próximo a satisfacer los criterios o posiblemente los satisfaga en un futuro cercano..." (UICN, 2012), las especies que se encuentran dentro de esta categoría serán evaluadas como especies de sensibilidad Alta.

**Tabla 3-84 Aspectos Considerados para el Análisis de Sensibilidad a Nivel de Especie**

Niveles	Aspectos para Considerarse	Categorías	Estado de Sensibilidad
Especie	Especies en categorías de amenaza-UICN (global)	En peligro crítico	Alto
		En peligro	Alto
		Vulnerable	Alto
		Casi amenazado	Alto
		Preocupación menor	Bajo
		Datos insuficientes	Medio
		No evaluado	Medio
	Especies en categorías de amenaza-libros rojos (nacional)	En peligro crítico	Alto
		En peligro	Alto
		Vulnerable	Alto
		Casi amenazado	Alto
		Preocupación menor	Bajo
		Datos insuficientes	Medio
	Distribución	Especies endémicas y/o restringidas ciertas áreas.	Alto
		Especies indicadoras	Especies indicadoras de buen estado de conservación
Especies indicadoras de mal estado de conservación	Bajo		

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**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 revisó información con las características de cada especie de

mastofauna registrada en el presente estudio, información tomada de la guía de campo de *Mamíferos del Ecuador* (Tirira, 2017).

Uso del recurso: Se refiere al uso alimenticio, comercial o ancestral de las especies de mamíferos por parte de las comunidades adyacentes al estudio.

#### **3.2.4.2.4 Herpetofauna**

##### **Introducción**

La Amazonía ecuatoriana es una de las regiones biológicamente más diversas del mundo, en donde la característica más distintiva es su densa cobertura de selva tropical con una variada topografía que incluye ríos, hábitats inundables y formaciones montañosas (Pearman 1997; Vieira et al., 2008). Así también, la Amazonía desempeña un papel crucial en la regulación del clima global, actúa como sumidero de carbono y es esencial para el mantenimiento de los ciclos hidrológicos y la estabilidad ecológica del continente sudamericano. Su importancia como fuente de medicamentos, alimentos y servicios ecosistémicos es inestimable y su conservación es imperativa para la sostenibilidad global (Hoorn et al., 2010).

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

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

En la Amazonía ecuatoriana las mayores amenazas para anfibios y reptiles son la contaminación y la destrucción de su hábitat. Los reptiles son víctimas de caza indiscriminada motivada por el temor y la falta de conocimiento, que conduce a la creencia errónea de que todas las serpientes e incluso algunas lagartijas son venenosas (Elmer & Cannatella, 2008; Hoorn et al., 2010).

Considerando estos antecedentes es importante diseñar estrategias de conservación que se enfoquen en la protección de estas especies y en la preservación de su hábitat. En este contexto, los proyectos de desarrollo económico y sostenible se convierten en aliados fundamentales para la implementación exitosa de programas de conservación ambiental.

La recopilación de datos biológicos juega un papel importante al identificar poblaciones clave de flora y fauna, lo que contribuye a la planificación y ejecución adecuada de actividades productivas. Estas estrategias de conservación y los programas de monitoreo de flora y fauna no solo contribuirán a la persistencia de estos organismos a lo largo del tiempo, sino que también asegurarán que las futuras generaciones dispongan de los servicios ambientales que proporcionan (Hannah, Midgley & Millar, 2002). Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo la caracterización del componente de herpetofauna en el área de estudio del proyecto.

## **Criterios Metodológicos**

### Fase de Campo

El trabajo de campo se llevó a cabo del 22 al 28 de agosto de 2023. El levantamiento de información se realizó en dos puntos cuantitativos y cuatro puntos cualitativos.

### *Muestreo Cuantitativo*

#### Transectos Lineales (T)

Para el muestreo cuantitativo se aplicó la técnica de transectos lineales (T). Este método consistió en la delimitación de bandas longitudinales ubicadas aleatoriamente o en conjunto, donde minuciosamente se buscan anfibios y reptiles entre la vegetación, bajo troncos caídos, hojarasca, bajo piedras, etc. La implementación de transectos permitió el registro efectivo del número de especies, abundancias relativas y densidad a través de diferentes tipos hábitats (Heyer et al., 2001). Para cada punto de muestreo cuantitativo se establecieron cuatro transectos lineales de 150 m con una banda de muestreo de 2 m a cada lado (los cuales fueron ubicados tratando de cubrir la mayoría de los microhábitats existentes), estos fueron recorridos por tres días en horarios entre las 8h00-12h00 en la mañana y 18h00-22h00 durante la noche.

#### Transecto de Franjas Auditivas (RA)

Esta técnica sirvió para la detección de vocalizaciones de anuros machos adultos (Zimmerman 1994), con el objetivo de identificar especies sin necesidad de una captura directa. Las vocalizaciones se registraron con una grabadora digital y posteriormente identificadas con la base de datos de cantos de Bioweb. Esta técnica se aplicó en los mismos transectos establecidos para el registro por encuentros visuales (Angulo et al., 2006).

### *Muestreo Cualitativo*

Para los muestreos cualitativos o denominados de observación se mantuvo la metodología de Transectos de Relevamientos de Encuentros Visuales (Crump y Scoot, 1994), pero con una longitud variable dependiendo de la accesibilidad del terreno. Esta técnica es apropiada para estudios de anfibios y reptiles de hábitos fosoriales u ocultos. El procedimiento para el muestreo con esta metodología consistió en que el técnico caminó a través de un área determinada o hábitat por un período de tiempo predeterminado (una hora) buscando anfibios y reptiles de modo sistemático en microhábitats, como son: hojarasca, troncos caídos, raíces y árboles tablares, entre los principales sustratos.

Con los datos obtenidos se realizaron análisis de riqueza, abundancia, diversidad y aspectos ecológicos relevantes del conjunto de especies registradas, así como su estado de conservación y sensibilidad. (Angulo et al., 2006).

Todos los individuos capturados se transportaron en bolsas plásticas (anfibios) y de tela (reptiles), para su posterior identificación y registro fotográfico; luego de esto, los especímenes se liberaron cerca del lugar de su captura. Para evitar el recuento de individuos, los animales fueron capturados y liberados al finalizar las jornadas de monitoreo en los diferentes puntos.

### *Sitios de Muestreo*

A continuación, se incluye la tabla con los sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. El mapa de sitios de muestreos se incluye dentro del anexo cartográfico (Anexo A. Cartografía 3.2-5 HERPETOFAUNA Mapa de Ubicación de Recorridos y Puntos de Muestreo Biótico). Adicionalmente, en la sección Anexos se puede revisar: Anexo C. Respaldo LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo.

**Tabla 3-85 Sitios de Muestreo de Herpetofauna**

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PMH-01-01	22-24/08/23	356494	10020634	356423	10020524	253-254	Bosque secundario intervenido	Cuantitativo	150	Transecto lineal
PMH-01-02	22-24/08/23	356417	10020524	356366	10020427	253-258	Bosque secundario intervenido		150	
PMH-01-03	22-24/08/23	356756	10020708	356626	10020550	256-262	Bosque secundario intervenido		150	
PMH-01-04	22-24/08/23	356704	10020422	356747	10020284	260-263	Bosque secundario intervenido		150	
PMH-02-01	25-27/08/23	357451	10020895	357457	10021039	900-1300	Bosque secundario intervenido, cultivos	Cuantitativo	150	Transecto lineal
PMH-02-02	25-27/08/23	357451	10020895	357457	10021039	250-252	Bosque secundario intervenido, cultivos		150	
PMH-02-03	25-27/08/23	357624	10021019	357759	10020959	250-251	Bosque secundario intervenido, cultivos		150	
PMH-02-04	25-27/08/23	357457	10021034	357398	10021194	247-252	Bosque secundario intervenido, cultivos		150	
POH-01	22/8/23	356630	10020745	356579	10020563	254-267	Bosque secundario intervenido	Cualitativo	800	Transecto de observación
POH-02	28/8/23	357286	10020885	357645	10020780	253-256	Bosque secundario intervenido, cultivos	Cualitativo	500	Transecto de observación
POH-03	25/8/23	356687	10020222	356962	10019447	263-265	Bosque secundario intervenido	Cualitativo	800	Transecto de observación
POH-04	25/8/23	357114	10018839	357201	10018345	264-271	Bosque altamente intervenido, cultivos	Cualitativo	500	Transecto de observación

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

*Esfuerzo de Muestreo*

**Tabla 3-86 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Herpetofauna**

<b>Código del Informe</b>	<b>Método</b>	<b>Número Trampas/Redes/Transecto</b>	<b>Horas/Día</b>	<b>N.º de Personas</b>	<b>Esfuerzo Total</b>
PMH-01	Cuantitativo	4 transectos de aprox. 150 m	8 horas x 3 días	2 (1 técnico de campo y 1 guía comunitario)	24 horas/hombre
PMH-02	Cuantitativo	4 transectos de aprox. 150 m	8 horas x 3 días	2 (1 técnico de campo y 1 guía comunitario)	24 horas/hombre
POH-01	Cualitativo	1 transecto de aprox. 800 m	3 horas x 1 día	2 (1 técnico de campo y 1 guía comunitario)	3 horas/hombre
POH-02	Cualitativo	1 transecto de aprox. 500 m	3 horas x 1 día	2 (1 técnico de campo y 1 guía comunitario)	3 horas/hombre
POH-03	Cualitativo	1 transecto de aprox. 800 m	3 horas x 1 día	2 (1 técnico de campo y 1 guía comunitario)	3 horas/hombre
POH-04	Cualitativo	1 transecto de aprox. 500 m	3 horas x 1 día	2 (1 técnico de campo y 1 guía comunitario)	3 horas/hombre

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### *Factores que Incidieron en los Resultados del Estudio*

Las limitantes metodológicas más importantes se relacionaron con las condiciones climáticas suscitadas durante el monitoreo. En este contexto, se registraron largos períodos de radiación solar durante las mañanas y tardes, junto con noches con elevada iluminación lunar. Estos factores pueden influir en los períodos de actividad de los organismos estudiados.

### Fase de Gabinete

Para determinar la diversidad se analizaron datos de riqueza y abundancia de especies, así como también índices de diversidad alfa. Complementando estos análisis se describe el estado de conservación y aspectos ecológicos de las especies de anfibios y reptiles reportadas durante los muestreos.

### *Aspectos Ecológicos*

**Gremios alimenticios:** Los anfibios y reptiles constituyen un eslabón importante en la estructura trófica, permitiendo el flujo de energía dentro del ecosistema. Varias especies de pequeño y mediano tamaño son la base de la alimentación de otros animales, así como de algunas aves y mamíferos. También, todos los anfibios y reptiles son predadores de insectos y otros invertebrados (Valencia & Garzón 2011). La caracterización de cada especie corresponde a información obtenida en Ron et al., (2022) y Torres-Carvajal et al., (2023).

**Distribución vertical de las especies:** Diversos trabajos han encontrado que algunos grupos faunísticos, entre estos los anfibios y reptiles, son influenciados significativamente por la heterogeneidad espacial, respondiendo en mayor grado a la estructura del hábitat que a la presencia o ausencia de especies vegetales particulares (García, Castro & Cárdenas, 2005). En el presente estudio se especifica su ubicación en función de la estratificación vertical del ecosistema.

**Hábito:** Los anfibios, por sus aspectos biológicos (morfología, obtención de alimento y apareamiento) son bastante activos en la noche (aunque algunos de ellos presentan actividad diurna); esta tendencia está marcada especialmente por la estacionalidad climática. Así, se puede escuchar a varios anfibios vocalizar después o durante lluvias. Mientras que un gran porcentaje de reptiles presenta actividad diurna, ya que utilizan la luz solar para termorregular su organismo. Sin embargo, existen otras especies que se especializan en cazar durante la noche.

Dadas estas características, los parámetros que se utilizaron para designar un hábito a las especies fueron:

- > Nocturno
- > Diurno
- > Catemeral (diurno y nocturno)

**Modos o patrones reproductivos:** Una manera de repartir los recursos en comunidades de anuros es mediante diferencias en el modo reproductivo. El modo reproductivo se refiere a la combinación de sitio de ovoposición y modo de desarrollo. Para este efecto, se utilizó la clasificación de anfibios detallada en Wells (2007) y de reptiles obtenida de Torres-Carvajal et al. (2023).

**Estado de conservación de las especies:** El estado de conservación de los anfibios y reptiles a nivel global se revisó en base a los criterios de evaluación de la UICN (2022); mientras que para los criterios de amenaza a nivel del Ecuador se consideró la clasificación de Ortega-Andrade et al., 2021 para anfibios y Carrillo et al, 2005 para reptiles. Así también, se verificó el estado de las especies amenazadas por el tráfico ilegal en la publicación de la Convención Sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2023), mientras que la información sobre el origen de la especie (endémica, nativa, introducida) así como datos ecológicos se obtuvieron de Ron et al. (2022) y Torres-Carvajal et al. (2023).

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

La determinación de las especies indicadoras se realizó en base a la abundancia de especies y a las familias representativas por riqueza de especies, tomando en cuenta que un cambio en la abundancia o composición en la estructura de la comunidad es reflejo de cambios positivos o negativos hacia el ambiente y, por lo tanto, se ve reflejado como un cambio a nivel poblacional de anfibios y reptiles (Waddle, 2006).

**Especies sensibles:** Los anfibios y reptiles por sus características fisiológicas y etológicas son particularmente sensibles a la pérdida de hábitat y a variaciones ambientales, como la temperatura, precipitación y humedad del aire, que determinan su distribución ecológica y geográfica (Duellman & Trueb 1994). Para tomar en consideración a una especie como sensible, en el presente estudio se utilizó información sobre descripciones de su biología, hábitat (Ron et al., 2022, Torres-Carvajal et al., 2023), distribución, endemismo, criterios de conservación (Listas rojas y CITES) y capacidad significativa de la herpetofauna a la tolerancia de impactos (especies bioindicadoras).

Como menciona literalmente la UICN en su publicación Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN, "... La utilización de las categorías de No Evaluado o Datos Insuficientes indica que no se ha evaluado el riesgo de extinción, aunque por motivos diferentes. Hasta el momento en el que se realice la evaluación, los taxones listados en estas categorías no deberían tratarse como si estuvieran 'no amenazados'. Sería apropiado (especialmente para aquellos listados como Datos Insuficientes) darles el mismo grado de atención que poseen los taxones amenazados por lo menos hasta que su estado de conservación pueda ser evaluado..." (UICN, 2022); por lo tanto, las especies que constan dentro de estas categorías se evaluarán como especies que presentan sensibilidad Media.

Además, considerando que "...un taxón está Casi Amenazado cuando se ha evaluado según los criterios y actualmente no satisface los criterios para en Peligro crítico, En peligro o Vulnerable, pero está próximo a satisfacerlos o posiblemente los satisfaga en un futuro cercano..."(UICN, 2022), las especies que se encuentran dentro de esta categoría serán evaluadas como de sensibilidad Alta.

**Tabla 3-87 Aspectos Considerados para el Análisis de Sensibilidad a Nivel de Especie**

Niveles	Aspectos para Considerarse	Categorías	Estado de Sensibilidad
Especie	Especies en categorías de amenaza-UICN (global)	En peligro crítico	Alto
		En peligro	Alto
		Vulnerable	Alto
		Casi amenazado	Alto
		Preocupación menor	Bajo
		Datos insuficientes	Medio
		No evaluado	Medio
	Especies en categorías de amenaza-libros rojos (nacional)	En peligro crítico	Alto
		En peligro	Alto

Niveles	Aspectos para Considerarse	Categorías	Estado de Sensibilidad
		Vulnerable	Alto
		Casi amenazado	Alto
		Preocupación menor	Bajo
		Datos insuficientes	Medio
		No evaluado	Medio
	Distribución	Especies endémicas y/o restringidas ciertas áreas	Alto
	Especies indicadoras	Especies indicadoras de buen estado de conservación	Alto
Especies indicadoras de mal estado de conservación		Bajo	

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

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

### Comparación con Estudios Anteriores

Para el componente de herpetofauna se muestran los datos obtenidos en los distintos monitoreos bióticos históricos realizados en la zona. Se realizará un análisis estadístico comparativo de estos datos, siempre y cuando los resultados obtenidos presenten metodologías y esfuerzos de muestreos similares a los aplicados durante el presente estudio.

#### 3.2.4.2.5 Entomofauna

##### Introducción

Los artrópodos corresponden al grupo de animales invertebrados más antiguo y abundante del planeta y se encuentran divididos en cuatro clases: arácnidos, miriápodos, crustáceos e insectos (Martínez de la Vega, 2019). La capacidad de adaptación de los invertebrados terrestres les permite estar distribuidos en diferentes ecosistemas, convirtiéndose en un grupo extremadamente diverso desde el punto de vista taxonómico y de la riqueza de especies (Zrelli et al., 2015). Hasta el 2020 se registró 1,3 millones de especies de invertebrados, siendo los insectos el grupo más descrito y estudiado, dado que tiene un origen antiguo y su proceso evolutivo ha sido muy efectivo (Bioweb, 2020; Guzmán et al., 2016).

Los insectos desarrollan un papel fundamental en la generación de servicios ecosistémicos y ciclos bioquímicos, por lo que están ligados a procesos de relevancia para la sostenibilidad del entorno, como la descomposición de materia orgánica, polinización, base alimenticia para otros seres vivos, entre otras (Morales & Wolff, 2010). Dada su importancia en estos procesos, su presencia puede indicar el estado de conservación de un lugar, convirtiéndose en una herramienta de medición de cambios ambientales (Guzmán et al., 2016; Salazar & Donoso, 2015).

Dentro de la clase Insecta se hallan cuatro órdenes que son los más predominantes en la superficie terrestre, siendo estos, Díptera, Lepidóptera, Hymenóptera y Coleóptera (Molina Moreira & Arias de López, 2019). De este último, se ha registrado 350 000 especies, de las cuales 200 géneros y 6000 taxas corresponden a los escarabajos de la familia Scarabaeidae, y gran parte de ellos se encuentran en la región neotropical (Archangelsky et al., 2009; Costa, 2002; Favila & Halffter, 1997).

Los dos órdenes más utilizados para monitoreo ambiental son Coleoptera y Lepidoptera, debido a que son de fácil captura e identificación y son muy útiles para la caracterización de biodiversidad. Estas

características permiten mantener resultados con niveles de confianza altos y proyecciones reales de lo que sucede en el medio natural.

El Ecuador es un país megadiverso, posee gran número de especies de los órdenes Coleoptera y Lepidoptera. Además, su amplia diversidad morfológica, ecológica y etológica los ha convertido en un grupo para la investigación y desarrollo de información (Carvajal et al., 2011).

La utilización de escarabajos peloteros es óptima para la descripción del estado de conservación de un ecosistema, ya que son abundantes en los bosques tropicales y tienen como distintivo biológico la asociación y aprovechamiento del excremento y/o carroña de animales, mientras que las mariposas son usadas como indicadores ambientales por la especificidad hacia ciertos tipos de plantas y su ciclo de vida corto (Villarreal et al., 2006).

Es necesario comprender la relación de los seres vivos y el entorno, para lo cual se debe generar observaciones ordenadas y periódicas que permitan establecer una idea clara del cambio a través del tiempo. Con este contexto, el presente estudio ayudará a evaluar y analizar diferentes índices de riqueza y abundancia de ciertas especies siendo esto útil para la aplicación de medidas preventivas y/o correctivas (Celi & Dávalos, 2001).

### **Criterios Metodológicos**

Se utilizó métodos de monitoreo pasivos aplicados a escarabajos copronecrófagos y lepidópteros que se hallan en el área de estudio. Para la recolección de datos en campo se emplearon dos tipos de cebos: excremento y pescado en descomposición, los cuales se colocaron en las trampas pitfall para monitoreo de escarabajos copronecrófagos y en trampas Van Someren Rydon para monitoreo de lepidópteros (Carvajal et al., 2011; Celi & Dávalos, 2001; Villarreal et al., 2004). Además, para complementar el registro de especies estudiadas se realizaron muestreos cualitativos mediante recorridos de observación directa en diferentes puntos distribuidos en el área de interés.

### Fase de Campo

Se contó con un técnico y un asistente (guía comunitario) para la recolección de muestras durante los días de muestreo. El horario manejado fue desde las 09h00 hasta las 16h00, jornada en que los insectos presentan sus picos de actividad (Araujo, 2005).

### *Muestreo Cuantitativo*

Cárdenas-Espitia et al. (2023) en su estudio describe el uso de trampas en áreas urbanas o disturbadas con distancias ajustadas, debido a limitaciones de espacio. Destacando la importancia de adaptar la distancia de las trampas según el entorno y los objetivos del muestreo. En hábitats fragmentados, la independencia entre trampas puede ser menos relevante si los objetivos incluyen evaluar la heterogeneidad a pequeña escala o maximizar el muestreo en áreas restringidas

### Trampas Pitfall para Escarabajos Peloteros

Para la colecta de escarabajos copronecrófagos se empleó la metodología de transectos y trampas pitfall vivas, para lo cual en las estaciones de muestreo se estableció un transecto de 200 m de largo por 4 m de ancho, donde se colocaron 10 estaciones de trampas pitfall vivas en cada transecto dispuestas a 20 m de distancia, conformando un total de 20 trampas. De estas, 10 trampas se cebaron con excremento humano y 10 trampas, con carroña (camarón en descomposición) (Carvajal, 2011). La actividad de cada trampa fue de 48 horas (Figuroa y Alvarado, 2011) y revisadas diariamente procediendo a la identificación, tabulación y liberación de los individuos de fácil determinación; colectando únicamente aquellos individuos que no puedan identificarse in situ; una vez transcurridas las 48 horas, las trampas se retiraron. Los detalles de la metodología empleada constan en el Manual de técnicas de colecta y preservación de invertebrados (Márquez, 2005). Históricamente, las trampas de caída con cebos han sido utilizadas desde 1980, en ese

entonces conocidas como coprotrampas y necrotrampas, cuya intención era atraer y capturar insectos afines a los cebos que se utilizaron en la colecta y el estudio de una gran diversidad de insectos debido a que su diseño permite coleccionar de manera sistemática por largos periodos de tiempo (Morón y Terrón, 1984).

#### Trampas Aéreas Van Someren Rydon (VSR)

Para el muestreo de lepidópteros diurnos se implementó la metodología usada desde la década de 1960 por Brown & Freitas 2000, misma que constituye una técnica complementaria a la captura directa con red entomológica. La captura de mariposas se realizó mediante la colocación de diez trampas VSR en un transecto de 200 m de longitud por 2 m de ancho, distanciadas por 20 m entre sí y a una altura aproximada de 1,50 m desde el suelo (Villareal et al., 2006). Para atraer a las mariposas, en cada trampa se colocaron cebos compuestos por pescado y frutas en descomposición fermentado con levadura. Para mejorar la acción de los cebos es recomendable que las trampas duren por lo menos 48 horas en su lugar de instalación y la revisión debe hacerse periódicamente (DeVries, 1987). Posteriormente se procedió con la identificación, tabulación y liberación de los individuos.

#### Muestreo Cualitativo

##### Transecto de Observación y Colecta Manual

Para el muestreo cualitativo, se realizaron recorridos de observación y captura manual mediante la red entomológica. De acuerdo con estas técnicas se halló insectos cuya captura no se caracteriza cuantitativamente. Dentro de la clase Insecta se registraron órdenes como coleópteros, hemípteros, ortópteros, entre otros, cuyos muestreos se basan solamente en presencias y ausencias. Los recorridos se realizaron en horarios definidos entre las 08h00 y 19h00 para completar el registro de especies que presentan hábito crepuscular. Los recorridos se realizaron por dos horas, tanto por la mañana como por la noche buscando en hojarasca, troncos y en las hojas de los árboles, con la finalidad de abarcar los diferentes hábitats y microhábitats en una distancia de 200 m de longitud (Villarreal et al., 2006). Todos los individuos observados se registraron fotográficamente y devueltos al sitio de captura.

#### *Sitios de Muestreo*

A continuación, se incluye la tabla con los sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. El mapa de sitios de muestreo se incluye dentro del anexo cartográfico (Anexo A. Cartografía 3.2-6 ENTOMOFAUNA Mapa de Ubicación de Recorridos y Puntos de Muestreo Biótico). Adicionalmente, en la sección Anexos se puede revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo.

Página en blanco

**Tabla 3-88 Sitios de Muestreo de Entomofauna**

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PME-01_TP	22-24/08/2023	356536	10020608	356463	10020576	261-247	Bosque secundario en regeneración a su alrededor presencia de cultivos por avance de la frontera agrícola	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas pitfall
PME-01_VSR	22-24/08/2023	356394	10020544	356521	10020634	246-256	Bosque secundario en regeneración a su alrededor presencia de cultivos por avance de la frontera agrícola	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas VSR
PME-02_TP	25-27/08/2023	357629	10020730	357601	10020486	258-255	Bosque secundario en regeneración a su alrededor presencia de cultivos por avance de la frontera agrícola	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas pitfall
PME-02_VSR	25-27/08/2023	357419	10020904	357443	10021021	257-252	Bosque secundario en regeneración a su alrededor presencia de cultivos por avance de la frontera agrícola	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas VSR
POE-01	23/08/2023	356630	10020610	356778	10020896	263-255	Bosque secundario en regeneración a su alrededor presencia de cultivos por avance de la frontera agrícola	Cualitativo	200	Transecto de observación
POE-02	26/08/2023	357352	10021148	357515	10021009	251-253	Bosque secundario en regeneración a su alrededor presencia de cultivos por avance de la frontera agrícola	Cualitativo	200	Transecto de observación
POE-03	28/08/2023	356959	10019442	356660	10020203	263-259	Bosque secundario intervenido con presencia de cultivos	Cualitativo	200	Transecto de observación
POE-04	28/08/2023	357137	10018810	357252	10018349	264-250	Bosque secundario intervenido con presencia de cultivos	Cualitativo	200	Transecto de observación

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

*Esfuerzo de Muestreo*

**Tabla 3-89 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Entomofauna**

<b>Código del Informe</b>	<b>Método</b>	<b>Número Trampas/Redes/Transecto</b>	<b>Horas por Día</b>	<b>N.º de Personas</b>	<b>Trampas Totales /Noche/ Punto de Muestreo</b>
PME-01_TP	Cuantitativo. Transecto de 200 m con trampas pitfall	20 copronecrotrampas (10 trampas cebadas con carroña y 10 trampas cebadas con heces)	24 horas/2 días	1 técnico especialista	960 horas
PME-01_VSR	Cuantitativo. Transecto de 200 m con trampas VSR	10 trampas aéreas (5 trampas cebadas con fruta y 5 trampas cebadas con pescado descompuesto)	48 horas	1 técnico especialista	480 horas
PME-02_TP	Cuantitativo. Transecto de 200 m con trampas pitfall	20 copronecrotrampas (10 trampas cebadas con carroña y 10 trampas cebadas con heces)	24 horas/2 días	1 técnico especialista	960 horas
PME-02_VSR	Cuantitativo. Transecto de 200 m con trampas VSR	10 trampas aéreas (5 trampas cebadas con fruta y 5 trampas cebadas con pescado descompuesto)	48 horas	1 técnico especialista	480 horas
POE-01	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de observación	2 horas x 1 día	1 técnico especialista	2 horas
POE-02	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de observación	2 horas x 1 día	1 técnico especialista	2 horas
POE-03	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de observación	2 horas x 1 día	1 técnico especialista	2 horas
POE-04	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de observación	2 horas x 1 día	1 técnico especialista	2 horas

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, octubre 2023

### Fase de Gabinete

Para determinar la diversidad, se analizaron los datos de riqueza y abundancia de especies e índices de diversidad alfa. Complementando estos análisis, se describe el estado de conservación y aspectos ecológicos de las especies de insectos reportadas durante los muestreos.

### *Aspectos Ecológicos*

Gremios alimenticios: 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 gremio trófico, se ha trabajado con el libro de *Lista roja de invertebrados de Colombia 2009* y con el libro de *Escarabajos del Ecuador (2011)*. Se analizan las relaciones con el tipo de alimentación, especialistas a un tipo de alimento y generalistas que prefieren varios tipos de alimentos (Celi & Dávalos, 2001) para la comunidad de escarabajos copronecrófagos.

Para el resto de los invertebrados terrestres, de igual manera, se analizaron las diferentes estrategias alimenticias, como son los herbívoros, depredadores, saprófagos, hematófagos, etc (Sanchez-Alfaro, 2024).

Grupos funcionales<sup>10</sup>: Se analizan los gremios tróficos reconociendo tres clases de escarabajos de acuerdo con su estado de nidificación y comportamiento: 1) cavadores o paracópridos, 2) rodadores o telecópridos y 3) moradores o endocópridos (Halffter & Edmonds, 1982).

Distribución vertical de las especies: 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 plantas herbáceas de hasta un metro de alto; nivel criptogámico, musgos y líquenes, que crecen a ras de suelo; y, nivel subterráneo, es el lugar donde se asientan las plantas, que a su vez está dividido en capas.

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

Hábito: Es la práctica o costumbre adquirida por la repetición constante de la misma actividad dentro de diferentes jornadas durante el día, estas pueden ser: diurno, nocturno o crepuscular. El horario de actividad para las especies de escarabajos copronecrófagos se realizará en base a lo indicado por (Villamarin, 2014) y en el libro de *Escarabajos del Ecuador* (Carvajal et al., 2011).

Estado de conservación de las especies: El estado de conservación de las especies está dado por el listado presente en el libro rojo de la UICN 2023 o de la CITES 2023.

Especies sensibles: Son aquellas especies que se asocian a condiciones específicas del hábitat o cuyo rango de amplitud es muy restringido a los parámetros fijos. Se basó en la diversidad y riqueza halladas en el punto de muestreo, los resultados obtenidos de los índices aplicados, la sensibilidad o la amenaza que presentan estado de conservación en base a las listas UICN y CITES.

Los criterios de sensibilidad de las especies están basados en un análisis de estructura de individuos donde se clasifica a las especies en cuatro categorías: 1) Raras o sensibles, de uno a tres individuos; 2) especies Comunes o de mediana sensibilidad, de cuatro a nueve individuos, que indican ecosistemas medianamente conservados al presentar una capacidad de adaptabilidad a cierto grado de alteración; 3)

---

<sup>10</sup> Aspecto Ecológico que aplica únicamente para los escarabajo copronecrófagos

especies Abundantes (sensibilidad Baja), de 10 a 49 individuos; y, 4) especies Dominantes, de sensibilidad Baja, de 50 individuos en adelante, capaces de adaptarse a un entorno intervenido (Araujo, 2005).

Especies sugeridas: para el caso de entomofauna, se considera como especies sugeridas a todo el grupo de escarabajos peloteros debido a sus características bioindicadoras. Los bioindicadores son especies que reflejan el estado de salud de su entorno. En el caso de los escarabajos peloteros, sus características ecológicas y sensibilidad a cambios ambientales los hacen indicadores ideales de la calidad del hábitat y los cambios que se presenten en su diversidad y estructura a nivel de ensamble son una respuesta a la perturbación antropogénica.

Uso del recurso: Se refiere al tipo de uso que están sometidas las especies de insectos del estudio, sean de uso comercial, artesanal, cultural o ritual, que afecten a la disminución de las poblaciones de la entomofauna del área de estudio.

### **Comparación con Estudios Anteriores**

Para el componente de entomofauna se muestran los datos obtenidos en los distintos monitoreos bióticos históricos realizados en la zona. Se realizará un análisis estadístico comparativo de estos datos, siempre y cuando los resultados obtenidos presenten metodologías y esfuerzos de muestreos similares a los aplicados durante el presente estudio.

#### **3.2.4.3 Fauna Acuática**

Para los componentes de fauna acuática se monitorearán los mismos cuerpos de agua identificados dentro del componente de calidad fisicoquímica del agua con la finalidad de complementar el análisis biótico.

##### **3.2.4.3.1 Ictiofauna**

#### **Introducción**

Los peces son el grupo de vertebrados más antiguo y numeroso del planeta, se conocen cerca de 25 000 especies, la mayoría de ellas habitan en aguas tropicales, destacándose los sistemas dulceacuícolas del Neotrópico, con estimaciones actuales que exceden 7000 especies, lo que representa una de cada cinco especies de peces del mundo, instituyendo al Neotrópico como la región con mayor riqueza de ictiofauna continental (Petry, Agostinho, & Gomes, 2003).

Para Ecuador se ha registrado 951 especies de peces de agua dulce e intermareales ubicadas en 11 zonas ictiohidrográficas. La zonificación establecida indica que la mayor parte de estas zonas tienen una composición particular de peces y lo respalda las revisiones sistemáticas de varios géneros de peces y que han sido publicadas por Vari (1989). En el caso particular de los cuerpos de agua que atraviesan las áreas del estudio actual, estos se ubican en la zona Napo-Pastaza (NP), que alberga una riqueza de 680 especies (Barriga, 2012)

Los peces son un grupo taxonómico importante, no solo por su valor en la pesca comercial y artesanal, sino también porque desempeñan varias funciones en los ecosistemas, tales como controladores biológicos de otros organismos o la transferencia de materia entre ecosistemas acuáticos (Villéger et al., 2017). Además, son bioindicadores de la calidad de agua porque estos son sensibles a las perturbaciones acuáticas y muestran una gran variedad de nichos tróficos y estrategias ecológicas (Karr & Dudley, 1981).

Muchos ecosistemas acuáticos han sido afectados por la contaminación fisicoquímica del agua, en donde las aguas residuales urbanas, escorrentías del sector agrícola, aguas industriales, lixiviados y basura en general, reducen la calidad del agua, lo que se traduce en una disminución de la cantidad de oxígeno disponible para los peces y otros organismos, provocando la desaparición local de la biodiversidad (Valdiviezo, Carrillo, Madera, & Abarracin, 2012).

Bajo esta perspectiva, el presente documento provee información relevante sobre el contexto actual de los peces en los ecosistemas de estudio, datos que permiten tener una visión más amplia del componente ictiológico para el área y el conocimiento de las condiciones que guardan estos cuerpos hídricos.

## **Criterios Metodológicos**

### Fase de Campo

El trabajo de campo se llevó a cabo del 22 al 23 de agosto de 2023. El levantamiento de información se realizó en cinco cuerpos de agua dentro del área geográfica del proyecto.

### *Muestreo Cuantitativo*

#### Atarraya

De 2 m de radio y 0,1 y 0,2 m de malla, su empleo estuvo limitado a ríos libres de troncos o que presentaron algún tipo de materia vegetal en descomposición, que intervenga en el correcto empleo de esta red. Su técnica de lanzamiento consistió en mantener sujeta la parte superior de la red amarrada a la muñeca, mientras que parte del margen se tomó con la boca y otra parte se sostuvo sobre el hombro, lanzándola de modo que adquiere la forma de un disco que cubre al pez (Barriga & Olalla, 1983). Este proceso se realizó con una frecuencia de 10 veces cada 10 m abarcando un área de 100 m por punto de muestreo; sin embargo, su rango de empleo aumentó en relación con la morfología del cuerpo de agua en cuestión, con el objetivo de cubrir la mayor cantidad posible de hábitats. Su utilización no se ha modificado desde la fecha de su publicación, ya que permite obtener datos de sistemas hídricos de flujo rápido, moderado, lento o laminar (Mojica et al, 2002b)

#### Red de Arrastre

Posee dimensiones de 4 m de largo, 1,80 m de ancho y un tamaño de malla de 0,5 cm. Para su empleo se necesitó de dos personas, una que tomó la red de un extremo y se quedó fijo dentro del agua y cerca de la orilla, mientras que la otra persona ingresó al agua con el otro extremo de la red girándola alrededor del compañero, que al alcanzar la orilla y altura de su compañero salen juntos del agua cuidando de no levantar los plomos del suelo (Barriga & Olalla, 1983). Este proceso se realizó con una frecuencia de 10 veces por punto de muestreo, abarcando un área de 100 m. La utilización de este arte de pesca no se ha modificado desde la fecha de su publicación debido a la efectividad de su empleo al permitir coleccionar especies de distintos nichos ecológicos, ya que su manejo abarca toda la columna de agua (Mojica et al, 2002b).

#### Red de Mano

Su uso se limitó a zonas cerca de la vegetación de ribera, bajo piedras u hojarasca en riachuelos pequeños. Sujetando del madero medio y con una leve inclinación se sumergió debajo del agua con una frecuencia basada en el criterio del técnico (Barriga & Olalla, 1983). El empleo de esta red no se ha modificado desde la fecha de su publicación, ya que permite evaluar cuerpos de agua de difícil acceso o con características morfológicas que no permitan la utilización de otro tipo de arte de pesca (Tufiño & Barrantes, 2013).

#### Anzuelos de Diferentes Tamaños

Se utilizó como carnada peces pequeños y lombrices.

### *Sitios de Muestreo*

A continuación, se incluye la tabla con los sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. El mapa de sitios de muestreos se incluye dentro del anexo cartográfico (Anexo A. Cartografía 3.2-7 ICTIOFAUNA Mapa de Ubicación de Recorridos y

Puntos de Muestreo Biótico). Adicionalmente, en la sección Anexos se puede revisar: Anexo C. Respaldo LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo.

**Tabla 3-90 Sitios de Muestreo de Ictiofauna**

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral	Metodología	Descripción
		Inicio							
		Este (m)	Norte (m)						
PAIC-02	22/8/2023	357629	10017638	253	Bosque intervenido y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano, atarraya, anzuelos y red de arrastre	Cuerpo de agua con un ancho de 1,5 m y 0,30 m de profundidad. Sustrato arcillo-arenoso. Aguas turbias y corriente lenta. Zona intervenida con presencia de cultivos de palmas y potreros.
PAIC-05	22/8/2023	357620	10017326	273	Bosque intervenido y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano, atarraya, anzuelos y red de arrastre	Cuerpo de agua con un ancho de 0,60 m y 0,20 m de profundidad. Sustrato limo-arcilloso. Aguas transparentes y corriente moderada con presencia de hojarasca y troncos en el lecho. Bosque intervenido con abundante vegetación de ribera.
PAIC-01	23/8/2023	356394	10020534	274	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano, atarraya, anzuelos y red de arrastre	Cuerpo de agua con un ancho de 4 m y 1,5 m de profundidad. Sustrato limo-arcilloso. Aguas turbias y corriente lenta. Bosque secundario con abundante vegetación de ribera.
PAIC-04	23/8/2023	357188	10018797	288	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano, atarraya, anzuelos y red de arrastre	Cuerpo de agua con un ancho de 1 m y 0,20 m de profundidad. Sustrato limo-lodoso. Aguas semiturbias y corriente lenta. Bosque secundario con abundante vegetación de ribera.
PAIC-03	23/8/2023	357353	10018454	266	Bosque intervenido y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano, atarraya, anzuelos y red de arrastre	Cuerpo de agua con un ancho de 1 m y 0,25 m de profundidad. Sustrato limo-lodoso. Aguas transparentes y corriente lenta. Zona intervenida con presencia de cultivos y potreros.

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Página en blanco

### *Esfuerzo de Muestreo*

**Tabla 3-91 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Ictiofauna**

<b>Código del Informe</b>	<b>Método</b>	<b>Número Trampas/Redes/Transecto</b>	<b>Horas por Día</b>	<b>N.º por Día</b>	<b>Trampas Totales /Noche/ Punto de Muestreo</b>
PAIC-02	Cuantitativo	Red de mano y red de arrastre	3	1	3 horas
PAIC-05	Cuantitativo	Red de mano y red de arrastre	3	1	3 horas
PAIC-01	Cuantitativo	Red de mano y red de arrastre	3	1	3 horas
PAIC-04	Cuantitativo	Red de mano y red de arrastre	3	1	3 horas
PAIC-03	Cuantitativo	Red de mano y red de arrastre	3	1	3 horas

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### *Factores que Incidieron en los Resultados del Estudio*

Los puntos de muestreo presentaron como principal limitante su morfología y tamaño, ya que son esteros rodeados de abundante vegetación típica de la Amazonía, en donde la colocación de redes mayores se hace complicada e innecesaria. Sin embargo, la red de mano se determina como un método asequible al presentar un manejo simple en sistemas hídricos de características muy particulares (Galvis y otros, 2006).

### Fase de Gabinete

Para la identificación de la ictiofauna registrada se utilizaron claves taxonómicas de la *Guía de peces para aguas continentales de la vertiente occidental* (Jiménez-Prado y otros, 2015; Maldonado-Ocampo y otros, 2005). En cuanto al análisis, tabulación, ordenamiento e interpretación de los datos obtenidos en el campo, se realizó con el apoyo de los programas Bio-Diversity Pro-Versión 2 y Past. Los especímenes muestreados se identificaron en base a una comparación morfológica.

### *Análisis de Datos*

#### *Riqueza*

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

#### *Curva de Rango/Dominancia*

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

Dependiendo del registro de especies obtenido en campo las curvas de rango/dominancia hacen posible evaluar si una comunidad está dominada por pocas especies o, por el contrario, posee una mayor equidad.

### *Curva de Acumulación*

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

Para el componente de ictiofauna se tomarán los puntos de muestreo como unidades de muestreo y se calculó el estimador Chao 1, índice que estima el número de especies en una comunidad ponderando el número de especies raras presentes en la comunidad, por lo que es muy sensible a la cantidad de especies raras registradas. Su fórmula es (Moreno, 2001):

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

Donde:

Sobs representa el total de especies registradas,

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

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

El estimador Chao 1 proporciona una medida de eficiencia del muestreo al comparar la riqueza observada frente a la diversidad regional estimada. Los índices se calcularon en EstimateS (V.9.1.0; (Colwell, 2013)).

### *Diversidad Alfa*

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

Índice de Diversidad de Shannon

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

Se calcula con la siguiente fórmula:

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

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

#### Índice de Dominancia de Simpson

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

$$D = \sum p_i^2$$

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

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

Los índices de diversidad que se emplean en el presente trabajo (Shannon y Simpson) combinan la cantidad de especies y sus abundancias relativas dentro de una comunidad, evaluando tanto la riqueza específica como cuán equitativas son sus abundancias. El problema es que estos índices son a veces difíciles de interpretar. Un valor aislado de un índice de diversidad puede confundir la importancia relativa de sus dos componentes (riqueza y equitatividad). Por ejemplo, el mismo valor de un índice puede obtenerse tanto de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Es por esta razón que la interpretación que existía para los índices basándose en un rango de valores ha caído en desuso, por lo cual debe emplearse el valor de los índices y el número de especies (riqueza) que se ha registrado en estudios o investigaciones anteriores (Gotelli & Colwell, 2001).

#### *Diversidad Beta*

##### Coeficiente de Similitud de Jaccard

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

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

Su fórmula es:

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

Donde:

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

### *Aspectos Ecológicos*

Gremio trófico: Es la afinidad alimenticia de un animal dentro de su ecosistema, es decir, la relación de este con todos los recursos disponibles (García, 1983). El conocimiento de los hábitos alimenticios de las especies permite evaluar su estatus en la comunidad (omnívoro, insectívoro, herbívoro, carnívoro) y así entender el rol de un grupo de especies en el estado de los ecosistemas acuáticos; por ejemplo, calidad de agua.

Para la determinación del gremio trófico se basó en fuentes bibliográficas fundamentadas en el análisis del contenido de tractos digestivos, así como el uso de guías ilustradas de ictiofauna regional (Tufiño & Barrantes, 2013; Galvis y otros, 2006).

Hábito: Los peces se clasificaron de acuerdo con su patrón de actividad en tres clases: nocturnos, diurnos o diurnos/nocturnos según sus hábitos biológicos de acuerdo con la información presentada en el portal Fishbaese.se (2023).

Distribución Vertical dentro de la Columna de Agua: La distribución de la propuesta en la columna de agua está dada según su ecología trófica relacionando hábitos alimenticios, reproductivos, mecanismos de desarrollo o movimientos migratorios con los parámetros físicos y demográficos del cuerpo de agua, generando una estratificación vertical (Granado C., 2002). La distribución vertical en la columna de agua se tomó del portal fishbase.se.

Especies indicadoras: Para determinar especies indicadoras dentro de una comunidad de peces, se realiza un análisis en base a los hábitos y preferencias alimentarias de especies afines entre sí. Este enfoque es válido, ya que dentro de la estructura ecológica las especies pertenecen a gremios y estos a comunidades (Scott & Hall, 1997). Esto determina a las especies bentívoras (asociados al fondo) como buenos indicadores de la calidad del agua (Scott & Hall, 1997), como, por ejemplo, especies de la familia Astroblepidae, mientras que ciertas especies piscívoras son de interés especial para la conservación (Schlosser, 1991).

Especies sensibles: Para establecer el grado de sensibilidad de la ictiofauna registrada, se consideraron cinco categorías aplicadas basadas en el libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (Mojica, Usma, Álvarez, & Laso, 2012), las cuales se detallan a continuación:

- > Distribución geográfica
- > Aspectos biológicos
- > Alteraciones del hábitat
- > Medidas de protección
- > Uso

Especies Migratorias: Nikolskii (1963) define la migración de los peces como desplazamientos importantes activos, aunque a veces pasivos, de un hábitat a otro. En el caso de los peces de río, los potamodromos son el grupo de peces verdaderamente migratorios con movimientos localizados enteramente en agua dulce (Barthem, 2004). Para la información de especies migratorias se realizó la consulta en el portal fishbase.se (2023).

Estado de conservación de las especies: Se menciona si las especies halladas en el estudio presentan algún grado de preocupación o nivel de amenaza.

Uso del recurso: Tomando en cuenta la información proporcionada por los pobladores del sector, se determina si el recurso de ictiofauna registrado es utilizado en consumo o comercialización.

### **Comparación con Estudios Anteriores**

Para el componente de ictiofauna se muestran los datos obtenidos en los distintos monitoreos bióticos históricos realizados en la zona. Se realizará un análisis estadístico comparativo de estos datos, siempre y cuando los resultados obtenidos presenten metodologías y esfuerzos de muestreos similares a los aplicados durante el presente estudio.

#### **3.2.4.3.2 Macroinvertebrados Acuáticos**

##### **Introducción**

Los ríos, como parte del ciclo hidrológico constituyen ecosistemas importantes para la vida. La calidad de estos es evaluada a menudo mediante métodos fisicoquímicos y biológicos, es decir, organismos indicadores del estado del cuerpo de agua. En este sentido, los macroinvertebrados han sido muy utilizados como bioindicadores de dichos cambios dentro de los métodos de evaluación biológica en los sistemas acuáticos, cumpliendo un rol muy importante en la elaboración de estrategias de conservación y restauración de dichos sistemas (Marqués y Rovira, 2001). Los macroinvertebrados son organismos que por su tamaño y tolerancia a cambios son ideales para evaluar los diferentes cuerpos de agua existentes (Springer, 2010). Además, la metodología usada para su monitoreo es de bajo costo.

Los macroinvertebrados acuáticos abarcan una amplia diversidad de especies con distintas adaptaciones, unos son sensibles a las perturbaciones, mientras que otros las toleran (Gamboa et al., 2008). Por lo tanto, los análisis de macroinvertebrados permiten evaluar el grado de integridad ecológica y determinar el estado de salud de un ecosistema acuático, no solo en un momento determinado, sino también de manera temporal (Gutiérrez-Yurrita et al., 2002). Es decir, proporcionan una visión histórica de los hechos que ocurrieron en el cuerpo de agua estudiado (Álvarez-Arango, 2005).

En este contexto, el presente estudio pretende conocer el estado de calidad de agua de cinco fuentes de agua mediante el uso de macroinvertebrados como bioindicadores a través de índices biológicos, así como conocer las condiciones de los cuerpos de agua dentro del área de influencia del bloque Singue.

##### **Criterios Metodológicos**

###### Fase de Campo

El trabajo de campo se llevó a cabo del 22-23 de agosto de 2023. El levantamiento de información se realizó en cinco cuerpos de agua dentro del área de influencia del proyecto.

###### *Muestreo Cuantitativo*

###### Red D-Net - Red Surber

La recolección de muestras se realizó mediante el método cuantitativo/cualitativo. Se fusionan dos metodologías para abarcar mayor cantidad de microhábitats. La importancia de un muestreo cuantitativo es que se puede obtener representación de todos los taxones relativamente abundantes, estimar su densidad para cada punto de muestreo y calcular los índices de diversidad para cada estación (Barbour et al., 1999). La recolección de muestras se basa en un método multihábitat, lo que significa que se muestrean todos los hábitats presentes en el punto elegido en función de su representatividad, mientras que la importancia de un muestreo cualitativo es que proporciona una información más completa de la riqueza de taxones del tramo, e incluso da una idea de la relación de abundancia entre los diferentes taxones por tipo de hábitat (Barbour et al., 1999). Se escogió fusionar las metodologías siguiendo las recomendaciones de Racines (2014), Domínguez y Fernández (2009) y Roldán (1996), que determinan la utilización de una red D-net con un ojo de malla de 150 micras sujeta a un mango de aluminio. La técnica de muestreo consistió

en colocar a contracorriente la red, y con las manos se removió el material del fondo. Esta operación se repitió tres veces durante un minuto aproximadamente. Se realizaron tres repeticiones en cada microhábitat (sustrato pedregoso, arcilloso, de hojarasca, vegetación de ribera, vegetación flotante, etc.) con la finalidad de obtener mayor diversidad de especies.

El material obtenido se depositó en una bandeja de loza blanca para poder coleccionar los macroinvertebrados con estructuras más sensibles, los especímenes se colocaron en vacutainers previamente etiquetados con alcohol al 70 %, para su posterior traslado e identificación en el laboratorio. El resto de la muestra se colocó en fundas ziplock con alcohol al 70 % para limpiarse en laboratorio con un adecuado procedimiento.

### *Sitios de Muestreo*

A continuación, se incluye la tabla con los sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. El mapa de sitios de muestreos se incluye dentro del anexo cartográfico (Anexo A. Cartografía 3.2-8 MACROINVERTEBRADOS Mapa de Ubicación de Recorridos y Puntos de Muestreo Biótico). Adicionalmente, en la sección Anexos se puede revisar: Anexo C. Respaldo LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo.

**Tabla 3-92 Sitios de Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos**

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral	Metodología	Descripción
		Inicio							
		Este (m)	Norte (m)						
PAM-01	23/8/2023	356394	10020534	274	Bosque maduro no intervenido	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red Surber y red D-net	Cuerpo de agua profundo de flujo lento, limoso, arcilloso, con hojarasca.
PAM-02	22/8/2023	352629	10017638	254	Bosque secundario altamente intervenido y cultivos de palma.	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red Surber y red D-net	Cuerpo de agua de ecosistema lótico de arena fina y arcilla, con vegetación marginal.
PAM-03	23/8/2023	357353	10018454	265	Bosque secundario altamente intervenido y cultivos de balsa.	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red Surber y red D-net	Cuerpo de agua de lento flujo de agua, con vegetación marginal, lodoso y limoso.
PAM-04	23/8/2023	357188	10018797	288	Bosque maduro poco intervenido.	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red Surber y red D-net	Cuerpo de agua de lento flujo de agua, con vegetación marginal, lodoso y limoso.
PAM-05	22/8/2023	357620	10017326	273	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red Surber y red D-net	Cuerpo de agua limoso y arcilloso con hojarasca, de flujo moderado y vegetación marginal.

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Página en blanco

### *Esfuerzo de Muestreo*

**Tabla 3-93 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos**

Código del Informe	Método	Número Trampas/Redes/Transecto	Horas por día	N.º por Día	Total, Trampas/Noche/Punto de Muestreo
PAM-01	Cuantitativo	Red de mano y red D-net	2	1	2 horas
PAM-02	Cuantitativo	Red de mano y red D-net	2	1	2 horas
PAM-03	Cuantitativo	Red de mano y red D-net	2	1	2 horas
PAM-04	Cuantitativo	Red de mano y red D-net	2	1	2 horas
PAM-05	Cuantitativo	Red de mano y red D-net	2	1	2 horas

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### *Factores que Incidieron en los Resultados del Estudio*

Los puntos de muestreo presentaron como principal limitante su morfología y tamaño, ya que son esteros rodeados de abundante vegetación típica de la Amazonía, en donde la colocación de redes mayores se hace complicada e innecesaria. Sin embargo, la red de mano se determina como un método asequible al presentar un manejo simple en sistemas hídricos de características muy particulares (Galvis, 2006).

### Fase de Gabinete

En el laboratorio se separaron los individuos del sustrato utilizando una bandeja enlozada, pinzas y abundante agua. Posteriormente, en una segunda fase, se procedió a la identificación de los diferentes grupos de macroinvertebrados hasta el nivel de familia como nivel taxonómico máximo. Los especímenes se identificaron con las claves de Roldán (1996), Merritt y Cummins (2008) y Domínguez y Fernández (2009).

### *Análisis de Datos*

Se elaboró una matriz con la identificación de los especímenes y la cantidad de individuos colectados para cada punto de muestreo. A partir de estos datos se calculó la riqueza, abundancia y diversidad de macroinvertebrados y métricas relacionadas con la calidad biológica del agua de los diferentes puntos de muestreo.

### Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 1

Las curvas de acumulación indican la tasa a la cual se registran especies nuevas en relación con el número de individuos censados. 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 llega a su asíntota revela que el número de especies nuevas no se incrementará a pesar de que se aumenten las unidades de muestreo, tan solo aumenta el número de individuos censados (Magurran A., 2004). En adición, se calculó el estimador Chao 1; este índice valora el número de especies en una comunidad ponderando el número de especies raras presentes en dicha comunidad, por lo que es muy sensible a la cantidad de especies raras registradas. Su fórmula es (Moreno C. E., 2001):

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

Donde:

Sobs representa el total de especies registradas,

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

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

El estimador Chao 1 proporciona una medida de eficiencia del muestreo al comparar la riqueza observada frente a la diversidad regional estimada. Los índices se calcularon en EstimateS V.9.1.0 (Colwell, 2013).

### Riqueza

La riqueza total de un sitio muestreado se refiere al número total de especies registradas en este, mientras que el término abundancia es el número de individuos registrados (colectados o liberados) por cada especie (Villareal y otros, 2004).

### Curva de Rango - Abundancia

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

Dependiendo del registro de especies obtenido en campo las curvas de rango/dominancia hacen posible evaluar si una comunidad está dominada por pocas especies o, por el contrario, posee una mayor equidad.

### Índices de Diversidad Alfa

La diversidad alfa mide el número de especies que están interactuando en un área de un determinado tamaño. Comprende la variabilidad de especies bajo los criterios de riqueza y heterogeneidad o equitatividad (Jost, 2006).

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

Se calcula con la siguiente fórmula:

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

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

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

$$D = \sum p_i^2$$

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

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

Los índices de diversidad que se emplean en el presente trabajo (Shannon y Simpson) combinan la cantidad de especies y sus abundancias relativas dentro de una comunidad, evaluando tanto la riqueza específica como cuán equitativas son sus abundancias. El problema es que estos índices son a veces

difíciles de interpretar. Un valor aislado de un índice de diversidad puede confundir la importancia relativa de sus dos componentes (riqueza y equitatividad). Por ejemplo, el mismo valor de un índice puede obtenerse tanto de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Es por esta razón que la interpretación que existía para los índices basándose en un rango de valores ha caído en desuso, por lo que debe emplearse el valor de los índices y el número de especies (riqueza) que se ha registrado en estudios o investigaciones anteriores (Gotelli & Colwell, 2011).

#### Índices de Diversidad Beta

##### Índice 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 (Ñique, 2010).

#### Índices Ecológicos

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

**Tabla 3-94 Rango y Calidad de Agua según el índice EPT**

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

Fuente: INV, Levantamiento de información en campo.  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

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

**Tabla 3-95 Puntajes de las Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col. (Roldán, 2003)**

Familias	Puntaje
Anomalopsychidae – Atripterididae – Blepharoceridae – Calamoceratidae – Ptilodactylidae – Chordodidae – Gomphidae – Hydridae – Lampyridae – Lymnessiidae – Odontoceridae – Oligoneuriidae – Perlidae – Polythoridae – Psephenidae, Athericidae.	10
Ampullariidae – Dytiscidae – Ephemeridae – Euthyplociidae – Gyrinidae – Hydraenidae – Hydrobiosidae – Leptophlebiidae – Philopotamidae – Polycentropodidae – Polymitarcyidae – Xiphocentronidae.	9
Gerridae – Hebridae – Helicopsychidae – Hydrobiidae – Leptoceridae – Lestidae – Palaemonidae – Pleidae – Pseudothelpusidae – Saldidae – Simuliidae – Veliidae.	8

Familias	Puntaje
Baetidae – Caenidae – Calopterygidae - Coenagrionidae – Corixidae – Dixidae – Dryopidae - Glossosomatidae – Hyalellidae – Hydroptilidae – Hydropsychidae – Leptohiphidae – Naucoridae– Notonectidae – Planariidae – Psychodidae – Scirtidae.	7
Aeshnidae – Ancylidae – Corydalidae – Elmidae – Libellulidae – Limnichidae – Lutrochidae - Megapodagrionidae – Sialidae – Staphylinidae.	6
Belastomatidae – Gelastocoridae – Mesoveliidae – Nepidae – Planorbiidae - Pyralidae – Tabanidae – Thiaridae.	5
Chrysomelidae – Stratiomyidae – Haliplidae – Empididae – Dolichopodidae – Sphaeriidae – Lymnaeidae – Hydrometridae – Noteridae.	4
Ceratopogonidae – Glossiphoniidae – Cyclobdellidae – Hydrophilidae – Physidae – Tipulidae.	3
Culicidae – Chironomidae – Muscidae – Sciomyzidae – Syrphidae.	2
Tubificidae	1

Fuente: Roldán, 2003

**Tabla 3-96 Clases de Calidad de Agua, Valores BMWP/Col y su Significado**

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado
I	Buena	>150, 101-120	Aguas muy limpias
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas
V	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas

Fuente: Zamora, H, 2007

**Índice QBR.:** Para estimar la calidad de la vegetación riparia de los cuerpos de agua, se utilizó el índice de calidad del bosque ripario (QBR) propuesto por Munné et al. (2003). Éste permite de forma fácil y eficiente evaluar la calidad del hábitat ribereño. Es importante tener en cuenta que para la aplicación del índice fue necesario identificar las especies de árboles y arbustos nativos de cada una de las zonas de estudio. Según Munné et al. (2003) para una correcta aplicación de éste se debe diferenciar las especies nativas de aquellas que son introducidas en la vegetación ribereña del área de estudio. El índice QBR valora diferentes componentes y atributos del sistema natural: 1) Grado de cubierta de la zona de ribera (solo consideraremos la ribera); 2) Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera); 3) Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera); y, 4) Grado de naturalidad del canal fluvial. Cada bloque recibe una puntuación entre 0 y 25, y la suma de los cuatro bloques da la puntuación final es el índice, que expresa el nivel de calidad de la zona de estudio (Ecociencia, 2024). En la puntuación del QBR suman todos los elementos que aportan cierta calidad al ecosistema de ribera, y resta todo aquello que supone un distanciamiento respecto a las condiciones naturales. El puntaje máximo de cada apartado es de 25 puntos. Si al sumar los puntajes de cada apartado se superan los 25 puntos, se considerará solo el valor de 25 como máximo. Una vez obtenido el valor de cada sección se procede a sumar, y con ello se obtiene el valor total del QBR el cual da el nivel de calidad en que se encuentra la ribera.

**Tabla 3-97 Rangos de Calidad según el Índice QBR**

Nivel de Calidad	QBR	Color
Vegetación de ribera sin alteraciones. Calidad muy buena, estado natural.	> 96	Azul
Vegetación ligeramente perturbada. Calidad buena	75-95	Verde

Inicio de alteración importante, calidad intermedia.	51-75	Amarillo
Alteración fuerte, mala calidad.	26-50	Naranja
Degradación extrema, calidad pésima.	< 25	Rojo

Fuente: Acosta et al., 2009

### Aspectos Ecológicos

**Gremio trófico:** Es el papel que cumple cada una de las especies de macroinvertebrados acuáticos registrados en la dinámica fluvial de acuerdo con las características alimenticias.

**Distribución vertical:** Se refiere al hábitat que ocupan los macroinvertebrados acuáticos dentro del agua. Así, algunos viven en la superficie del agua (neuston), otros sobre algún tipo de sustrato o adheridos a tallos de las plantas (bentos) y otros nadando activamente (necton).

**Especies de interés:** Especies de macroinvertebrados que en un sentido ecológico son importantes para mantener la estructura y funcionalidad del ecosistema fluvial.

**Especies sensibles:** Especies de macroinvertebrados que presentan el valor más alto de calidad de agua en base al índice BMWP/Col.

**Áreas sensibles:** Aquellos sitios que albergan un gran número de especies altamente sensibles a los cambios de hábitat y con requerimientos específicos que se traduce en variaciones de los índices ecológicos de calidad de agua previamente descritos.

### Comparación con Estudios Anteriores

Para el componente de macroinvertebrados acuáticos se muestran los datos obtenidos en los distintos monitoreos bióticos históricos realizados en la zona. Se realizará un análisis estadístico comparativo de estos datos, siempre y cuando los resultados obtenidos presenten metodologías y esfuerzos de muestreos similares a los aplicados durante el presente estudio.

## 3.2.5 Resultados

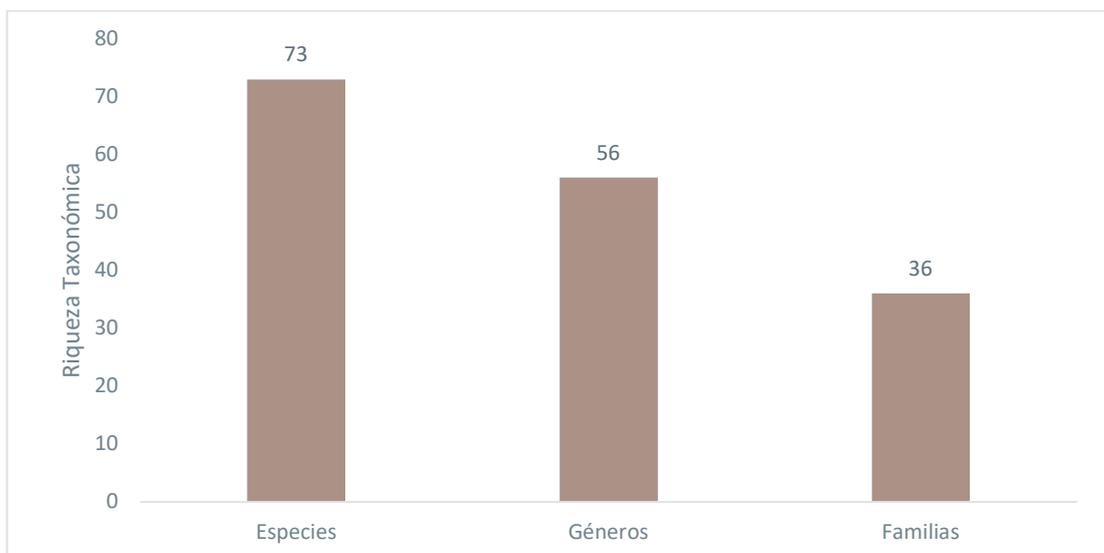
### 3.2.5.1 *Flora*

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo realizada para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos, donde se puede revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo; D. Registro Fotográfico, D.2 Biótico.

#### 3.2.5.1.1 **Análisis General**

#### **Riqueza Global**

Dentro del área de estudio, en base al análisis realizado en agosto del 2023 se registraron 73 especies diferentes, agrupadas en 56 géneros y 36 familias, como se muestra en el siguiente gráfico.

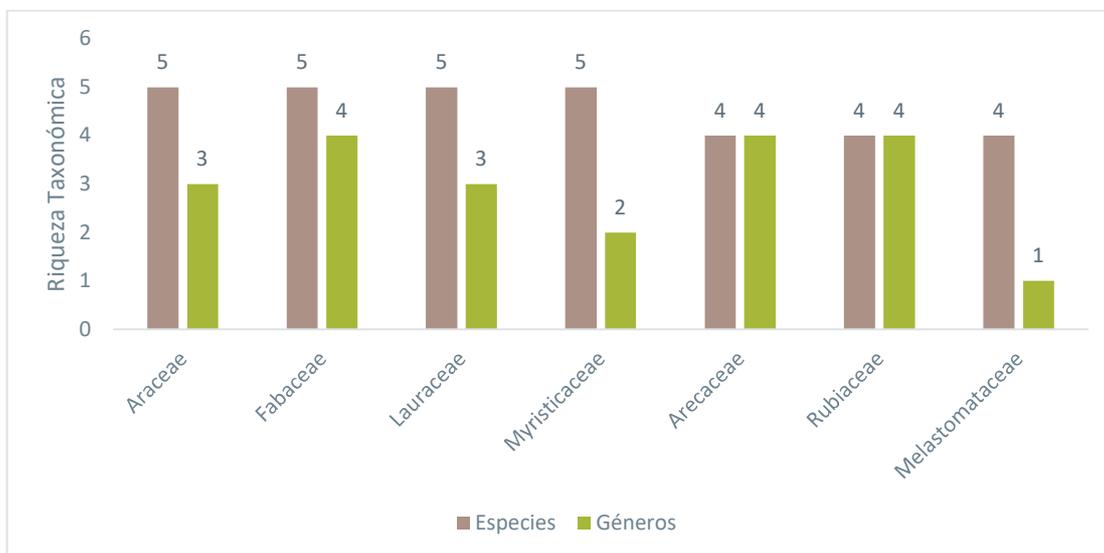


**Figura 3-48 Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Riqueza y Abundancia por Familia

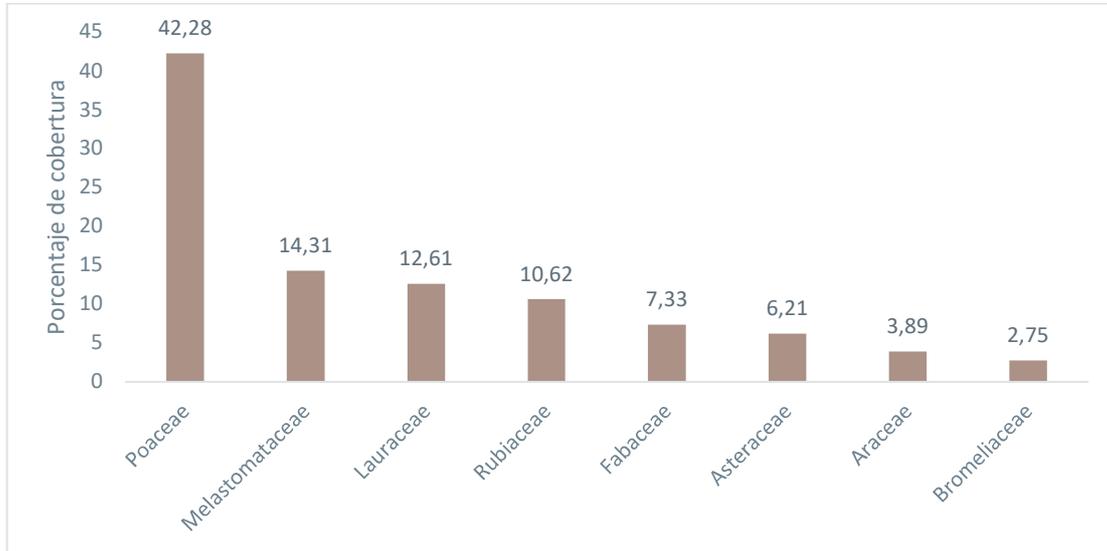
Al analizar la riqueza por familias se observa que la más diversa en términos de géneros y especies fue Fabaceae, registrando cuatro géneros y cinco especies; seguida de Araceae y Lauraceae, que registraron tres géneros y cinco especies cada una, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 3-49 Riqueza de las Familias Florísticas más Representativas en Términos de Diversidad en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Al analizar la cobertura de las familias dentro del área de estudio, se observa que la mayor cobertura la obtuvo la familia Poaceae, cuyo porcentaje fue de 42,28 %; mientras que la familia con menor porcentaje de cobertura fue Bromeliaceae, con el 2,75 %.



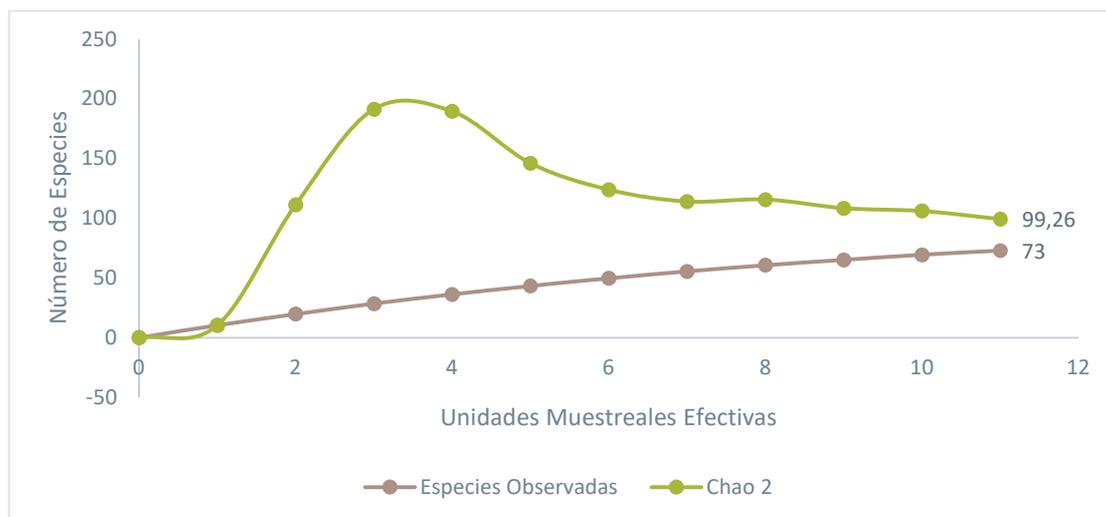
**Figura 3-50** Porcentaje de Cobertura de las Nueve Familias Florísticas más Representativas en el Área de Estudio

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva de Acumulación de Especies

Este análisis se realizó de manera acumulada, tomando en cuenta las tres parcelas de análisis cuantitativo (árboles y epífitas) y los cinco transectos de observación de los muestreos cualitativos. Al analizar la curva de acumulación de especies, se observó que está cercana a la asíntota, lo que supone que la mayoría de las especies del área de estudio se han muestreado dentro del presente monitoreo, como se observa en la siguiente figura.

El índice de Chao 2 alcanzó 99 especies, por lo que el dato reportado en el campo (73 spp.) representa un 73,54 % de las especies estimadas, determinando que el esfuerzo de monitoreo es representativo.



**Figura 3-51 Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2 en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### 3.2.5.1.2 Análisis Cualitativo

#### Transectos Cualitativos Asociados a Cuantitativos

##### Riqueza

Dentro de los tres transectos cualitativos se registró la presencia de 17 familias, 22 géneros y 25 especies. En la Tabla 3-98 se registra la diversidad de cada uno de los transectos de observación.

**Tabla 3-98 Lista de las Especies Registradas en los Muestreos Cualitativos Dentro del Área de Estudio**

Nombre Científico	POF-01	POF-02	POF-03
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	-	-	x
<i>Buchenavia</i> sp. 1	-	-	x
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	-	x	-
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	-	x	-
<i>Guatteria citriodora</i> Ducke	x	-	-
<i>Inga auristellae</i> Harms	-	x	-
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	x	x	-
<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth.) Gilg	-	-	x
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	-	-	x
<i>Miconia</i> sp. 1	-	-	x
<i>Miconia</i> sp. 2	-	-	x
<i>Picramnia sellowii</i> Planch.	-	x	-
<i>Piper augustum</i> Rudge	-	x	-
<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	x	-	-

Nombre Científico	POF-01	POF-02	POF-03
<i>Protium nodulosum</i> Swart	x	-	-
<i>Psychotria stenostachya</i> Standl.	-	x	-
<i>Salacia</i> sp. 1	-	x	-
<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyerm.	-	x	-
<i>Solanum</i> sp. 1	-	-	x
<i>Strychnos darienensis</i> Seem.	-	-	x
<i>Swartzia multijuga</i> Vogel	x	-	-
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	-	x	-
<i>Unonopsis floribunda</i> Diels	x	-	-
<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	x	-	-
<i>Zygia heteroneura</i> Barneby y JW Grimes	-	x	-

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Coefficiente de Similitud de Jaccard en los Transectos Cualitativos Asociados a los Puntos Cuantitativos

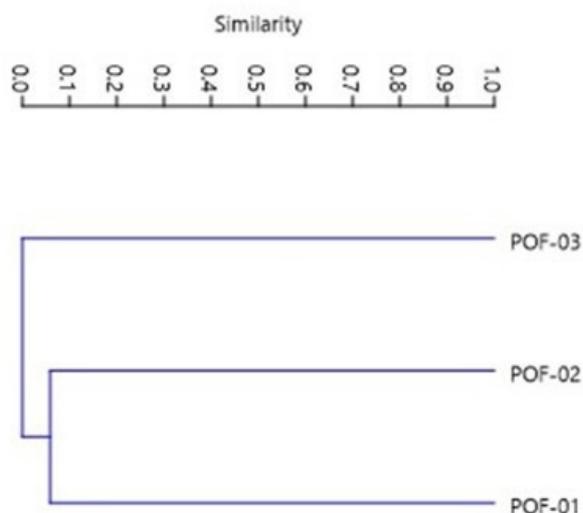
Se determinó el coeficiente de similitud de Jaccard con base en la riqueza específica de cada punto. Los resultados demuestran que los transectos POF-01 y POF-02 poseen una similitud del 6 %. El transecto POF-03 posee una similitud del 0 % con relación al resto de transectos.

**Tabla 3-99 Matriz de Similitud de Jaccard de los Transectos Cualitativos POF-01, POF-02, POF-03 en el Bloque Singue**

	POF-1	POF-2	POF-3
POF-1	1,00	0,06	0,00
POF-2	0,06	1,00	0,00
POF-3	0,00	0,00	1,00

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-52** Análisis Clúster de Jaccard para los Transectos Cualitativos POF-01, POF-02 y POF-03 en el Bloque Singue

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Transectos Cualitativos Independientes

#### Riqueza

Dentro de los dos transectos cualitativos independientes se registró la presencia de 15 familias, 17 géneros y 19 especies. En la siguiente tabla se registra la diversidad de cada uno de los transectos de observación.

**Tabla 3-100** Lista de las Especies Registradas en los Muestreos Cualitativos Dentro del Área de Estudio

Nombre Científico	POF-04	POF-05
<i>Aniba hostmanniana</i> (Nees) Mez	-	x
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) SA Mori	x	-
<i>Guatteria</i> sp. 1	x	-
<i>Hirtella triandra</i> Sw.	x	-
<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	-	x
<i>Iryanthera</i> sp. 1	x	-
<i>Machaerium</i> sp. 1	-	x
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	x	-
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	x	-
<i>Mollinedia</i> sp. 1	x	-
<i>Nectandra viburnoides</i> Meisn.	x	-
<i>Neea</i> sp. 1	-	x
<i>Ocotea</i> sp. 1	-	x
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart .	x	-

Nombre Científico	POF-04	POF-05
<i>Paullinia</i> sp. 1	-	x
<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	-	x
<i>Pourouma persecta</i> (Standl. ex CC Berg & Heusden)	-	x
<i>Protium nodulosum</i> Swart	-	x
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D. Mitch.	x	-

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

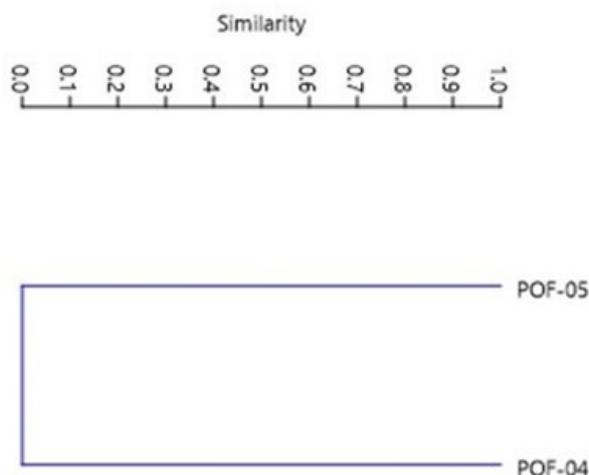
#### Coefficiente de Similitud de Jaccard en los Transectos Cualitativos Robustos

Se determinó el coeficiente de similitud de Jaccard con base en la riqueza específica de cada punto. Los resultados demuestran que los transectos POF-04 y POF-05 poseen una similitud del 0 %.

**Tabla 3-101 Matriz de Similitud de Jaccard de los Transectos Cualitativos POF-04 y POF-05 en el Bloque Singue**

	POF-04	POF-05
POF-04	1,00	0,00
POF-05	0,00	1,00

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-53 Análisis Clúster de Jaccard para los Transectos Cualitativos POF-04 y POF-05 en el Bloque Singue**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### 3.2.5.1.3 Análisis Cuantitativo

##### Riqueza y Abundancia

Dentro del área de estudio en base al muestreo cuantitativo se observó la presencia de 175 individuos los cuales están agrupados en 43 especies, 35 géneros y 25 familias, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 3-102 Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en el Área de Estudio**

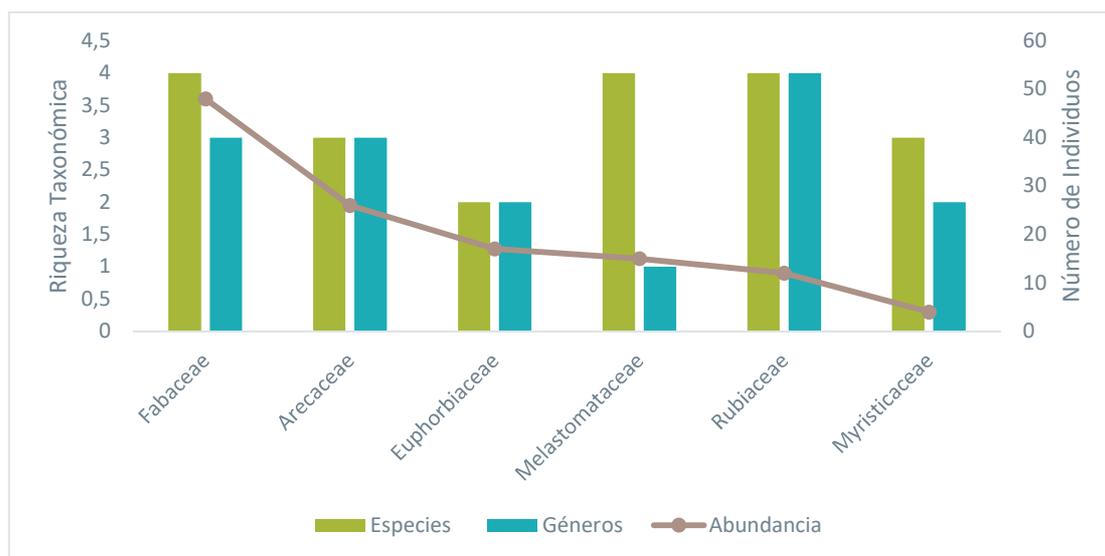
Nombre Científico	Fr	Área Basal m <sup>2</sup>	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	IVI
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	15	0,39	8,57	5,93	14,51
<i>Aparisthium cordatum</i> (A. Juss.) Baill.	2	0,04	1,14	0,55	1,70
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	1	0,08	0,57	1,24	1,81
<i>Buchenavia</i> sp. 1	2	0,03	1,14	0,48	1,62
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	1	0,01	0,57	0,17	0,74
<i>Eugenia Schunkei</i> McVaugh	4	0,08	2,29	1,27	3,55
<i>Euterpe precatória</i> Mart.	3	0,13	1,71	1,95	3,66
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	2	0,07	1,14	1,00	2,14
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	1	0,01	0,57	0,20	0,77
<i>Guatteria citriodora</i> Ducke	3	0,07	1,71	1,13	2,84
<i>Inga auristellae</i> Harms	4	0,16	2,29	2,38	4,67
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	6	0,26	3,43	3,92	7,34
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	1	0,01	0,57	0,12	0,69
<i>Licania</i> sp. 1	5	0,09	2,86	1,42	4,28
<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth.) Gilg	3	0,06	1,71	0,84	2,56
<i>Lygodium</i> sp. 1	1	0,02	0,57	0,33	0,90
<i>Macrocnemum roseum</i> (Ruiz & Pav.) Wedd.	5	0,13	2,86	2,02	4,87
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	17	1,17	9,71	17,83	27,54
<i>Miconia pilgeriana</i> Ulé	1	0,01	0,57	0,12	0,69
<i>Miconia</i> sp. 1	4	0,17	2,29	2,62	4,91
<i>Miconia</i> sp. 2	2	0,07	1,14	1,10	2,25
<i>Miconia ampla</i> Triana	8	0,34	4,57	5,19	9,76
<i>Neea spruceana</i> Heimerl	1	0,05	0,57	0,74	1,31
<i>Ocotea oblonga</i> (Meisn.) Mez	1	0,02	0,57	0,29	0,86
<i>Ocotea</i> sp. 2	2	0,04	1,14	0,55	1,69
<i>Picramnia sellowii</i> Planch.	2	0,20	1,14	3,13	4,28
<i>Piper Augustum</i> Rudge	4	0,21	2,29	3,24	5,52
<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	1	0,01	0,57	0,15	0,72
<i>Protium nodulosum</i> Swart	1	0,01	0,57	0,16	0,73
<i>Psychotria stenostachya</i> Standl.	1	0,04	0,57	0,67	1,24
<i>Salacia</i> sp. 1	3	0,04	1,71	0,62	2,34
<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyerm.	4	0,31	2,29	4,79	7,07
<i>Sloanea</i> sp. 1	1	0,05	0,57	0,75	1,32
<i>Solanum</i> sp. 1	4	0,10	2,29	1,59	3,88
<i>Strychnos darienensis</i> Seem.	5	0,11	2,86	1,74	4,60

Nombre Científico	Fr	Área Basal m <sup>2</sup>	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	IVI
<i>Swartzia bombycina</i> RS Cowan	5	0,17	2,86	2,55	5,41
<i>Swartzia multijuga</i> Vogel	37	1,32	21,14	20,16	41,30
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	4	0,23	2,29	3,48	5,77
<i>Unonopsis floribunda</i> Diels	1	0,05	0,57	0,71	1,29
<i>Virola duckei</i> A.C. Sm	1	0,02	0,57	0,29	0,86
<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	2	0,09	1,14	1,30	2,45
<i>Warszewiczia cordata</i> Spruce ex K. Schum.	2	0,03	1,14	0,47	1,62
<i>Zygia heteroneura</i> Barneby y JW Grimes	2	0,05	1,14	0,79	1,93

Fuente: Enrix, agosto 2023

Elaboración: Enrix, septiembre 2023

Al analizar la diversidad de las familias dentro del área de estudio se observa que Rubiaceae es la familia con mayor número de géneros y especies registradas, seguida de Fabaceae. En la siguiente figura se observan las familias más representativas en toda el área de estudio en cuanto a diversidad se refiere. En cuanto a la abundancia, la familia con mayor número de individuos fue Fabaceae (48), seguida de Arecaceae (26).



**Figura 3-54 Diversidad y Abundancia de las Familias más Representativas en el Área de Estudio**

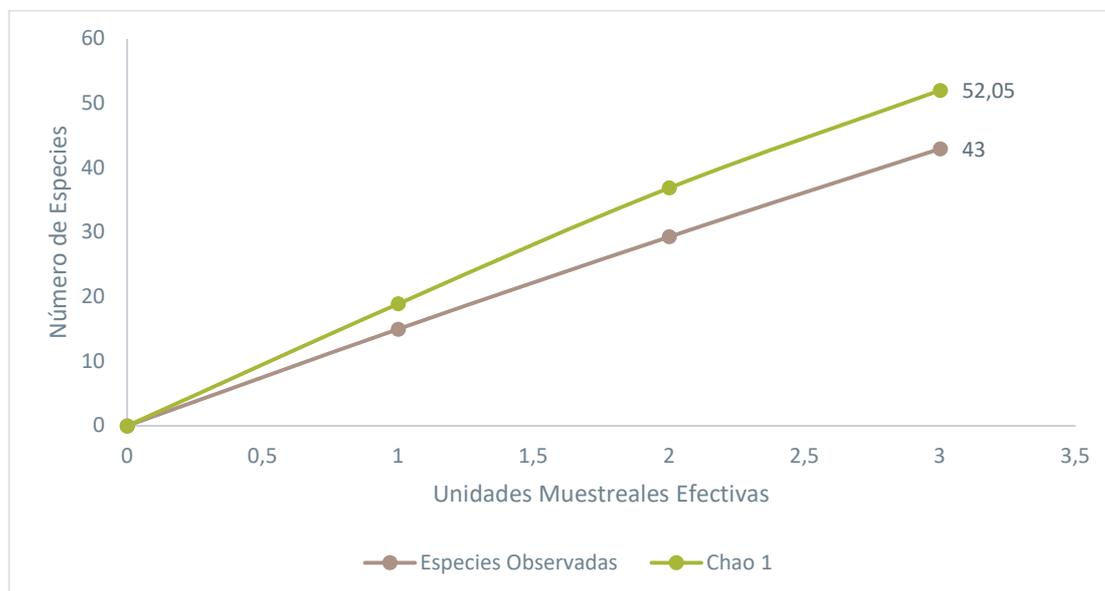
Fuente: Enrix, agosto 2023

Elaboración: Enrix, septiembre 2023

### Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 1

Este análisis se realizó tomando en cuenta las tres parcelas de monitoreo cuantitativo a fin de abarcar la mayor cantidad de especies y, por lo tanto, la mejor representatividad del área de estudio. Al analizar la curva de acumulación de especies se observó que no está cercana a la asíntota, lo que supone que con nuevos estudios la riqueza podría aumentar.

El índice de Chao 1 alcanzó 52 especies, por lo que el dato reportado en el campo (43 spp.) representa un 82,61 % de las especies estimadas, determinando de esta manera que el esfuerzo de monitoreo es representativo, como se observa en la siguiente figura.



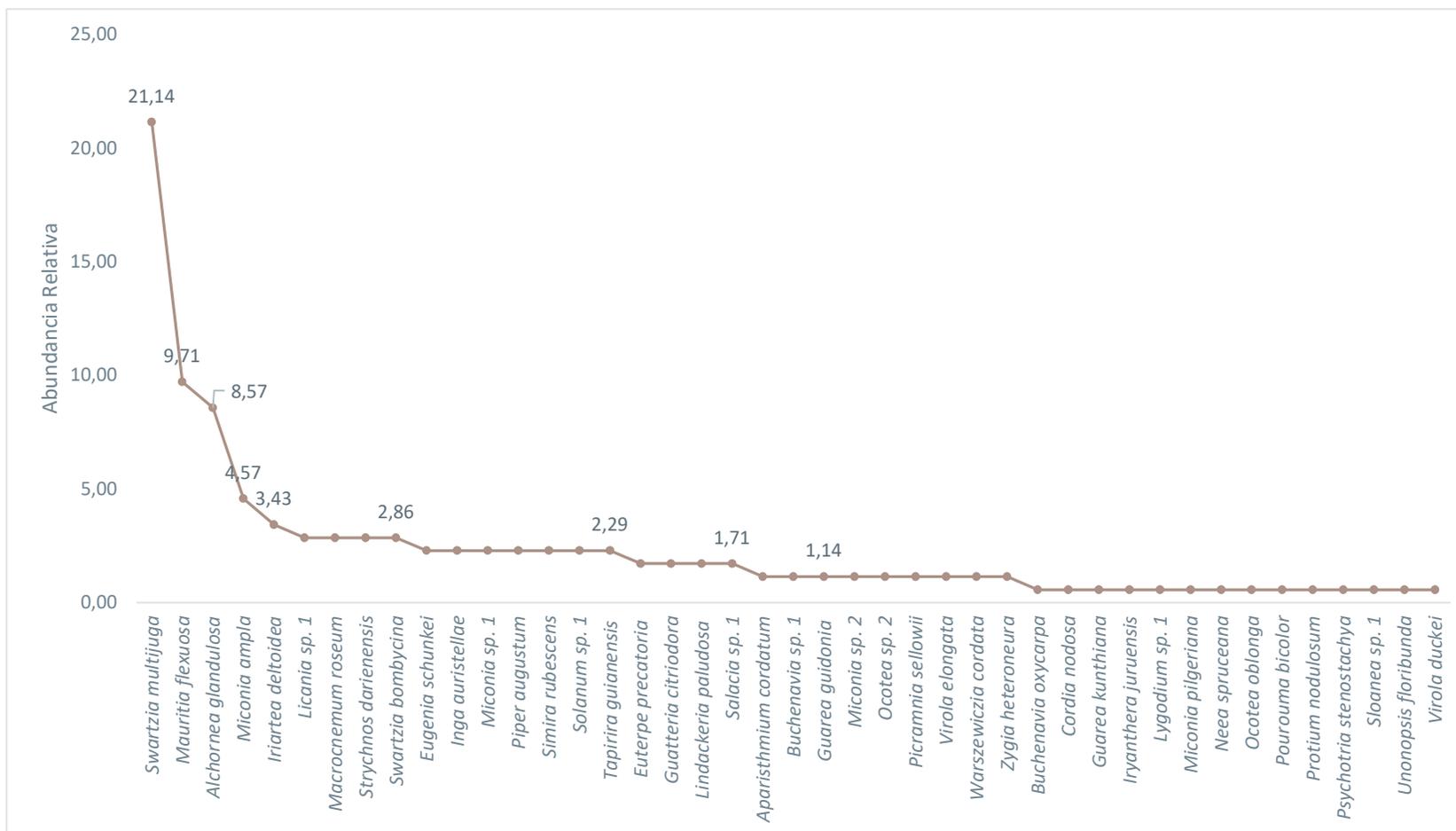
**Figura 3-55 Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 1 en el Área Total de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva de Rango Abundancia de las Parcelas Permanentes

La siguiente figura demuestra que existe una estructura en la cual el 53,49 % de las especies tiene uno o dos individuos. La especie con mayor porcentaje de abundancia relativa registrada fue *Swartzia multijuga*, de la familia Fabacea, con 37 individuos, lo que equivale al 21,14 % del total de individuos registrados; seguida de *Mauritia flexuosa*, de la familia Arecaceae, que registró 17 individuos, lo que equivale al 9,71 % de individuos.

El modelo observado en cuanto a la abundancia-dominancia fue de serie logarítmica (Log Series) ( $p = 0,6423$ ), el cual sucede en ambientes con pocas especies abundantes y gran proporción de especies raras. Son comunidades pequeñas sometidas a estrés o comunidades de especies pioneras, pero la ocupación del nicho en este caso es aleatoria.



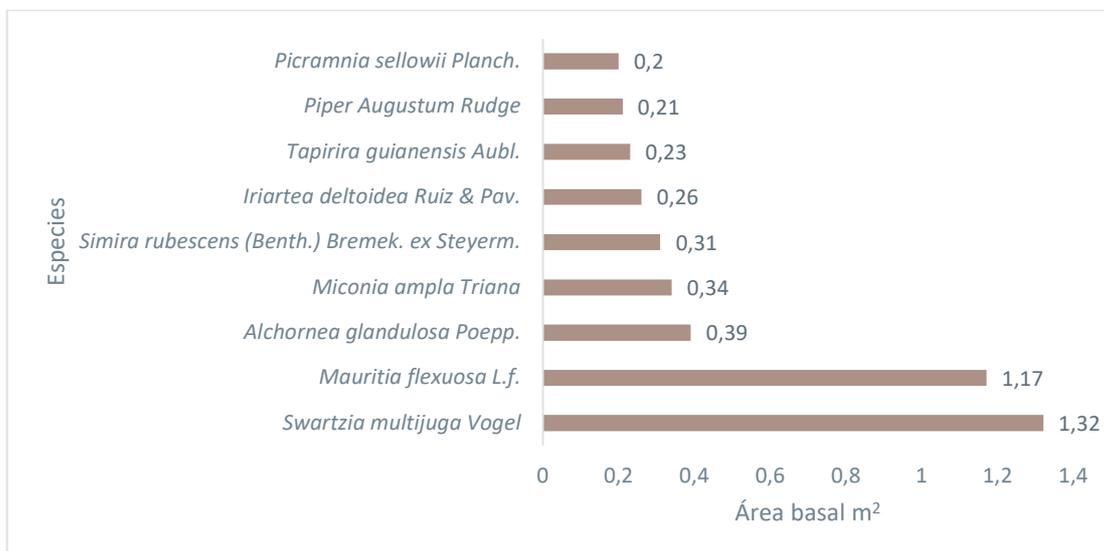
**Figura 3-56 Curva de Abundancia-Diversidad de Especies de Flora para el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Página en blanco

### Área Basal

Dentro de toda el área de estudio se reportó un área basal de 6,54 m<sup>2</sup>. La especie con mayor área basal fue *Swartzia multijuga*, de la familia Fabaceae; seguida de *Mauritia flexuosa*, de la familia Arecaceae, como se observa en la siguiente figura.



**Figura 3-57 Área Basal de las Especies Representativas en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Densidad Relativa (DnR)

De manera general, en las parcelas permanentes del área de estudio las especies más importantes en relación con la densidad relativa (DnR) son: *Swartzia multijuga*, de la familia Fabaceae, que presentó un DnR de 21,14; seguida de *Mauritia flexuosa*, de la familia Arecaceae, que presentó una DnR de 9,71; y *Alchornea glandulosa*, de la familia Euphorbiaceae, que presentó una DnR de 8,57. El resto de las especies registraron valores menores a 10,0.

### Dominancia Relativa (DmR)

De manera general, en las parcelas permanentes del área de estudio las especies más importantes en relación con la dominancia relativa (DmR) son: *Swartzia multijuga*, de la familia Fabaceae, que presentó una DmR de 20,16; y *Mauritia flexuosa*, de la familia Arecaceae, que presentó una DmR de 17,83. El resto de las especies registraron valores menores a 10,00.

### Índice de Valor de Importancia (IVI)

De manera general, en las parcelas permanentes del área de estudio las especies más importantes en relación con el índice de valor de importancia (IVI) son: *Swartzia multijuga*, de la familia Fabaceae, que presentó un IVI de 41,30; *Mauritia flexuosa*, de la familia Arecaceae, que presentó un IVI de 27,54; y *Alchornea glandulosa*, de la familia Euphorbiaceae, que presentó un IVI de 14,51. El resto de las especies registraron valores menores a 10,00.

### Diversidad Alfa-Índice de Shannon

El área de estudio presentó una alta equidad y, por ende, una alta diversidad relativa. El índice de diversidad de Shannon calculado fue de 3,185 (3,051-3,336), demostrando una diversidad que se ve representada por los 175 individuos agrupados en 43 especies.

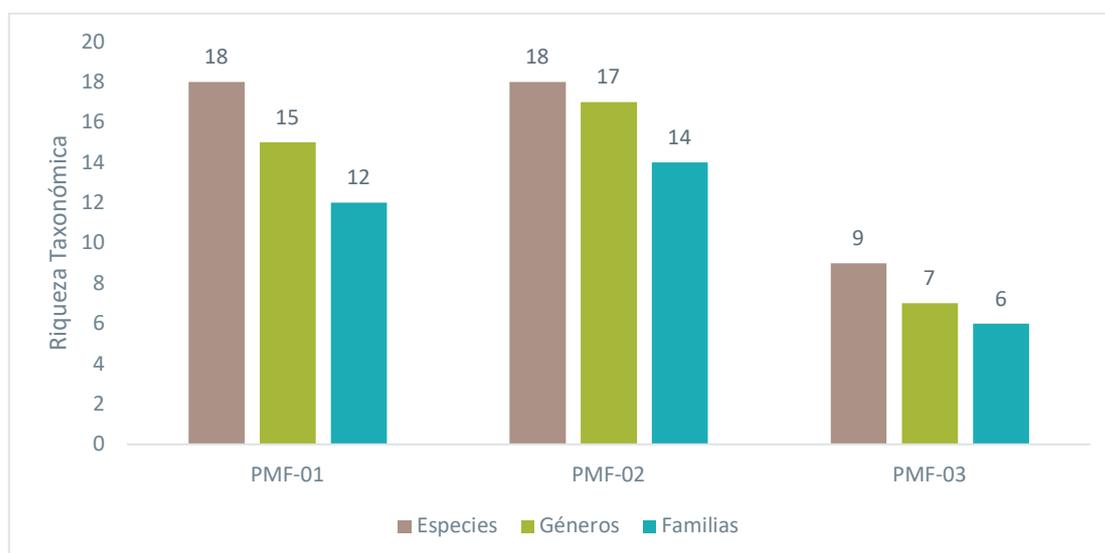
### Dominancia-Diversidad de Simpson

El valor del índice de diversidad de Simpson para el área de estudio fue de 0,9255 (0,9095-0,9472) y de dominancia de 0,07448 (0,0528-0,09042), lo que demuestra la presencia de un número representativo de especies en relación con el número de individuos, es decir, el área de estudio es heterogénea, ya que existe la presencia de varias especies con un solo individuo (14 especies, que equivalen al 32,56 %).

#### 3.2.5.1.4 Análisis por Punto de Muestreo

##### Riqueza

Al realizar una comparación de la diversidad en las tres parcelas cuantitativas se observa que las especies, géneros y las familias fueron mayores en la parcela PMF-02 que corresponde al sitio control o referencia. Como se observa en la siguiente figura.



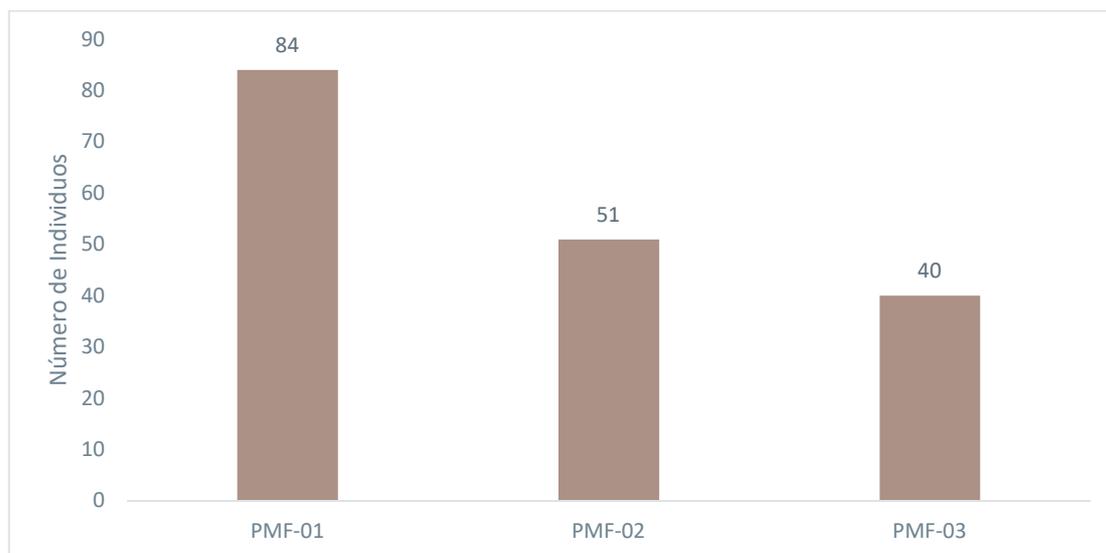
**Figura 3-58 Comparación de la Riqueza Taxonómicas de las Familias, Géneros y Especies en los Tres Parcelas Cuantitativas**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

##### Abundancia

En cuanto a la abundancia, se observa que esta fue mayor en la parcela PMF-01, mientras que en la parcela PMF-03 se registró la menor abundancia (Figura 3-59).

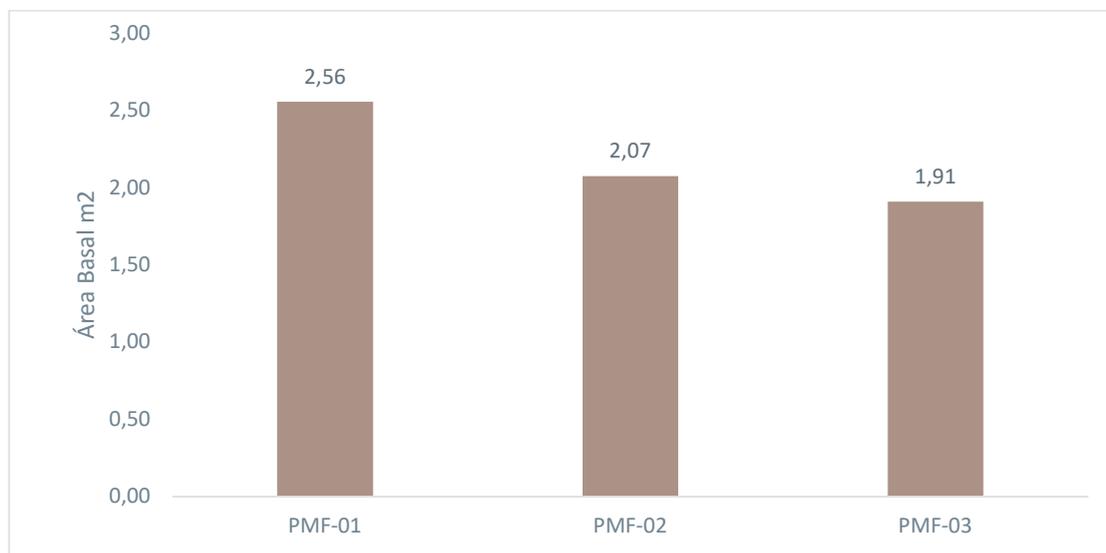


**Figura 3-59 Comparación de la Abundancia de Individuos en las Tres Parcelas Cuantitativas**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Área Basal

Al realizar una comparación del área basal entre las tres parcelas del análisis cuantitativo se observa que la parcela PMF-01 presentó mayor área basal, mientras que la parcela PMF-03 registró la menor área basal (Figura 3-60).



**Figura 3-60 Comparación del Área Basal en los Tres Transectos Cuantitativos**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Densidad Relativa (DnR)

Las especies más representativas en cuanto a la Densidad Relativa en las tres parcelas fueron:

PMF-01: *Swartzia multijuga*, de la familia Fabaceae, que registró una DnR de 44,05.

PMF-02: *Iriartea deltoidea*, de la familia Arecaceae; *Licania* sp. 1, de la familia Chysobalanaceae; y *Swartzia bombycina*, que registraron una DnR de 9,80 cada una.

PMF-03: *Mauritia flexuosa*, de la familia Arecaceae, que registró una DnR de 42,50.

### **Dominancia Relativa (DmR)**

Las especies más representativas en cuanto a la Dominancia Relativa en las tres parcelas fueron:

PMF-01: *Swartzia multijuga*, de la familia Fabaceae, que registró una DmR de 51,57.

PMF-02: *Simira rubescens*, de la familia Rubiaceae, que registró una DmR de 15,09.

PMF-03: *Mauritia flexuosa*, de la familia Arecaceae, que registró una DmR de 61,06.

### **Índice de Valor de Importancia (IVI)**

Las especies más representativas en cuanto al Índice de Valor de Importancia en las tres parcelas fueron:

PMF-01: *Swartzia multijuga*, de la familia Fabaceae, que registró un IVI de 95,62.

PMF-02: *Simira rubescens*, de la familia Rubiaceae, que registró un IVI de 22,94.

PMF-03: *Mauritia flexuosa*, de la familia Arecaceae, que registró un IVI de 103,56.

### **Diversidad Alfa**

#### Índice de Diversidad de Shannon

Al analizar la diversidad alfa, en cuanto al índice de Shannon dentro de las tres parcelas en el área estudio se observa que para la parcela PMF-02 el valor del índice es mayor y que corresponde al punto control. Sin embargo, en los tres puntos de muestreo los valores son muy similares.

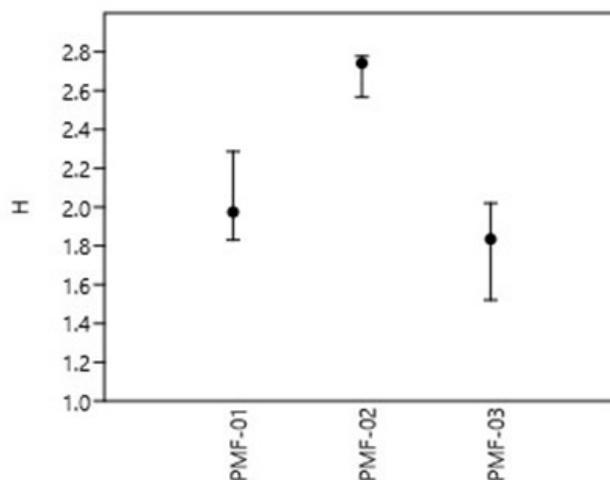
**Tabla 3-103 Índice de Shannon para las tres Parcelas Dentro del Área de Estudio**

Parcelas	Riqueza	Shannon (H')	Límite Inferior	Limite Superior
PMF-01	18	1,974	1,83	2,286
PMF-02	18	2,741	2,568	2,778
PMF-03	9	1,835	1,521	2,02

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Los intervalos de confianza ( $p > 0,05$ ) en la Figura 3-61 demuestran que la parcela PMF-02 posee diferencias significativas con relación a las demás parcelas del área de estudio.



**Figura 3-61 Comparación del Índice de Diversidad de Shannon con sus Respetivos Intervalos de Confianza para las Parcelas en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Índice de Dominancia-Diversidad de Simpson

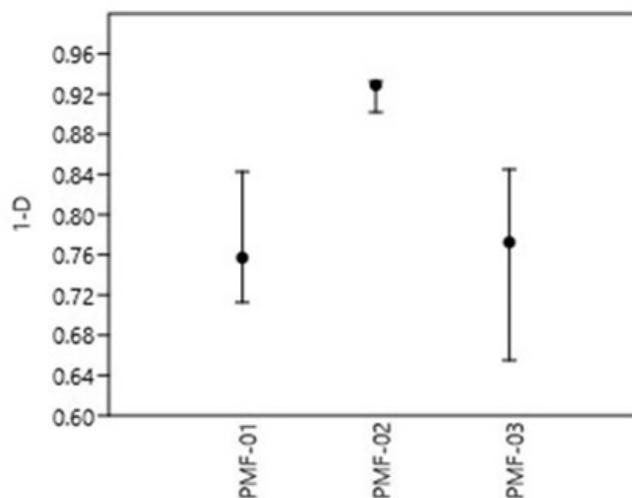
Al analizar el valor del índice de diversidad de Simpson para las tres parcelas se observa que los valores del índice son muy parecidos. Este índice demuestra la presencia de un número representativo de especies en relación con el número de individuos, es decir, las áreas de estudio son heterogéneas (Tabla 3-104).

**Tabla 3-104 Índice de Simpson para las Tres Parcelas Dentro de en el Área de Estudio**

	Diversidad Simpson	Límite Inferior	Limite Superior	Dominancia Simpson	Límite Inferior	Limite Superior
PMF-01	0,7571	0,7126	0,8427	0,2429	0,1573	0,2874
PMF-02	0,9289	0,902	0,9327	0,07113	0,06728	0,09804
PMF-03	0,7725	0,655	0,845	0,2275	0,155	0,3438

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Los intervalos de confianza ( $p > 0,05$ ) de la siguiente figura muestran que la parcela PMF-02 posee diferencias significativas con relación a las demás parcelas del área de estudio.



**Figura 3-62 Índice de Dominancia de Simpson con sus Respectivos Intervalos de Confianza para las Parcelas en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### PMF-01

#### Riqueza y Abundancia

Dentro de la parcela PMF-01 se reportó la presencia de 84 individuos agrupados en 12 familias, 15 géneros y 18 especies (Tabla 3-105).

**Tabla 3-105 Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia Dentro de la Parcela PMF-01**

Nombre Científico	Fr	DnR	Área Basal m <sup>2</sup>	DmR	IVI
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	15	0,39	17,86	15,18	33,04
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	1	0,01	1,19	0,44	1,63
<i>Guatteria citriodora</i> Ducke	3	0,07	3,57	2,89	6,46
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	1	0,01	1,19	0,31	1,50
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	1	0,01	1,19	0,31	1,50
<i>Macrocnemum roseum</i> (Ruiz & Pav.) Wedd.	5	0,13	5,95	5,16	11,11
<i>Miconia pilgeriana</i> Ulé	1	0,01	1,19	0,31	1,50
<i>Miconia ampla</i> Triana	8	0,34	9,52	13,28	22,80
<i>Ocotea oblonga</i> (Meisn.) Mez	1	0,02	1,19	0,74	1,93
<i>Ocotea</i> sp. 2	2	0,04	2,38	1,40	3,78
<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	1	0,01	1,19	0,37	1,56
<i>Protium nodulosum</i> Swart	1	0,01	1,19	0,41	1,60
<i>Strychnos darienensis</i> Seem.	1	0,01	1,19	0,52	1,71
<i>Swartzia multijuga</i> Vogel	37	1,32	44,05	51,57	95,62
<i>Unonopsis floribunda</i> Diels	1	0,05	1,19	1,83	3,02

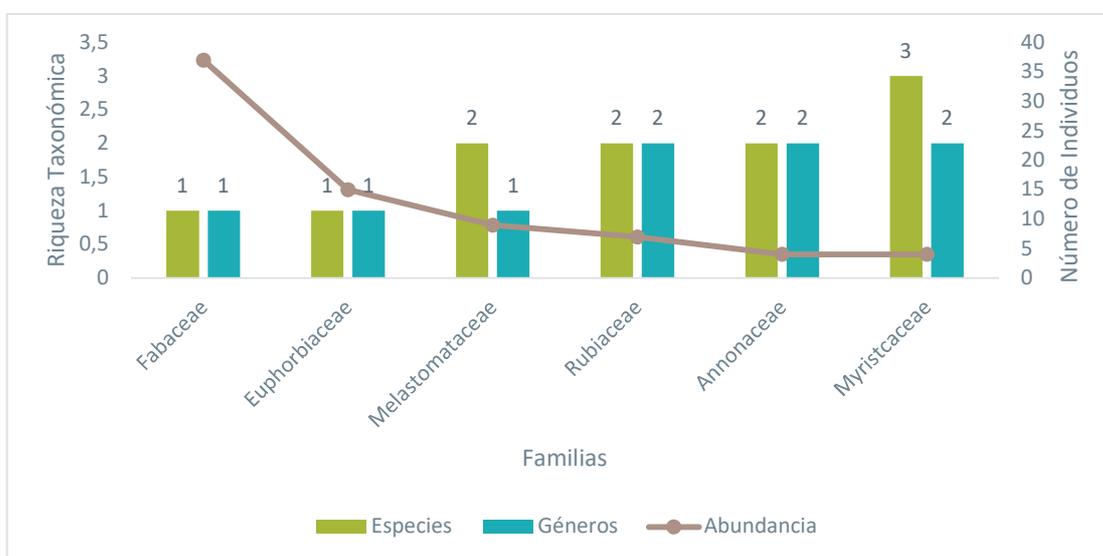
Nombre Científico	Fr	DnR	Área Basal m <sup>2</sup>	DmR	IVI
<i>Virola duckei</i> A.C. Sm	1	0,02	1,19	0,75	1,94
<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	2	0,09	2,38	3,34	5,72
<i>Warszewiczia cordata</i> Spruce ex K. Schum.	2	0,03	2,38	1,21	3,59

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Al analizar la riqueza de las familias más representativas, se observa que las familias con mayor cantidad de géneros fueron Annonaceae, Myristicaceae y Rubiaceae, con dos géneros cada una; mientras que la familia con más especies fue Myristicaceae, con tres especies (Figura 3-63).

En cuanto a la abundancia, se registró que la familia con más cantidad de individuos fue Fabaceae, con 37 plantas registradas; seguida de Euphorbiaceae, que registró 15 individuos (Figura 3-63).



**Figura 3-63 Comparación de la Riqueza de Especies, Géneros y Abundancia de las Familias más Representativas en el Área de Estudio**

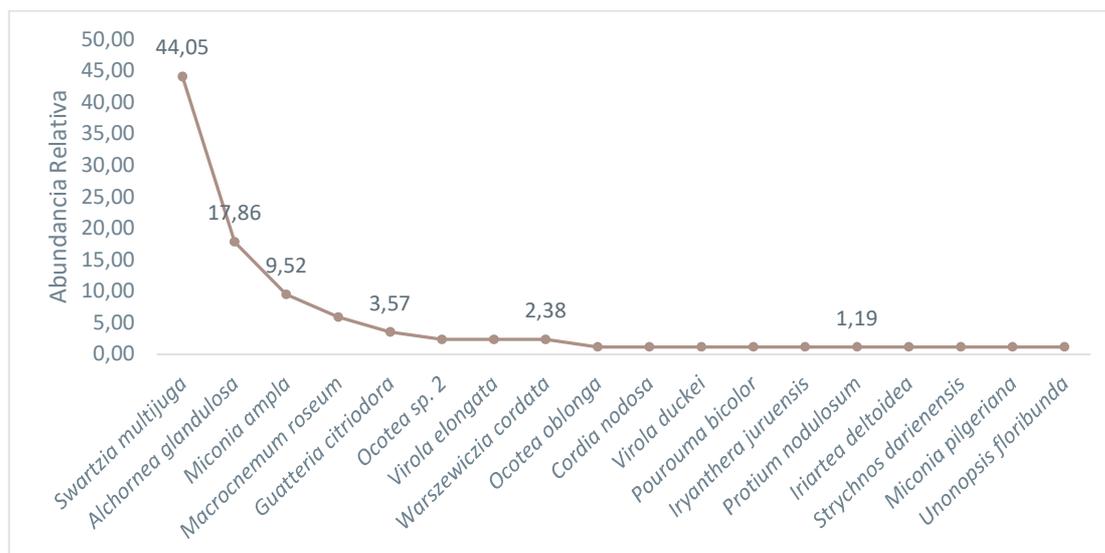
Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Curva de Rango Abundancia

La siguiente figura demuestra que existe una estructura en la cual el 72,22 % de las especies tiene uno o dos individuos. La especie con mayor porcentaje de abundancia relativa registrada fue *Swartzia multijuga*, de la familia Fabaceae, con 37 individuos, lo que equivale al 44,05 % del total de individuos; seguida de *Alchornea glandulosa*, de la familia Euphorbiaceae, que registró 15 individuos, lo que equivale al 17,86 % de individuos.

El modelo observado en cuanto a la abundancia-dominancia fue logarítmico normal (Log Normal) ( $p = 0,239$ ), el cual se caracteriza por tener un gran número de factores aleatorios que determinan el número de individuos por especie; estos presentan una distribución normal, lo que supone que son comunidades grandes o estables en equilibrio. Habrá muchas especies con abundancias intermedias y unas pocas abundantes. En teoría, la mayoría de las comunidades naturales se ajustan a este modelo.



**Figura 3-64 Curva de Abundancia-Diversidad dentro de la Parcela PMF-01**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

## PMF-02

### Riqueza y Abundancia

Dentro de la parcela PMF-02 se reportó la presencia de 51 individuos agrupados en 14 familias, 17 géneros y 18 especies (Tabla 3-106).

**Tabla 3-106 Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro de la Parcela PMF-02**

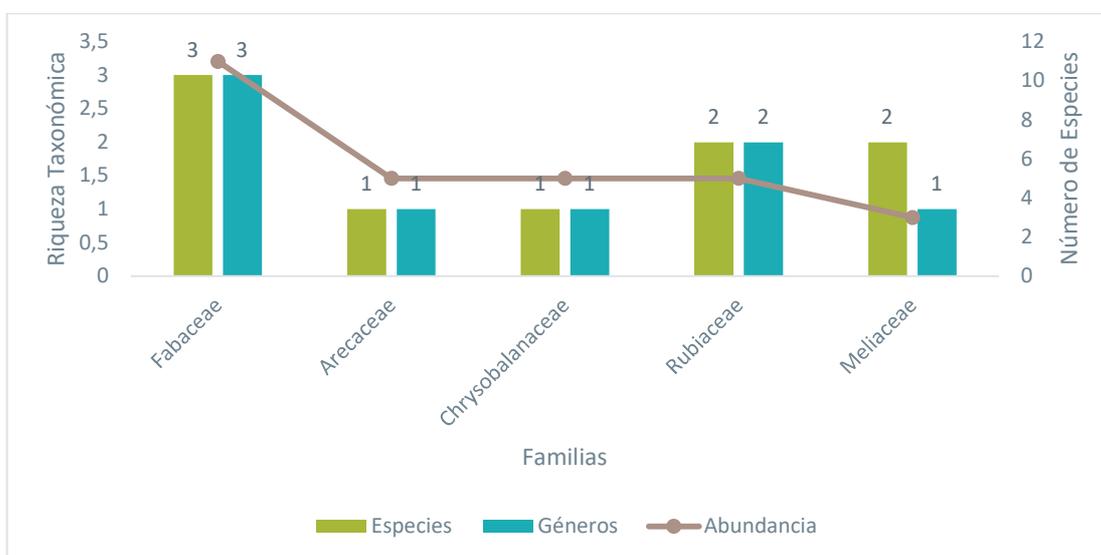
Nombre Científico	Fr	DnR	Área Basal m <sup>2</sup>	DmR	IVI
<i>Aparisthium cordatum</i> (A. Juss.) Baill.	2	0,04	3,92	1,75	5,67
<i>Eugenia Schunkei</i> McVaugh	4	0,08	7,84	3,99	11,84
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	2	0,07	3,92	3,14	7,06
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	1	0,01	1,96	0,64	2,60
<i>Inga aristellae</i> Harms	4	0,16	7,84	7,51	15,36
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	5	0,25	9,80	11,97	21,77
<i>Licania</i> sp. 1	5	0,09	9,80	4,49	14,29
<i>Lygodium</i> sp. 1	1	0,02	1,96	1,04	3,00
<i>Neea spruceana</i> Heimerl	1	0,05	1,96	2,33	4,29
<i>Picramnia sellowii</i> Planch.	2	0,20	3,92	9,88	13,80
<i>Piper augustum</i> Rudge	4	0,21	7,84	10,21	18,05
<i>Psychotria stenostachya</i> Standl.	1	0,04	1,96	2,11	4,07
<i>Salacia</i> sp. 1	3	0,04	5,88	1,97	7,85
<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyerem.	4	0,31	7,84	15,09	22,94
<i>Sloanea</i> sp. 1	1	0,05	1,96	2,37	4,33

Nombre Científico	Fr	DnR	Área Basal m <sup>2</sup>	DmR	IVI
<i>Swartzia bombycina</i> RS Cowan	5	0,17	9,80	8,05	17,85
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	4	0,23	7,84	10,98	18,82
<i>Zygia heteroneura</i> Barneby y JW Grimes	2	0,05	3,92	2,48	6,40

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

La siguiente figura muestra que al analizar la riqueza de las familias más representativas se observa que la familia con mayor cantidad de géneros y especies fue Fabaceae (tres géneros y tres especies); seguida de Rubiaceae, que presentó dos géneros y dos especies. En cuanto a la abundancia, se registró que la familia con más cantidad de individuos fue Fabaceae, con 11 plantas registradas; seguida de Arecaceae, Chrysobalanaceae y Rubiaceae que registraron cinco individuos cada una.



**Figura 3-65 Comparación de la Riqueza de Especies, Géneros y Abundancia de las Familias más Representativas en la Parcela PMF-02**

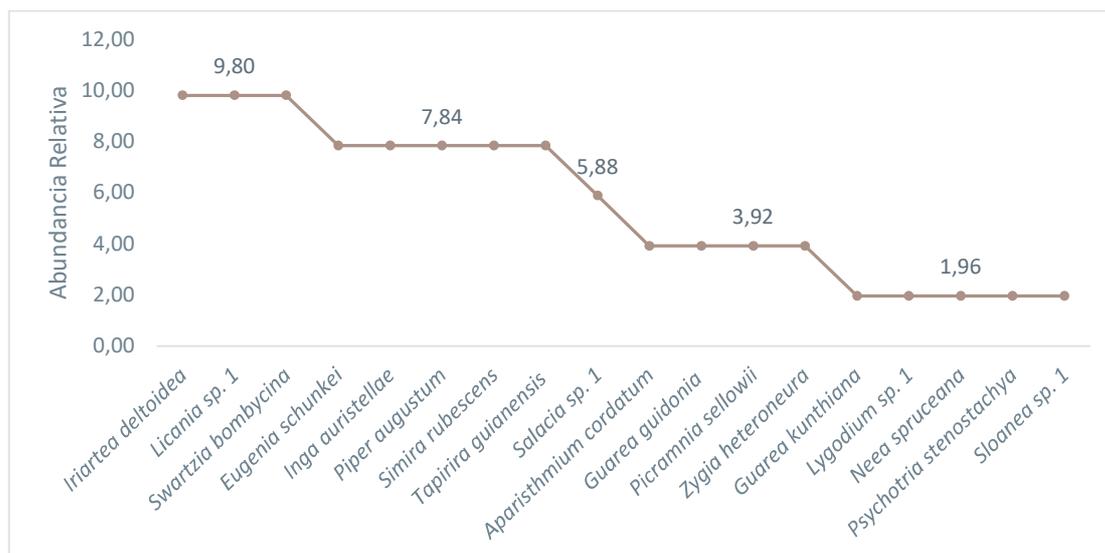
Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Curva de Rango Abundancia

La siguiente figura demuestra que existe una estructura en la cual el 50,00 % de las especies tiene uno o dos individuos. Las especies con mayor porcentaje de abundancia registrada fueron: *Iriartea deltoidea*, de la familia Arecaceae; *Licania* sp. 1, de la familia Chrysobalanaceae; y *Swartzia bombycina*, de la familia Fabaceae, con cinco individuos cada una, lo que equivale al 9,80 % del total de individuos.

El modelo observado en cuanto a la abundancia-dominancia fue geométrica (Geometric) ( $p = 0,9986$ ), el cual ocurre en ambientes pobres en especies o en estadios tempranos de una sucesión ecológica. Indica que hay unas pocas especies muy abundantes y el resto muy raras. Supone que las especies más dominantes ocupan una fracción grande del nicho y las otras ocupan el resto.



**Figura 3-66 Curva de Abundancia-Diversidad dentro del Transecto PMF-02**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### PMF-03

#### Riqueza y Abundancia

Dentro de la parcela PMF-03 se reportó la presencia de 40 individuos agrupados en seis familias, siete géneros y nueve especies (Tabla 3-107).

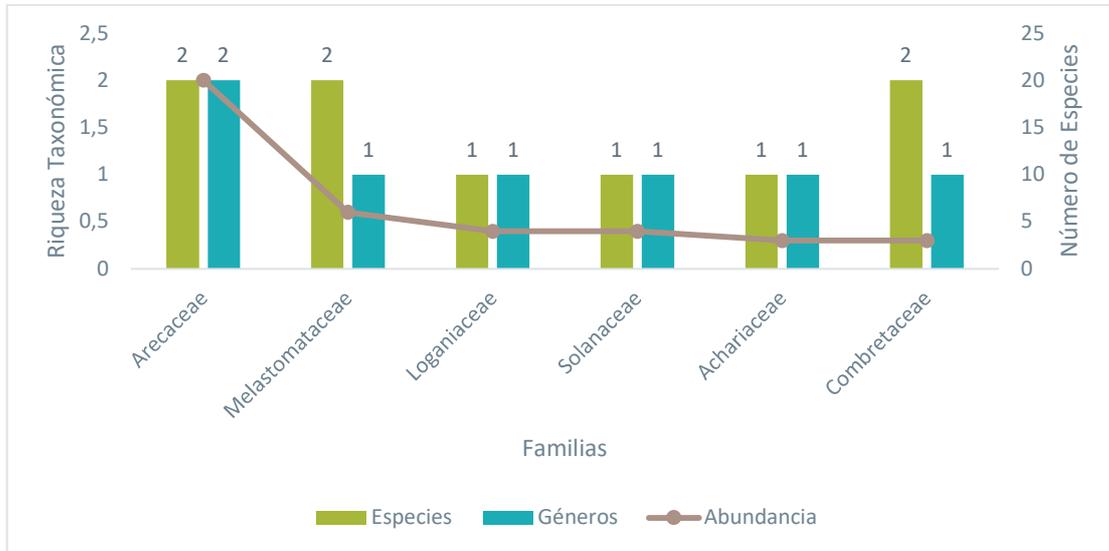
**Tabla 3-107 Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en la Parcela PMF-03**

Nombre Científico	Fr	DnR	Área Basal m <sup>2</sup>	DmR	IVI
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	1	0,08	2,50	4,24	6,74
<i>Buchenavia</i> sp. 1	2	0,03	5,00	1,65	6,65
<i>Euterpe precatória</i> Mart.	3	0,13	7,50	6,66	14,16
<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth.) Gilg	3	0,06	7,50	2,89	10,39
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	17	1,17	42,50	61,06	103,56
<i>Miconia</i> sp. 1	4	0,17	10,00	8,99	18,99
<i>Miconia</i> sp. 2	2	0,07	5,00	3,78	8,78
<i>Solanum</i> sp. 1	4	0,10	10,00	5,45	15,45
<i>Strychnos darienensis</i> Seem.	4	0,10	10,00	5,28	15,28

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Al analizar la riqueza de las familias más representativas, se observa que la familia con mayor cantidad de géneros y especies fue Arecaceae, que presentó dos géneros y dos especies (Figura 3-67).

En cuanto a la abundancia, se registró que la familia con más cantidad de individuos fue Arecaceae, con 20 plantas registradas; seguida de Melastomataceae, que registró seis individuos (Figura 3-67).



**Figura 3-67 Comparación de la Riqueza de Especies, Géneros y Abundancia de las Familias más Representativas de la Parcela PMF-03**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Curva de Rango Abundancia

La siguiente figura demuestra que existe una estructura en la cual el 33,33 % de las especies tiene uno o dos individuos. La especie con mayor porcentaje de abundancia relativa registrada fue *Mauritia flexuosa*, de la familia Arecaceae, con 17 individuos, lo que equivale al 42,50 % del total de individuos.

El modelo observado en cuanto a la abundancia-dominancia fue de serie logarítmica (Log Series) ( $p = 0,3536$ ), el cual sucede en ambientes con pocas especies abundantes y gran proporción de especies raras. Son comunidades pequeñas sometidas a estrés o comunidades de especies pioneras, pero la ocupación del nicho en este caso es aleatoria.



**Figura 3-68 Curva de Abundancia-Diversidad dentro del Transecto PMF-03**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

## Diversidad Beta

### Índice de Bray-Curtis

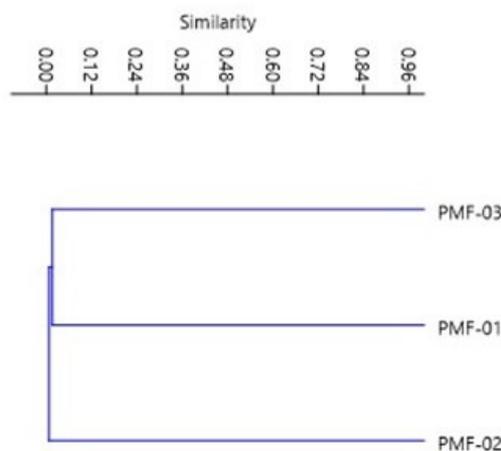
El índice de Bray-Curtis permite el análisis de la diversidad beta por medio de la comparación de la riqueza, así como de la abundancia relativa de cada una de las parcelas en el área de estudio. En base a este análisis, se puede determinar que existe mayor índice de similitud entre las parcelas PMF-01 y PMF-03 (2 % de similitud) (Tabla 3-108, Figura 3-69).

**Tabla 3-108 Índice de Bray Curtis para las Parcelas dentro del Área de Estudio**

	PMF-01	PMF-02	PMF-03
PMF-01	1,00	0,01	0,02
PMF-02	0,01	1,00	0,00
PMF-03	0,02	0,00	1,00

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-69 Clúster Análisis Bray Curtis para las Tres Parcelas Muestreadas**

Fuente: Entrix, agosto 2023

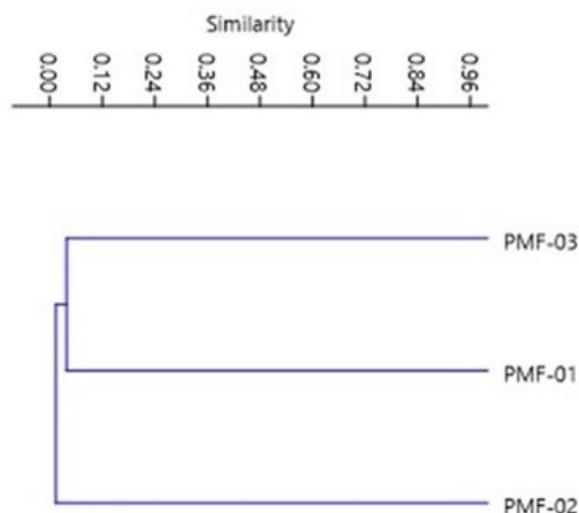
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Tabla 3-109 Índice de Bray Curtis para las Parcelas Muestreadas**

	PMF-01	PMF-02	PMF-03
PMF-01	1,00	0,03	0,04
PMF-02	0,03	1,00	0,00
PMF-03	0,04	0,00	1,00

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-70 Clúster Análisis Jaccard para las Tres Parcelas dentro del Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Dentro del área de estudio en base al análisis de las tres parcelas, se determinó una biomasa total de 44,65 Tm (7500 m<sup>2</sup>), un valor inferior al registrado en los bosques, que tienen un promedio de 220 a 250 t/ha (Schlegel, 2001). Este resultado puede deberse a la dinámica natural de los bosques, así como a que los bosques en su gran mayoría son intervenidos y que la fórmula utilizada no ocupa la densidad de madera de las especies debido a que este dato aún no es conocido para todas las especies (Tabla 3-110).

**Tabla 3-110 Biomasa Aérea de las Especies dentro de toda el Área de Estudio**

Nombre Científico	Fr	Área Basal m <sup>2</sup>	Biomasa Tm
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	15	0,39	2,44
<i>Aparisthmium cordatum</i> (A. Juss.) Baill.	2	0,04	0,19
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	1	0,08	0,59
<i>Buchenavia</i> sp. 1	2	0,03	0,16
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	1	0,01	0,05
<i>Eugenia Schunkei</i> McVaugh	4	0,08	0,47
<i>Euterpe precatória</i> Mart.	3	0,13	0,84
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	2	0,07	0,40
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	1	0,01	0,07
<i>Guatteria citriodora</i> Ducke	3	0,07	0,44
<i>Inga auristellae</i> Harms	4	0,16	0,99
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	6	0,26	1,71
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	1	0,01	0,04
<i>Licania</i> sp. 1	5	0,09	0,51
<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth.) Gilg	3	0,06	0,32
<i>Lygodium</i> sp. 1	1	0,02	0,12

Nombre Científico	Fr	Área Basal m <sup>2</sup>	Biomasa Tm
<i>Macrocnemum roseum</i> (Ruiz & Pav.) Wedd.	5	0,13	0,79
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	17	1,17	8,77
<i>Miconia pilgeriana</i> Ulé	1	0,01	0,04
<i>Miconia</i> sp. 1	4	0,17	1,21
<i>Miconia</i> sp. 2	2	0,07	0,46
<i>Miconia ampla</i> Triana	8	0,34	2,43
<i>Neea spruceana</i> Heimerl	1	0,05	0,31
<i>Ocotea oblonga</i> (Meisn.) Mez	1	0,02	0,10
<i>Ocotea</i> sp. 2	2	0,04	0,19
<i>Picramnia sellowii</i> Planch.	2	0,20	1,66
<i>Piper Augustum</i> Rudge	4	0,21	1,66
<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	1	0,01	0,04
<i>Protium nodulosum</i> Swart	1	0,01	0,05
<i>Psychotria stenostachya</i> Standl.	1	0,04	0,28
<i>Salacia</i> sp. 1	3	0,04	0,21
<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyerm.	4	0,31	2,64
<i>Sloanea</i> sp. 1	1	0,05	0,32
<i>Solanum</i> sp. 1	4	0,10	0,61
<i>Strychnos darienensis</i> Seem.	5	0,11	0,66
<i>Swartzia bombycina</i> RS Cowan	5	0,17	1,06
<i>Swartzia multijuga</i> Vogel	37	1,32	8,74
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	4	0,23	1,68
<i>Unonopsis floribunda</i> Diels	1	0,05	0,30
<i>Virola duckei</i> A.C. Sm	1	0,02	0,10
<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	2	0,09	0,54
<i>Warszewiczia cordata</i> Spruce ex K. Schum.	2	0,03	0,16
<i>Zygia heteroneura</i> Barneby y JW Grimes	2	0,05	0,31

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Estimación de Carbono Fijado

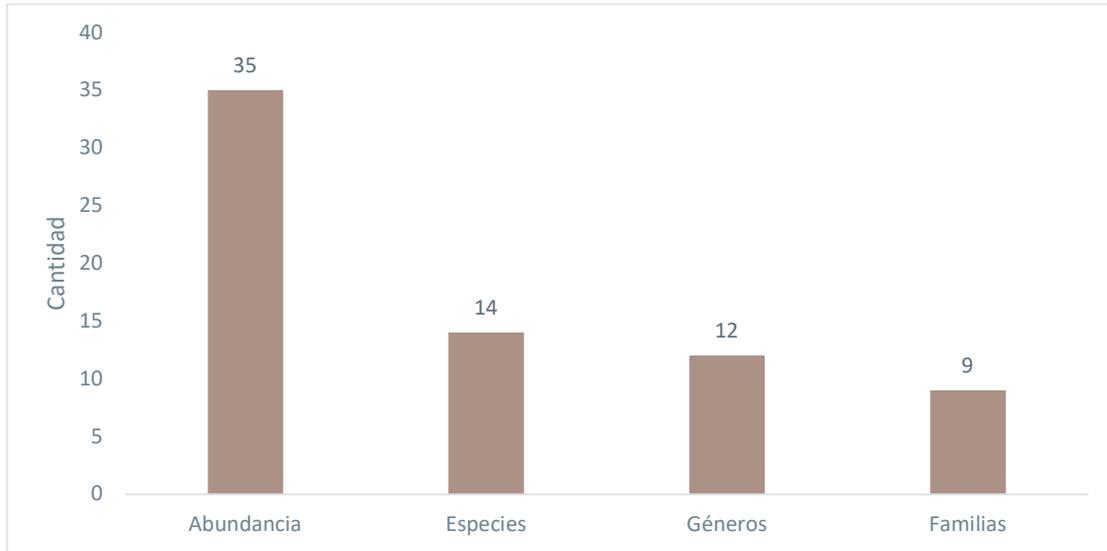
Los ecosistemas forestales, ya sean bosques o plantaciones, a través del proceso de fotosíntesis y respiración toman el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmósfera incorporando el carbono (C) a su estructura y liberando O<sub>2</sub>, convirtiéndose en medidas de mitigación para disminuir o mantener los niveles actuales de CO<sub>2</sub>; este fenómeno se conoce como fijación de carbono. La tasa anual de fijación de carbono está relacionada de manera directa con las especies y su crecimiento. Este carbono lo van acumulando los árboles desde su establecimiento hasta la muerte. Para la estimación de cuánto carbono fija un bosque se debe considerar los flujos de carbono del ecosistema.

Dentro de las parcelas se pudo determinar que el área en total está fijando 22,32 TmC. En la parcela PMF-01 se está fijando 8,28 TmC, en la parcela PMF-02 se está fijando 7,27 TmC y, finalmente, en la parcela PMF-03 se está fijando 6,77 TmC.

### 3.2.5.1.5 Análisis Cuantitativo-Epífitas

#### Riqueza y Abundancia

Dentro del área de estudio en base al muestreo cuantitativo de las epífitas, se observó la presencia de 35 individuos, los cuales están agrupados en 14 especies, 12 géneros y nueve familias (Figura 3-71).

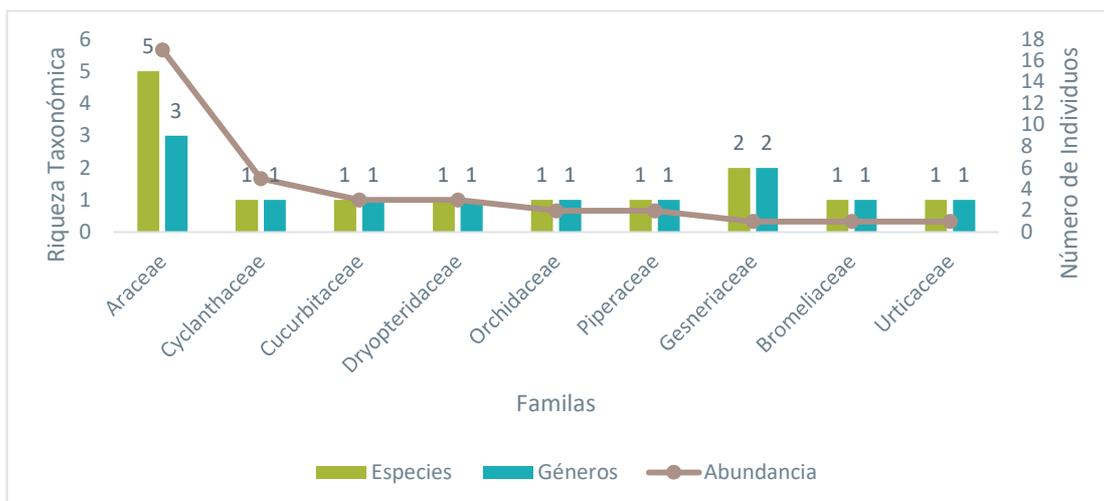


**Figura 3-71 Riqueza y Abundancia de Especies Epífitas de Flora Registradas en los Árboles Seleccionados**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Al analizar la diversidad de las familias dentro del área de estudio se observa que Araceae fue la más diversa reportando tres géneros y cinco especies (Figura 3-72).

La familia con mayor número de individuos fue Araceae, con 17 plantas; seguida de la familia Cyclanthaceae, con cinco individuos (Figura 3-72).



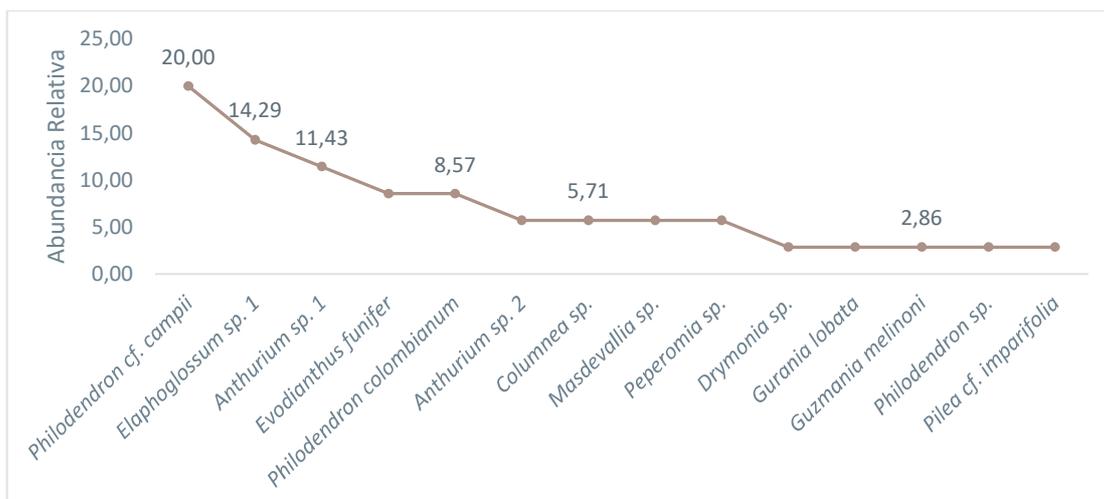
**Figura 3-72 Riqueza y Abundancia de las Familias de Epífitas Registradas en los Árboles Seleccionados**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva de Abundancia del Área Geográfica en base al Muestreo de Epífitas

La siguiente figura muestra que existe una estructura donde el 64,29 % de las especies tiene uno o dos individuos. La especie con mayor abundancia relativa fue *Philodendron cf. campii*, de la familia Araceae, con siete individuos, lo que equivale al 20,00 % del total de individuos registrados en el área de estudio; seguida de *Elaphoglossum sp. 1*, de la familia Dryopteridaceae, que registró cinco individuos, lo que equivale al 14,29 % del total de individuos.

El modelo observado en cuanto a la abundancia-dominancia fue de serie logarítmica (Log Series) ( $p = 0,9929$ ), el cual sucede en ambientes con pocas especies abundantes y gran proporción de especies raras. Son comunidades pequeñas sometidas a estrés o comunidades de especies pioneras, pero la ocupación del nicho en este caso es aleatoria.



**Figura 3-73 Curva de Abundancia-Diversidad de Especies Epífitas para el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Diversidad Alfa-Índice de Shannon

Al analizar la diversidad alfa en cuanto al índice de Shannon dentro de los árboles seleccionados para el estudio de las epífitas en cada parcela en el área estudio, se observa que el valor mayor del índice se presenta en la parcela PMF-02. Los valores del índice de Shannon son muy similares en las parcelas PMF-02 y PMF-03 mientras que en la parcela PMF-01, el valor del índice es menor (Tabla 3-111).

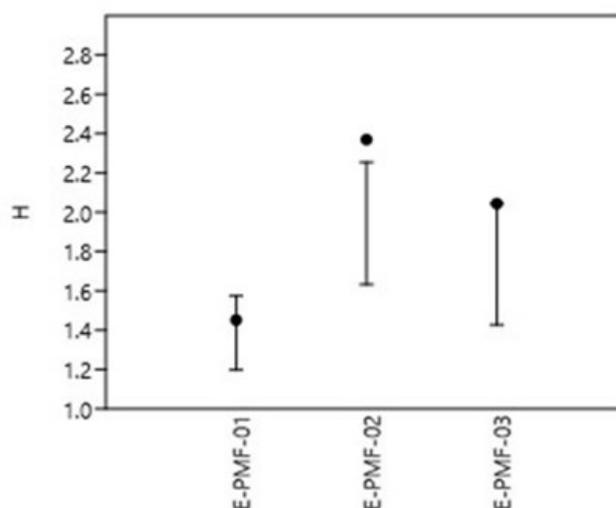
**Tabla 3-111 Índice de Shannon para las Árboles con sus Respectivas Epífitas dentro del Área de Estudio**

Parcela	Shannon (H')	Límite Inferior	Límite Superior
PMF-01	1,451	1,197	1,574
PMF-02	2,369	1,633	2,254
PMF-03	2,043	1,427	2,043

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Los intervalos de confianza ( $p > 0,05$ ) en la Figura 3-74 demuestran que no existen diferencias significativas entre las tres parcelas del área de estudio.



**Figura 3-74 Comparación del Índice de Diversidad de Shannon con sus Respectivos Intervalos de Confianza para las Epífitas Halladas en las Parcelas en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Dominancia-Diversidad de Simpson

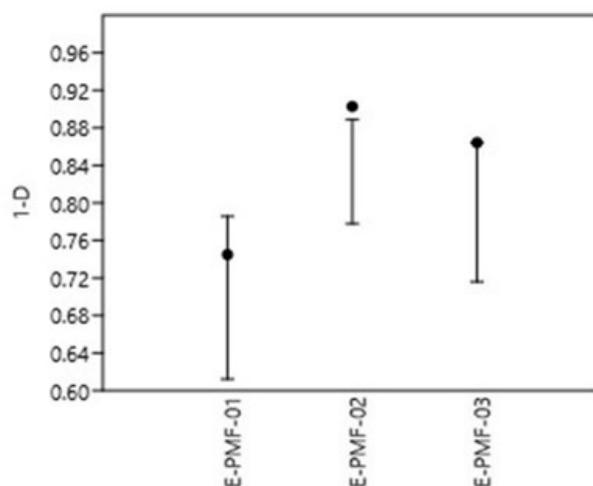
Al analizar el valor del índice de diversidad de Simpson para los árboles dentro de las tres parcelas se observa que en las parcelas PMF-02 y PMF-03 el valor del índice es mayor que el valor del índice en la parcela PMF-01. Este índice demuestra la presencia de un número representativo de especies en relación con el número de individuos, es decir las áreas de estudio son heterogéneas (Tabla 3-112).

**Tabla 3-112 Índice de Simpson para las Árboles con sus Respectivas Epifitas dentro del Área de Estudio**

	Diversidad Simpson	Límite Inferior	Límite Superior	Dominancia Simpson	Límite Inferior	Límite Superior
PMF-01	0,7449	0,6122	0,7857	0,2551	0,2143	0,3878
PMF-02	0,9028	0,7778	0,8889	0,09722	0,1111	0,2222
PMF-03	0,8642	0,716	0,8642	0,1358	0,1358	0,284

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Los intervalos de confianza ( $p > 0,05$ ) en la Figura 3-75 demuestran que no existen diferencias significativas entre las tres parcelas del área de estudio.



**Figura 3-75 Índice de Dominancia de Simpson con sus Respectivos Intervalos de Confianza para las Epifitas en las Parcelas en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Diversidad Beta

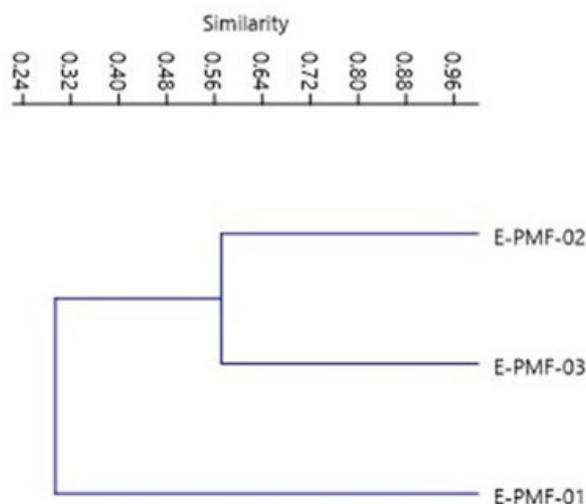
#### Índice de Bray-Curtis

El índice de Bray-Curtis permite el análisis de la diversidad beta por medio de la comparación de la riqueza, así como de la abundancia relativa de cada una de las parcelas en el área de estudio. En base a este análisis, se puede determinar que existe mayor índice de similitud entre las epifitas de los transectos PMF-02 y PMF-03 (57 % de similitud) (Tabla 3-113, Figura 3-76).

**Tabla 3-113 Índice de Bray Curtis para las Epifitas en las Parcelas dentro del Área de Estudio**

	PMF-01	PMF-02	PMF-03
PMF-01	1,00	0,15	0,43
PMF-02	0,15	1,00	0,57
PMF-03	0,43	0,57	1,00

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-76 Clúster Análisis Bray Curtis para las Epífitas en las Tres Parcelas dentro del Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

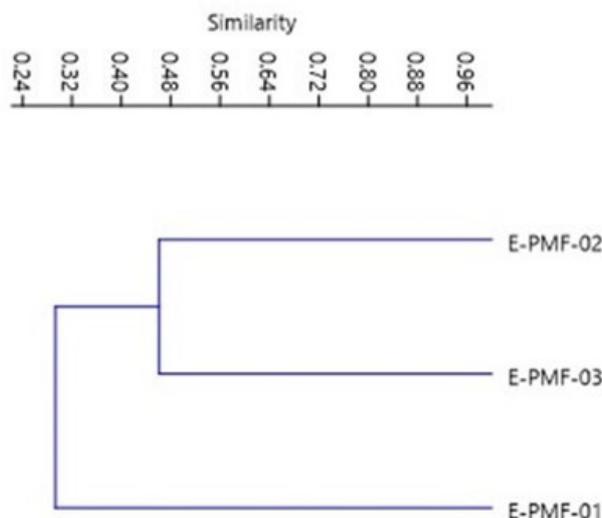
Índice de Jaccard

El índice de Jaccard permite el análisis de la diversidad beta entre las parcelas en el área de estudio. En base a este análisis, se puede determinar que existe mayor índice de similitud entre las epífitas de las parcelas PMF-02 y PMF-03 (46 % de similitud) (Tabla 3-114; Figura 3-77).

**Tabla 3-114 Índice de Bray Curtis para las Parcelas dentro del Área de Estudio**

	PMF-01	PMF-02	PMF-03
PMF-01	1,00	0,14	0,44
PMF-02	0,14	1,00	0,46
PMF-03	0,44	0,46	1,00

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-77 Clúster Análisis Jaccard para las Epifitas de los Árboles en las Tres Parcelas dentro del Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### 3.2.5.1.6 Aspectos Ecológicos

#### Especies Indicadoras

La heterogeneidad de la diversidad florística del área de estudio se ve reflejada en los distintos ambientes en los que se desarrollan las especies de flora. De manera general, especies indicadoras de los bosques tropicales amazónicos son las palmeras (Arecaceae); entre estas se puede mencionar a *Iriartea deltoidea* (pambil), *Oenocarpus bataua* (ungurahua), *Mauritia flexuosa* (morete) y *Euterpe precatoria* (palmito), que son un componente estructural importante de este tipo de ecosistema; además, varias de estas especies se han especializado para desarrollarse en ciertos hábitats específicos, como es el caso del morete que prefiere áreas pantanosas y forma los aguajales o moretales, otra cosa es el pambil que prefiere hábitats de tierra firme..

En relación con los tipos de vegetación presentes en el área de estudio las especies indicadoras del bosque maduro (Bm) por su demografía y tamaño son *Tapirira guianensis*, de la familia Anacardiaceae, *Swartzia multijuga*, de la familia Fabaceae, y las especies de los géneros *Aniba*, *Nectandra* y *Ocotea* de la familia Lauraceae. Además de ser componentes estructurales importantes de los bosques maduros, también tienen varios usos por parte de las comunidades locales.

Otros tipos de vegetación conspicuos del área de estudio son los bosques intervenidos (Bi), las áreas de pastizales y cultivos (P-C) y la vegetación que crece en los márgenes de las vías de acceso a las plataformas, las cuales pueden ser identificadas mediante la presencia de especies pioneras, como son las guabas de la familia Fabaceae, como es el caso de *Inga auristellae*; adicionalmente, otras especies de crecimiento rápido y tolerantes a la luz son *Pourouma bicolor* de la familia Urticaceae, *Aparisthium cordatum* de la familia Euphorbiaceae.

Como se ha mencionado anteriormente, en el área de estudio se evidencia una fuerte intervención antrópica debido a la extracción selectiva de madera, cambio de uso del suelo con fines de ganadería, entre otros, lo que causa un impacto en la dinámica natural de los remanentes de bosque.

**Tabla 3-115 Especies indicadoras en el área de estudio**

Familia	Nombre Científico	Indicadora	PMF-01	PMF-02	PMF-03	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Bosque Tropical	-	-	x	-	-	-	-	-
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Bosque Tropical, Tierra firme	-	x	-	x	x	-	-	-
Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Bosque Tropical, Pantano	-	-	x	-	-	x	x	-
Arecaceae	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart .	Bosque Tropical	-	-	-	-	-	-	x	-
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Bosque Maduro	-	x	-	-	x	-	-	-
Fabaceae	<i>Swartzia multijuga</i> Vogel	Bosque Maduro	x	-	-	x	-	-	-	-
Lauraceae	<i>Aniba hostmanniana</i> (Nees) Mez	Bosque Maduro	-	-	-	-	-	-	-	x
Lauraceae	<i>Nectandra viburnoides</i> Meisn.	Bosque Maduro	-	-	-	-	-	-	x	-
Lauraceae	<i>Ocotea oblonga</i> (Meisn.) Mez	Bosque Maduro	x	-	-	-	-	-	-	-
Fabaceae	<i>Inga auristellae</i> Harms	Bosque Intervenido	-	x	-	-	x	-	-	-
Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	Bosque Intervenido	x	-	-	x	-	-	-	x
Euphorbiaceae	<i>Aparisthium cordatum</i> (A. Juss.) Baill.	Bosque Intervenido	-	-	-	-	-	-	-	x

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, noviembre 2024

### Estructura Vertical y hábito de crecimiento

El PMF-01 posee un bosque cerrado en donde el dosel se extiende desde los 18 m hasta los 20 m y las especies representativas son: *Swartzia multijuga*, de la familia Fabaceae; *Unonopsis floribunda*, de la familia Annonaceae; y *Miconia ampla*, de la familia Melastomatacea. El subdosel posee árboles con alturas entre los 15 y 18 m, donde se destaca la presencia de individuos de las especies: *Alchornea glandulosa*, de la familia Euphorbiaceae; *Gutteria citriodora*, de la familia Annonaceae; *Swartzia multijuga*, de la familia Fabaceae; y *Virola elongata*, de la familia Myristicaceae. El sotobosque está formado por individuos con alturas menores a los 15 m entre los que se destacan las especies: *Warszewiczia cordata* y *Macrocnemum roseum*, de la familia Rubiaceae; *Alchornea glandulosa*, de la familia Euphorbiaceae; y *Miconia ampla*, de la familia Melastomatacea.

El PMF-02 se ubica en un bosque secundario con actividad antrópica. El dosel se extiende desde los 18 m hasta los 20 m y las especies representativas son: *Simira rubescens*, de la familia Rubiaceae; *Tapirira guianensis*, de la familia Anacardiaceae; e *Iriartea deltoidea*, de la familia Arecaceae. El subdosel posee árboles con alturas entre los 15 y 18 m, donde se destaca la presencia de individuos de las especies: *Neea*

*spruceana*, de la familia Nyctaginaceae; *Guarea guidonia*, de la familia Annonaceae; y *Swartzia bombycina*, de la familia Fabaceae. El sotobosque está formado por individuos con alturas menores a los 15 m, entre los que se destacan las especies: *Piper augustum*, de la familia Piperaceae; *Guarea guidonia*, de la familia Meliaceae; y *Eugenia schunkei*, de la familia Myrtaceae.

El PMF-03 se encuentra ubicado en un pantano con abundante presencia de *Mauritia flexuosa*, palma conocida como morete. El subdosel es abierto y alcanza los 17 m, donde se destaca la presencia de individuos de morete. El sotobosque es un estrato con presencia de individuos subadultos de morete, así como individuos de *Miconia*, *Solanum* y *Buchenavia*.

### Especies Sensibles

Un total de tres especies son catalogadas con Alta sensibilidad debido a su distribución restringida y/o ser endémicas, estas son: *Eugenia schunkei*, de la familia Myrtaceae; que posee un estado de conservación según la UICN de Vulnerable (VU); *Euterpe precatoria*, de la familia Arecaceae, que pese a tener un estado de la UICN de Preocupación menor (LC), sus poblaciones están decreciendo muy rápido; y *Masdevallia* sp., de la familia Orchidaceae, que es una especie CITES Apéndice II.

La conservación de las poblaciones de estas especies y sus bosques circundantes es importante, ya que asegura el mantenimiento y resguardo de su *pool* genético.

### Especies Endémicas y Estado de Conservación

Dentro de toda el área de estudio (parcelas cualitativas asociados, cualitativos robustos y cuantitativos de epífitas) no se reportaron especies endémicas. Por otro lado, se reportó la presencia de 49 especies dentro de los listados de la UICN y una especie CITES (Tabla 3-116). Es necesario recalcar que las especies determinadas con el epíteto sp. no tienen asignado ningún estatus de conservación por lo que han sido excluidas de la siguiente tabla:

**Tabla 3-116 Lista de Especies con Categoría de Amenaza según la UICN**

Familia	Especie	UICN	PMF-01 POF-01	PMF-02 POF-02	PMF-03 POF-03	POF-04	POF-05
Myrtaceae	<i>Eugenia schunkei</i> McVaugh	EN		x			
Achariaceae	<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth.) Gilg	LC			x		
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	LC		x			
Anacardiaceae	<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D. Mitch.	LC				x	
Annonaceae	<i>Guatteria citriodora</i> Ducke	LC	x				
Annonaceae	<i>Unonopsis floribunda</i> Diels	LC	x				
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	LC			x		
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	LC	x	x			
Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	LC			x	x	
Arecaceae	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart .	LC				x	
Burseraceae	<i>Protium nodulosum</i> Swart	LC	x				x
Cordiaceae	<i>Cordia nodosa</i> Lam.	LC	x				
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	LC	x				
Euphorbiaceae	<i>Aparisthium cordatum</i> (A. Juss.) Baill.	LC		x			
Fabaceae	<i>Inga auristellae</i> Harms	LC		x			

Familia	Especie	UICN	PMF-01 POF-01	PMF-02 POF-02	PMF-03 POF-03	POF-04	POF-05
Fabaceae	<i>Swartzia bombycina</i> RS Cowan	LC		x			
Fabaceae	<i>Swartzia multijuga</i> Vogel	LC	x				
Lauraceae	<i>Aniba hostmanniana</i> (Nees) Mez	LC					x
Lauraceae	<i>Nectandra viburnoides</i> Meisn.	LC				x	
Lauraceae	<i>Ocotea oblonga</i> (Meisn.) Mez	LC	x				
Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) SA Mori	LC				x	
Melastomataceae	<i>Miconia ampla</i> Triana	LC	x				
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	LC		x			
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	LC		x			
Myristicaceae	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	LC	x				
Myristicaceae	<i>Virola duckei</i> A.C. Sm	LC	x				
Myristicaceae	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	LC	x				
Nyctaginaceae	<i>Neea spruceana</i> Heimerl	LC		x			
Picramniaceae	<i>Picramnia sellowii</i> Planch.	LC		x			
Piperaceae	<i>Piper augustum</i> Rudge	LC		x			
Rubiaceae	<i>Macrocnemum roseum</i> (Ruiz & Pav.) Wedd.	LC	x				
Rubiaceae	<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyerl.	LC		x			
Rubiaceae	<i>Warszewiczia cordata</i> Spruce ex K. Schum.	LC	x				
Sapotaceae	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	LC				x	
Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	LC	x				x
Orchidaceae	<i>Masdevallia</i> sp.	CITES Appendix II		x			
Melastomataceae	<i>Miconia pilgeriana</i> Ulé	NE	x				
Loganiaceae	<i>Strychnos darienensis</i> Seem.	NE	x		x		
Fabaceae	<i>Zygia heteroneura</i> Barneby y JW Grimes	LC		x			
Rubiaceae	<i>Psychotria stenostachya</i> Standl.	NE		x			
Combretaceae	<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	LC			x		
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella triandra</i> Sw.	LC				x	
Myristicaceae	<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	NE					x
Urticaceae	<i>Pourouma persecta</i> (Standl. ex CC Berg & Heusden)	NE					x
Araceae	<i>Philodendron cf. campii</i> Croat	NE	x	x	x		
Araceae	<i>Philodendron colombianum</i> R.E. Schult.	NE	x	x	x		
Cyclanthaceae	<i>Evodianthus funifer</i> (Poit.) Lindm.	NE		x	x		

Familia	Especie	UICN	PMF-01 POF-01	PMF-02 POF-02	PMF-03 POF-03	POF-04	POF-05
Urticaceae	<i>Pilea imparifolia Wedd.</i>	NE		x			
Bromeliaceae	<i>Guzmania melinonis Regel</i>	NE		x			
Cucurbitaceae	<i>Gurania lobata (L.) Pruski</i>	NE		x			

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Uso del Recurso Florístico

El recurso florístico del área de estudio se utiliza principalmente como materiales y alimento; además, es fuente natural de alimento para varias especies de vertebrados (De la Torre, Navarrete, Muriel, Macias & Balsley, 2008), como se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 3-117 Especies de Flora Utilizadas en el Área de Estudio**

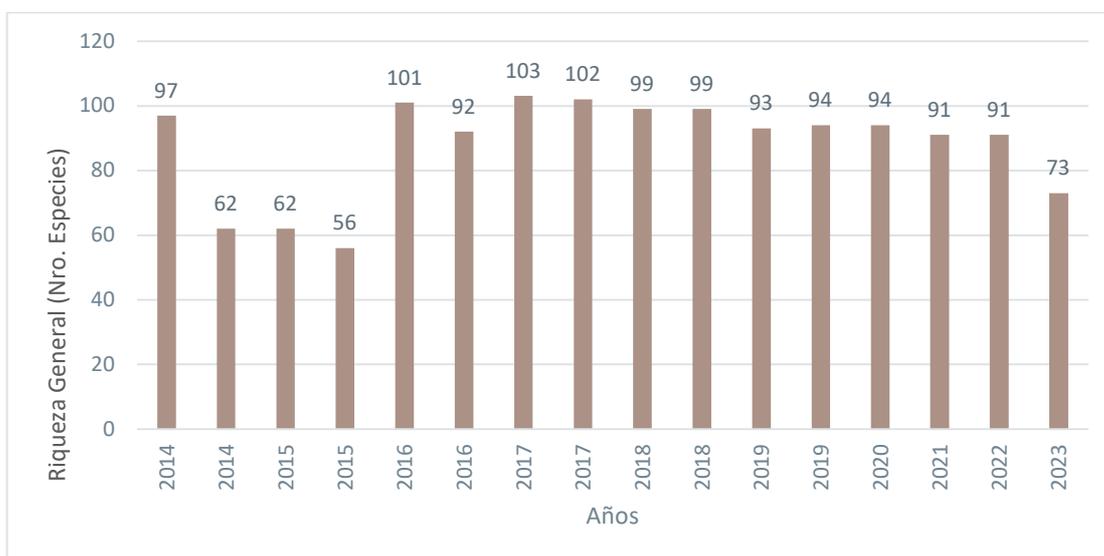
Nombre Científico	Alimento	Construcción	Medicinal	Social	Tóxico
<i>Aniba hostmanniana</i> (Nees) Mez	x	x			
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	x	x			
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) SA Mori	x	x	x	x	
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	x	x	x		
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	x	x	x		
<i>Hirtella triandra</i> Sw.	x	x			
<i>Inga auristellae</i> Harms	x	x	x		
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	x	x	x	x	
<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	x	x	x		
<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth.) Gilg	x	x			
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	x	x	x	x	
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	x	x			
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart .	x	x	x	x	
<i>Picramnia sellowii</i> Planch.	x	x	x	x	
<i>Piper augustum</i> Rudge		x	x	x	
<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	x	x	x		
<i>Protium nodulosum</i> Swart	x	x	x	x	
<i>Psychotria stenostachya</i> Standl.	x	x	x	x	x
<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyerm.	x	x	x		
<i>Strychnos darienensis</i> Seem.					x
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	x	x	x		
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D. Mitch.					
<i>Unonopsis floribunda</i> Diels	x	x			
<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	x	x	x	x	

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### 3.2.5.1.7 Comparación con Estudios Anteriores

Dentro del área geográfica del proyecto se ha realizado varios monitoreos en distintos puntos para registrar la riqueza de flora del lugar. Cabe mencionar que el presente estudio corresponde al levantamiento de información de nuevas parcelas y transectos de observación dentro del área para construir la línea base de este componente. Es por tal motivo que en la siguiente figura y tabla solo se muestran los datos correspondientes a la riqueza general de todos los estudios y monitoreos realizados. Para este nuevo estudio del 2023 se registraron 73 especies, considerando metodologías cualitativas y cuantitativas. En la siguiente figura se puede observar cómo el valor de la riqueza tiende a estabilizarse para los monitoreos anteriores registrados sobre las mismas parcelas. El valor registrado para este estudio (2023) correspondería al primer valor tomado como referencia para futuros monitoreos sobre las nuevas parcelas y transectos dentro del área geográfica del proyecto. También es importante señalar que el área de las nuevas parcelas comprende ecosistemas diferentes, por lo tanto, no es posible una comparación con los datos anteriores.



**Figura 3-78 Riqueza de Flora Registrada en Estudios Anteriores**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Tabla 3-118 Riqueza de Flora Registradas en Estudios Anteriores**

Año	Riqueza General (Nro. Especies)	Fuente
2014	97	Cardno-Entrix
2014	62	Walsh
2015	62	Efficacitas
2015	56	Efficacitas
2016	101	Sambito
2016	92	Cardno-Entrix
2017	103	Sambito
2017	102	Sambito
2018	99	Sambito
2018	99	Sambito
2019	93	Sambito
2019	94	Sambito
2020	94	Sambito
2021	91	Pecksambiente
2022	91	Pecksambiente
2023	73	Entrix

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### 3.2.5.1.8 Discusión

#### Estructura del Bosque y Diversidad de Especies

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; en conjunto, todas estas especies contribuyen a la dinámica y estructura de los bosques (Valencia et al., 1997).

En el área de estudio, la formación vegetal presente según el MAE (2013) es el Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá. Este se caracteriza por ser un bosque con un dosel cerrado que posee una altura de 25 a 35 m; además, se observan árboles emergentes entre los 30 y 45 m de altura. La gran mayoría de los árboles en este tipo de bosque presentan fustes rectos con diámetros entre 0,8 y 1,2 m, ocasionalmente mayores; es frecuente, además, observar individuos que presentan grandes raíces tablares, como es el caso de las especies del género *Sloanea*, de la familia Elaeocarpaceae. A pesar de la presencia de especies propias del bosque maduro o primario, también se evidencia una abundancia de especies pioneras, como es el caso de las especies del género *Cecropia*, de la familia Urticaceae, que revelan la existencia de un constante disturbio antrópico, el cual fue evidenciado en todas las parcelas debido a los residuos de la extracción selectiva de especies maderables. La dinámica y estructura poblacional en este bosque se ve influenciada e intervenida por la acción humana. Dentro de las parcelas se reportó tala selectiva, así como también cacería.

En cuanto a la estructura del bosque, se pudo observar que el tipo de vegetación que domina en el área de estudio se caracteriza por tener una continua estratificación vertical. El dosel es un estrato continuo con árboles que oscilan entre los 18-20 m; dentro del área de estudio se encuentran especies como *Swartzia*

*multijuga*, de la familia Fabaceae; *Tapirira guianensis*, de la familia Anacardiaceae; y *Simira rubescens*, de la familia Rubiaceae.

En el subdosel se registraron individuos con alturas entre los 15-18 m. Las especies más conspicuas son *Pourouma bicolor*, de la familia Urticaceae; *Alchornea glandulosa*, de la familia Euphorbiaceae; y *Cordia nodosa*, de la familia Cordiaceae. Es importante mencionar que dentro de este estrato la presencia de lianas y bejucos es muy importante.

El sotobosque es abierto y alcanza los 15 m de altura; dentro de este estrato se registran especies adaptadas a bajos niveles de luminosidad y especies que están en desarrollo para alcanzar el subdosel, el dosel y algunas llegarán a ser emergentes. Entre las más importantes se destacan: *Miconia ampla*, de la familia Melastomataceae; *Macrocnemum roseum*, de la familia Rubiaceae; *Zygia heteroneura*, de la familia Fabaceae; y *Eugenia schunkei*, de la familia Myrtaceae.

En cuanto a la diversidad que se registró en los análisis, el área muestreada presentó una diversidad menor a otros estudios reportados para la Amazonía ecuatoriana (Cerón et al., 1997; Valencia et al., 1997; Oliveira y Mori, 1999 en Laurance et al., 2002). Un total de 73 especies, clasificadas en 36 familias y 56 géneros fueron registrados en los distintos puntos de muestreo.

Dentro del área de estudio se registró un total de 14 especies raras (especies con un individuo). La presencia de especies raras en las parcelas amazónicas es característica y este factor se debe al azar. La presencia de numerosas especies raras representadas por un solo individuo (32,56 % del total de las especies) son la causa de la diversidad presente en el área de estudio; estas especies son catalogadas como raras debido a su distribución restringida y a su baja densidad (índice de Shannon: 3,185), tales como: *Ocotea oblonga*, de la familia Lauraceae; *Guarea kunthiana*, de la familia Meliaceae; *Pourouma bicolor*, de la familia Urticaceae; y *Miconia pilgeriana*, de la familia Melastomataceae. Además, varias de las especies únicas reportadas son útiles para el ser humano, por ejemplo, *Unonopsis floribunda*, de la familia Annonaceae, que es una palma utilizada como alimento y construcción (De la Torre L., Navarrete, Muriel, Macias, & Balslev, 2008).

Por otro lado, se sabe que los individuos de menor tamaño de diámetro (< 10 cm DAP) son los mayores contribuyentes en los cambios de composición, abundancia y estructura de los bosques, debido al aumento del reclutamiento de especies pioneras y al aumento de la tasa de mortalidad (Camargo y Kapos, 1995; Murcia, 1995; Didham y Lawton, 1999; Williams-Linera, 1990).

Adicionalmente, es importante resaltar que estos bosques están formados por especies con rangos amplios de distribución, los cuales además son abundantes en el ecosistema. A estas especies se las conoce como oligárquicas, y dentro del área de estudio se encuentran las palmas *Iriartea deltoidea* (pambil) y *Oenocarpus bataua* (unguragua).

Otro de los componentes muy importantes dentro de la diversidad de especies en el área de estudio es la presencia de especies endémicas, las cuales no fueron registradas en el área. Sin embargo, se registró un total de tres especies con Alta sensibilidad debido a su distribución restringida, estas son: *Eugenia schunkei*, de la familia Myrtaceae, que posee un estado de conservación según la UICN de Vulnerable (VU); *Euterpe precatoria*, de la familia Arecaceae, que pese a tener un estado de la UICN de Preocupación menor (LC) sus poblaciones están decreciendo muy rápido; y *Masdevallia* sp., de la familia Orchidaceae, que es una especie CITES Apéndice II.

Al analizar la riqueza y abundancia de especies en cada una de las parcelas dentro del área de estudio, se registró que la parcela más diversa fue PMF-02, mientras que la parcela menos diversa fue PMF-03; sin embargo, es importante mencionar que ambas parcelas son las unidades muestrales del punto control, en el cual se establecieron dos unidades a fin de abarcar todos los ambientes del área. Al analizar la abundancia de individuos se obtuvo que PMF-01 fue la parcela más abundante, con 84 individuos; mientras que PMF-03 fue la menos abundante, con 40 individuos.

En índice de diversidad de Shannon fue de 3,185. Según Magurran (2004) este valor refleja una alta diversidad dentro del área de estudio. Al analizar las parcelas se observó que la diversidad es mayor en la parcela PMF-02, que corresponde al punto control. Sin embargo, en los tres puntos de muestreo esta diversidad es media.

En Índice de dominancia de Simpson fue de 0,9255, lo que explica que no existe una especie que domine en el área de estudio. Esto se corroboró en las parcelas donde se obtuvo valores similares, demostrando la heterogeneidad de los bosques expresada por la gran cantidad de especies con un solo individuo.

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

En cuanto a la diversidad de epífitas, se reconoce que este estudio no aportó gran cantidad de información debido a la poca presencia de epífitas en los árboles. De los 30 individuos monitoreados, 17 presentaron dos y máximo tres especies de epífitas. La familia con mayor número de individuos fue Araceae, que registró 17 individuos distribuidos en cinco géneros y cinco especies.

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

Dentro del área de estudio se observó la influencia antrópica dada por el cambio de uso de suelo debido a la tala selectiva de las especies por parte de las personas que viven cerca a este. Las afectaciones que la ejecución de las diferentes actividades del proyecto pueda generar, al componente flora van desde la tala de los bosques hasta la formación de claros de bosque, los cuales deben ser reforestados con especies pioneras que permitan la rápida colonización de estos.

### **Estimación de la Biomasa Aérea**

Los bosques tropicales tienen una alta riqueza biológica, cultural y de recursos naturales que es utilizada por las poblaciones locales que los habitan (Caballero 1995, González 2003). En la última década se ha destacado la importancia de los bosques como prestadores de servicios ambientales, especialmente su capacidad de fijación de carbono y su biomasa, que con el aumento continuo de la tasa de crecimiento tiene efectos en la mitigación del cambio climático.

Dentro de las parcelas se pudo determinar que en el área total la biomasa es de 44,65 y está fijando 22,32 TmC. En la parcela PMF-01 la biomasa es de 16,55 Tm y se está fijando 8,28 TmC, en la parcela PMF-02 la biomasa es de 14,55 Tm y se está fijando 7,27 TmC y, finalmente, en la parcela PMF-03 la biomasa es de 13,55 Tm y se está fijando 6,77 TmC.

A través del tiempo se esperaría que la cantidad de biomasa aumente en el bosque, lo cual indicaría que este bosque podría ser considerado como un servicio ambiental positivo frente al cambio climático, y se podría concluir que estos bosques están actuando como sumideros de carbono. Sin embargo, si estos bosques no estarían expuestos a actividades antrópicas, el incremento de la biomasa anual sería aproximadamente una tercera parte más que la reportada actualmente.

### **3.2.5.2 Fauna Terrestre**

Dentro del presente acápite se muestran los resultados hallados para cada uno de los subcomponentes de fauna terrestre durante la fase de campo ejecutada en agosto 2023.

#### **3.2.5.2.1 Avifauna**

A continuación, se muestran los resultados del componente durante la fase de campo realizado del 22 al 28 de agosto del 2023, y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos, donde se puede revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo; D. Registro Fotográfico, D.2 Biótico.

PMA-01 y POA-01: El área de estudio se encuentra rodeada por un bosque secundario intervenido, en una trocha que conduce a la nueva plataforma; posee vegetación arbórea de densidad media producto de las especies forestales que han sido seleccionadas y taladas por las comunidades aledañas, existen zonas pantanosas y posee espacios abiertos cubiertos por especies pioneras de las familias Moraceas, Fabaceas y Urticaceas.

PMA-02 y POA-02: Bosque secundario altamente intervenido, con parches de bosque original; además, presenta partes de zonas pantanosas rodeadas por espacios destinados para cultivos de café, cacao y plátano, así como árboles frutales como limón, guaba, entre otros, para el autoconsumo.

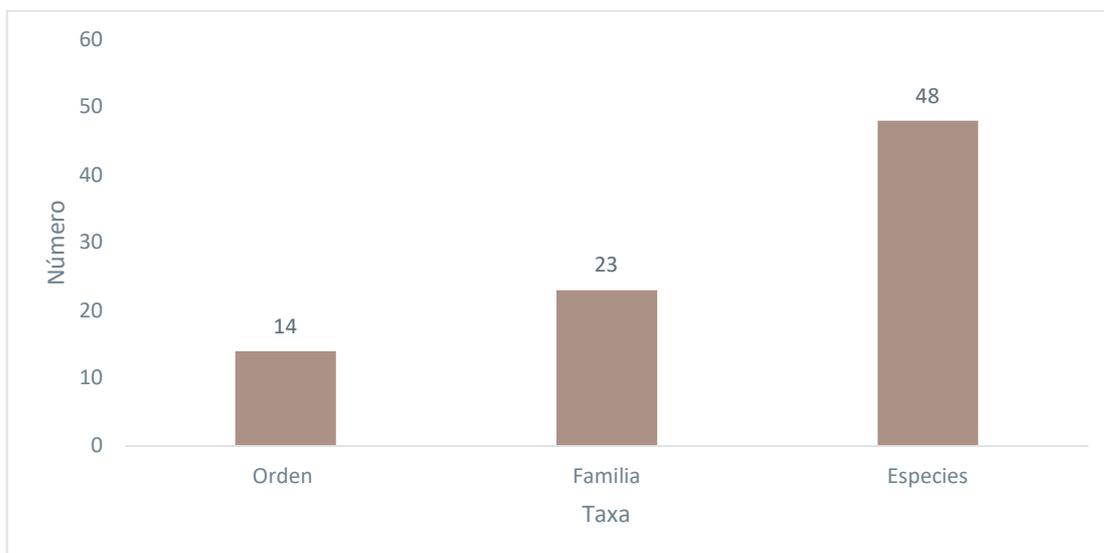
POA-03: Bosque secundario poco intervenido con zonas pantanosas. Se ubica a un lado de la trocha realizada para la construcción de la plataforma.

POA-04: Bosque secundario intervenido, que se encuentra cerca de la trocha realizada para la construcción de la plataforma alrededor del cual hay cultivos de plátano, cacao y está rodeado de una plantación de balsa.

### **Análisis General**

#### Riqueza General

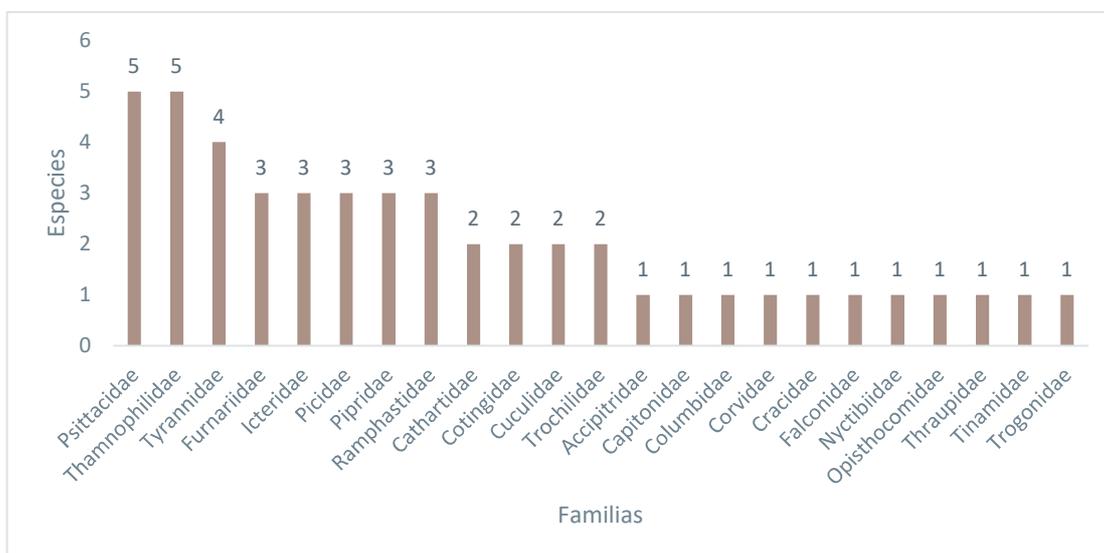
En total, se registraron 48 especies de aves, incluidas en 23 familias y 14 órdenes. Este valor representa el 6,57 % al comparar con las 730 especies de aves descritas para el piso zoogeográfico tropical oriental según Albuja (2012).



**Figura 3-79 Riqueza de Aves Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Las familias con mayor número de especies registradas son *Thamnophilidae* y *Psittacidae*, con cinco especies; seguidas de *Tyrannidae*, con cuatro especies; y *Furnariidae*, *Icteridae*, *Picidae*, *Pipridae* y *Ramphastidae*, con tres especies; el resto de las familias están representadas por dos y una especie.



**Figura 3-80 Riqueza de Aves a Nivel de Familias Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Tabla 3-119 Especies Registradas en el Área de Muestreo mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos**

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de Registro
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i>	Tinamú cinéreo	Puntos de conteo (auditivo), Observación Directa
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca ( <u>guacharaca</u> ) jaspeada	Puntos de conteo (auditivo, visual), Observación Directa
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes melambrotus</i>	Gallinazo cabeciamarillo mayor	Observación Directa
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	Observación Directa
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero	Puntos de conteo (auditivo, visual), Observación Directa
Falconiformes	Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro	Puntos de conteo (auditivo, visual), Observación Directa
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma plumiza	Puntos de conteo (auditivo), Observación Directa
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azuliamarillo	Puntos de conteo (auditivo)
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	Perico alicobáltico	Puntos de conteo (auditivo), Observación Directa
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	Amazona coroniamarilla	Puntos de conteo (auditivo, visual)
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>	Amazona alinaranja	Puntos de conteo (auditivo, visual)
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	Amazona harinosa	Puntos de conteo (auditivo), Observación Directa
Opisthocomiformes	Opisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	Hoatzín	Observación Directa
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>	Garrapatero mayor	Observación Directa
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso	Observación Directa
Nyctibiiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius griseus</i>	Nictibio (puntepalo) común	Puntos de conteo (auditivo)
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño barbiblanco	Puntos de conteo (visual), Red de neblina, Observación Directa
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis malaris</i>	Ermitaño piquigrande	Observación Directa
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon viridis</i>	Trogon dorsiverde (coliblanco amazónico)	Puntos de conteo (auditivo, visual)

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de Registro
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudofiligrana	Puntos de conteo (auditivo), Observación Directa
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán goliblanco	Puntos de conteo (auditivo, visual), Observación Directa
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán piquiacanalado	Puntos de conteo (auditivo, visual), Observación Directa
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari orejicastaño	Puntos de conteo (visual)
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero penachiamarillo	Puntos de conteo (visual), Observación Directa
Piciformes	Picidae	<i>Celeus elegans</i>	Carpintero castaño	Puntos de conteo (visual)
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	Puntos de conteo (visual), Observación Directa
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Trepatroncos pardo	Puntos de conteo (auditivo, visual), Observación Directa
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Trepatroncos piquicuña	Puntos de conteo (visual), Red de neblina, Observación Directa
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	Trepatroncos golianteado	Puntos de conteo (auditivo, visual)
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus schistaceus</i>	Batará alillano	Puntos de conteo (visual)
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Hypocnemis peruviana</i>	Hormiguero gorjeador peruano	Red de neblina
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Willisornis poecilinotus</i>	Hormiguero dorsiescamoso	Red de neblina
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmoborus myotherinus</i>	Hormiguero carinegro	Puntos de conteo (auditivo)
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Akletos melanocephalus</i>	Hormiguero hombril blanco	Puntos de conteo (auditivo, visual)
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquerito ventriocráceo	Red de neblina
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón crestioscuro	Puntos de conteo (auditivo)
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila citriniventris</i>	Atila ventricitrino	Puntos de conteo (auditivo)
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila polimorfo (variable)	Puntos de conteo (auditivo), Red de neblina, Observación Directa
Passeriformes	Cotingidae	<i>Lipaugus vociferans</i>	Pijá gritona	Observación Directa
Passeriformes	Cotingidae	<i>Querula purpurata</i>	Querula golipúrpura	Puntos de conteo (auditivo, visual), Observación Directa

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de Registro
Passeriformes	Pipridae	<i>Tyranneutes stolzmanni</i>	Salterincillo enano	Puntos de conteo (auditivo)
Passeriformes	Pipridae	<i>Manacus manacus</i>	Salterín barbiblanco	Puntos de conteo (auditivo), Observación Directa
Passeriformes	Pipridae	<i>Ceratopipra erythrocephala</i>	Salterín capuchidorado	Red de neblina
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea	Puntos de conteo (visual), Observación Directa
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	Saltador golianteado	Observación Directa
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola dorsirrojiza	Puntos de conteo (auditivo, visual), Observación Directa
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropéndola crestada	Puntos de conteo (visual), Observación Directa
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique lomiamarillo	Puntos de conteo (visual), Observación Directa

Fuente: Entrix, agosto 2023

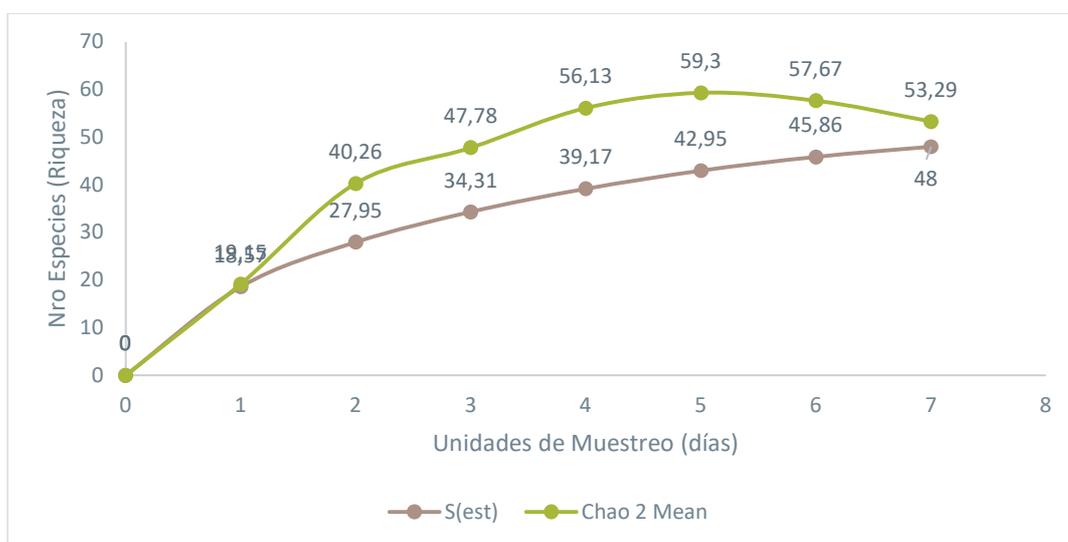
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Página en blanco

### Curva de Acumulación de Especies

El análisis de curva de acumulación de especies para el área total de estudio se realizó de manera acumulada, es decir, tomando en cuenta el muestreo cuantitativo (dos puntos) y las especies observadas dentro del muestreo cualitativo (cuatro transectos) para obtener la mejor representatividad del área de estudio. La unidad de muestreo utilizada para la curva de acumulación fue el número de días, tomando en cuenta que el trabajo de campo se realizó del 22 al 24 de agosto el primer punto cuantitativo, del 25 al 27 de agosto, el segundo punto cuantitativo, el 24, 27 y 28 de agosto los puntos cualitativos, dando un rango de siete días entre los muestreos (22 – 28 de agosto).

El índice de Chao 2 alcanzó un valor de 53,29 especies, mientras que la riqueza observada y reportada en campo fue de 48 spp.; este valor representa el 90,07 % de las especies esperadas. En la figura se puede observar que la curva de acumulación tiende a la asíntota, es decir, el esfuerzo de muestreo es aceptable.



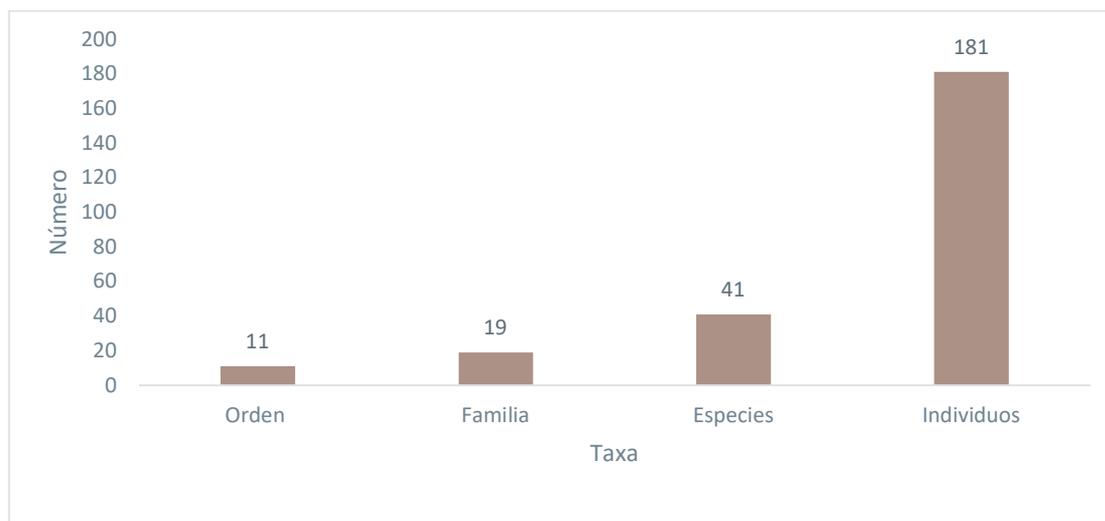
**Figura 3-81 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Análisis Cuantitativo

#### Riqueza y abundancia

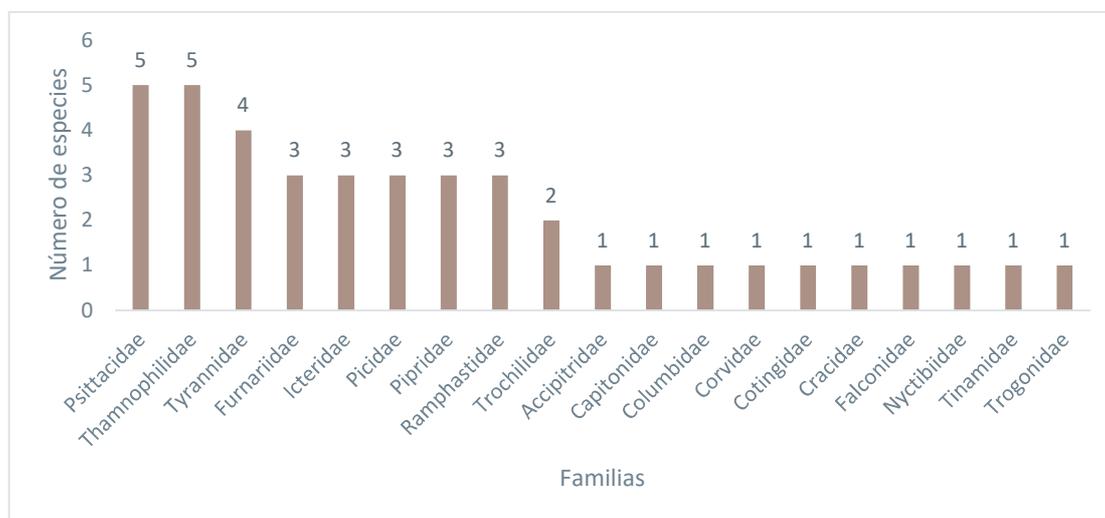
A partir de las metodologías cuantitativas se registró un total de 181 individuos pertenecientes a 41 especies, 19 familias y 11 órdenes. El orden más representativo del área fue el de los Passeriformes, con siete familias y 20 especies.



**Figura 3-82 Riqueza de Especies de Aves Registradas Mediante Metodologías Cuantitativas**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

El análisis según la riqueza y abundancia a nivel de familias indica que las familias más abundantes fueron Psittacidae y Thamnophilidae, con cinco especies; seguidas de la familia Tyrannidae, con cuatro especies. El resto de las familias están representadas por un número menor a tres especies.



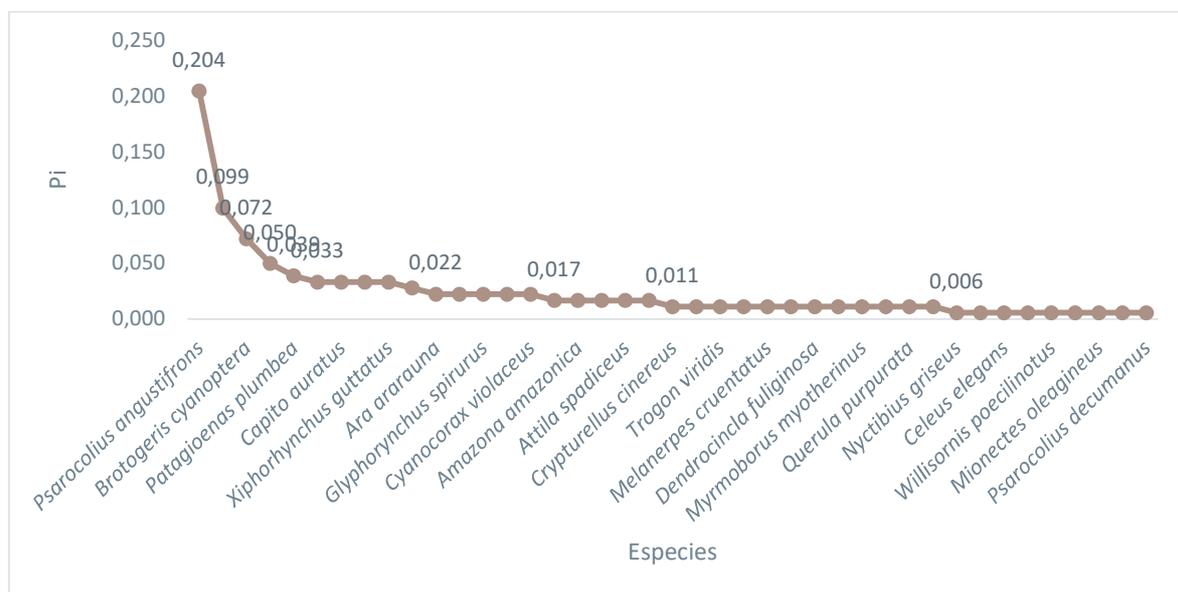
**Figura 3-83 Número de Especies por Familia de las Especies Registradas mediante Muestreos Cuantitativos**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Abundancia Relativa

La curva de la abundancia relativa indica una distribución aparentemente homogénea con muchas especies raras y poco comunes, pocas especies comunes y una ligera dominancia o abundancia de la especie *Psarocolius angustifrons*, con una pi de 0,204. Sin embargo, los datos de abundancia relativa para

este sitio deben manejarse con prudencia, pues varias de las especies aquí listadas no son fáciles de capturar, aunque son abundantes, siendo más fácil identificar su registro visual y/o auditivo.



**Figura 3-84 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Diversidad Alfa**

En la siguiente tabla se detallan los cálculos realizados de los índices de Shannon y la Dominancia de Simpson para los dos puntos de muestreo cuantitativos. Se observa que el sitio PMA-01 presenta un valor de Shannon de 2,939 y una dominancia del 0,0791, mientras que el PMA-02 muestra diversidad de 3,076 y dominancia de 0,0727. Con respecto a estos resultados se puede inferir que el punto PMA-02 presenta mayor índice de diversidad (con 33 especies), es decir una comunidad de aves más heterogénea en comparación al PMA-01 que registra 28 especies. El índice de Shannon en este caso permite la comparación de riqueza entre los dos puntos cuantitativos.

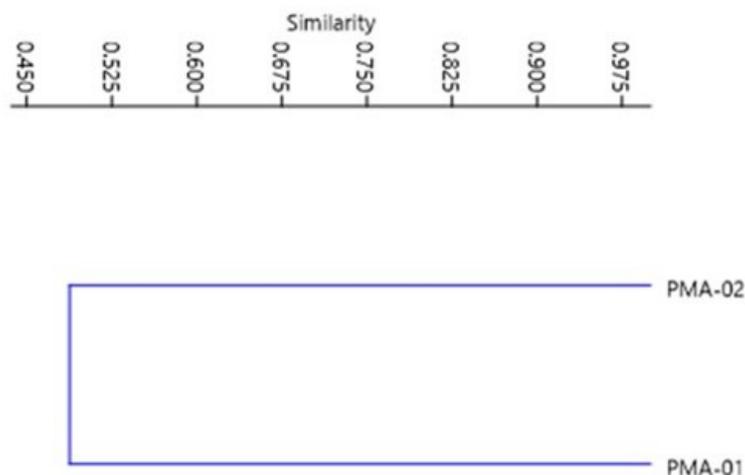
**Tabla 3-120 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Singue**

Sitios	Shannon_H	Dominance_D
PMA-01	2,939	0,0791
PMA-02	3,076	0,0727

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Diversidad Beta**

El índice de similitud de Jaccard calculado como la tasa de reemplazo de especies entre los sitios de estudio muestra que los sitios PMA-01 y PMA-02 son similares entre sí, con el 48 % de similitud entre las especies registradas.



**Figura 3-85 Clúster de Similitud entre los Puntos Cuantitativo de Avifauna**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Análisis por Punto de Muestreo Cuantitativo

##### *PMA-01*

##### Riqueza y Abundancia

En este punto se registraron 82 individuos de 28 especies de aves, pertenecientes a 14 familias y siete órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con seis familias.

Psittacidae y Thamnophilidae tuvieron la mayor riqueza, con cinco especies registradas; seguidas de Furnariidae, con tres especies; el resto de las familias están representadas por dos y una especie.

La especie más abundante en el sitio fue *Psarocolius angustifrons* (oropéndola dorsirrojiza), con 17 individuos; seguida de las especies *Cacicus cela* (cacique lomiamarillo), con ocho individuos; *Brotogeris cyanopectera* (perico alicobáltico), con siete individuos; *Patagioenas plúmbea* (paloma plumiza), *Amazona ochrocephala* (amazona coroniamarilla) y *Amazona farinosa* (amazona harinosa), con cuatro especies cada una. Estas seis especies fueron las más representativas en el sitio.

**Tabla 3-121 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-01**

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i>	Tinamú cinéreo	1
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma plumiza	4
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azuliamarillo	2
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	Perico alicobáltico	7
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	Amazona coroniamarilla	4
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>	Amazona alinaranja	3
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	Amazona harinosa	4
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño barbiblanco	3

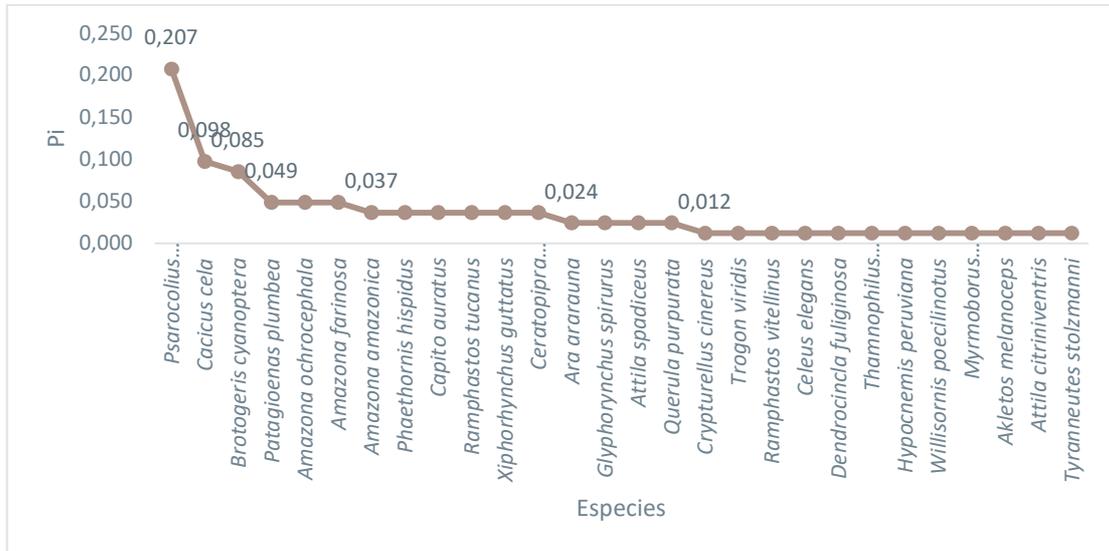
Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon viridis</i>	Trogón dorsiverde (coliblanco amazónico)	1
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo filigrana	3
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán goliblanco	3
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán piquiacanalado	1
Piciformes	Picidae	<i>Celeus elegans</i>	Carpintero castaño	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Trepatroncos pardo	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Trepatroncos piquicuña	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	Trepatroncos golianteado	3
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus schistaceus</i>	Batará alillano	1
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Hypocnemis peruviana</i>	Hormiguero gorjeador peruano	1
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Willisornis poecilinotus</i>	Hormiguero dorsiescamoso	1
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmoborus myotherinus</i>	Hormiguero carinegro	1
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Akletos melanoceps</i>	Hormiguero hombril blanco	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila citriniventris</i>	Atila ventricitrino	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila polimorfo (variable)	2
Passeriformes	Cotingidae	<i>Querula purpurata</i>	Querula golipúrpura	2
Passeriformes	Pipridae	<i>Tyranneutes stolzmanni</i>	Saltarincillo enano	1
Passeriformes	Pipridae	<i>Ceratopipra erythrocephala</i>	Saltarín capuchidorado	3
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola dorsirrojiza	17
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique lomiamarillo	8

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *psarocolius angustifrons* (oropéndola dorsirrojiza), con un valor de  $\pi = 0,207$ .

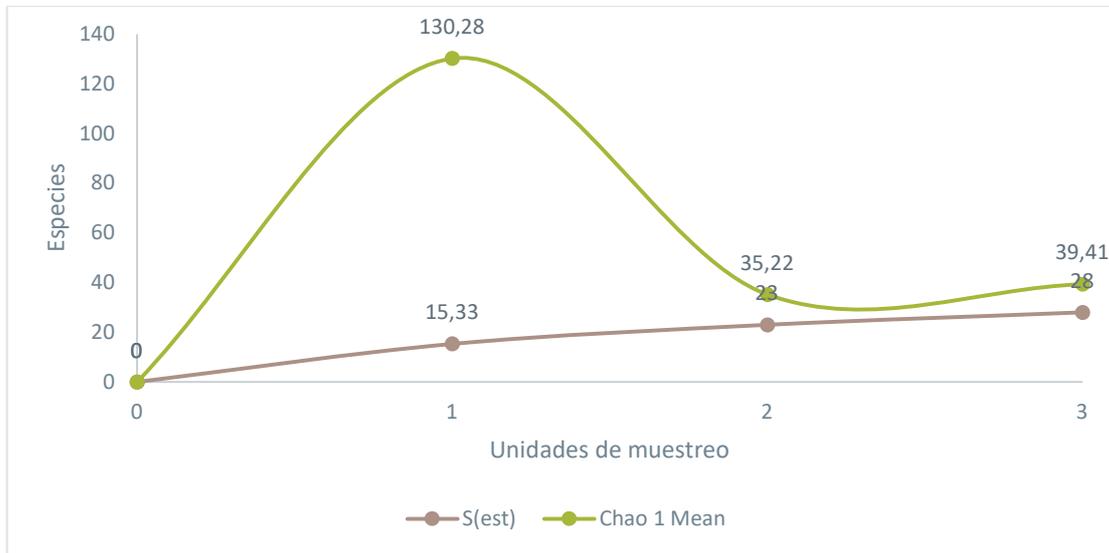


**Figura 3-86 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-01**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao**

El análisis de la curva de acumulación de especies muestra una tendencia a estabilizarse a partir de la segunda unidad de muestreo. En este punto se registraron 28 especies de avifauna; en función de este valor, el estimador Chao 1 sugiere una riqueza esperada de 39,41 especies; es decir, en el presente muestreo se registró un 71,04 % de la riqueza total estimada. Esto permite concluir que el esfuerzo de muestreo fue adecuado y representativo.



**Figura 3-87 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Punto PMA-01**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

*PMA-02*

Riqueza y Abundancia

En este punto se registraron 99 individuos de 33 especies de aves, pertenecientes a 18 familias y 11 órdenes. A nivel de órdenes el más representativo fue Passeriformes con seis familias.

Tyrannidae fue la familia más representativa, con cuatro especies; seguidas de Furnariidae, Icteridae, Psittacidae y Ramphastidae, con tres especies; el resto de las familias están representadas por dos y una especie cada una.

La especie más abundante en el sitio fue Psarocolius angustifrons (oropéndola dorsirrojiza), con 20 individuos; seguida de Cacicus cela (cacique lomiamarillo), con 10 individuos; y Brotogeris cyanoptera (perico alicobáltico), con seis individuos. Estas tres especies fueron las más representativas en el sitio. El resto de las especies están representadas con un número menor de cinco individuos.

**Tabla 3-122 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-02**

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i>	Tinamú Cinéreo	1
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca (Guacharaca) Jaspeada	5
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán Caminero	2
Falconiformes	Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	Caracara Negro	3
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma Plomiza	3
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo Azuliamarillo	2
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanoptera</i>	Perico Alicobáltico	6
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	Amazona Coroniamarilla	5
Nyctibiiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius griseus</i>	Nictibio (Puntepalo) Común	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño Barbiblanco	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis malaris</i>	Ermitaño Piquigrande	1
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon viridis</i>	Trogón Dorsiverde (Coliblanco Amazónico)	1
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo Filigrana	3
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán Goliblanco	3
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán Piquiacanalado	2
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari Orejicastaño	2
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero Penachiamarillo	2
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Lineado	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Trepatroncos Pardo	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Trepatroncos Piquicuña	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	Trepatroncos Golianteadado	3
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus schistaceus</i>	Batará Alillano	1
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmoborus myotherinus</i>	Hormiguero Carinegro	1

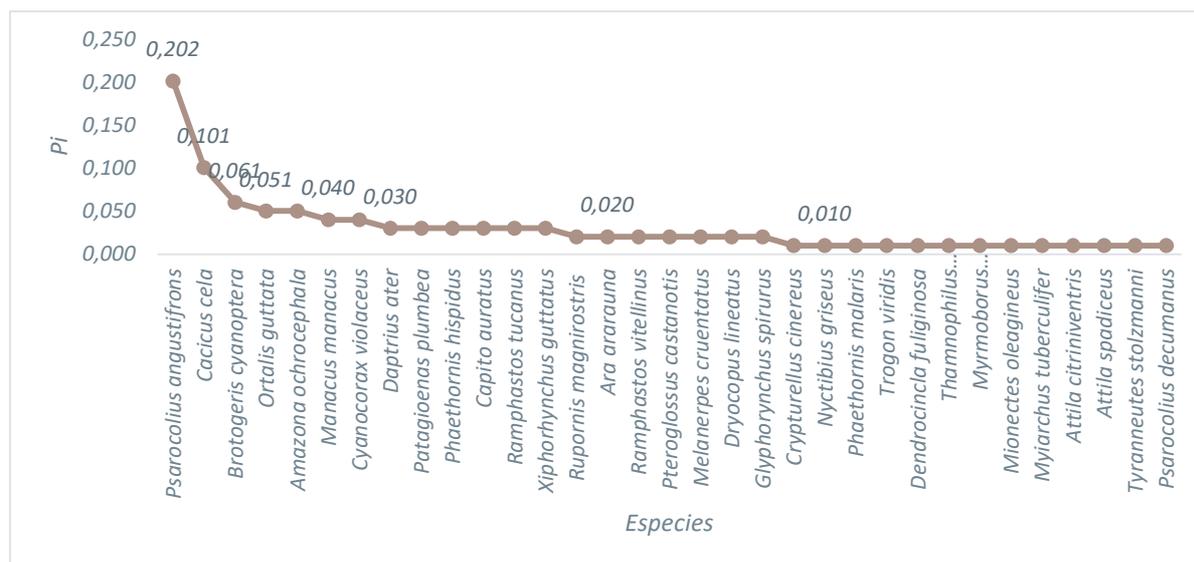
Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquerito Ventriocráceo	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón Crestioscuro	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila citriniventris</i>	Atila Ventricitrino	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila Polimorfo (Variable)	1
Passeriformes	Pipridae	<i>Tyranneutes stolzmanni</i>	Saltarincillo Enano	1
Passeriformes	Pipridae	<i>Manacus manacus</i>	Saltarín Barbiblanco	4
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca Violácea	4
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola Dorsirrojiza	20
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropéndola Crestada	1
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique Lomiamarillo	10

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con dos especies Abundantes, tres especies Comunes y la mayoría de las especies Poco comunes. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Psarocolius angustifrons* (oropéndola dorsirrojiza), con un valor de  $P_i = 0,202$ .



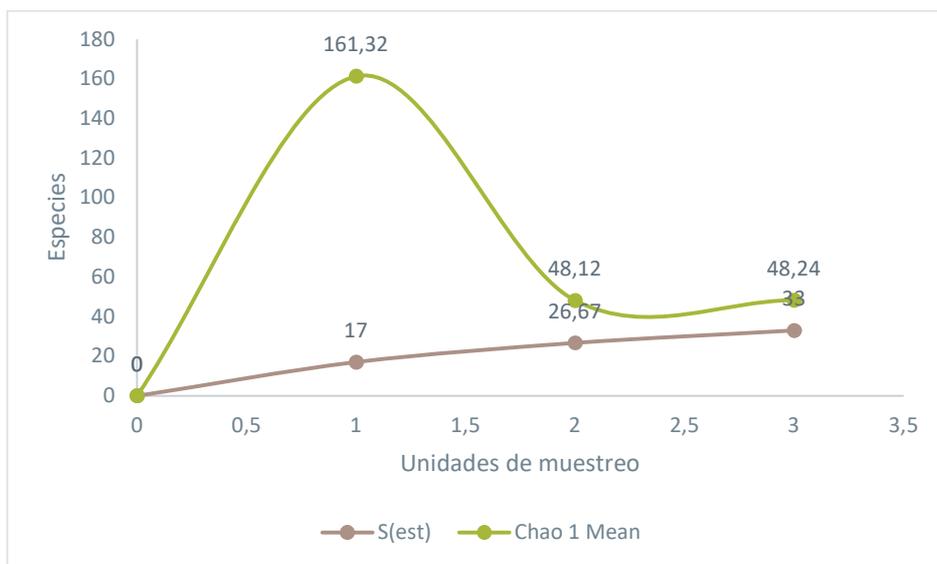
**Figura 3-88 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-02**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva de Acumulación de Especies

El análisis de la curva de acumulación de especies muestra una tendencia a estabilizarse a partir de la segunda unidad de muestreo. En este punto se registraron 33 especies de avifauna, en función de este valor, el estimado Chao 1 sugiere una riqueza esperada de 48,24 especies; es decir, en el presente muestreo se registró un 68,40 % de la riqueza total estimada. Esto nos permite concluir que el esfuerzo de muestreo fue adecuado, además la curva de acumulación tiende a la asíntota.



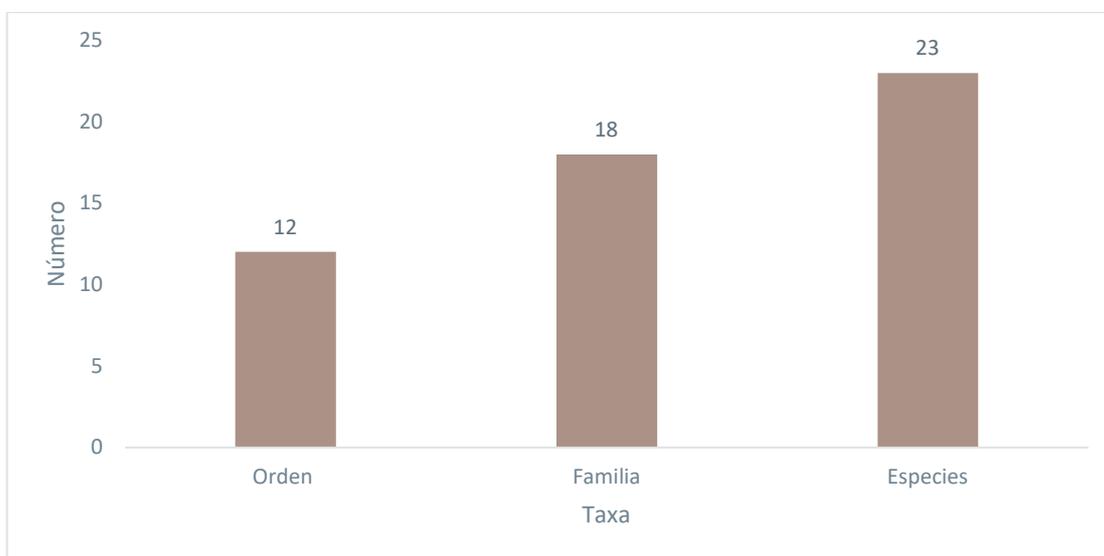
**Figura 3-89 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Punto PMA-02**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Análisis General para Cualitativos Asociados (POA-01 y POA-02)

#### Riqueza General

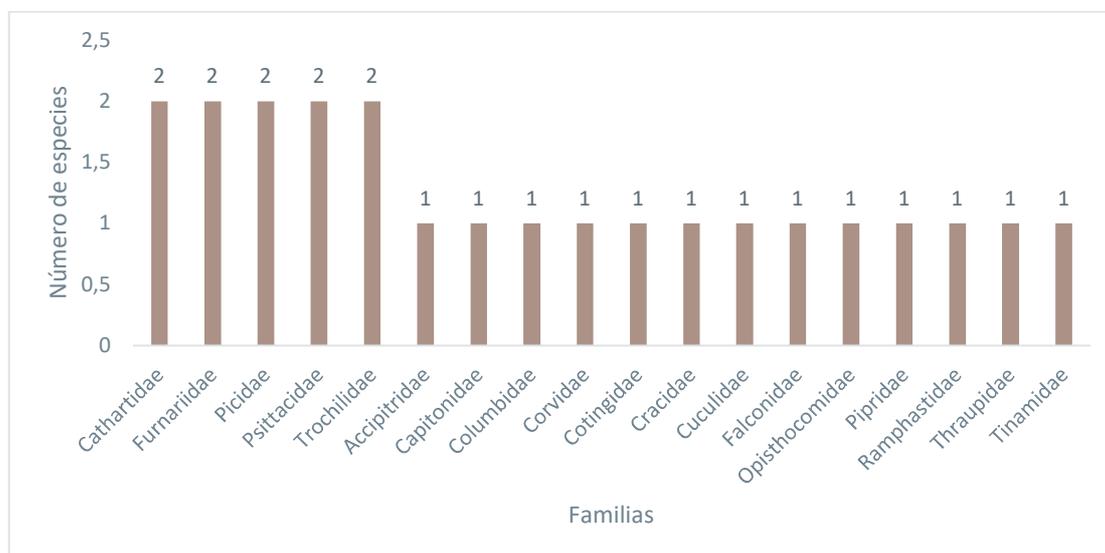
En base a las metodologías cualitativas, se registró un total de 23 especies pertenecientes a 18 familias y 12 órdenes. El orden más representativo fue el de los Passeriformes, con seis especies y cinco familias.



**Figura 3-90 Riqueza de Especies de Aves Registradas Mediante Metodologías Cualitativas en los Puntos POA-01 y POA-02**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Las familias Cathartidae, Furnariidae, Picidae, Psittacidae y Trochilidae presentaron la mayor riqueza, con dos especies cada una. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.



**Figura 3-91** Número de Especies por Familia de las Especies Registradas mediante Muestreos Cualitativos en los Puntos POA-01 y POA-02

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Tabla 3-123** Especies Registradas en los Puntos POA-01 y POA-02

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i>	Tinamú cinéreo
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca (guacharaca) jaspeada
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes melambrotus</i>	Gallinazo cabeciamarillo mayor
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero
Falconiformes	Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma plumiza
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanoptera</i>	Perico alicobáltico
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	Amazona coroniamarilla
Opisthocomiformes	Opisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	Hoatzín
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>	Garrapatero mayor
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño barbiblanco
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis malaris</i>	Ermitaño piquigrande
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo filigrana
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán goliblanco
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero penachiamarillo
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Trepatroncos pardo
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorynchus spirurus</i>	Trepatroncos piquicuña
Passeriformes	Cotingidae	<i>Querula purpurata</i>	Querula golipúrpura
Passeriformes	Pipridae	<i>Manacus manacus</i>	Saltarín barbiblanco
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	Saltador golianteado

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Análisis por Punto de Muestreo Cualitativo Asociados a Puntos Cuantitativos

#### *POA-01*

#### Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-01 se registró un total de 13 especies pertenecientes a 11 familias y ocho órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con tres familias y cuatro especies. A nivel de familias, las más abundantes fueron Cathartidae y Furnariidae, con dos especies cada una. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

**Tabla 3-124 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-01**

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes melambrotus</i>	Gallinazo cabeciamarillo mayor
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma plumiza
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanoptera</i>	Perico alicobáltico
Opisthocomiformes	Opisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	Hoatzín
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>	Garrapatero mayor
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño barbiblanco
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo filigrana
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán goliblanco
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Trepatroncos pardo
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorynchus spirurus</i>	Trepatroncos piquicuña
Passeriformes	Cotingidae	<i>Querula purpurata</i>	Querula golipúrpura
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	Saltador golianteado

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### *POA-02*

#### Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-02 se registró un total de 15 especies pertenecientes a 13 familias y nueve órdenes, siendo el orden más representativo el de los Piciformes, con tres familias y cuatro

especies. A nivel de familias, las más abundantes fueron Psittacidae y Picidae, con dos especies cada una. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

**Tabla 3-125 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-02**

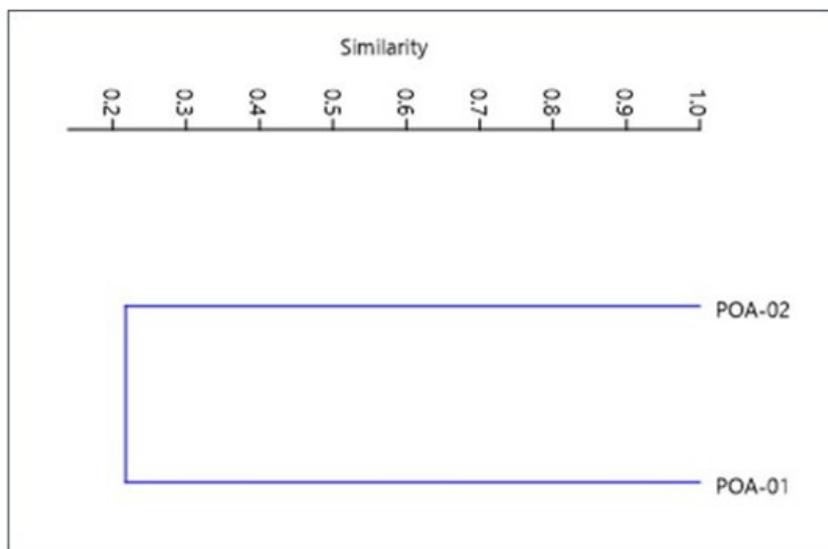
Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i>	Tinamú cinéreo
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca (guacharaca) jaspeada
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero
Falconiformes	Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma plumiza
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	Perico alicobáltico
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	Amazona coroniamarilla
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis malaris</i>	Ermitaño piquigrande
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo filigrana
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán goliblanco
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero penachiamarillo
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorynchus spirurus</i>	Trepatroncos piquicuña
Passeriformes	Pipridae	<i>Manacus manacus</i>	Saltarín barbiblanco
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Similitud

De acuerdo con el Índice de Jaccard, se observa que los puntos de muestreo POA-01 y POA-02 son similares en su composición, con una similitud del 21 %.



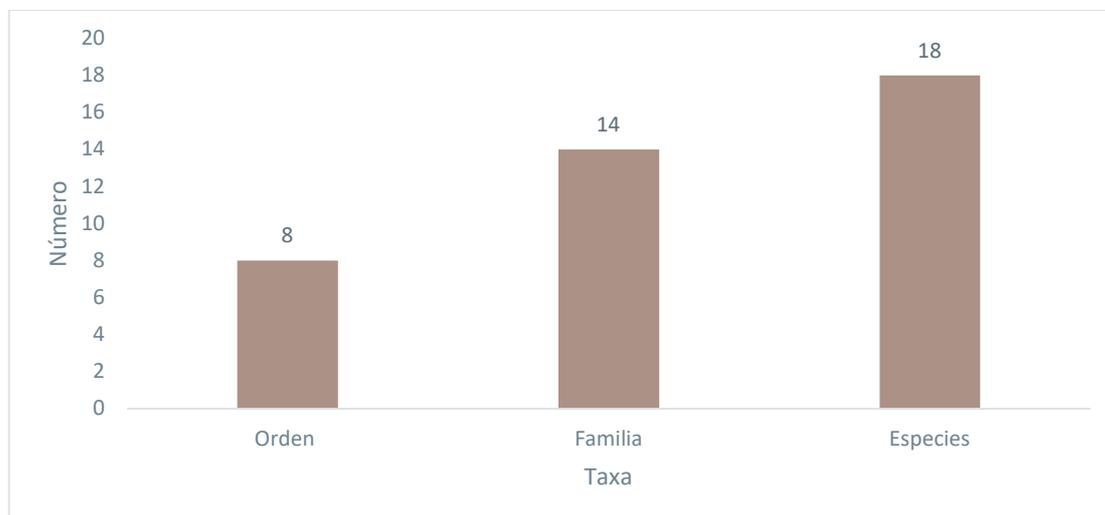
**Figura 3-92 Gráfica de Similitud entre los Puntos Cualitativos de Avifauna**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### **Análisis General para Cualitativos Independientes (POA-03 y POA-04)**

#### Riqueza General

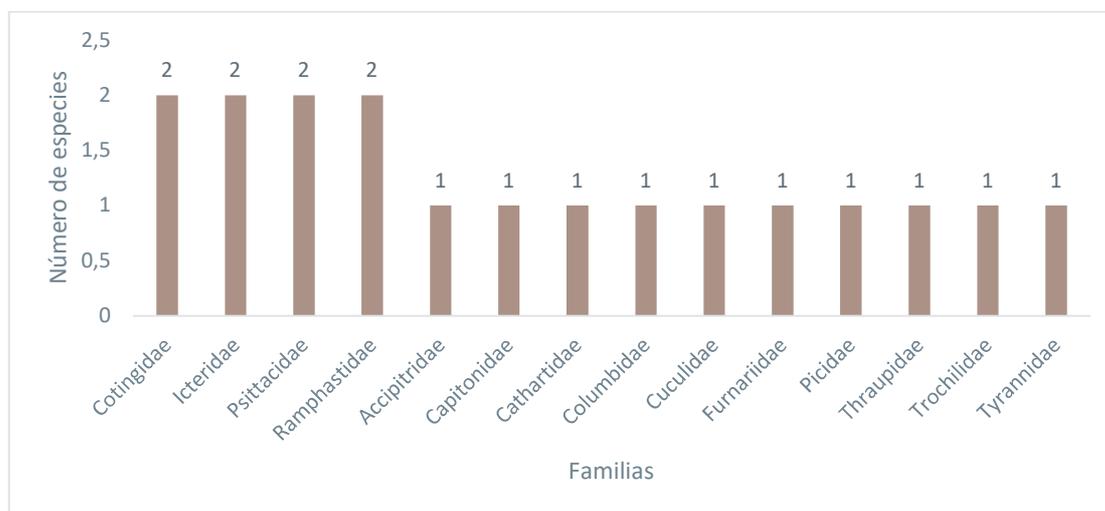
En base a las metodologías cualitativas, como riqueza general de los puntos cualitativos independientes POA-03 y POA-04, se registró un total de 18 especies pertenecientes a 14 familias y ocho órdenes. El orden más representativo fue el de los Passeriformes, con siete especies y cinco familias.



**Figura 3-93 Riqueza de Especies de Aves Registradas Mediante Metodologías Cualitativas en los Puntos POA-03 y POA-04**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Las familias Cotingidae, Icteridae, Psittacidae y Ramphastidae presentaron la mayor riqueza, con dos especies cada una. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.



**Figura 3-94** Número de Especies por Familia de las Especies Registradas mediante Muestreos Cualitativos en los Puntos POA-03 y POA-04

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Tabla 3-126** Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en los Puntos Cualitativos POA-03 y POA-04

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma plumiza
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanoptera</i>	Perico alicobáltico
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	Amazona coroniamarilla
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño barbiblanco
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo filigrana
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán goliblanco
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán piquiacanalado
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero penachiamarillo
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Trepatroncos piquicuña
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila polimorfo (variable)
Passeriformes	Cotingidae	<i>Lipaugus vociferans</i>	Pijá gritona
Passeriformes	Cotingidae	<i>Querula purpurata</i>	Querula golipúrpura
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	Saltador golianteado
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola dorsirrojiza
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique lomiamarillo

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Análisis por Punto de Muestreo Cualitativo Independiente

#### *POA-03*

##### Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-03 se registró un total de 11 especies pertenecientes a ocho familias y cinco órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con tres familias y cuatro especies. A nivel de familias, las más abundantes fueron Psittacidae, Ramphastidae y Cotingidae, con dos especies. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

**Tabla 3-127 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-03**

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma plumiza
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogetis cyanopectera</i>	Perico alicobáltico
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	Amazona coroniamarilla
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño barbiblanco
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo filigrana
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán goliblanco
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán piquiacanalado
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Trepatroncos piquicuña
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila polimorfo (variable)
Passeriformes	Cotingidae	<i>Lipaugus vociferans</i>	Pijá gritona
Passeriformes	Cotingidae	<i>Querula purpurata</i>	Querula golipúrpura

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

#### *POA-04*

##### Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-04 se registró un total de 11 especies pertenecientes a 10 familias y ocho órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con dos familias y tres especies. A nivel de familias, la más abundante fue Icteridae, con dos especies; el resto de las familias obtuvo una especie cada una.

**Tabla 3-128 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-04**

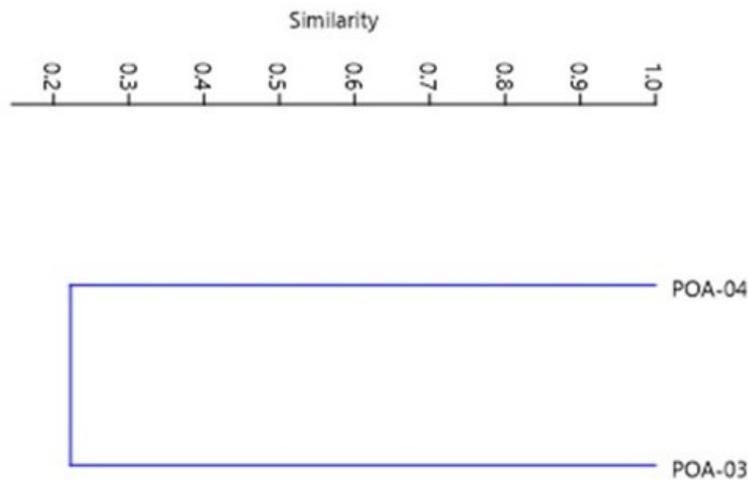
Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma plumiza
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogetis cyanopectera</i>	Perico alicobáltico
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño barbiblanco

Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán goliblanco
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero penachiamarillo
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	Saltador golianteado

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

### Similitud

De acuerdo con el Índice de Jaccard, se observa que los puntos de muestreo POA-03 y POA-04 son similares en su composición, con una similitud del 22 %.



**Figura 3-95 Gráfica de Similitud entre los Puntos Cualitativos Independientes de Avifauna**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

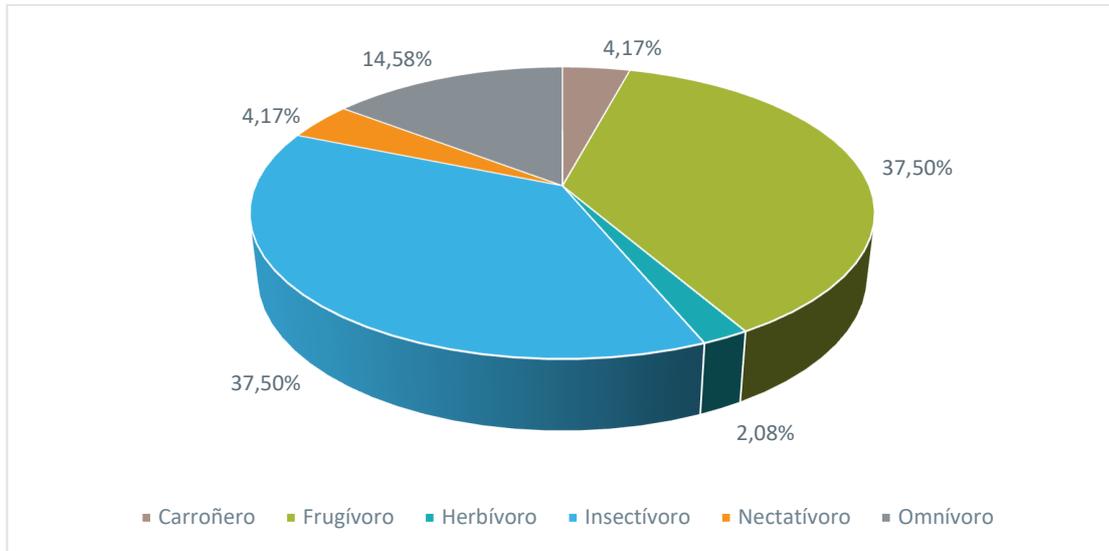
### Aspectos Ecológicos

#### Gremio Trófico

De las 48 especies de aves registradas en el área de estudio mediante los métodos de muestreo cuantitativo y cualitativo se definió la existencia de seis gremios tróficos: insectívoro, frugívoro, nectarívoro, omnívoro, herbívoro y carroñero.

Como se aprecia en la siguiente figura, el grupo de los insectívoros y los frugívoros fueron los más representativos en el área de estudio, con 37,5 % (N = 18) cada uno; omnívoros, con el 14,58 % (N = 7); nectarívoros y carroñeros, con el 4,17 % (N = 2) cada uno; finalmente, los herbívoros, con el 2,08 % (N = 1) del total de las especies registradas.

Los gremios alimenticios estuvieron bien representados en el área de estudio sugiriendo una buena estructura de la comunidad de aves con representantes en todos los niveles tróficos, lo que muestra que el área todavía mantiene una estructura ecológica compleja.



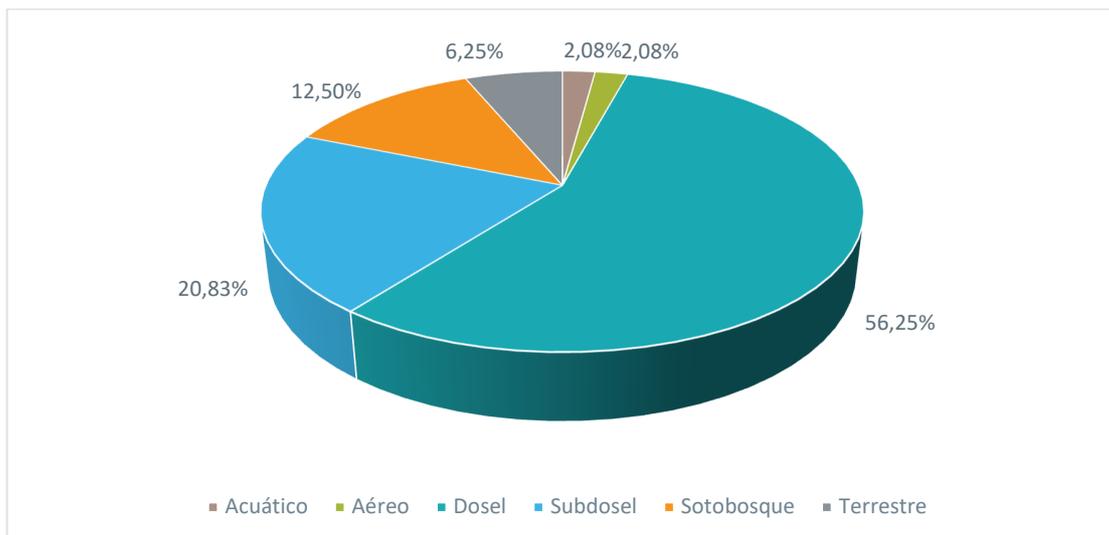
**Figura 3-96** Porcentaje de Especies en cada Nicho Trófico Registrado en el Área de Estudio

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Distribución Vertical

Debido a su elevada capacidad de movilidad, las aves son altamente sensibles a la estratificación vertical de la vegetación. Para las especies registradas en el área de estudio se definieron seis estratos: aéreo, sotobosque, dosel, subdosel, acuático y terrestre.

En la Figura 3-97 se observa que los estratos más utilizados por las especies registradas son el dosel, con el 56,25 % (N = 27); y el subdosel, con el 20,83 % (N = 10). Mientras tanto, los estratos menos representados fueron sotobosque, con el 12,50 % (N = 6); terrestre, con el 6,25 % (N = 3); y aéreo y acuático, con el 2,08 % (N = 1) cada uno.

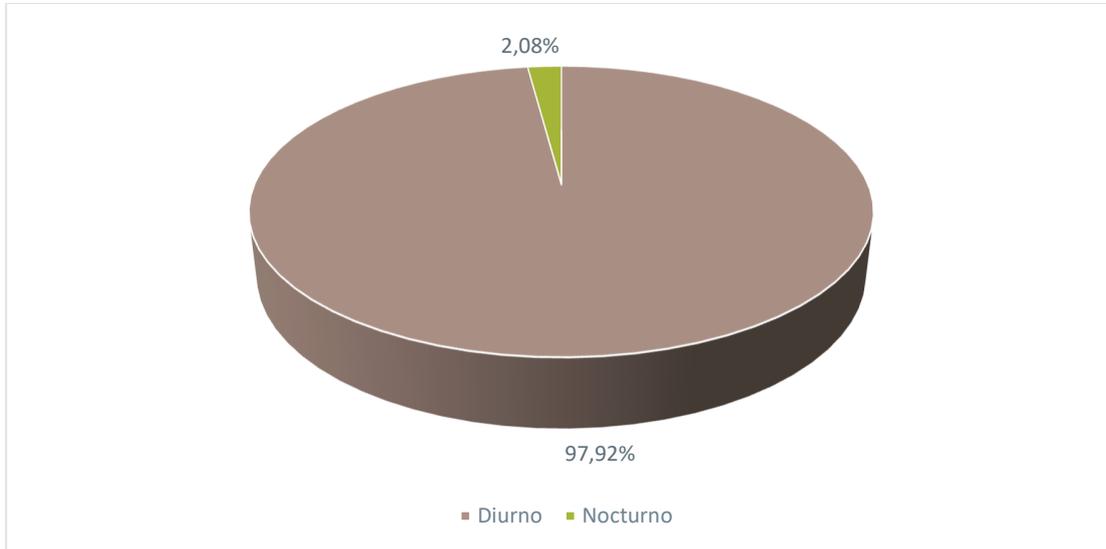


**Figura 3-97** Porcentaje de Especies en cada Distribución Vertical de Especies

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Hábito

Respecto a los hábitos de las aves (N = 48), se registró el 97,92 % (N = 47) de aves diurnas y el 2,08 % de aves nocturnas (N = 1), este hábito está representado por la especie *Nyctibius griseus*.

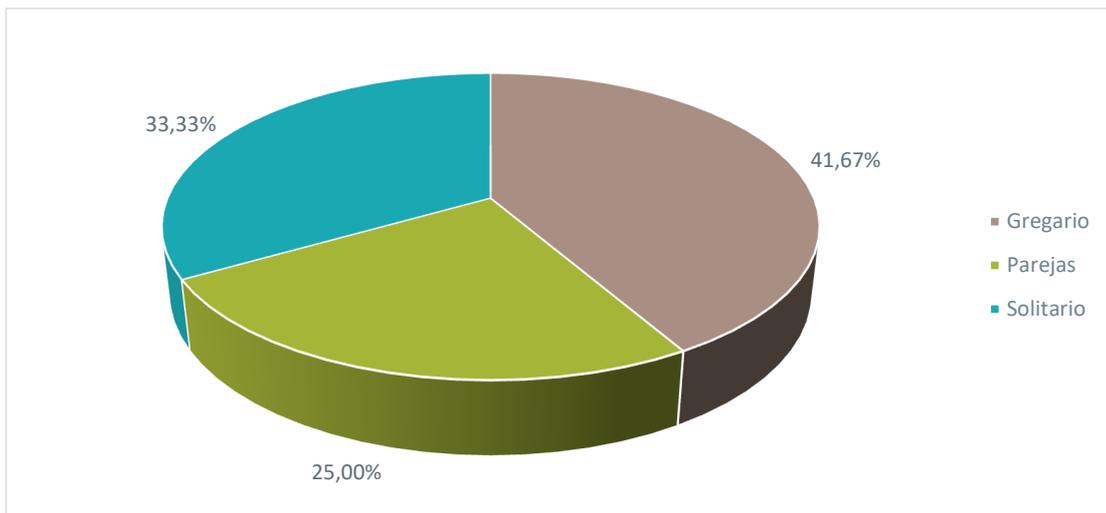


**Figura 3-98 Porcentaje de Especies según su Hábito**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Sociabilidad

Entre las especies registradas, se definieron tres tipos de comportamiento social: parejas, solitario y gregario. El tipo de comportamiento gregario dominó en el área, con el 41,67 % (20 especies); seguido del grupo solitario, con el 33,33 % (16 especies); el resto de las especies pertenece al grupo de parejas, con el 25 % (N = 12).

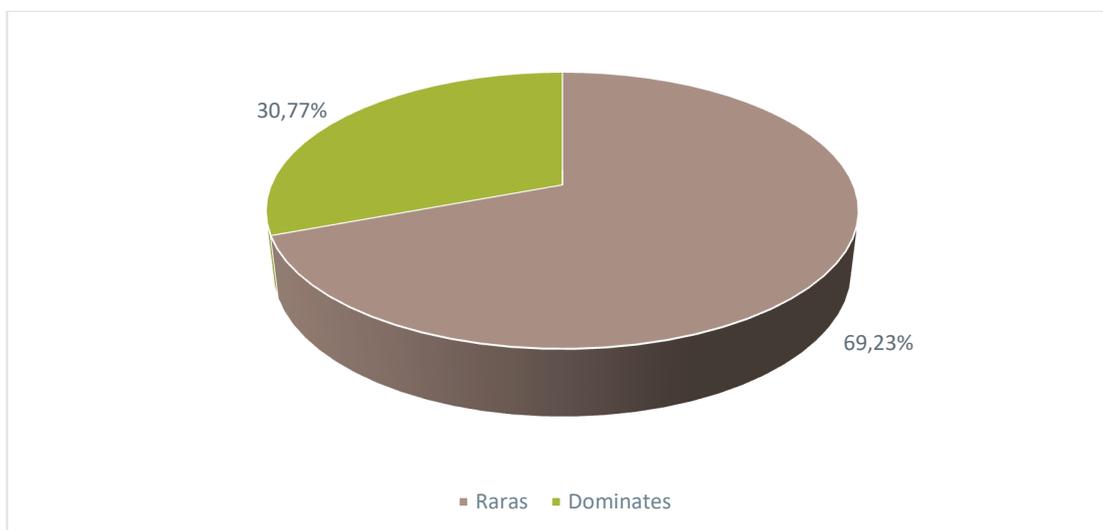


**Figura 3-99 Porcentaje de Especies Según su Sociabilidad**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Especies Dominantes y Raras

Dentro de los puntos cuantitativos se registró a cuatro especies dominantes: *Psarocolius angustifrons* (N = 37), *Cacicus cela* (N = 18), *Brotogeris cyanopectera* (N = 13) y *Amazona ochrocephala* (N = 9). Las especies consideradas raras (un solo individuo registrado) fueron nueve.



**Figura 3-100 Porcentaje de Especies Dominantes y Raras**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Estado de Conservación

De las 48 especies registradas, 46 se consideran en la categoría de Preocupación menor (LC) y dos especies en categoría Casi amenazada (NT) a nivel nacional (listas rojas); mientras que a nivel global (UICN) todas las especies registradas están dentro de la categoría de Preocupación menor (LC). Además, se registró a 11 especies en el Apéndice II de CITES, en su gran mayoría representadas por la familia Psittacidae.

**Tabla 3-129 Estado de Conservación de las Especies Registradas en el Área de Muestreo**

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	UICN Global	Lista Roja Ecuador	CITES (2020)	Endemismo
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i>	Tinamú cinéreo	LC	LC	-	No
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca (guacharaca) jaspeada	LC	LC	-	No
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes melambrotus</i>	Gallinazo cabeciamarillo mayor	LC	LC	-	No
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	LC	LC	-	No
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero	LC	LC	II	No
Falconiformes	Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro	LC	LC	II	No

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	UICN Global	Lista Roja Ecuador	CITES (2020)	Endemismo
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma plumiza	LC	LC	-	No
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azuliamarillo	LC	NT	II	No
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanoptera</i>	Perico alicobáltico	LC	LC	II	No
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	Amazona coroniamarilla	LC	LC	II	No
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>	Amazona alinaranja	LC	LC	II	No
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	Amazona harinosa	LC	NT	II	No
Opisthocomiformes	Opisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	Hoatzín	LC	LC	-	No
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>	Garrapatero mayor	LC	LC	-	No
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso	LC	LC	-	No
Nyctibiiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius griseus</i>	Nictibio (puntepalo) común	LC	LC	-	No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño barbiblanco	LC	LC	II	No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis malaris</i>	Ermitaño piquigrande	LC	LC	II	No
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon viridis</i>	Trogón dorsiverde (coliblanco amazónico)	LC	LC	-	No
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo filigrana	LC	LC	-	No
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán goliblanco	LC	LC	II	No
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán piquiacanalado	LC	LC	II	No
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari orejicastaño	LC	LC	-	No
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero penachiamarillo	LC	LC	-	No
Piciformes	Picidae	<i>Celeus elegans</i>	Carpintero castaño	LC	LC	-	No
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	LC	LC	-	No
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Trepatroncos pardo	LC	LC	-	No
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Trepatroncos piquicuña	LC	LC	-	No

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	UICN Global	Lista Roja Ecuador	CITES (2020)	Endemismo
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	Trepatroncos golienteado	LC	LC	-	No
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus schistaceus</i>	Batará allilano	LC	LC	-	No
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Hypocnemis peruviana</i>	Hormiguero gorjeador peruano	LC	LC	-	No
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Willisornis poecilinotus</i>	Hormiguero dorsiescamoso	LC	LC	-	No
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmoborus myotherinus</i>	Hormiguero carinegro	LC	LC	-	No
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Akletos melanoceps</i>	Hormiguero hombril blanco	LC	LC	-	No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquerito ventriocráceo	LC	LC	-	No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón crestioscuro	LC	LC	-	No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila citriniventris</i>	Atila ventricitrino	LC	LC	-	No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila polimorfo (variable)	LC	LC	-	No
Passeriformes	Cotingidae	<i>Lipaugus vociferans</i>	Pijá gritona	LC	LC	-	No
Passeriformes	Cotingidae	<i>Querula purpurata</i>	Querula golipúrpura	LC	LC	-	No
Passeriformes	Pipridae	<i>Tyranneutes stolzmanni</i>	Saltarincillo enano	LC	LC	-	No
Passeriformes	Pipridae	<i>Manacus manacus</i>	Saltarín barbiblanco	LC	LC	-	No
Passeriformes	Pipridae	<i>Ceratopipra erythrocephala</i>	Saltarín capuchidorado	LC	LC	-	No
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea	LC	LC	-	No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	Saltador golienteado	LC	LC	-	No
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola dorsirrojiza	LC	LC	-	No
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropéndola crestada	LC	LC	-	No
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique lomiamarillo	LC	LC	-	No

Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; Datos Insuficientes (DD), Preocupación menor (LC), Casi amenazado (NT), Vulnerable (VU), En peligro (EN), En peligro crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

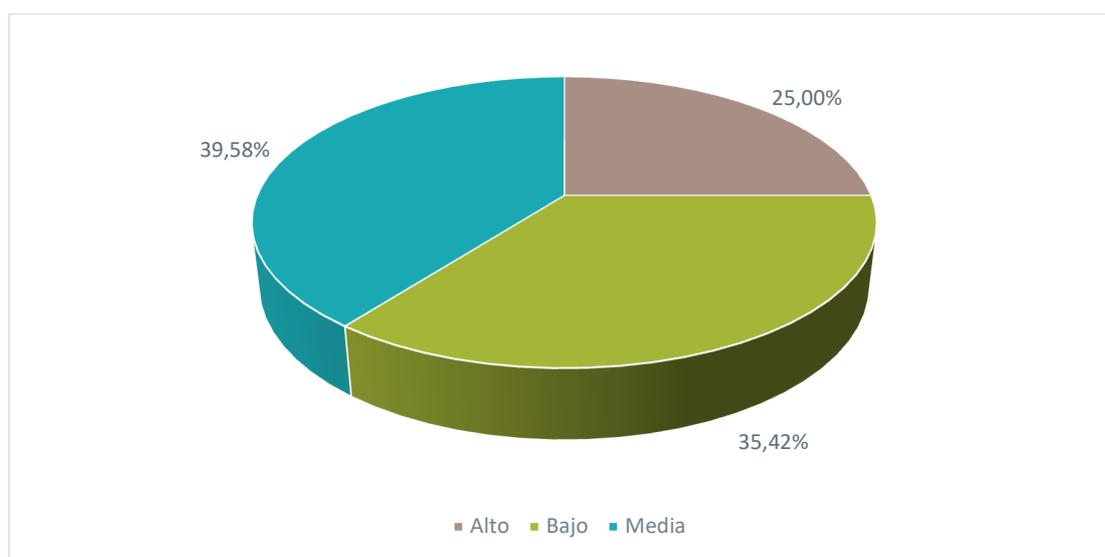
Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Especies Sensibles

La sensibilidad de especies de aves se basó en Stotz et al., 1996. De acuerdo con el autor, las aves presentan tres diferentes grados de sensibilidad: Alta (H), cuando las aves prefieren hábitats en buen estado de conservación (bosques maduros, secundarios en regeneración antigua y/o remanentes de vegetación madura poco intervenidos); Media, cuando las aves soportan cambios ambientales mínimos y se las encuentra tanto en bosques alterados como bosques bien conservados; y Baja (L), son especies que muestran una alta tolerancia a zonas intervenidas o con presencia de actividades antrópicas.

En el actual monitoreo se registró un total de 48 especies distribuidas en dos puntos cuantitativos y cuatro cualitativos, siendo la categoría Media la de mayor representación, con un total de 19 especies correspondientes al 39,58 %; seguidas de las especies de sensibilidad Baja, con el 35,42 % (17); y, por último, las especies con sensibilidad Alta, con el 25 % (12).



**Figura 3-101 Porcentaje de Sensibilidad de las Especies de Aves Registradas en el Área de Muestreo**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

En todos los puntos de muestreo se registraron especies con los diferentes tipos de sensibilidad (Tabla 3-130).

**Tabla 3-130 Especies de Sensibilidad Alta y Media por Punto de Muestreo**

Especies	PMA-01	PMA-02	POA-01	POA-02	POA-03	POA-04
<b>Alta</b>						
<i>Attila citriniventris</i>	x	x				
<i>Ceratopipra erythrocephala</i>	x					
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	x	x	x			
<i>Lipaugus vociferans</i>					x	
<i>Myrmoborus myotherinus</i>	x	x				
<i>Patagioenas plumbea</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Phaethornis malaris</i>		x		x		

<b>Especies</b>	<b>PMA-01</b>	<b>PMA-02</b>	<b>POA-01</b>	<b>POA-02</b>	<b>POA-03</b>	<b>POA-04</b>
<i>Pteroglossus castanotis</i>		x				
<i>Ramphastos tucanus</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Ramphastos vitellinus</i>	x	x			x	
<i>Thamnophilus schistaceus</i>	x	x				
<i>Tyranneutes stolzmanni</i>	x	x				
<b>Media</b>						
<i>Akletos melanoceps</i>	x					
<i>Amazona amazonica</i>	x					
<i>Amazona ochrocephala</i>	x	x		x	x	
<i>Ara ararauna</i>	x	x				
<i>Attila spadiceus</i>	x	x			x	
<i>Brotogeris cyanoptera</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Capito auratus</i>	x	x	x	x	x	
<i>Cathartes melambrotus</i>			x			
<i>Celeus elegans</i>	x					
<i>Crotophaga major</i>			x			
<i>Glyphorynchus spirurus</i>	x	x	x	x	x	
<i>Hypocnemis peruviana</i>	x					
<i>Mionectes oleagineus</i>		x				
<i>Opisthocomus hoazin</i>			x			
<i>Phaethornis hispidus</i>	x	x	x		x	x
<i>Psarocolius decumanus</i>		x				
<i>Querula purpurata</i>	x		x		x	
<i>Trogon viridis</i>	x	x				
<i>Willisornis poecilinotus</i>	x					

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Especies Indicadoras

Como grupo indicador se ha analizado al gremio trófico de los insectívoros. El análisis basado en este gremio constituye una de las herramientas más útiles para determinar la calidad y el estado de un ecosistema. La selección de este gremio alimentario (Cuculidae, Nyctibiidae, Furnariidae, Icteridae, Picidae, Thamnophilidae, Cotingidae y Tyrannidae) como indicador (población/especie) se debe a las siguientes razones:

- > Suficientemente sensibles para detectar las fases de cambio
- > Distribuidas a una escala geográfica amplia o ampliamente aplicables
- > Capaces de proporcionar evaluaciones continuas
- > Fáciles de medir, probar y calcular

- > Relativamente independientes del tamaño de la muestra
- > Capaces de diferenciar entre ciclos o tendencias naturales y aquellos inducidos por perturbaciones antrópicas

Adicionalmente, se analizó a las especies insectívoras que ocupan los estratos inferiores del bosque (sotobosque, terrestres), ya que se ha visto que estas especies han mostrado la mayor sensibilidad a los cambios de hábitat; por lo tanto, se sugiere separar al gremio de los insectívoros en los estratos que ocupan.

Debe tomarse en cuenta que por la movilidad que presentan las aves, no debe restringirse su ausencia o presencia dentro de una locación (al momento de realizar el muestreo de línea base) para inferir cambios localizados. La disminución de la riqueza o abundancia en el área deberá ser considerada como indicador de los cambios positivos o negativos ya que factores como el ruido, el desbroce de vegetación, etc., pueden determinar cambios en la estructura de las poblaciones del sector y no necesariamente dentro de un punto específico de muestreo.

**Tabla 3-131 Especies Indicadoras por Punto de Muestreo**

Especies/Punto de Muestreo	PMA-01	PMA-02	POA-01	POA-02	POA-03	POA-04
<i>Akletos melanoceps</i>	1					
<i>Attila citriniventris</i>	1	1				
<i>Celeus elegans</i>	1					
<i>Crotophaga ani</i>						1
<i>Crotophaga major</i>			1			
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	1	1	1			
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	1	1	1	1	1	
<i>Hypocnemis peruviana</i>	1					
<i>Lipaugus vociferans</i>					1	
<i>Melanerpes cruentatus</i>		1		1		1
<i>Mionectes oleagineus</i>		1				
<i>Myiarchus tuberculifer</i>		1				
<i>Myrmoborus myotherinus</i>	1	1				
<i>Nyctibius griseus</i>		1				
<i>Psarocolius decumanus</i>		1				
<i>Thamnophilus schistaceus</i>	1	1				
<i>Willisornis poecilinotus</i>	1					
<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	1	1				

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Uso del Recurso

En general, las comunidades aledañas no efectúan usos directos de los grupos de aves presentes en el sector.

### Comparación con Estudios Anteriores

Dentro del área geográfica del proyecto se ha realizado varios monitoreos en distintos puntos para registrar la riqueza de avifauna del lugar. Cabe mencionar que el presente estudio corresponde al levantamiento de información de nuevos puntos y transectos de observación dentro del área para construir la línea base de este componente. Es por tal motivo que en la siguiente figura y tabla solo se muestra los datos correspondientes a la riqueza general de todos los estudios realizados. Para este nuevo estudio del 2023 se registraron 48 especies, considerando metodologías cualitativas y cuantitativas. En la siguiente figura se puede observar cómo el valor de la riqueza tiende a estabilizarse para los monitoreos anteriores que se encuentran en una misma área. El valor registrado para este estudio correspondería al primer valor tomado como referencia para futuros monitoreos en los nuevos puntos dentro del área geográfica del proyecto. También es importante señalar que el área de los nuevos puntos comprende ecosistemas diferentes, por lo que no es posible una comparación con los datos anteriores.



**Figura 3-102 Riqueza de Avifauna Registrada en Estudios Anteriores**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Tabla 3-132 Riqueza de Avifauna Registrada en Estudios Anteriores**

Año	Riqueza General (Nro. Especies)	Índice de Shannon	Fuente
2014	97	4,4	Cardno-Entrix
2014	91	4,4	Walsh
2015	47	2,9	Efficacitas
2015	50	1,69	Efficacitas
2016	78	3,16	Sambito
2016	65	3,55	Cardno-Entrix
2017	60	3,92	Sambito
2017	62	3,99	Sambito
2018	63	3,55	Sambito
2018	64	3,67	Sambito

Año	Riqueza General (Nro. Especies)	Índice de Shannon	Fuente
2019	61	3,76	Sambito
2019	68	3,82	Sambito
2020	78	4,03	Sambito
2021	76	3,98	Pecksambiente
2022	57	3,64	Pecksambiente
2023	48	3,076	Entrix

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

## Discusión

La Amazonía y las tierras bajas del Napo son consideradas como áreas prioritarias para la conservación (Granizo et al., 2022). En esta región se encuentra el área de estudio. El total de las especies registradas en el área representa el 2,82 % de las 1699 especies registradas para el Ecuador (Freile et al., 2020).

Durante el presente estudio se registraron dos especies catalogadas como Casi Amenazadas que pertenecen a la familia Psittacidae; *Ara ararauna* (guacamayo azuliamarillo) y *Amazona farinosa* (amazona harinosa) según la Lista roja de Ecuador, 2019. Los psitácidos continúan siendo el grupo de aves con más especies amenazadas en el mundo, con el 27 % de las especies existentes (Bennett & Owens, 1997; Snyder, et al., 2000; Renjifo, 2018). Las causas principales de amenaza de estas especies es la pérdida de hábitat y la fragmentación, así como la sobreexplotación de sus poblaciones (Snyder et al., 2000; Baiser et al., 2018). La disminución de hábitats naturales a su vez reduce la diversidad y la abundancia de especies alterando la capacidad de los ecosistemas para mantener funciones o servicios ecosistémicos esenciales (Dirzo, et al., 2014; Hortal et al., 2020). La presencia de estas especies en el área puede atribuirse a que bosques aledaños están sufriendo presiones antrópicas lo que hace que estas especies busquen nuevos hábitats.

Los puntos PMA-01 y PMA-02 demostraron diferencias significativas con base en la riqueza. La riqueza en el punto PMA-01, con 28 registros, podría deberse y estar relacionada con las condiciones de degradación del hábitat de muchas especies de aves, ya que los hábitats naturales continúan en procesos de degradación y la acelerada transformación de los entornos (Sánchez Torres, 2022).

A pesar de que el punto PMA-02 se encuentra cercano a sitios de actividades antrópicas, en este se registró un número mayor de especies (33 spp.) en comparación con el punto PMA-01. Cabe señalar que la mayoría de las especies registradas en PMA-02 se caracterizan por presentarse en sitios intervenidos y que se adaptan a cambios en su hábitat (Fernández-Juricic et al., 2005; Chávez, 2017).

Las interacciones entre poblaciones de especies diferentes aportan a la conservación, restauración y al uso sostenible de los ecosistemas tropicales y a su vez pueden ser indicadores biológicos (Gregory & Van Strien, 2010; Opoku, 2019). Finalmente, las especies registradas en los puntos de estudio se encuentran en tres categorías de sensibilidad; Alta, Media y Baja (Stotz et al., 1996). El grupo con sensibilidad Media es el más representativo y se lo encuentra tanto en bosques alterados como bosques bien conservados.

Las especies registradas de avifauna podrían sufrir impactos directos o indirectos por las actividades hidrocarburíferas planificadas. Es así como el desbroce de vegetación para la construcción de plataformas, líneas de flujo y diferentes facilidades podrían aumentar el proceso agresivo y no controlado de deforestación y transformación de bosques en terrenos para la agricultura y ganadería, cambiando la estructura y composición de las poblaciones de aves, ya que disminuyen algunos recursos específicos (flores o frutos de especies de flora, hormigas) y podrían aumentar otros utilizados por especies generalistas (insectos). La dispersión de semillas por animales es un rol que acelera la regeneración en bosques tropicales degradados ayudando a una adecuada restauración de especies nativas. Diversos

estudios han encontrado que la dispersión por semillas por animales (a diferencia que la dispersión por viento, agua u otras formas) es mucho más efectiva en un bosque tropical, pues el 66 % de las especies de árboles grandes eran dispersadas por animales (en especial aves y mamíferos) dando una mayor probabilidad de germinación de semillas por medio de sus excretas (Gaviria, 2017). Po esta razón una posible reducción de las abundancias en aves repercutirá directamente sobre servicios ecosistémicos como la polinización y la dispersión de semillas en las que se encuentran involucradas este tipo de especies.

### 3.2.5.2.2 Mastofauna

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levantada para el presente estudio, y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos, donde se puede revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo; D. Registro Fotográfico, D.2 Biótico.

### Análisis General

#### Riqueza de Especies

En el área de estudio, se reportó un total de 21 especies de mamíferos agrupados en nueve familias y siete órdenes. En la siguiente tabla se detallan los órdenes y número de especies registradas.

**Tabla 3-133 Mastofauna Registrada en el Área de Estudio del Bloque Singue**

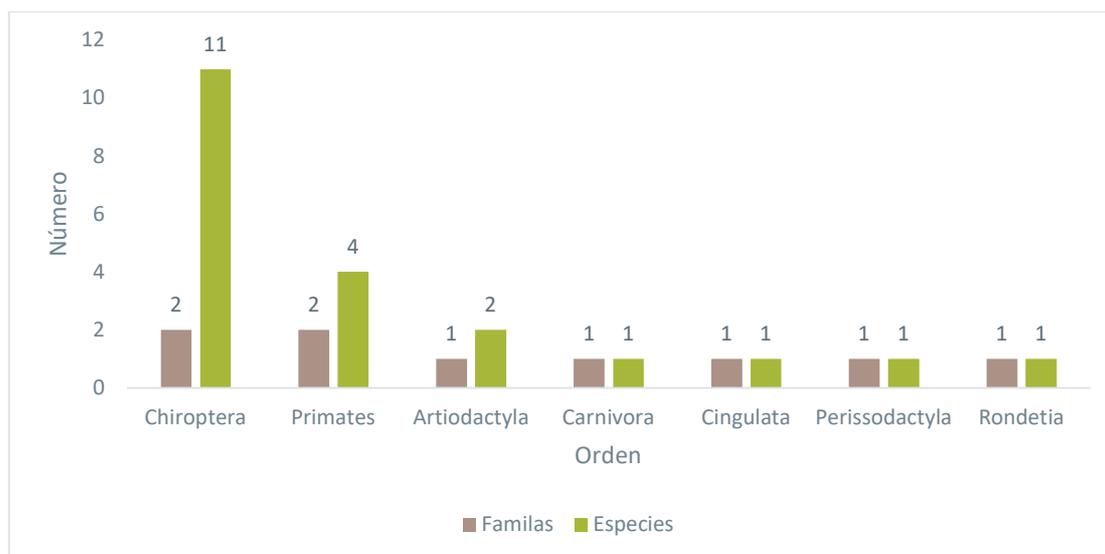
Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama sp.</i>	Venados
			<i>Mazama nemorivaga</i>	Corzuela marrón amazónica
	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Coatí sudamericano
	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus obscurus</i>	Murciélago frutero oscuro
			<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano
			<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta
			<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	Murciélago rayado de nariz peluda
			<i>Mesophylla macconnelli</i>	Murciélago de McConnell
			<i>Miconycteris megalotis</i>	Murciélago orejudo pequeño
			<i>Phyllostomus elongatus</i>	Murciélago nariz de lanza menor
			<i>Rhinophylla fischeriae</i>	Murciélago frutero pequeño de Fischer
			<i>Rhinophylla pumilio</i>	Murciélago frutero pequeño enano
			<i>Tonatia maresi</i>	Murciélago de orejas redondas de cabeza rayada de Mares
		Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago grande de sacos alares
	Cingulata	Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas
	Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir amazónico
	Primates	Cebidae	<i>Cebus yuracus</i>	Capuchino blanco del Maraón
			<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla de Humboldt
		Pitheciidae	<i>Pithecia cf. milleri</i>	Saki de Miller
			<i>Plecturocebus discolor</i>	Tití rojizo

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
	Rondetia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

La mayor diversidad se encontró en el orden Chiroptera, con dos familias y 11 especies, seguido del orden de Primates, con dos familias y cuatro especies, y Artiodactyla, con una familia y dos especies. En contraste, los órdenes Carnivora, Cingulata, Perissodactyla y Rodentia fueron representados por una sola familia y una especie cada uno.



**Figura 3-103 Diversidad Taxonómica de la Mastofauna Registrada en el Bloque Singue**

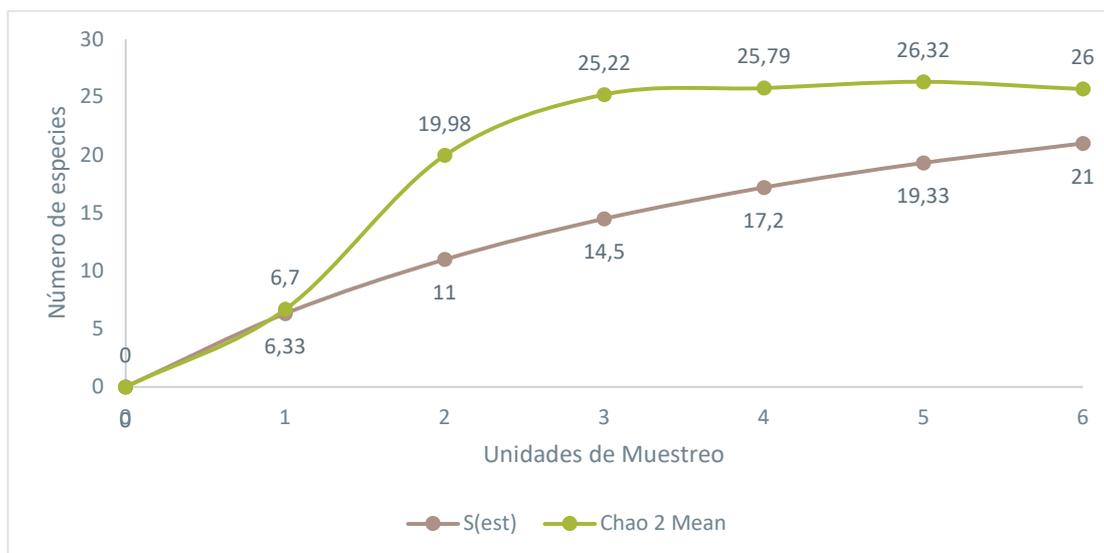
Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2

La curva de acumulación de especies para el área total se realizó de manera acumulada, es decir, tomando en cuenta todos los registros cuantitativos (PMM-01; PMM-02) y cualitativos (POM-01; POM-02; POM-03, POM-04).

El estimador Chao 2 reveló la presencia de 26 especies. Esto sugiere que las 21 especies ya identificadas representan el 81,74 % del total de especies que podrían potencialmente registrarse. La curva de acumulación presenta una pendiente baja al final de esta, que indica un esfuerzo de muestreo aceptable y representativo.



**Figura 3-104 Curva de Acumulación General de Especies de Mastofauna dentro del Bloque Singue**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Análisis Cuantitativo General

#### Riqueza de Especies

En el área de estudio, se reportó un total de 11 especies de mamíferos voladores, que se dividen en dos familias, todas ellas pertenecientes al orden Chiroptera. En la siguiente tabla se detallan las especies registradas.

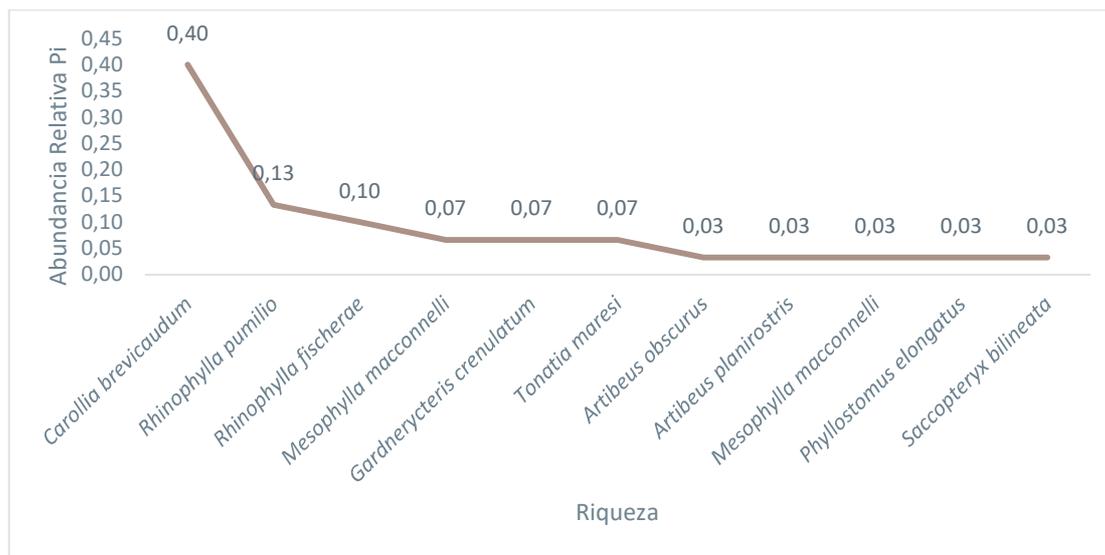
**Tabla 3-134 Mastofauna Registrada en el Área de Estudio del Bloque Singue**

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus obscurus</i>	Murciélago frutero oscuro
		<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano
		<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta
		<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	Murciélago rayado de nariz peluda
		<i>Mesophylla macconnelli</i>	Murciélago de McConnell
		<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejudo pequeño
		<i>Phyllostomus elongatus</i>	Murciélago nariz de lanza menor
		<i>Rhinophylla fischeriae</i>	Murciélago frutero pequeño de Fischer
		<i>Rhinophylla pumilio</i>	Murciélago frutero pequeño enano
		<i>Tonatia maresi</i>	Murciélago de orejas redondas de cabeza rayada de Mares
	Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago grande de sacos alares

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva Rango Abundancia

Como se puede apreciar, alrededor del 40 % (12 individuos) de la densidad de mastofauna registrada durante el presente estudio está representada por la especie *Carollia brevicaudum*; seguida de *Rhinophylla pumilio*, con el 13 % (cuatro individuos); y *Rhinophylla fischeriae*, con el 10 % (tres individuos). Por otro lado, se registró especies Poco comunes como *Mesophylla macconnelli*, *Gardnerycteris crenulatum* y *Tonatia maresi*, las cuales representaron el 7 %. Las especies restantes (*Artibeus obscurus*, *Artibeus planirostris*, *Mesophylla macconnelli*, *Phyllostomus elongatus*, *Saccopteryx bilineata*) fueron las menos representativas abarcando solo el 3 %.



**Figura 3-105 Curva de Rango/Dominancia de las Especies de Mastofauna Registradas en el Bloque Singue**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva de Acumulación y Chao 1

El estimador Chao 1 reveló la presencia de 13 especies. Esto sugiere que las 11 especies ya identificadas representan el 81,97 % del total de especies que podrían potencialmente registrarse. Esta información indica que la curva de especies está muy cercana a su asíntota, es decir, el esfuerzo de muestreo es aceptable y representativo.



**Figura 3-106 Curva de Acumulación de Especies de Mastofauna Registradas en el Bloque Singue**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Índices de Diversidad Alfa

#### Índice de Diversidad de Shannon

Para el área de estudio el índice de Shannon presenta un valor  $H' = 1,97$ .

**Tabla 3-135 Valores de Diversidad de Shannon Registrados en el Bloque Singue**

Índice	Valor
Riqueza	11
Abundancia	30
Shannon_H	1,97

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Al analizar los índices de diversidad de Shannon por punto de muestreo se puede observar que el punto PMM-01 presenta mayor diversidad (1,82), es decir, a pesar de que existe mayor riqueza en el punto PMM-02, las abundancias (factor que influye en el índice de diversidad de Shannon), se encuentran distribuidas de manera más equitativa en el punto PMM-01.

**Tabla 3-136 Valores de Diversidad de Shannon Registrados en los Puntos Cuantitativos**

Índice	PMM-01	PMM-02
Riqueza	7	8
Abundancia	12	18
Shannon_H	1,82	1,62

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Índice de Dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson muestra un valor de 0,21.

**Tabla 3-137 Valores de Dominancia Registrados en el Bloque Singue**

Índice	Valor
Dominancia (D)	0,21

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Al analizar el índice de dominancia por punto de muestreo se observa que el punto PMM-02 posee un mayor índice de dominancia debido a que la especie *Carollia brevicaudum* posee un 50 % de las abundancias totales siendo una especie dominante sobre el lugar de estudio. En contraste, las abundancias del punto PMM-01 se encuentran distribuidas más equitativamente, por lo cual no existe una especie que domine en el área. Esto guarda relación con los índices de diversidad ya que son opuestos al de dominancia.

**Tabla 3-138 Valores de Dominancia Registrados en los Puntos Cuantitativos**

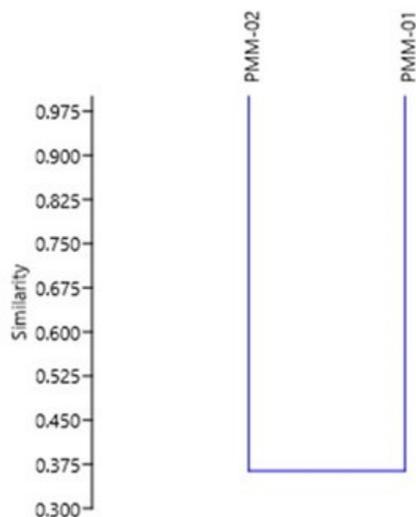
Índice	PMM-01	PMM-02
Dominancia (D)	0,18	0,29

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Índices de Diversidad Beta

De forma general, se observó que la similitud entre los sitios de muestreo (PMM-01, PMM-02) es media-baja, compartiendo un máximo del 36 %. Las especies compartidas en los dos puntos fueron: *Carollia brevicaudum*, *Mesophylla macconnelli*, *Rhinophylla fischeriae* y *Rhinophylla pumilio*. El dendrograma a continuación ofrece una representación visual de estos resultados.



**Figura 3-107 Clúster de Similitud entre los Puntos de Muestreo PMM-01 y PMM-02**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

## Análisis Cuantitativo por Punto de Muestreo

### PMM-01

#### *Riqueza*

En el área de estudio, se reportó un total de siete especies de mamíferos voladores, que se dividen en dos familias, todas ellas pertenecientes al orden Chiroptera. En la siguiente tabla se detallan las especies registradas.

**Tabla 3-139 Mastofauna Registrada en el Punto PMM-01 del Bloque Singue**

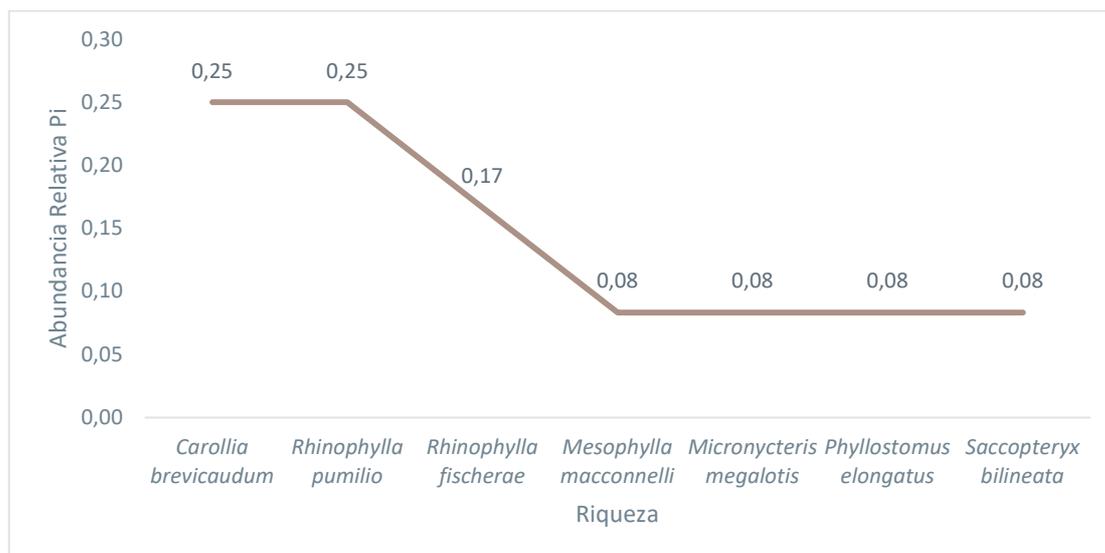
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta
		<i>Mesophylla macconnelli</i>	Murciélago de McConnell
		<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejudo pequeño
		<i>Phyllostomus elongatus</i>	Murciélago nariz de lanza menor
		<i>Rhinophylla fischeriae</i>	Murciélago frutero pequeño de Fischer
		<i>Rhinophylla pumilio</i>	Murciélago frutero pequeño enano
	Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago grande de sacos alares

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### *Curva de Rango Abundancia*

Como se puede apreciar, alrededor del 25 % (tres individuos) de la densidad de mastofauna registrada durante el presente estudio está representada por dos especies (*Carollia brevicaudum* y *Rhinophylla pumilio*). Por otro lado, *Rhinophylla fischeriae* representó el 17 % (dos individuos). Las especies restantes (*Mesophylla macconnelli*, *Micronycteris megalotis*, *Phyllostomus elongatus* y *Saccopteryx bilineata*) fueron las menos representativas abarcando solo 8 %.



**Figura 3-108 Curva de Rango/Dominancia de las Especies de Mastofauna Registradas en el Punto PMM-01 del Bloque Singue**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### PMM-02

#### *Riqueza*

En el área de estudio se reportó un total de ocho especies de mamíferos voladores, pertenecientes a la familia Phyllostomidae y al orden Chiroptera. En la siguiente tabla se detallan las especies registradas.

**Tabla 3-140 Mastofauna Registrada en el Punto PMM-02 del Bloque Singue**

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus obscurus</i>	Murciélago frutero oscuro
		<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano
		<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta
		<i>Mesophylla macconnelli</i>	Murciélago de McConnell
		<i>Rhinophylla fischeriae</i>	Murciélago frutero pequeño de Fischer
		<i>Rhinophylla pumilio</i>	Murciélago frutero pequeño enano
		<i>Tonatia maresi</i>	Murciélago de orejas redondas de cabeza rayada de Mares
		<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	Murciélago rayado de nariz peluda

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### *Curva de Rango Abundancia*

Como se puede apreciar, alrededor del 50 % (nueve individuos) de la densidad de mastofauna registrada durante el presente estudio está representada por *Carollia brevicaudum*. Por otro lado, *Gardnerycteris crenulatum* y *Tonatia maresi* representaron el 11 % (dos individuos) cada una. Las especies restantes

(*Artibeus obscurus*, *Artibeus planirostris*, *Mesophylla macconnelli*, *Rhinophylla fischeriae*, *Rhinophylla pumilio*) fueron las menos representativas abarcando solo 6 %.



**Figura 3-109 Curva de Rango/Dominancia de las Especies de Mastofauna Registradas en el Punto PMM-02 del Bloque Singue**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Análisis Cualitativos Asociados a los Cuantitativos

#### Riqueza General

En los dos puntos de muestreo cualitativos asociados a los puntos cuantitativos (POM-01, POM-02) se reportaron 10 especies de mamíferos, agrupados en siete familias y seis órdenes en total.

**Tabla 3-141 Mastofauna Registrada en los Puntos Cualitativos POM-01 y POM-02**

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	POM-01	POM-02
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama</i> sp.	Venados		X
		<i>Mazama nemorivaga</i>	Corzuela marrón amazónica		X
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Coatí sudamericano		X
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas		X
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir amazónico	X	X
Primates	Cebidae	<i>Cebus yuracus</i>	Capuchino blanco del Marañón		X
		<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla de Humboldt	X	X
	Pitheciidae	<i>Plecturocebus discolor</i>	Tití rojizo		X
		<i>Pithecia</i> cf. <i>milleri</i>	Saki de Miller		X
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	X	X

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Análisis por Punto de Muestreo

*POM-01*

En este punto de muestreo se registró a tres especies pertenecientes a tres familias y tres órdenes.

**Tabla 3-142 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-01 del Bloque Singue**

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación			
				Origen	Cites (2023)	UICN (2023)	Lista Roja del Ecuador (2021)
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir amazónico	Nativo	II	VU	EN
Primates	Cebidae	<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla de Humboldt	Nativo	II	LC	VU
Rondetia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	Nativo	N/A	LC	NT

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

*POM-02*

En este punto de muestreo se registró a 10 especies pertenecientes a siete familias y seis órdenes.

**Tabla 3-143 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-02 en el Bloque Singue**

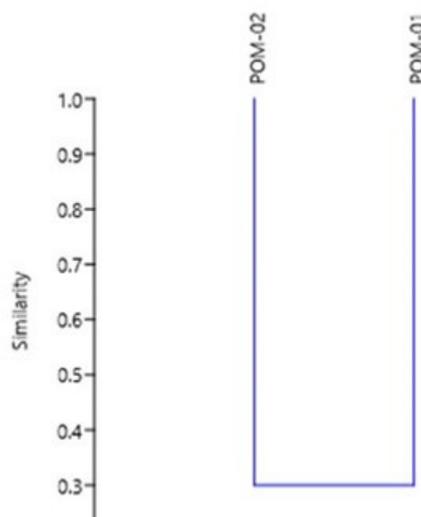
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Estado de Conservación			
				Origen	Cites (2023)	UICN (2023)	Lista Roja del Ecuador (2021)
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama sp.</i>	Venados	Nativo	N/A	N/A	N/A
		<i>Mazama nemorivaga</i>	Corzuela marrón amazónica	Nativo	N/A	LC	NT
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Coatí sudamericano	Nativo	N/A	LC	NT
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	Nativo	N/A	LC	LC
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir amazónico	Nativo	II	VU	EN
Primates	Cebidae	<i>Cebus yuracus</i>	Capuchino blanco del Marañón	Nativo	II	NT	VU
		<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla de Humboldt	Nativo	II	LC	VU
	Pitheciidae	<i>Plecturocebus discolor</i>	Tití rojizo	Nativo	II	LC	NT
		<i>Pithecia cf. milleri</i>	Saki de Miller	Nativo	II	VU	VU
Rondetia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	Nativo	N/A	LC	NT

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Índices de Diversidad Beta

De forma general, se observó que la similitud entre los sitios de muestreo (POM-01, POM-02) es mediana-baja, compartiendo un máximo del 30 %. Las especies compartidas en los dos puntos fueron: *Tapirus terrestris*, *Saimiri cassiquiarensis* y *Cuniculus paca*. El dendrograma a continuación ofrece una representación visual de los resultados.



**Figura 3-110 Clúster de Similitud entre los Puntos de Muestreo POM-01 y POM-02**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Análisis Cualitativos Independientes

#### Riqueza General

En este análisis solamente se consideró la diversidad de especies encontrada en el punto POM-03, dado que el punto POM-04 no arrojó registros debido a la significativa actividad antrópica.

**Tabla 3-144 Mastofauna Registrada en los Puntos Cualitativos POM-03 y POM-04**

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	POM-03	POM-04
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama sp.</i>	Venado	X	
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Coatí sudamericano	X	
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	X	
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	X	

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto-septiembre 2023

#### Análisis por Punto de Muestreo

##### POM-03

En este punto de muestreo se registró a cuatro especies pertenecientes a cuatro familias y cuatro órdenes.

**Tabla 3-145 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-03 del Bloque Singue**

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Estado de Conservación			
				Origen	Cites (2023)	UICN (2023)	Lista Roja del Ecuador (2021)
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama sp.</i>	Venado	Nativo	N/A	N/A	N/A
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Coatí sudamericano	Nativo	N/A	LC	NT
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	Nativo	N/A	LC	LC
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	Nativo	N/A	LC	NT

Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; Datos Insuficientes (DD), Preocupación menor (LC), Casi amenazado (NT), Vulnerable (VU), En peligro (EN), En peligro crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres  
N/A: No aplica

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

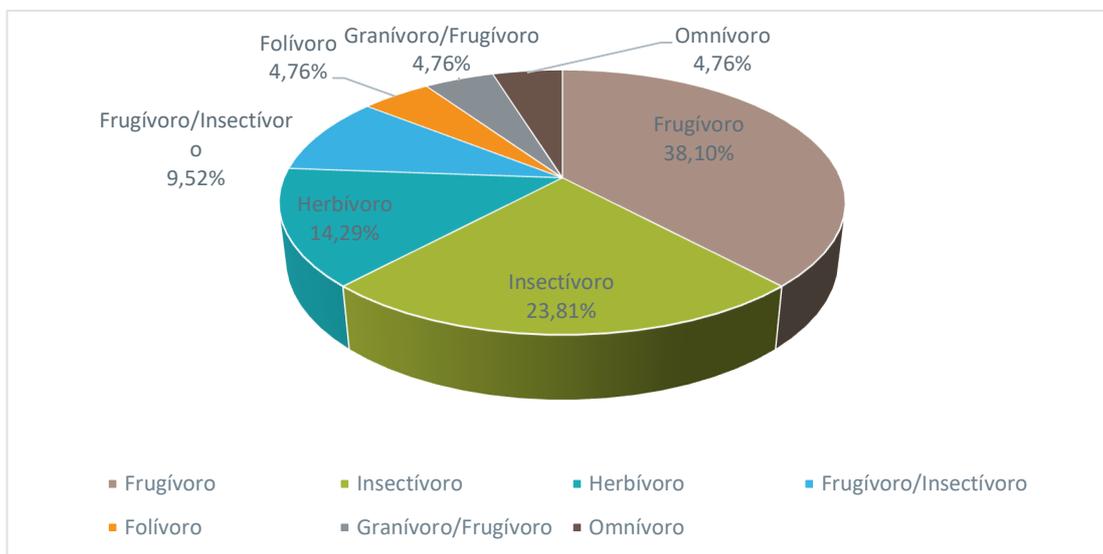
### POM-04

No se obtuvo registros en este punto debido a la intensa actividad antrópica que afecta el área.

### Aspectos Ecológicos

#### Gremio Alimenticio

El gremio alimenticio más representativo es el de los frugívoros, con el 38,10 % (8 spp.); seguido por los insectívoros, con el 23,81 % (5 spp.). Por otro lado, el gremio de los herbívoros representó el 14,29 % (3 spp.) mientras que los frugívoros/insectívoros abarcaron el 9,52 % (2 spp.). Los gremios menos representativos fueron: folívoro, granívoro/frugívoro y omnívoro, con el 4,76 % (1 sp.) cada uno.



**Figura 3-111 Gremio Trófico de los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

A continuación, en la tabla se muestra el listado de especies de mamíferos registrados en campo y el respectivo gremio trófico al que se identificó que pertenece:

**Tabla 3-146 Gremios Tróficos Identificados para los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue**

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Gremio Trófico
Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama sp.</i>	Venados	Herbívoro
			<i>Mazama nemorivaga</i>	Corzuela marrón amazónica	Herbívoro
	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Coatí sudamericano	Frugívoro
	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus obscurus</i>	Murciélago frutero oscuro	Frugívoro
			<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano	Frugívoro
			<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta	Frugívoro
			<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	Murciélago rayado de nariz peluda	Insectívoro
			<i>Mesophylla macconnelli</i>	Murciélago de McConnell	Frugívoro
			<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejudo pequeño	Insectívoro
			<i>Phyllostomus elongatus</i>	Murciélago nariz de lanza menor	Insectívoro
			<i>Rhinophylla fischeri</i>	Murciélago frutero pequeño de Fischer	Frugívoro
			<i>Rhinophylla pumilio</i>	Murciélago frutero pequeño enano	Frugívoro
			<i>Tonatia maresi</i>	Murciélago de orejas redondas de cabeza rayada de Mares	Insectívoro
	Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago grande de sacos alares	Insectívoro	

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Gremio Trófico
	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	Omnívoro
	Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir amazónico	Herbívoro
	Primates	Cebidae	<i>Cebus yuracus</i>	Capuchino blanco del Marañón	Frugívoro/Insectívoro
			<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla de Humboldt	Frugívoro/Insectívoro
		Pitheciidae	<i>Pithecia cf. milleri</i>	Saki de Miller	Granívoro/Frugívoro
			<i>Plecturocebus discolor</i>	Tití rojizo	Folívoro
	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	Frugívoro

Fuente: Entrix, agosto 2023

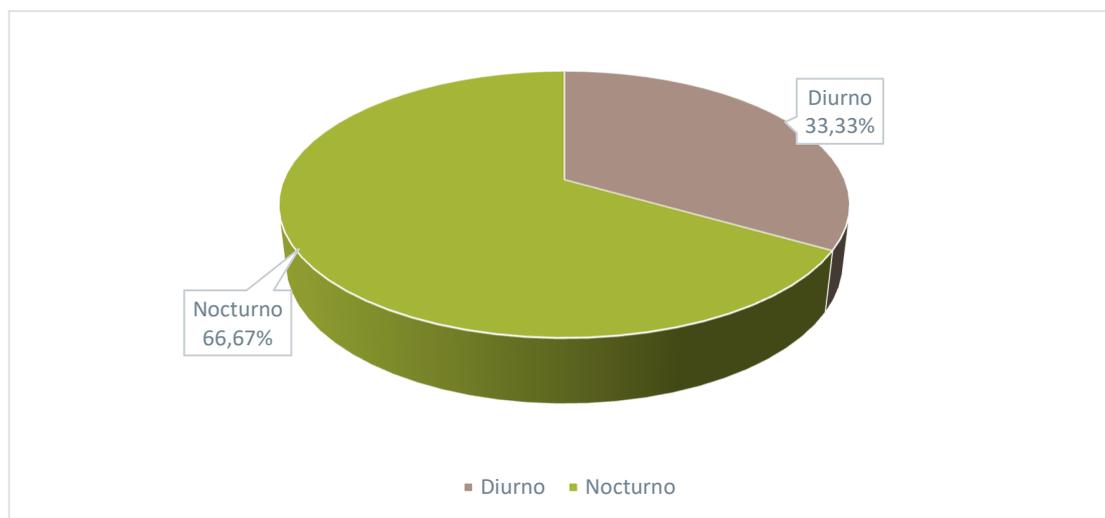
Elaboración: Entrix, octubre 2024

Con base en la tabla antes presentada, el grupo de los Chiropteros pertenecientes al gremio de los frugívoros, juegan un papel crucial en la regeneración de áreas degradadas, ya que muchas especies vegetales dependen de ellas para la dispersión de sus semillas, que no solo promueve la regeneración del bosque, sino que también favorece la heterogeneidad estructural y del ecosistema. Los murciélagos frugívoros contribuyen a la diversidad de especies vegetales al dispersar una variedad de plantas con distintos tamaños y formas de semillas. Este proceso es especialmente importante en ecosistemas intervenidos, donde las perturbaciones pueden reducir la diversidad de especies.

En áreas afectadas por la intervención humana, como la presencia de infraestructura petrolera, chacras agrícolas y ganaderas, la actividad de los mamíferos voladores frugívoros puede facilitar la recuperación del ecosistema. Estos animales son capaces de sobrevivir en paisajes fragmentados y continuar desempeñando su función ecológica a pesar de las perturbaciones. Su capacidad para mantener la conectividad entre parches de bosque degradados y fragmentados es crucial para la resiliencia del ecosistema. Por ello, para minimizar el impacto negativo de las actividades inherentes al proyecto sobre los mamíferos voladores frugívoros, se considera implementar programas de reforestación utilizando plantas nativas cuya dispersión depende de los murciélagos frugívoros, con el fin de facilitar la regeneración natural del bosque. También se establece el monitoreo continuo de la mastofauna en general, donde se considera el uso de redes de neblina para captura de estos mamíferos voladores para identificar cambios en la composición y estructura de la población de murciélagos y la calidad del hábitat en las zonas cercanas al proyecto y así poder ajustar las medidas de manejo ambiental, en caso de requerirse.

#### Hábito

En cuanto al hábito, las especies nocturnas fueron las mejor representadas, con el 66,67 % (14 spp), mientras que las especies diurnas abarcaron el 33,33 % (7 spp.).

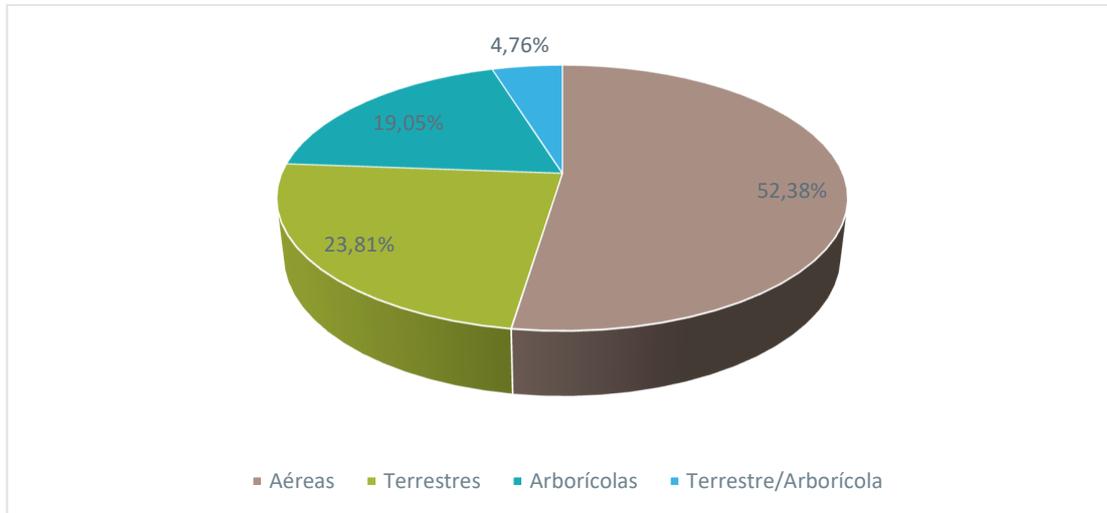


**Figura 3-112 Hábito de los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Locomoción

Dentro del área de investigación, en lo que respecta a los patrones de locomoción, las especies aéreas destacaron con la mayor representación, alcanzando un 52,38 % (11 spp.); seguidas de las especies terrestres, que contribuyeron con un 23,81 % (5 spp.). Las especies arborícolas representaron un 19,05 % del conjunto, con un total de cuatro especies. Por último, en el estrato terrestre/arborícola se registró una sola especie que representa el 4,76 %.

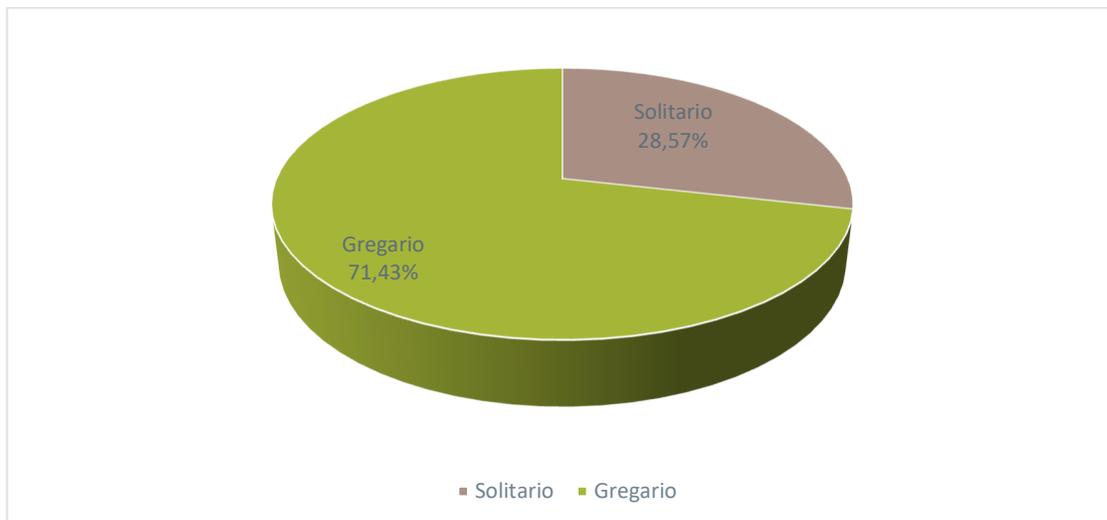


**Figura 3-113 Locomoción de los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Sociabilidad

El 71,43 % (15 spp.) está representado por especies gregarias, mientras que las especies solitarias representan el 28,57 % (6 spp.).



**Figura 3-114 Sociabilidad de los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Estado de Conservación y Endemismo

De acuerdo con la evaluación a nivel global desarrollada por la UICN (2022), dos especies (*Tapirus terrestris* y *Pithecia* cf. *milleri*) fueron reportadas con la categoría de Vulnerable (VU) y una especie (*Cebus yuracus*) consta en categoría de Casi amenazado (NT); mientras que las otras especies se evalúan en la categoría de Preocupación menor (LC).

En función de la evaluación nacional de mamíferos disponible en la lista roja de los mamíferos del Ecuador (Tirira, 2021), se reporta una especie (*Tapirus terrestris*) en la categoría de En peligro (EN), tres especies (*Cebus yuracus*, *Saimiri cassiquiarensis* y *Pithecia cf. milleri*) en la categoría Vulnerable (VU), cuatro especies (*Mazama nemorivaga*, *Nasua nasua*, *Plecturocebus discolor* y *Cuniculus paca*) en categoría Casi amenazada (NT), La especie *Tonatia maresi* pertenece al estatus (NE)

no evaluado y el resto de las especies consta en la categoría de Preocupación menor (LC). En cuanto a la CITES (2023), *Tapirus terrestris*, *Cebus yuracus*, *Saimiri cassiquiarensis*, *Pithecia cf. milleri* y *Plecturocebus discolor* constan en el Apéndice II.

La especie *Mazama* sp. no se incluyó en estos análisis debido a que su identificación taxonómica aún no se ha resuelto.

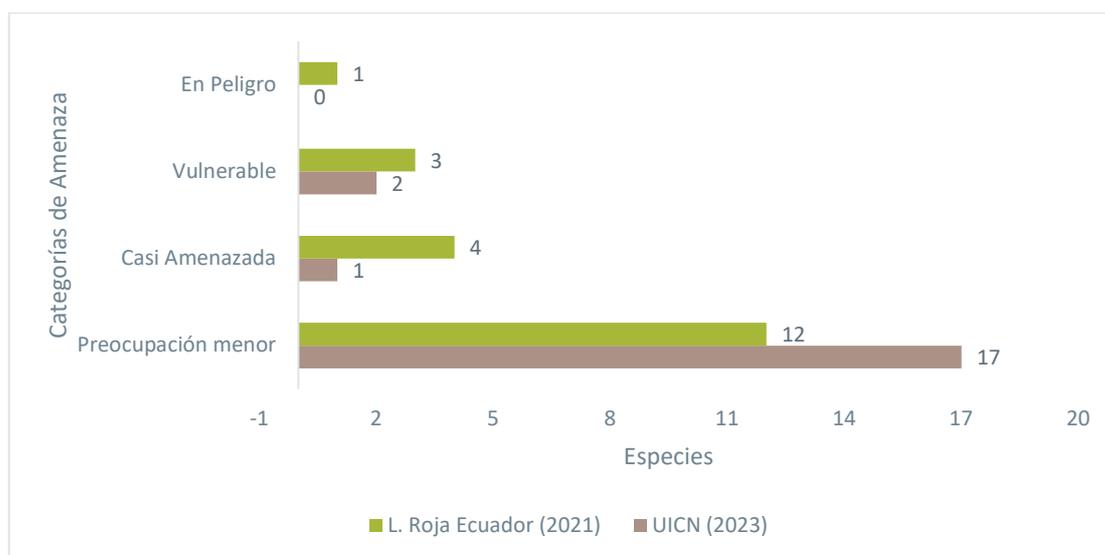
**Tabla 3-147 Estado de Conservación Local y Regional de las Especies de Mamíferos Registradas en el Bloque Singue**

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación			
				Origen de la Especie	CITES (2023)	UICN (2023)	L. Roja Ecuador (2021)
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama</i> sp.	Venado	Nativo	N/A	N/A	N/A
		<i>Mazama nemorivaga</i>	Corzuela marrón amazónica	Nativo	N/A	LC	NT
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Coatí sudamericano	Nativo	N/A	LC	NT
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus obscurus</i>	Murciélago frutero oscuro	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	Murciélago rayado de nariz peluda	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Mesophylla macconnelli</i>	Murciélago de McConnell	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejudo pequeño	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Phyllostomus elongatus</i>	Murciélago nariz de lanza menor	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Rhinophylla fischeri</i>	Murciélago frutero pequeño de Fischer	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Rhinophylla pumilio</i>	Murciélago frutero pequeño enano	Nativo	N/A	LC	LC
			<i>Tonatia maresi</i>	Murciélago de orejas redondas de cabeza rayada de Mares	Nativo	N/A	NE
	Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago grande de sacos alares	Nativo	N/A	LC	LC
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	Nativo	N/A	LC	LC
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir amazónico	Nativo	II	VU	EN

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación			
				Origen de la Especie	CITES (2023)	UICN (2023)	L. Roja Ecuador (2021)
Primates	Cebidae	<i>Cebus yuracus</i>	Capuchino blanco del Marañón	Nativo	II	NT	VU
		<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla de Humboldt	Nativo	II	LC	VU
	Pitheciidae	<i>Pithecia cf. milleri</i>	Saki de Miller	Nativo	II	VU	VU
		<i>Plecturocebus discolor</i>	Tití rojizo	Nativo	II	LC	NT
Rondetia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	Nativo	N/A	LC	NT

Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; Datos Insuficientes (DD), Preocupación menor (LC), Casi amenazado (NT), Vulnerable (VU), En peligro (EN), En peligro crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres  
N/A: No aplica

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-115 Número de Especies por Categoría de Amenaza Evaluadas Local y Regionalmente en el Bloque Singue**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto-septiembre 2023

### Sensibilidad

En el área de estudio se registraron 13 especies con sensibilidad Baja (61,90 %), y siete especies con sensibilidad Media (33,33 %). No se reportó especies con sensibilidad Alta.

La especie *Mazama* sp. no se incluyó en estos análisis debido a que su identificación taxonómica aún no se ha resuelto.

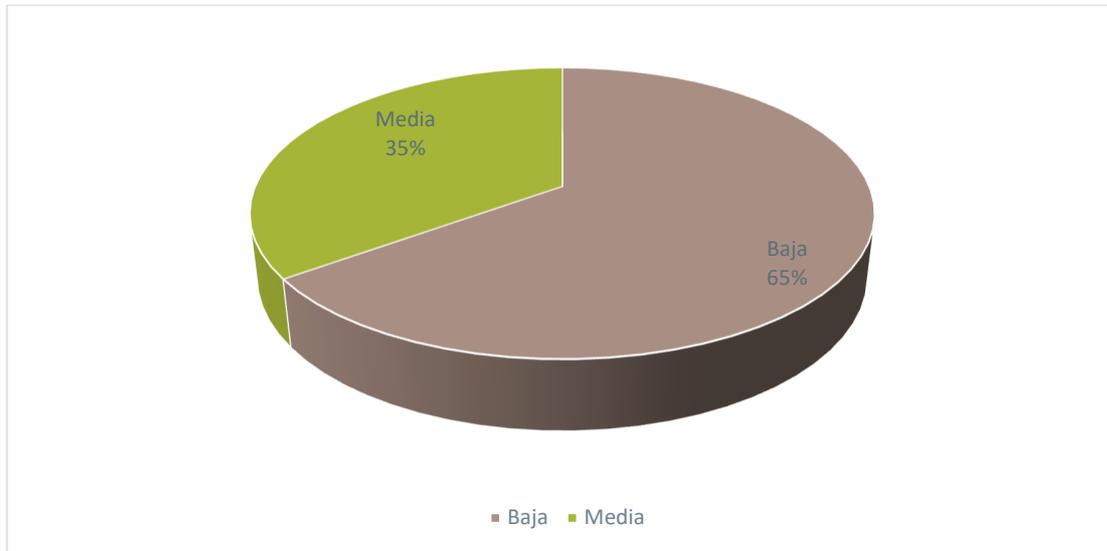
**Tabla 3-148 Sensibilidad de los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue**

Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación				Sensibilidad
		Origen de la Especie	CITES (2013)	UICN (2023)	L. Roja Ecuador (2021)	
<i>Mazama</i> sp.	Venado	Nativo	N/A	N/A	N/A	N/A
<i>Mazama nemorivaga</i>	Corzuela marrón amazónica	Nativo	N/A	LC	NT	Media
<i>Nasua nasua</i>	Coatí sudamericano	Nativo	N/A	LC	NT	Baja
<i>Artibeus obscurus</i>	Murciélago frutero oscuro	Nativo	N/A	LC	LC	Baja
<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano	Nativo	N/A	LC	LC	Baja
<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta	Nativo	N/A	LC	LC	Baja
<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	Murciélago rayado de nariz peluda	Nativo	N/A	LC	LC	Baja
<i>Mesophylla macconnelli</i>	Murciélago de McConnell	Nativo	N/A	LC	LC	Baja
<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejudo pequeño	Nativo	N/A	LC	LC	Baja
<i>Phyllostomus elongatus</i>	Murciélago nariz de lanza menor	Nativo	N/A	LC	LC	Baja
<i>Rhinophylla fischeriae</i>	Murciélago frutero pequeño de Fischer	Nativo	N/A	LC	LC	Baja
<i>Rhinophylla pumilio</i>	Murciélago frutero pequeño enano	Nativo	N/A	LC	LC	Baja
<i>Tonatia maresi</i>	Murciélago de orejas redondas de cabeza rayada de Mares	Nativo	N/A	LC	LC	Baja
<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago grande de sacos alares	Nativo	N/A	LC	LC	Baja
<i>Dasyurus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	Nativo	N/A	LC	LC	Baja
<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir amazónico	Nativo	II	VU	EN	Media
<i>Cebus yuracus</i>	Capuchino blanco del Maraón	Nativo	II	NT	VU	Media
<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla de Humboldt	Nativo	II	LC	VU	Media
<i>Pithecia</i> cf. <i>milleri</i>	Saki de Miller	Nativo	II	VU	VU	Media
<i>Plecturocebus discolor</i>	Tití rojizo	Nativo	II	LC	NT	Media
<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	Nativo	N/A	LC	NT	Media

Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;  
Datos Insuficientes (DD), Preocupación menor (LC), Casi amenazado (NT), Vulnerable (VU), En peligro (EN), En peligro crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y

Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación				Sensibilidad
		Origen de la Especie	CITES (2013)	UICN (2023)	L. Roja Ecuador (2021)	
Flora Silvestres N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-116 Sensibilidad de los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Especies Indicadoras

El análisis de especies indicadoras es una herramienta útil para identificar especies que tienen una fuerte asociación con un hábitat, condición ambiental o tipo de ecosistema específicos. A continuación, se presenta un análisis preliminar basado en las especies registradas:

*Cebus yuracus*: Primates frecuentemente utilizados como indicadores de la salud del bosque debido a su dieta variada y su dependencia de hábitats bien conservados.

*Cuniculus paca*: Indicadora de hábitats boscosos con buena cobertura vegetal, ya que es sensible a la fragmentación.

*Dasybus novemcinctus*: Más generalista, menos útil como indicador, pero puede señalar perturbaciones si se encuentra en altas densidades en zonas alteradas.

*Mazama nemorivaga*: Indicadores de bosques saludables; son sensibles a la caza y la degradación del hábitat.

*Nasua nasua*: Generalista, su presencia puede no ser directamente indicativa de condiciones específicas, pero su ausencia podría señalar presiones como caza excesiva.

*Saimiri cassiquiarensis*: Indicador de bosques secundarios o perturbados, ya que se adapta mejor a áreas con vegetación densa y secundaria.

*Tapirus terrestris*: Una de las especies más relevantes, debido a su papel como dispersor de semillas y a su sensibilidad a la fragmentación del hábitat.

*Artibeus obscurus* / *Artibeus planirostris*: Murciélagos frugívoros, indicadores clave para evaluar la diversidad de plantas del bosque y la conectividad del hábitat.

*Mesophylla macconnelli*: Menos común, puede estar asociada a ecosistemas específicos o menos perturbados.

*Micronycteris megalotis*: Insectívoro, indicador de abundancia de insectos y, por tanto, de la estructura trófica local.

*Phyllostomus elongatus*: Frugívoro especializado, su presencia está relacionada con bosques intactos y diversidad vegetal.

*Rhinophylla fischeriae* / *Rhinophylla pumilio*: Especies estrechamente asociadas con ecosistemas de bosque húmedo bien conservados.

*Saccopteryx bilineata*: Indicador de la estructura del bosque, ya que eligen sitios específicos para descansar.

Debe tomarse en cuenta que por la movilidad que presentan los mamíferos, no debe restringirse su ausencia o presencia dentro de una locación (al momento de realizar el muestreo de línea base) para inferir cambios localizados. La disminución de la riqueza o abundancia en el área deberá ser considerada como indicador de los cambios positivos o negativos ya que factores como el ruido, el desbroce de vegetación, etc., pueden determinar cambios en la estructura de las poblaciones del sector y no necesariamente dentro de un punto específico de muestreo

#### Uso del Recurso

En la siguiente tabla se detallan los distintos usos que se les pueden dar a las especies registradas en el presente muestreo.

**Tabla 3-149 Uso del Recurso de los Mamíferos Registrados en el Bloque Singue**

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Uso del Recurso
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama</i> sp.	Venado	Lo cazan por su carne
		<i>Mazama nemorivaga</i>	Corzuela marrón amazónica	Lo cazan por su carne
Cingulata	Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	Se lo caza con frecuencia por su carne; su caparazón se emplea para confecciones de artesanías o de instrumentos musicales
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir amazónico	Se lo caza por su carne y sus pezuñas se usan para ciertos brebajes
Primates	Cebidae	<i>Cebus yuracus</i>	Capuchino blanco del Maraón	Se lo caza por su carne o para mascota
		<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla de Humboldt	Se lo caza por su carne o para mascota
	Pitheciidae	<i>Pithecia cf. milleri</i>	Saki de Miller	Se lo caza para mascota
		<i>Plecturocebus discolor</i>	Tití rojizo	Se lo caza para mascota
Rondetia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	Se lo caza por su carne

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Comparación con Estudios Anteriores

Dentro del área geográfica del proyecto se ha realizado varios monitoreos en distintos puntos para registrar la mastofauna del lugar. Cabe mencionar que el presente estudio (2023) corresponde al levantamiento de información de nuevos puntos y transectos dentro del área con el fin de construir la línea base de este componente. Es por tal motivo que en la siguiente figura y tabla solo se muestran los datos correspondientes a la riqueza general de todos los estudios realizados. Para el presente estudio se registraron 21 especies considerando metodologías cualitativas y cuantitativas. En la siguiente figura se puede observar cómo el valor de la riqueza no presenta una tendencia definida para los monitoreos anteriores que se encuentran en una misma área. Sin embargo, el valor registrado en este estudio correspondería al primer valor tomado como referencia para futuros monitoreos. También es importante señalar que el área de los nuevos puntos comprende ecosistemas diferentes, por lo tanto, no es posible una comparación estadística con los datos anteriores.



**Figura 3-117 Riqueza de Mastofauna Registrada en Estudios Anteriores**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Tabla 3-150 Riqueza de Mastofauna Registrada en Estudios Anteriores**

Año	Riqueza General (Nro. especies)	Índice de Shannon	Fuente
2014	16	1,83	Cardno-Entrix
2014	16	2,4	Walsh
2015	16	2	Efficacitas
2015	11	2,19	Efficacitas
2016	6	1,14	Sambito
2016	9	1,8	Cardno-Entrix
2017	5	2	Sambito
2017	9	2,4	Sambito
2018	10	2,4	Sambito
2018	8	2,23	Sambito

Año	Riqueza General (Nro. especies)	Índice de Shannon	Fuente
2019	11	2,4	Sambito
2019	11	2,47	Sambito
2020	12	1,4	Sambito
2021	16	2,32	Pecksambiente
2022	16	2,37	Pecksambiente
2023	21	1,97	Entrix

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

## Discusión

De acuerdo con los análisis globales, se registró un total de 21 especies, agrupadas en siete órdenes de la siguiente manera: Artiodactyla (una familia, dos especies), Carnivora (una familia, una especie), Chiroptera (dos familias, 11 especies), Cingulata (una familia, una especie), Perissodactyla (una familia, una especie), Primates (dos familias, cuatro especies) y Rodentia (una familia, una especie). Basándose en la diversidad de mamíferos de todo el Ecuador (467 spp.) se puede estimar que el presente estudio constituyó el 4,49 % (13 spp.) de la mastofauna ecuatoriana. Por otro lado, la diversidad de mamíferos para el Trópico oriental (219 spp. en total) estaría representada por 9,58 % (21 spp.).

La abundancia y diversidad de especies en la región pueden experimentar variaciones significativas. Estas fluctuaciones pueden atribuirse a varios factores, como las variaciones en el caudal de los ríos, que pueden influir en la disponibilidad de hábitats acuáticos, así como a la época de floración y fructificación de las plantas, que tienen un impacto directo en la disponibilidad de alimentos para la fauna local. Además, las estaciones del año y los eventos climáticos también pueden desempeñar un papel crucial en la dinámica de las poblaciones de especies en este ecosistema (Ramírez, 2018).

La caracterización cuantitativa general reveló la presencia de 11 especies de murciélagos, todas ellas pertenecientes al orden Chiroptera. Es destacable la presencia consistente de murciélagos frugívoros como *Carollia brevicaudum* en ambas áreas de muestreo (PMM-01 y PMM-02). Esta especie es conocida por ser un posible indicador de hábitats degradados. Adquiere un rol crucial al diversificar su dieta con una amplia gama de frutos de plantas pioneras (*Piper*, *Solanum*, etc.), convirtiéndose así en un agente de dispersión de semillas esencial para la regeneración de bosques perturbados (Tirira, 2017; Burneo et al., 2015; Tejada et al., 2019). Además, esta especie generalista desempeña un papel fundamental en la ecología de los ecosistemas debido a su alta capacidad para adaptarse a una variedad de condiciones y alteraciones ambientales (Tirira, 2017). Su capacidad para persistir a lo largo del tiempo en diferentes hábitats y situaciones fluctuantes sugiere una mayor tolerancia a cambios y perturbaciones en comparación con las especies especialistas que dependen de condiciones específicas (Velásquez et al., 2023).

Es importante indicar que dentro de los demás métodos cuantitativos (trampas Sherman, trampas Tomahawk y trampas pitfall), no se obtuvieron registros en ninguno de los sitios de muestreo. La ausencia de registros de mamíferos bajo estas técnicas puede explicarse por una combinación de factores ecológicos, metodológicos y antropogénicos. La intensa actividad agrícola, ganadera y petrolera en la región junto con las características particulares del ecosistema amazónico, probablemente influyeron en la nula presencia de mamíferos en las trampas. Sin embargo, para obtener una evaluación más completa de la biodiversidad de la zona, se utilizaron metodologías complementarias, como cámaras trampa y registros indirectos; de tal modo que, en los transectos de observación se recopilaron datos importantes donde se registró un individuo de *Mazama nemorivaga*, razón por la cual, se considera prudente el uso complementario tanto de metodologías cuantitativas como cualitativas durante los monitoreos futuros, de manera que se obtenga una caracterización representativa del área de estudio. Así también como se

considera prudente, la implementación de las medidas de precaución para reducir la mortalidad de los individuos que pueden ser capturados dentro de las trampas pitfall, mismas que constan en la sección Criterios Metodológicos, Fase de Campo, Muestreo Cuantitativo, Trampas de Caída Pitfall de este documento.

La adaptabilidad de las especies generalistas contribuye a la estabilidad de las redes de interacción en los ecosistemas, ya que su presencia constante puede ayudar a mantener ciertas funciones ecológicas, como la dispersión de semillas o la polinización, incluso en entornos cambiantes. Así, estas especies generalistas actúan como "anclajes" en la red trófica, lo que refuerza su importancia en la conservación y el funcionamiento de los ecosistemas naturales (Chacoff et al., 2018; Resasco et al., 2021).

Por otra parte, a pesar de que las zonas de muestreo se encuentran en bosques secundarios con alta intervención antrópica y ausencia de dosel continuo, los registros cualitativos fueron favorables. Esta paradoja resalta la resiliencia de la biodiversidad en estos ecosistemas perturbados, donde a pesar de las condiciones desafiantes, aún se puede encontrar especies como: *Tapirus terrestris*, *Mazama nemorivaga*, *Cebus yuracus*, *Saimiri cassiquiarensis*, *Plecturocebus discolor*, *Pithecia cf. milleri* y *Cuniculus paca*, que desempeñan roles importantes en la dinámica del ecosistema. Estos hallazgos refuerzan la importancia de considerar tanto los aspectos cuantitativos como cualitativos al evaluar la salud y la conservación de estos entornos naturales.

No obstante, se ha constatado que la crisis actual de biodiversidad se encuentra, en gran medida, relacionada con la pérdida y fragmentación del hábitat (Saavedra, 2023). Si no se abordan adecuadamente las amenazas registradas en el área de estudio, como la caza ilegal, la introducción de especies domésticas y la explotación maderera, las especies más vulnerables, como *Mazama nemorivaga* (NT), *Nasua nasua* (NT), *Tapirus terrestris* (EN), *Cebus yuracus* (VU), *Saimiri cassiquiarensis* (VU), *Pithecia cf. milleri* (VU), *Plecturocebus discolor* (NT) y *Cuniculus paca* (NT) enfrentarán graves repercusiones en sus poblaciones y eventualmente migrarán hacia categorías de conservación más críticas según la UICN (2023). Por lo tanto, si el objetivo es preservar este ecosistema, resulta crucial proponer que se realicen monitoreos bióticos antes, durante y después de la actividad extractivista. Estos monitoreos permitirán evaluar el impacto de las actividades humanas en la biodiversidad y tomar medidas de conservación efectivas para garantizar la supervivencia de las especies en peligro.

### 3.2.5.2.3 Herpetofauna

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levantada para el presente estudio, y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos, donde se puede revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo; D. Registro Fotográfico, D.2 Biótico.

## Análisis General

### Riqueza General

Se registró un total de 26 especies de herpetofauna, de las cuales, 19 corresponden a la clase Amphibia y siete corresponden a la clase Reptilia. Dentro de los anfibios registrados, todos pertenecen al orden Anura y corresponden a las familias Aromobatidae, Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae y Strabomantidae; mientras que los reptiles pertenecen a los órdenes Squamata: Sauria y Squamata: Serpentes y corresponden a las familias Gymnophthalmidae, Iguanidae: Dactyloinae, Sphaerodactylidae, Teiidae y Colubridae: Dipsadinae.

En anfibios, la familia con mayor diversidad de especies corresponde al grupo de ranas arbóreas Hylidae, con nueve especies; seguida de las familias Bufonidae y Leptodactylidae, con tres especies cada una; y, finalmente, de las familias Aromobatidae y Strabomantidae, con dos especies cada una.

En cuanto a los reptiles, las familias que presentan un mayor número de especies son Gymnophthalmidae e Iguanidae: Dactyloinae con dos especies cada una; seguidas de las familias Sphaerodactylidae, Teiidae y Colubridae: Dipsadinae, con una especie cada una.

Página en blanco

**Tabla 3-151 Riqueza General de Especies de Herpetofauna a través de Todos los Puntos de Muestreo**

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de Registro
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates femoralis</i>	Rana saltarina de muslos brillantes	Transecto de Observación, Transecto Lineal
			<i>Allobates insperatus</i>	Rana saltarina de Santa Cecilia	Transecto de Observación
		Bufonidae	<i>Amazophrynella siona</i>	Sapito Siona	Transecto Lineal
			<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo común sudamericano	Transecto de Observación, Transecto Lineal
			<i>Rhinella marina</i>	Sapo de la caña	Transecto de Observación, Transecto Lineal
		Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Rana arbórea de Alfaro	Transecto Lineal
			<i>Boana appendiculata</i>	Rana arbórea de Canelos	Transecto Lineal
			<i>Boana calcarata</i>	Rana arbórea de espolones	Transecto Lineal
			<i>Boana cinerascens</i>	Rana granosa	Transecto Lineal
			<i>Boana lanciformis</i>	Rana lanceolada común	Transecto Lineal
			<i>Osteocephalus planiceps</i>	Rana de casco arbórea	Transecto Lineal
			<i>Osteocephalus taurinus</i>	Rana de casco taurina	Transecto Lineal
			<i>Osteocephalus yasuni</i>	Rana de casco del Yasuní	Transecto Lineal
			<i>Scinax Cruentomma</i>	Rana de lluvia del río Aguarico	Transecto Lineal
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Rana terrestre de Vanzolini	Transecto Lineal
			<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Rana terrestre gigante	Transecto Lineal
			<i>Leptodactylus wagneri</i>	Rana terrestre de Wagner	Transecto de Observación, Transecto Lineal
		Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Sapito bocón amazónico	Transecto de Observación, Transecto Lineal
<i>Pristimantis variabilis</i>	Cutín variable		Transecto Lineal		
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Cercosaura oshaughnessyi</i>	Lagartijas rayadas de O'Shaughnessy	Transecto Lineal
			<i>Loxopholis parietalis</i>	Lagartijas comunes de las raíces	Transecto de Observación
		Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis scypheus</i>	Anolis de lengua amarilla Amazónicos	Transecto de Observación
			<i>Anolis transversalis</i>	Anolis verdes bandeados Amazónicos	Transecto Lineal

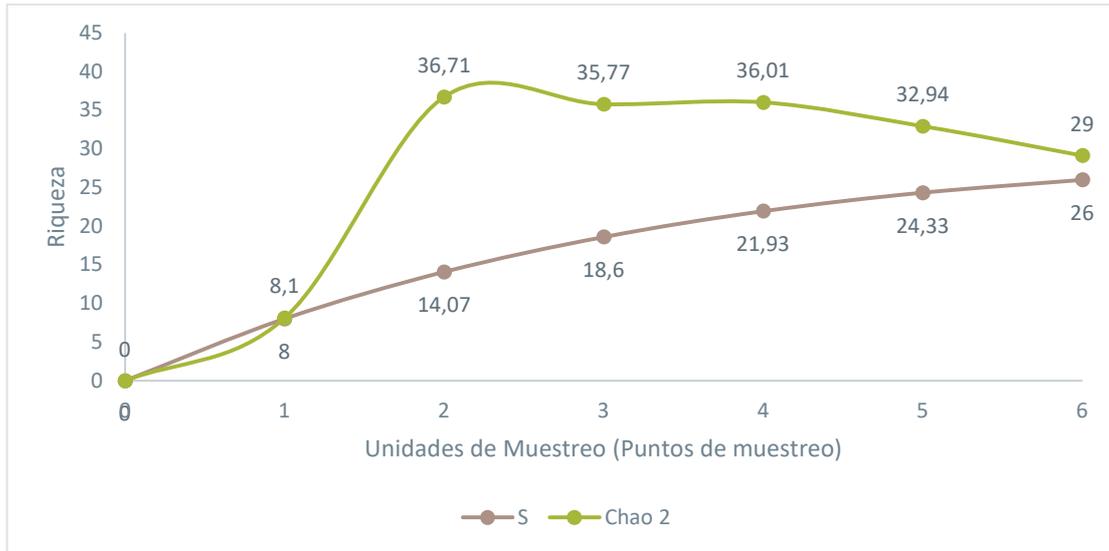
<b>Clase</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Tipo de Registro</b>
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	Salamanquesas de Trinidad	Transecto de Observación, Transecto Lineal
		Teiidae	<i>Kentropyx pelviceps</i>	Lagartijas del bosque	Transecto de Observación
	Squamata: Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Imantodes cenchoa</i>	Cordoncillos comunes	Transecto Lineal

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Curva de acumulación de especies e índice Chao 2

La curva de acumulación de especies no alcanza su asíntota y muestra una leve pendiente al final de esta, lo que indica una probabilidad de que aumente el número de especies, aunque el esfuerzo de muestreo es aceptable. El valor de la riqueza observada es de 26 especies, este valor representa el 89 % de las especies estimadas mediante el estimador Chao 2 (riqueza observada = 26, estimador Chao 2 = 29).



**Figura 3-118 Curva de Acumulación de Especies Registradas a través de Puntos Cuantitativos y Cualitativos**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Análisis Cuantitativo General**

Riqueza General

Mediante los puntos cuantitativos PMH-01 y PMH-02 se registró un total de 24 especies, de las cuales 19 pertenecen a la clase Amphibia y cinco pertenecen a la clase Reptilia. Dentro de los anfibios registrados, todos pertenecen al orden Anura y corresponden a las familias Aromobatidae, Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae y Strabomantidae; mientras que, los reptiles pertenecen a los órdenes Squamata: Sauria y Squamata: Serpentes y corresponden a las familias Gymnophthalmidae, Iguanidae: Dactyloinae, Sphaerodactylidae y Colubridae: Dipsadinae.

**Tabla 3-152 Riqueza General de Especies de Herpetofauna de los Puntos Cuantitativos PMH-01 y PMH-02**

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	PMH-01	PMH-02
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates femoralis</i>	Rana saltarina de muslos brillantes	x	
			<i>Allobates insperatus</i>	Rana saltarina de Santa Cecilia	x	
		Bufonidae	<i>Amazophrynella siona</i>	Sapito Siona	x	

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	PMH-01	PMH-02
			<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo común sudamericano	x	
			<i>Rhinella marina</i>	Sapo de la caña		x
		Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Rana arbórea de Alfaro	x	x
			<i>Boana appendiculata</i>	Rana arbórea de Canelos		x
			<i>Boana calcarata</i>	Rana arbórea de espolones		x
			<i>Boana cinerascens</i>	Rana granosa	x	x
			<i>Boana lanciformis</i>	Rana lanceolada común	x	x
			<i>Osteocephalus planiceps</i>	Rana de casco arbórea	x	x
			<i>Osteocephalus taurinus</i>	Rana de casco taurina	x	x
			<i>Osteocephalus yasuni</i>	Rana de casco del Yasuní	x	x
			<i>Scinax cruentomma</i>	Rana de lluvia del río Aguarico	x	
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Rana terrestre de Vanzolini	x	x
			<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Rana terrestre gigante	x	
			<i>Leptodactylus wagneri</i>	Rana terrestre de Wagner		x
Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Sapito bocón amazónico	x	x		
	<i>Pristimantis variabilis</i>	Cutín variable	x			
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Cercosaura oshaughnessyi</i>	Lagartijas rayadas de O'Shaughnessy	x	x
		Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis scypheus</i>	Anolis de lengua amarilla amazónicos		x
			<i>Anolis transversalis</i>	Anolis verdes bandeados amazónicos		x
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	Salamanquesas de Trinidad	x	
	Squamata: Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Imantodes cenchoa</i>	Cordoncillos comunes	x	

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva de Rango Abundancia

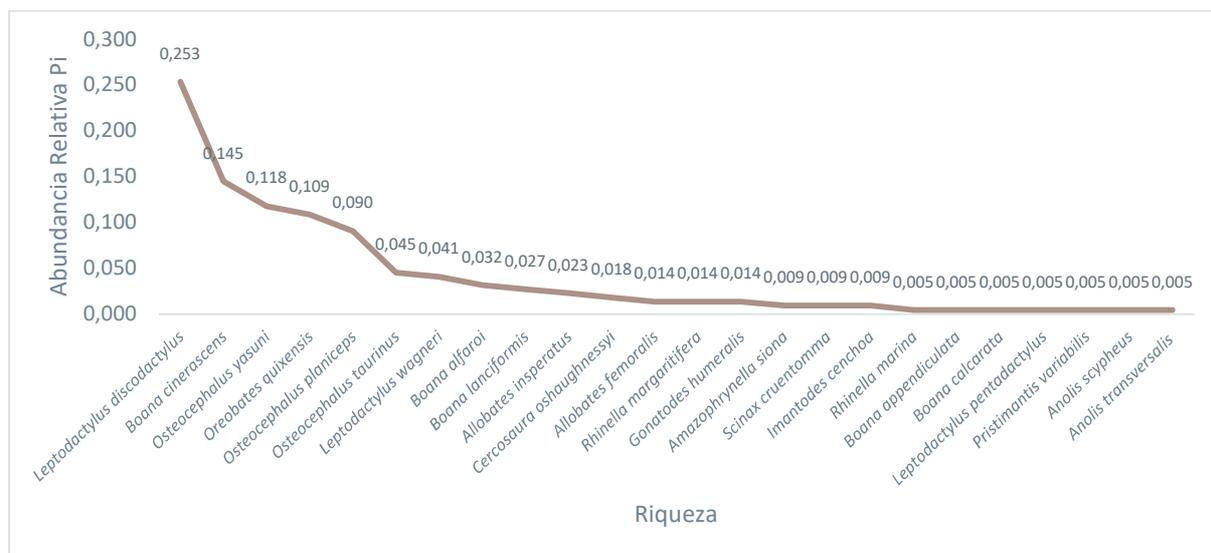
A través de los puntos cuantitativos, se registró un total de 221 individuos, correspondientes a 24 especies. La especie con mayor abundancia fue *Leptodactylus discodactylus*, con 56 individuos; seguida de *Boana cinerascens*, con 32 individuos; y de *Osteocephalus yasuni*, con 26 individuos. En contraste, se puede identificar un grupo de especies consideradas como raras, ya que tienen un solo registro (*Rhinella marina*, *Boana appendiculata*, *Boana calcarata*, *Leptodactylus pentadactylus*, *Pristimantis variabilis*, *Anolis scypheus*, *Anolis transversalis*).

**Tabla 3-153 Abundancia de Especies de Anfibios y Reptiles de los Transectos Cuantitativos PMH-01 y PMH-02**

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (Pi)
Anura	Aromobatidae	<i>Allobates femoralis</i>	Rana saltarina de muslos brillantes	3	0,014
		<i>Allobates insperatus</i>	Rana saltarina de Santa Cecilia	5	0,023
	Bufonidae	<i>Amazophrynella siona</i>	Sapito Siona	2	0,009
		<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo común sudamericano	3	0,014
		<i>Rhinella marina</i>	Sapo de la caña	1	0,005
	Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Rana arbórea de Alfaro	7	0,032
		<i>Boana appendiculata</i>	Rana arbórea de Canelos	1	0,005
		<i>Boana calcarata</i>	Rana arbórea de espolones	1	0,005
		<i>Boana cinerascens</i>	Rana granosa	32	0,145
		<i>Boana lanciformis</i>	Rana lanceolada común	6	0,027
		<i>Osteocephalus planiceps</i>	Rana de casco arbórea	20	0,090
		<i>Osteocephalus taurinus</i>	Rana de casco taurina	10	0,045
		<i>Osteocephalus yasuni</i>	Rana de casco del Yasuní	26	0,118
		<i>Scinax cruentomma</i>	Rana de lluvia del río Aguarico	2	0,009
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Rana terrestre de Vanzolini	56	0,253
		<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Rana terrestre gigante	1	0,005
		<i>Leptodactylus wagneri</i>	Rana terrestre de Wagner	9	0,041
Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Sapito bocón amazónico	24	0,109	
	<i>Pristimantis variabilis</i>	Cutín variable	1	0,005	
Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Cercosaura oshaughnessyi</i>	Lagartijas rayadas de O'Shaughnessy	4	0,018
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	Salamanquesas de Trinidad	3	0,014
	Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis scypheus</i>	Anolis de lengua amarilla amazónicos	1	0,005
		<i>Anolis transversalis</i>	Anolis verdes bandeados amazónicos	1	0,005
Squamata: Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Imantodes cenchoa</i>	Cordoncillos comunes	2	0,009

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-119 Curva de Rango Abundancia de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en los Puntos Cuantitativos PMH-01 y PMH-02**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Índices de Diversidad Alfa

La estimación no paramétrica de Shannon muestra un valor  $H' = 2,45$ , mientras que la estimación de Simpson muestra un valor  $D = 0,13$ , lo que sugiere que la comunidad presenta una distribución uniforme de especies. El valor  $D = 0,13$  refleja la probabilidad del 13 % de seleccionar dos individuos al azar que pertenezcan a la misma especie.

**Tabla 3-154 Valores de Diversidad y Dominancia en los Puntos Cuantitativos PMH-01 y PMH-02**

No. Especies	Abundancia	Índice de Shannon	Índice de Simpson
24	221	2,45	0,13

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Análisis por Punto de Muestreo

#### PMH-01

##### Riqueza

Se registró un total de 18 especies, de las cuales, 15 pertenecen a la clase Amphibia y tres pertenecen a la clase Reptilia. Dentro de los anfibios registrados, todos pertenecen al orden Anura y corresponden a las familias Aromobatidae, Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae y Strabomantidae; mientras que los reptiles pertenecen a los órdenes Squamata: Sauria y Squamata: Serpentes y corresponden a las familias Gymnophthalmidae, Sphaerodactylidae y Colubridae: Dipsadinae.

**Tabla 3-155 Riqueza de Especies en el Punto Cuantitativo PMH-01**

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Anura	Aromobatidae	<i>Allobates femoralis</i>	Rana saltarina de muslos brillantes

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
	Bufonidae	<i>Allobates insperatus</i>	Rana saltarina de Santa Cecilia
		<i>Amazophrynella siona</i>	Sapito Siona
		<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo común sudamericano
	Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Rana arbórea de Alfaro
		<i>Boana cinerascens</i>	Rana granosa
		<i>Boana lanciformis</i>	Rana lanceolada común
		<i>Osteocephalus planiceps</i>	Rana de casco arbórea
		<i>Osteocephalus taurinus</i>	Rana de casco taurina
		<i>Osteocephalus yasuni</i>	Rana de casco del Yasuní
		<i>Scinax cruentomma</i>	Rana de lluvia del río Aguarico
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Rana terrestre de Vanzolini
		<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Rana terrestre gigante
Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Sapito bocón amazónico	
	<i>Pristimantis variabilis</i>	Cutín variable	
Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Cercosaura oshaughnessyi</i>	Lagartijas rayadas de O'Shaughnessy
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	Salamanquesas de Trinidad
Squamata: Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Imantodes cenchoa</i>	Cordoncillos comunes

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Curva de Rango Abundancia

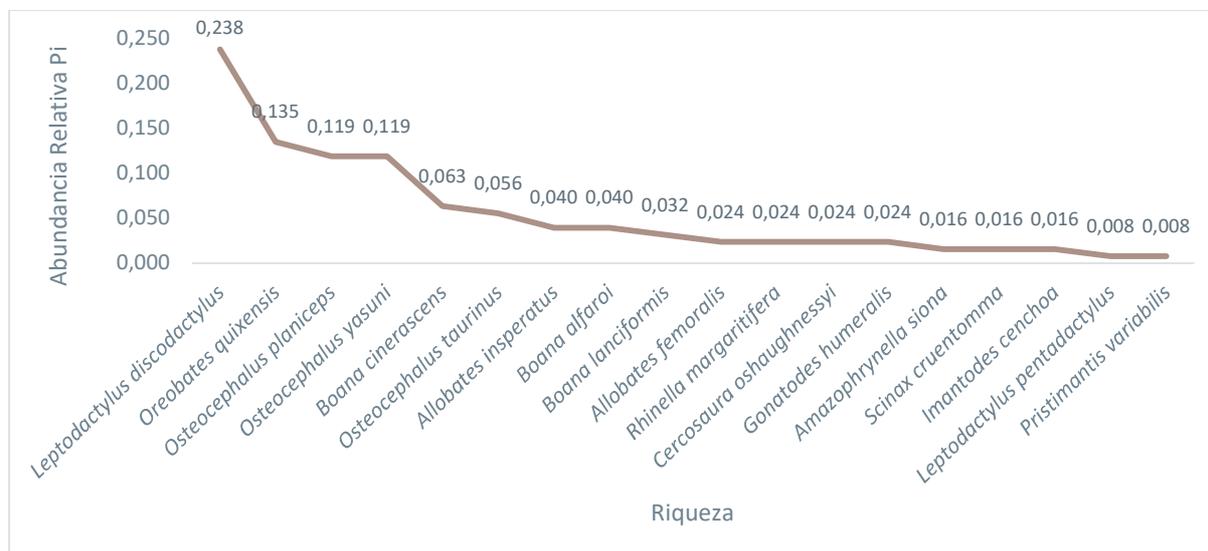
En el punto PMH-01 se registró un total de 126 individuos, correspondientes a 18 especies. La especie con mayor abundancia fue *Leptodactylus discodactylus*, con 30 individuos; seguida de *Oreobates quixensis*, con 17 individuos; y de *Osteocephalus planiceps* y *Osteocephalus yasuni*, con 15 individuos cada una. En contraste, existen dos especies que presentan un solo registro y corresponden a *Leptodactylus pentadactylus* y *Pristimantis variabilis*.

**Tabla 3-156 Abundancia de Especies de Anfibios y Reptiles en el Punto Cuantitativo PMH-01**

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa Pi
Anura	Aromobatidae	<i>Allobates femoralis</i>	Rana saltarina de muslos brillantes	3	0,024
		<i>Allobates insperatus</i>	Rana saltarina de Santa Cecilia	5	0,040
	Bufonidae	<i>Amazophrynella siona</i>	Sapito Siona	2	0,016
		<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo común sudamericano	3	0,024
	Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Rana arbórea de Alfaro	5	0,040
		<i>Boana cinerascens</i>	Rana granosa	8	0,063
		<i>Boana lanciformis</i>	Rana lanceolada común	4	0,032

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa Pi
		<i>Osteocephalus planiceps</i>	Rana de casco arbórea	15	0,119
		<i>Osteocephalus taurinus</i>	Rana de casco taurina	7	0,056
		<i>Osteocephalus yasuni</i>	Rana de casco del Yasuní	15	0,119
		<i>Scinax cruentomma</i>	Rana de lluvia del río Aguarico	2	0,016
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Rana terrestre de Vanzolini	30	0,238
		<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Rana terrestre gigante	1	0,008
	Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Sapito bocón amazónico	17	0,135
		<i>Pristimantis variabilis</i>	Cutín variable	1	0,008
Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Cercosaura oshaughnessyi</i>	Lagartijas rayadas de O'Shaughnessy	3	0,024
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	Salamanquesas de Trinidad	3	0,024
Squamata: Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Imantodes cenchoa</i>	Cordoncillos comunes	2	0,016

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-120 Curva de Rango Abundancia de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en los Punto Cuantitativo PMH-01**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Índices de Diversidad Alfa

La estimación no paramétrica de Shannon muestra un valor  $H' = 2,45$ , mientras que la estimación de Simpson muestra un valor  $D = 0,11$ , lo que sugiere que la comunidad presenta una distribución uniforme de especies. El valor  $D = 0,11$  refleja la probabilidad del 11 % de seleccionar dos individuos al azar que pertenezcan a la misma especie.

**Tabla 3-157 Valores de Diversidad y Dominancia en el Punto Cuantitativo PMH-01**

No. Especies	Abundancia	Índice de Shannon	Índice de Simpson
18	126	2,45	0,11

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### PMH-02

#### Riqueza

Se registró un total de 15 especies, de las cuales 12 pertenecen a la clase Amphibia y tres pertenecen a la clase Reptilia. Dentro de los anfibios registrados, todos pertenecen al orden Anura y corresponden a las familias Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae y Strabomantidae; mientras que los reptiles pertenecen a los órdenes Squamata: Sauria y corresponden a las familias Iguanidae: Dactyloinae y Gymnophthalmidae.

**Tabla 3-158 Riqueza de Especies en el Punto Cuantitativo PMH-02**

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo de la caña
	Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Rana arbórea de Alfaro
		<i>Boana appendiculata</i>	Rana arbórea de Canelos
		<i>Boana calcarata</i>	Rana arbórea de espolones
		<i>Boana cinerascens</i>	Rana granosa
		<i>Boana lanciformis</i>	Rana lanceolada común
		<i>Osteocephalus planiceps</i>	Rana de casco arbórea
		<i>Osteocephalus taurinus</i>	Rana de casco taurina
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Rana terrestre de Vanzolini
		<i>Leptodactylus wagneri</i>	Rana terrestre de Wagner
Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Sapito bocón amazónico	
Squamata: Sauria	Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis scypheus</i>	Anolis de lengua amarilla amazónicos
		<i>Anolis transversalis</i>	Anolis verdes bandeados amazónicos
	Gymnophthalmidae	<i>Cercosaura oshaughnessyi</i>	Lagartijas rayadas de O'Shaughnessy

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Curva de Rango Abundancia

En el punto PMH-02 se registró un total de 95 individuos, correspondientes a 15 especies. La especie con mayor abundancia fue *Leptodactylus discodactylus*, con 26 individuos; seguida de *Boana cinerascens*, con

24 individuos. Se puede identificar también una abundancia intermedia en las especies *Osteocephalus yasuni* (11 individuos), *Leptodactylus wagneri* (nueve individuos) y *Oreobates quixensis* (siete individuos).

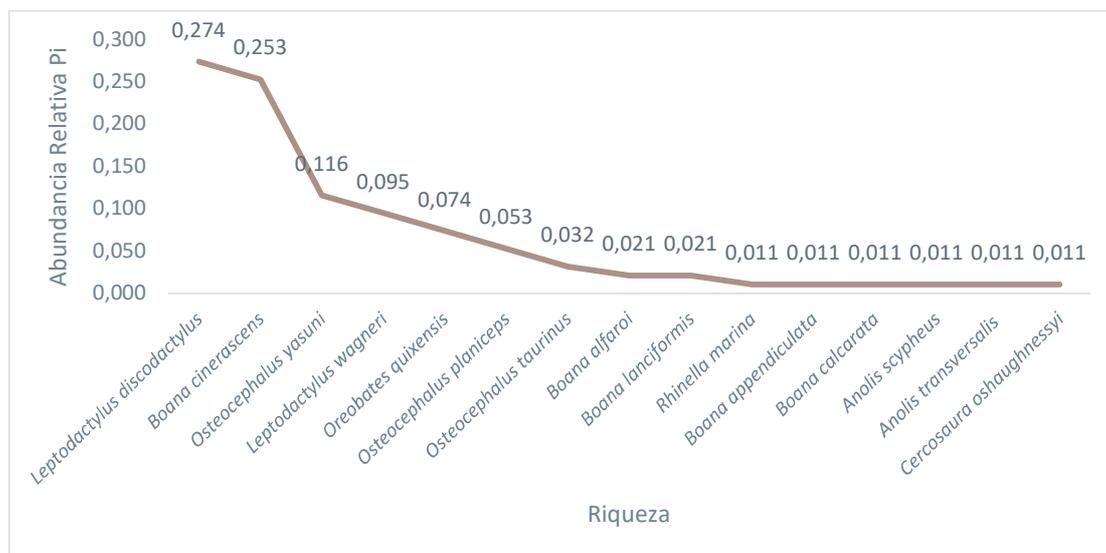
**Tabla 3-159 Abundancia de Especies de Anfibios y Reptiles en el Punto Cuantitativo PMH-02**

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa Pi
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo de la caña	1	0,011
	Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Rana arbórea de Alfaro	2	0,021
		<i>Boana appendiculata</i>	Rana arbórea de Canelos	1	0,011
		<i>Boana calcarata</i>	Rana arbórea de espolones	1	0,011
		<i>Boana cinerascens</i>	Rana granosa	24	0,253
		<i>Boana lanciformis</i>	Rana lanceolada común	2	0,021
		<i>Osteocephalus planiceps</i>	Rana de casco arbórea	5	0,053
		<i>Osteocephalus taurinus</i>	Rana de casco taurina	3	0,032
		<i>Osteocephalus yasuni</i>	Rana de casco del Yasuní	11	0,116
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Rana terrestre de Vanzolini	26
	<i>Leptodactylus wagneri</i>		Rana terrestre de Wagner	9	0,095
Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Sapito bocón amazónico	7	0,074	
Squamata: Sauria	Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis scypheus</i>	Anolis de lengua amarilla Amazónicos	1	0,011
		<i>Anolis transversalis</i>	Anolis verdes bandeados amazónicos	1	0,011
	Gymnophthalmidae	<i>Cercosaura oshaughnessyi</i>	Lagartijas rayadas de O'Shaughnessy	1	0,011

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

El esquema de dominancia-diversidad permite identificar que las especies *Leptodactylus discodactylus* y *Boana cinerascens* presentan una ligera dominancia sobre la comunidad de herpetofauna. Mientras tanto, las especies *Osteocephalus yasuni* y *Leptodactylus wagneri* presentan una dominancia intermedia en la comunidad.



**Figura 3-121 Curva de Rango Abundancia de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en los Punto Cuantitativo PMH-02**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Índices de Diversidad Alfa

La estimación no paramétrica de Shannon muestra un valor  $H' = 2,08$ , mientras que la estimación de Simpson muestra un valor  $D = 0,17$ , lo que sugiere que la comunidad presenta una distribución uniforme de especies. El valor  $D = 0,17$  refleja la probabilidad del 17 % de seleccionar dos individuos al azar que pertenezcan a la misma especie.

**Tabla 3-160 Valores de Diversidad y Dominancia en el Punto Cuantitativo PMH-02**

No. Especies	Abundancia	Índice de Shannon	Índice de Simpson
15	95	2,08	0,17

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

## Análisis Cualitativos Asociados a los Cuantitativos

### Riqueza General

A través de los muestreos cualitativos en los puntos POH-01 y POH-02 se registró un total de ocho especies de herpetofauna, de las cuales seis pertenecen a la clase Amphibia y dos corresponden a la clase Reptilia. Dentro de los anfibios, todos pertenecen al orden Anura y corresponden a las familias Aromobatidae, Bufonidae, Leptodactylidae y Strabomantidae; mientras que los reptiles pertenecen al orden Squamata: Sauria y corresponden a las familias Iguanidae: Dactyloinae y Sphaerodactylidae.

**Tabla 3-161 Riqueza de Especies de Herpetofauna en Puntos Cualitativos POH-01 y POH-02**

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	POH-01	POH-02
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates femoralis</i>	x	
			<i>Allobates insperatus</i>	x	
		Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	x	
			<i>Rhinella marina</i>		x
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus wagneri</i>		x
		Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	x	
Reptilia	Squamata: Sauria	Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis scypheus</i>		x
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	x	

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Análisis por Punto de Muestreo

#### *POH-01*

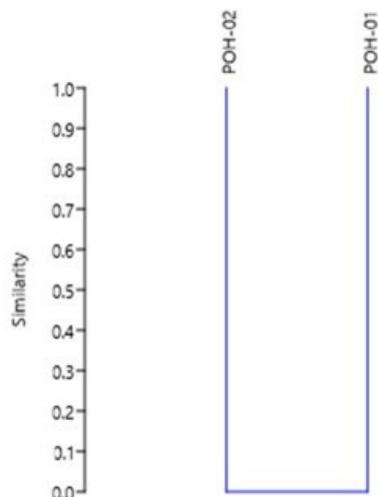
A través del transecto de observación POH-01 se registró un total de cinco especies de herpetofauna, de las cuales tres pertenecen a la clase Amphibia y una corresponde a la clase Reptilia. Los anfibios pertenecen al orden Anura y corresponden a las familias Aromobatidae y Bufonidae; mientras que los reptiles pertenecen al orden Squamata: Sauria y corresponden a la familia Sphaerodactylidae.

#### *POH-02*

A través del transecto de observación POH-02 se registró un total de tres especies de herpetofauna, de las cuales dos pertenecen a la clase Amphibia y una corresponde a la clase Reptilia. Los anfibios pertenecen al orden Anura y corresponden a las familias Bufonidae y Strabomantidae; mientras que los reptiles pertenecen al orden Squamata: Sauria y corresponden a la familia Iguanidae: Dactyloinae.

### Índices de Diversidad Beta

El coeficiente obtenido a través de Jaccard muestra que los puntos cualitativos POH-01 y POH-02 no comparten especies entre sí. El diagrama clúster permite identificar la inexistente similitud de especies compartidas entre ambos puntos de muestreo.



**Figura 3-122 Esquema Clúster del Índice de Jaccard Entre los Puntos Cualitativos POH-01 y POH-02**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Análisis Cualitativos Independientes

#### Riqueza General

A través de los muestreos cualitativos en los puntos POH-03 y POH-04 se registró un total de siete especies de herpetofauna, de las cuales cinco pertenecen a la clase Amphibia y dos corresponden a la clase Reptilia. Dentro de los anfibios, todos pertenecen al orden Anura y corresponden a las familias Aromobatidae, Bufonidae y Strabomantidae; mientras que los reptiles pertenecen al orden Squamata: Sauria y corresponden a las familias Gymnophthalmidae y Teiidae.

**Tabla 3-162 Riqueza de Especies de Herpetofauna en Puntos Cualitativos POH-03 y POH-04**

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	POH-03	POH-04
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates femoralis</i>	x	
			<i>Allobates insperatus</i>	x	
		Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	x	
			<i>Rhinella marina</i>		x
		Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	x	
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Loxopholis parietalis</i>	x	
		Teiidae	<i>Kentropyx pelviceps</i>		x

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Análisis por Punto de Muestreo

##### POH-03

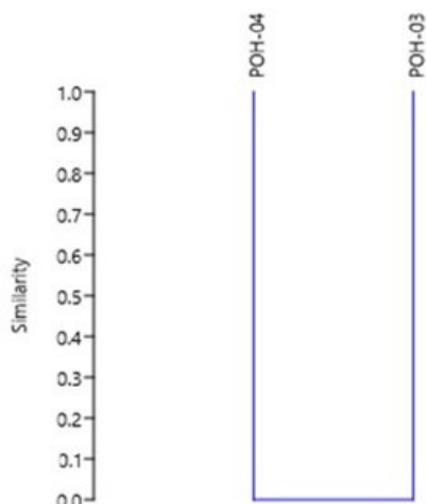
En el transecto de observación POH-03 se registró un total de cinco especies de herpetofauna, de las cuales, cuatro pertenecen a la clase Amphibia y una corresponde a la clase Reptilia. Los anfibios pertenecen al orden Anura y corresponden a las familias Aromobatidae, Bufonidae y Strabomantidae; mientras que los reptiles pertenecen al orden Squamata: Sauria y corresponden a la familia Gymnophthalmidae.

#### *POH-04*

En el transecto de observación POH-04 se registró un total de dos especies de herpetofauna, de las cuales una pertenece a la clase Amphibia y una corresponde a la clase Reptilia. Los anfibios pertenecen al orden Anura y corresponden a la familia Bufonidae; mientras que los reptiles pertenecen al orden Squamata: Sauria y corresponden a la familia Teiidae.

#### Índices de Diversidad Beta

El coeficiente obtenido a través de Jaccard muestra que los puntos cualitativos POH-03 y POH-04 no comparten especies entre sí. El diagrama clúster permite identificar la inexistente similitud de especies compartidas entre ambos puntos de muestreo.



**Figura 3-123 Esquema Clúster del Índice de Jaccard entre los Puntos Cualitativos POH-03 y POH-04**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### **Aspectos Ecológicos**

#### Gremio Alimenticio

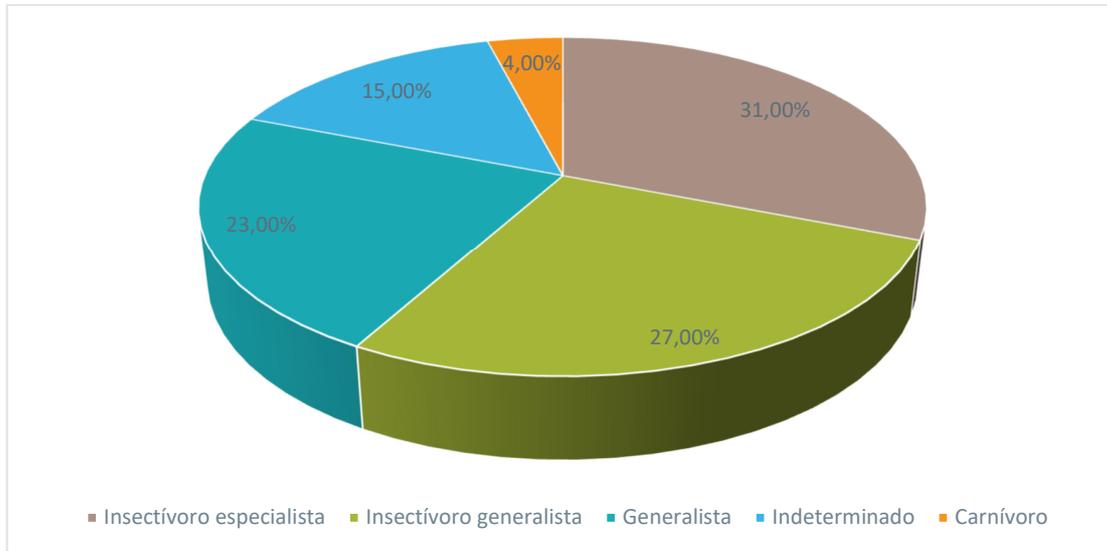
Se determinó que la herpetofauna registrada en el área de estudio presenta cuatro tipos de gremio alimenticio diferente, mientras que existe un grupo de especies que no presentan la información suficiente para determinar su dieta específica. En este sentido, el gremio que presenta la mayor proporción de registros corresponde al insectívoro especialista (31 % de las especies), con una dieta basada en el consumo especializado de grupos de artrópodos o invertebrados; en segundo lugar está el gremio insectívoro generalista (27 % de las especies), que presenta una dieta basada en el consumo de artrópodos en general; en tercer lugar, se encuentra el grupo de especies indeterminadas; en cuarto lugar, el gremio generalista (15 % de las especies), con una dieta tanto de vertebrados como de invertebrados;

y, finalmente, el gremio carnívoro (4 de las especies), que presenta una dieta especializada en el consumo de vertebrados.

**Tabla 3-163 Gremios Alimenticios de la Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio**

Clase	Orden	Familia	Especie	Gremio Alimenticio
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates femoralis</i>	Insectívoro generalista
			<i>Allobates insperatus</i>	Insectívoro generalista
		Bufonidae	<i>Amazophrynella siona</i>	Insectívoro especialista
			<i>Rhinella margaritifera</i>	Insectívoro especialista
			<i>Rhinella marina</i>	Generalista
		Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Indeterminado
			<i>Boana appendiculata</i>	Indeterminado
			<i>Boana calcarata</i>	Generalista
			<i>Boana cinerascens</i>	Insectívoro especialista
			<i>Boana lanciformis</i>	Insectívoro especialista
			<i>Osteocephalus planiceps</i>	Insectívoro especialista
			<i>Osteocephalus taurinus</i>	Insectívoro especialista
			<i>Osteocephalus yasuni</i>	Insectívoro especialista
			<i>Scinax cruentomma</i>	Indeterminado
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Insectívoro generalista
			<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Generalista
			<i>Leptodactylus wagneri</i>	Generalista
		Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Insectívoro especialista
			<i>Pristimantis variabilis</i>	Indeterminado
		Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae
<i>Loxopholis parietalis</i>	Insectívoro generalista			
Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis scypheus</i>			Generalista
	<i>Anolis transversalis</i>			Insectívoro generalista
Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>			Insectívoro generalista
Teiidae	<i>Kentropyx pelviceps</i>			Generalista
Squamata: Serpentes	Colubridae: Dipsadinae		<i>Imantodes cenchoa</i>	Carnívoro

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-124 Gremios Alimenticios de la Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Patrones Reproductivos

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

En este contexto, se identificaron los siguientes patrones reproductivos:

Modo 1: Huevos acuáticos depositados en cuerpos de agua léntica; los renacuajos se desarrollan en estanques (30 % de las especies).

Modo 4: Huevos acuáticos depositados en orillas de cuerpos de agua; los renacuajos se desarrollan en aguas correntosas (4 % de las especies).

Modo 6: Huevos acuáticos depositados en cavidades arbóreas o en bromelias; los renacuajos se desarrollan en estos cuerpos acuáticos (4 % de las especies).

Modo 11: Huevos acuáticos en nidos de espuma sobre estanques; los renacuajos se desarrollan en estos cuerpos acuáticos (8 % de las especies).

Modo 20: Huevos no acuáticos depositados en nidos terrestres; los renacuajos son llevados hacia cuerpos de agua (8 % de las especies).

Modo 23: Huevos no acuáticos depositados en nidos terrestres; los individuos presentan desarrollo directo (8 % de las especies).

Modo 30: Huevos no acuáticos depositados en nidos de espuma dentro de cuevas; los renacuajos se desarrollan en cuerpos acuáticos luego de inundaciones (4 % de las especies).

Ovíparo: Nacidos a partir de huevos que se desarrollan afuera de la madre (26 % de las especies, todos los reptiles registrados).

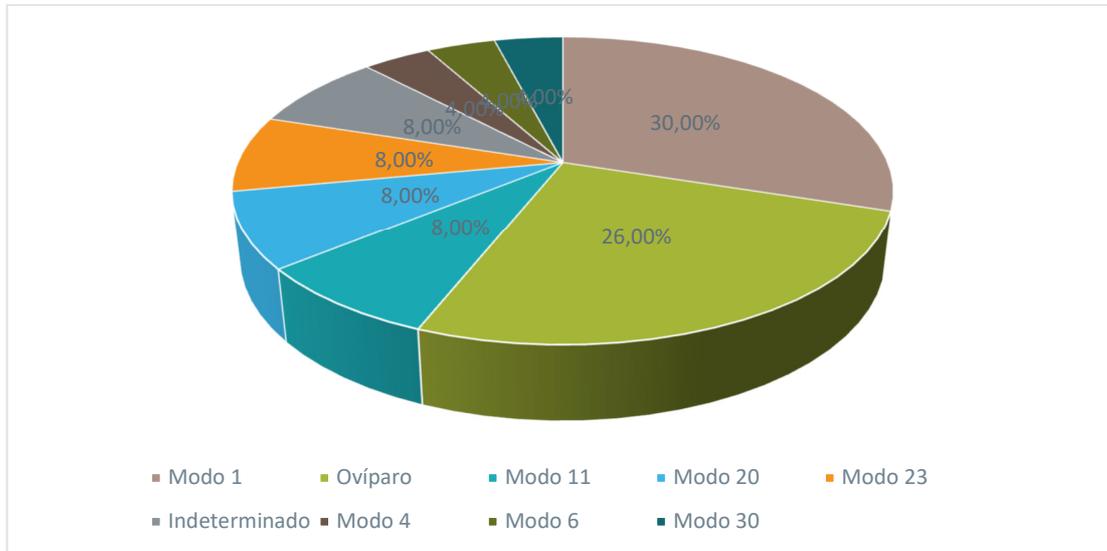
Indeterminado: Sin información (8 % de las especies).

**Tabla 3-164 Patrones Reproductivos de la Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio**

Clase	Orden	Familia	Especie	Patrón Reproductivo
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates femoralis</i>	Modo 20
			<i>Allobates insperatus</i>	Modo 20
		Bufonidae	<i>Amazophrynella siona</i>	Modo 1
			<i>Rhinella margaritifera</i>	Modo 1
			<i>Rhinella marina</i>	Modo 1
		Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Modo 1
			<i>Boana appendiculata</i>	Indeterminado
			<i>Boana calcarata</i>	Modo 4
			<i>Boana cinerascens</i>	Modo 1
			<i>Boana lanciformis</i>	Modo 1
			<i>Osteocephalus planiceps</i>	Modo 6
			<i>Osteocephalus taurinus</i>	Modo 1
			<i>Osteocephalus yasuni</i>	Indeterminado
			<i>Scinax cruentomma</i>	Modo 1
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Modo 11
			<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Modo 30
			<i>Leptodactylus wagneri</i>	Modo 11
Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Modo 23		
	<i>Pristimantis variabilis</i>	Modo 23		
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Cercosaura oshaughnessyi</i>	Ovíparo
			<i>Loxopholis parietalis</i>	Ovíparo
		Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis scypheus</i>	Ovíparo
			<i>Anolis transversalis</i>	Ovíparo
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	Ovíparo
		Teiidae	<i>Kentropyx pelviceps</i>	Ovíparo
	Squamata: Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Imantodes cenchoa</i>	Ovíparo

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-125 Modos Reproductivos de las Especies Registradas en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Distribución Vertical

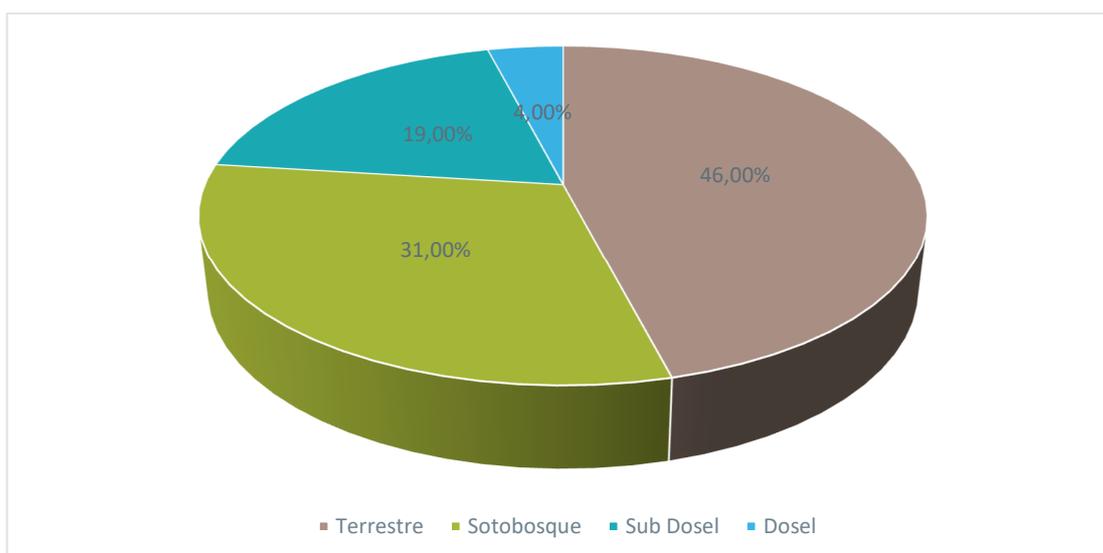
Se identificó cuatro tipos de estratos de ocupación de las especies de herpetofauna registrada en el área de estudio. El estrato vertical más utilizado fue el terrestre, equivalente al 46 % de las especies; seguido del estrato de sotobosque, equivalente al 31 % de las especies; mientras que el estrato de subdosel equivale al 19 % de las especies; y finalmente, el estrato de Dosel equivale al 4 % de las especies.

**Tabla 3-165 Distribución Vertical de la Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio**

Clase	Orden	Familia	Especie	Distribución vertical
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates femoralis</i>	Terrestre
			<i>Allobates insperatus</i>	Terrestre
		Bufonidae	<i>Amazophrynella siona</i>	Terrestre
			<i>Rhinella margaritifera</i>	Terrestre
			<i>Rhinella marina</i>	Terrestre
		Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Sotobosque
			<i>Boana appendiculata</i>	Sotobosque
			<i>Boana calcarata</i>	Sotobosque
			<i>Boana cinerascens</i>	Sub-Dosel
			<i>Boana lanciformis</i>	Sub-Dosel
			<i>Osteocephalus planiceps</i>	Sub-Dosel
			<i>Osteocephalus taurinus</i>	Sub-Dosel
			<i>Osteocephalus yasuni</i>	Sub-Dosel
<i>Scinax cruentomma</i>	Sotobosque			
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Terrestre		

Clase	Orden	Familia	Especie	Distribución vertical
Reptilia		Strabomantidae	<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Terrestre
			<i>Leptodactylus wagneri</i>	Terrestre
			<i>Oreobates quixensis</i>	Terrestre
			<i>Pristimantis variabilis</i>	Sotobosque
			<i>Cercosaura oshaughnessyi</i>	Terrestre
	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Loxopholis parietalis</i>	Terrestre
			<i>Anolis scypheus</i>	Sotobosque
		Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis transversalis</i>	Dosel
			<i>Gonatodes humeralis</i>	Sotobosque
		Sphaerodactylidae	<i>Kentropyx pelviceps</i>	Terrestre
Squamata: Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Imantodes cenchoa</i>	Sotobosque	

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-126 Distribución Vertical de las Especies Registradas en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Hábito

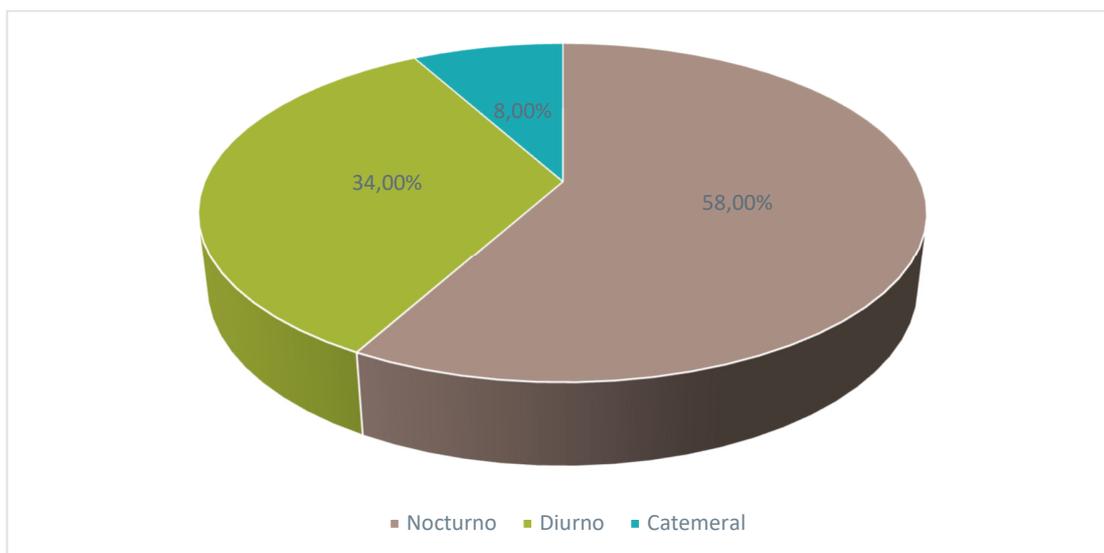
Se identificó tres tipos de hábitos para las especies de herpetofauna registradas en el área de estudio. Los organismos con hábito nocturno son los más abundantes, con el 58 % de las especies registradas; seguido de organismos con hábito diurno, con el 34 % de las especies registradas; y, finalmente, los organismos con hábito catemeral, es decir, con períodos de actividad en el día y en la noche, que corresponden al 8 % de las especies.

**Tabla 3-166 Hábito de la Herpetofauna Registrada en el Área de Estudio**

Clase	Orden	Familia	Especie	Especie
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates femoralis</i>	Diurno
			<i>Allobates insperatus</i>	Diurno
		Bufonidae	<i>Amazophrynella siona</i>	Diurno
			<i>Rhinella margaritifera</i>	Caternal
			<i>Rhinella marina</i>	Nocturno
		Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	Nocturno
			<i>Boana appendiculata</i>	Nocturno
			<i>Boana calcarata</i>	Nocturno
			<i>Boana cinerascens</i>	Nocturno
			<i>Boana lanciformis</i>	Nocturno
			<i>Osteocephalus planiceps</i>	Nocturno
			<i>Osteocephalus taurinus</i>	Nocturno
			<i>Osteocephalus yasuni</i>	Nocturno
		Leptodactylidae	<i>Scinax cruentomma</i>	Nocturno
			<i>Leptodactylus discodactylus</i>	Caternal
			<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Nocturno
		Strabomantidae	<i>Leptodactylus wagneri</i>	Nocturno
			<i>Oreobates quixensis</i>	Nocturno
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pristimantis variabilis</i>	Nocturno
			<i>Cercosaura oshaughnessyi</i>	Diurno
		Iguanidae: Dactyloinae	<i>Loxopholis parietalis</i>	Diurno
			<i>Anolis scypheus</i>	Diurno
		<i>Anolis transversalis</i>	Diurno	
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	Diurno	
	Teiidae	<i>Kentropyx pelviceps</i>	Diurno	
Squamata: Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Imantodes cenchoa</i>	Nocturno	

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-127 Hábito de las Especies Registradas en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Estado de Conservación

El análisis mediante los criterios de la Unión Internacional de la Conservación para la Naturaleza (UICN 2024) refleja que cuatro especies que no han sido evaluadas (*A. siona*, *B. alfaroi*, *B. appendiculata*, *C. oshaughnessyi*), mientras que las otras 22 especies se encuentran categorizadas en el criterio Preocupación menor (LC).

El análisis mediante los criterios de las listas rojas nacionales de Carrillo et al., 2005 y de Ortega-Andrade et al., 2021 reflejan que la especie *L. pentadactylus* está categorizada con el criterio de Casi amenazada (NT). Por otra parte, la especie *C. oshaughnessyi* no ha sido evaluada, mientras que las demás especies se encuentran categorizadas en el criterio Preocupación menor (LC).

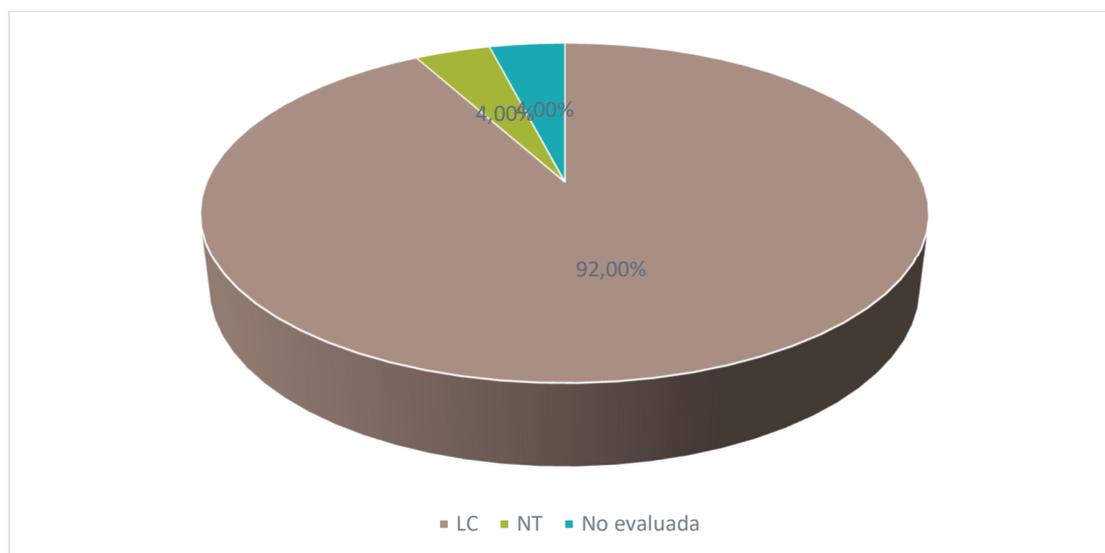
**Tabla 3-167 Estado de Conservación a Escala Nacional y Global de las Especies Registradas en el Área de Estudio**

Orden	Familia	Especie	UICN 2022	Carrillo et al., 2005 Ortega-Andrade et al., 2021
Anura	Aromobatidae	<i>Allobates femoralis</i>	LC	LC
		<i>Allobates insperatus</i>	LC	LC
	Bufonidae	<i>Amazophrynella siona</i>	NE	LC
		<i>Rhinella margaritifera</i>	LC	LC
		<i>Rhinella marina</i>	LC	LC
	Hylidae	<i>Boana alfaroi</i>	NE	LC
		<i>Boana appendiculata</i>	NE	LC
		<i>Boana calcarata</i>	LC	LC
		<i>Boana cinerascens</i>	LC	LC
		<i>Boana lanciformis</i>	LC	LC
		<i>Osteocephalus planiceps</i>	LC	LC

Orden	Familia	Especie	UICN 2022	Carrillo et al., 2005 Ortega-Andrade et al., 2021
		<i>Osteocephalus taurinus</i>	LC	LC
		<i>Osteocephalus yasuni</i>	LC	LC
		<i>Scinax Cruentomma</i>	LC	LC
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	LC	LC
		<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	LC	NT
		<i>Leptodactylus wagneri</i>	LC	LC
	Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	LC	LC
		<i>Pristimantis variabilis</i>	LC	LC
Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Cercosaura oshaughnessyi</i>	NE	NE
		<i>Loxopholis parietalis</i>	LC	LC
	Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis scypheus</i>	LC	LC
		<i>Anolis transversalis</i>	LC	LC
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	LC	LC
	Teiidae	<i>Kentropyx pelviceps</i>	LC	LC
Squamata: Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Imantodes cenchoa</i>	LC	LC

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023



**Figura 3-128 Categorías de Amenaza de las Especies Registradas en el Área de Estudio de acuerdo con las Evaluaciones Nacionales**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Especies indicadoras

Dentro del grupo de anfibios, que son los principales indicadores de algún cambio en la calidad ambiental del ecosistema en el que habitan, se ha identificado a las especies con mayor abundancia, así como las familias con mayor riqueza como indicadoras. Dentro de la familia Leptodactylidae la especie *Leptodactylus discodactylus* es la más abundante (n=56) y en el grupo de la familia Hylidae las especies *Boana cinerascens* (n=32), *Osteocephalus yasuni* (n=26) y *Osteocephalus planiceps* (n=20) son especies indicadoras. Si existe algún cambio en cuanto a su abundancia sería un indicativo de que algún cambio está afectando el desarrollo poblacional óptimo en su hábitat.

### Sensibilidad

Para determinar la sensibilidad de especies de herpetofauna se consideró el estado de conservación y la distribución geográfica a nivel nacional y regional. De esta manera, se determinaron dos categorías de sensibilidad para el área de estudio, en dónde las especies *Allobates insperatus* y *Leptodactylus pentadactylus* son consideradas de sensibilidad media, mientras que las otras especies registradas han sido categorizadas como especies de sensibilidad baja.

Particularmente, *Leptodactylus pentadactylus* presenta amenazas localizadas a su conservación, primero, debido a que es una rana de gran tamaño y en ciertas comunidades es utilizada como alimento. Así también, otras actividades de origen antrópico promueven la destrucción de sus hábitats naturales llevándola a ser categorizada como Casi amenazada (NT) por Ortega-Andrade et al., (2021).

Aunque la especie *Allobates insperatus* es endémica del Ecuador, tiene una distribución extendida en varias provincias del país, así también, las evaluaciones de su estado de conservación no la han categorizado en niveles de amenaza por lo que se mantiene con una sensibilidad media.

De igual manera, especies en categorías de “No evaluadas” mantienen rangos de distribución extendidos fuera del país, por lo que su estado de conservación se mantiene estable.

**Tabla 3-168 Categorías de sensibilidad de las especies registradas en el área de estudio**

Especie	Endemismo	UICN 2024	Carrillo et al., 2005 Ortega-Andrade et al., 2021	Sensibilidad
<i>Allobates femoralis</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Allobates insperatus</i>	SI	LC	LC	Media
<i>Amazophrynella siona</i>	NO	No evaluada	LC	Baja
<i>Rhinella margaritifera</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Rhinella marina</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Boana alfaroi</i>	NO	No evaluada	LC	Baja
<i>Boana appendiculata</i>	NO	No evaluada	LC	Baja
<i>Boana calcarata</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Boana cinerascens</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Boana lanciformis</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Osteocephalus planiceps</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Osteocephalus taurinus</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Osteocephalus yasuni</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Scinax cruentomma</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Leptodactylus discodactylus</i>	NO	LC	LC	Baja

Especie	Endemismo	UICN 2024	Carrillo et al., 2005 Ortega-Andrade et al., 2021	Sensibilidad
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	NO	LC	NT	Media
<i>Leptodactylus wagneri</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Oreobates quixensis</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Pristimantis variabilis</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Cercosaura oshaughnessyi</i>	NO	No evaluada	No evaluada	Baja
<i>Loxopholis parietalis</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Anolis scypheus</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Anolis transversalis</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Gonatodes humeralis</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Kentropyx pelviceps</i>	NO	LC	LC	Baja
<i>Imantodes cenchoa</i>	NO	LC	LC	Baja

Fuente: Entrix, agosto 2023

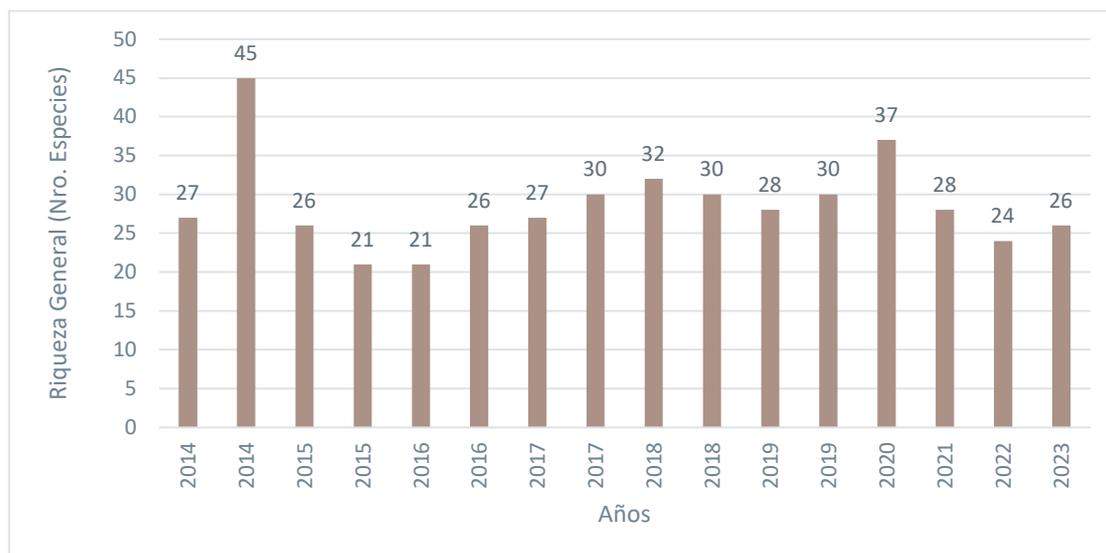
Elaboración: Entrix, octubre 2024

### Uso del Recurso

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

### **Comparación con Estudios Anteriores**

Dentro del área geográfica del proyecto se ha realizado varios monitoreos en distintos puntos para registrar la herpetofauna del lugar. Cabe mencionar que el presente estudio (2023) corresponde al levantamiento de información en nuevos transectos dentro del área con el fin de construir la línea base de este componente. Es por tal motivo que en la siguiente figura y tabla solo se muestran los datos correspondientes a la riqueza general de todos los estudios y monitoreos previos realizados bajo distintos protocolos. Para el presente estudio se registraron 26 especies considerando metodologías cualitativas y cuantitativas. En la siguiente figura se puede observar cómo el valor de la riqueza fluctúa entre los valores de 21 a 45 especies halladas bajo una misma área. Sin embargo, el valor registrado en este estudio (26 spp.) correspondería al primer valor tomado como referencia para futuros monitoreos. También es importante señalar que el área de los nuevos puntos comprende ecosistemas diferentes, por lo tanto, no es posible una comparación estadística con los datos anteriores.



**Figura 3-129 Riqueza de Herpetofauna Registrada en Estudios Anteriores**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Tabla 3-169 Riqueza de la Herpetofauna Registrada en Estudios Anteriores**

Año	Riqueza General (Nro. especies)	Índice de Shannon	Fuente
2014	27	2,64	Cardno-Entrix
2014	45	3,05	Walsh
2015	26	2,82	Efficacitas
2015	21	2,419	Efficacitas
2016	21	2,39	Sambito
2016	26	2,61	Cardno-Entrix
2017	27	2,71	Sambito
2017	30	2,95	Sambito
2018	32	3,19	Sambito
2018	30	2,79	Sambito
2019	28	3,09	Sambito
2019	30	3,02	Sambito
2020	37	3,36	Sambito
2021	28	3,14	Pecksambiente
2022	24	2,93	Pecksambiente
2023	26	2,45	Entrix

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

## Discusión

La comunidad de herpetofauna en el área de estudio muestra una composición de especies dominada por las familias Hylidae (ranas arbóreas) y Leptodactylidae (ranas espumeras). Este patrón de diversidad parece estar relacionado con las características del hábitat observadas durante el muestreo. Se evidenció la presencia de extensas áreas de vegetación inundada dominada por palmas y zonas de pantano que favorecen la presencia de estas comunidades de herpetofauna (Figueiredo et al., 2019; Chen et al., 2020). Las ranas pertenecientes a la familia Hylidae fueron observadas frecuentemente en vegetación circundante a cuerpos de agua, mientras que las ranas del grupo Leptodactylidae fueron registradas en sustratos pantanosos. Estos patrones de ocupación estarían relacionados con los requerimientos ecológicos que presentan estos grupos de anfibios, ya que atraviesan etapas de desarrollo acuáticas, como renacuajos (Vitt & Caldwell 2014). En este sentido, el área de estudio ofrece condiciones óptimas para su reproducción y desarrollo.

Las zonas inundables dentro del área de estudio están circundadas por áreas de mayor altitud con hábitats de tierra firme, como bosques secundarios con zonas abiertas, donde se identificó la presencia de otras asociaciones de herpetofauna que están conformadas por especies de hábitos terrestres con modos reproductivos no ligados al agua (Wells, 2007). En este contexto, familias de anfibios como Strabomantidae, Aromobatidae y de reptiles como Gymnophthalmidae y Sphaerodactylidae fueron registrados con mayor frecuencia en estas áreas.

En cuanto a los patrones de riqueza, durante este muestreo se registraron 26 especies de herpetofauna. De acuerdo con el estudio de Yáñez-Muñoz et al (2010), en localidades circundantes al río Singue se ha documentado 48 especies de herpetofauna. En este sentido, es importante considerar que Yáñez-Muñoz et al (2010) efectúa un muestreo durante 12 días abarcando una mayor heterogeneidad de hábitats y ecosistemas, lo que estaría reflejándose en un estudio más robusto y con mayor esfuerzo de muestreo. Por otra parte, el estimador Chao 1 indica la posibilidad de aumentar a 29 el número de especies para el área estudiada.

Un aspecto particular para destacar es la escasa representatividad de reptiles y principalmente de serpientes durante este muestreo, es que las serpientes y lagartijas son organismos que presentan mayor movilidad y que suelen ocupar estratos fosoriales y semifosoriales haciéndose necesaria la remoción de materia vegetal y estructuras a nivel del suelo, originando que su detección sea más complicada (Crawford et al., 2020). Por otra parte, la estacionalidad climática es un factor importante para considerar al momento de la detectabilidad de especies, ya que estos organismos regulan sus momentos de actividad de acuerdo con el clima, en este sentido, en épocas secas existe un limitado desplazamiento de estos organismos, mientras que las temporadas lluviosas promueven el desplazamiento de reptiles hacia lugares secos, aumentando de esta manera su detectabilidad. También se debe señalar que los anfibios dependen directamente de la humedad del ambiente para regular su metabolismo, aumentando su actividad durante los episodios lluviosos (Duellman & Trueb 1994; Maxwell et al., 2019).

Es importante considerar que *L. pentadactylus* es la única especie categorizada con criterios de amenaza a la conservación. En este sentido, Ortega-Andrade et al. (2021) identifica amenazas localizadas por parte de ciertas comunidades amazónicas hacia esta especie. En concreto, al ser una rana de tamaño grande puede ser utilizada como recurso alimenticio (Ortega-Andrade et al., 2021; Ron et al., 2022). Sin embargo, en el área de estudio no se registró el uso de ninguna especie como un recurso para las comunidades. En el mismo contexto, la especie *Allobates insperatus* presenta endemismo en el Ecuador, convirtiéndola en una especie de importancia para el área de estudio, aunque debido a su rango de distribución extendido en varias localidades orientales del país no la ha llegado a ser considerada como una especie amenazada.

Por último, se puede identificar que un gran porcentaje de las especies registradas son considerados como organismos con cierta tolerancia a modificaciones del hábitat, ya que parte de su distribución incluye áreas con presencia de ganadería, cultivos o infraestructuras (Ron et al., 2022; Torres-Carvajal et al., 2023). Los impactos generados por las actividades de explotación de hidrocarburos en el ecosistema serán

acumulativos y sinérgicos, sumándose a los efectos previos en el área de estudio como la intervención antrópica sobre bosque secundario del lugar. Investigaciones en bosques tropicales lluviosos indican que los efectos del microclima externo pueden extenderse a grandes distancias. Además, se ha determinado que la influencia del efecto de borde en los fragmentos de bosque varía según el tipo de impacto y su repercusión en la dinámica de los componentes bióticos (Kapos, 1997). Estudios sobre el efecto de borde en la herpetofauna revelan que las comunidades de anfibios y reptiles experimentan cambios significativos en la riqueza de especies y en la estructura de sus comunidades (Bustamante et al, 2003). Para el caso de este estudio las especies determinadas como especies sensibles fueron *L. pentadactylus* y *A. insperatus* debido a su distribución y posible presión antrópica, bajo este contexto los cambios en estas especies y cambios en la disminución en abundancias de las especies indicadoras (*Leptodactylus discodactylus*, *Boana cinerascens*, *Osteocephalus yasuni*, *Osteocephalus planiceps*) serán los principales efectos negativos del proyecto hacia especies del componente herpetofauna. Finalmente, al cambiar las abundancias también se vería afectada la estructura de la comunidad.

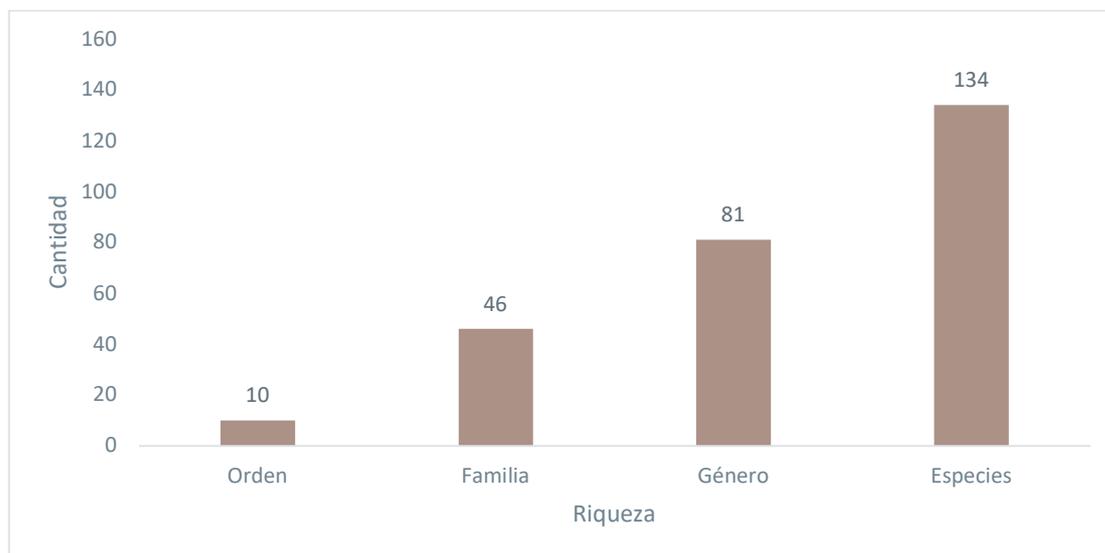
#### 3.2.5.2.4 Entomofauna

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levantada para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos, donde se puede revisar: Anexo C. Respaldo LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo; D. Registro Fotográfico, D.2 Biótico.

#### Análisis General

##### Riqueza General

La riqueza total registrada en el estudio mediante técnicas cuantitativas y cualitativas fue de 10 órdenes en toda el área de estudio, los cuales se dividen en 46 familias, 81 géneros y presentan una riqueza de 134 especies.



**Figura 3-130 Datos de Riqueza de Especies de Escarabajos Peloteros en los Puntos de Muestreo**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Página en blanco

**Tabla 3-170 Riqueza de Entomofauna Registrada en los Puntos de Muestreo Cualitativo y Cuantitativo**

Orden	Familia	Género	Especie	Tipo de Registro
Blattodea	Blaberidae	<i>Blaberus</i>	<i>Blaberus discoidalis</i>	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Epilampra</i>	<i>Epilampra</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
	Ectobiidae	<i>Euphyllodromia</i>	<i>Euphyllodromia</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Loboptera</i>	<i>Loboptera</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
	Termitidae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
Coleoptera	Carabidae	<i>Agra</i>	<i>Agra</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
		Indeterminado	Carabidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Odontocheila</i>	<i>Odontocheila</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
	Cerambycidae	Indeterminado	Cerambycidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Taeniotus</i>	<i>Taeniotus</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
	Chrysomelidae	Indeterminado	Chrysomelidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
	Coccinellidae	Indeterminado	Coccinellidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
	Curculionidae	Indeterminado	Curculionidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
	Erotylidae	<i>Erotylus</i>	<i>Erotylus</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
		Indeterminado	Erotylidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
	Lycidae	Indeterminado	Lycidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
	Passalidae	Indeterminado	Passalidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
	Scarabaeidae	<i>Canthidium</i>	<i>Canthidium</i> aff. <i>orbiculatum</i>	Trampas <i>pitfall</i>
			<i>Canthidium</i> <i>coerulescens</i>	Trampas <i>pitfall</i>
		<i>Canthon</i>	<i>Canthon</i> <i>fulgidus</i>	Trampas <i>pitfall</i>
		<i>Coprophanaeus</i>	<i>Coprophanaeus</i> <i>telamon</i>	Trampas <i>pitfall</i>
		<i>Deltochilum</i>	<i>Deltochilum</i> <i>barbipes</i>	Trampas <i>pitfall</i>
<i>Deltochilum</i> <i>carinatum</i>			Trampas <i>pitfall</i>	
<i>Deltochilum</i> <i>crenulipes</i>	Trampas <i>pitfall</i>			

Orden	Familia	Género	Especie	Tipo de Registro	
			<i>Deltochilum orbigny amazonicum</i>	Trampas <i>pitfall</i>	
		<i>Dichotomius</i>		<i>Dichotomius mamillatus</i>	Trampas <i>pitfall</i>
				<i>Dichotomius ohausi</i>	Trampas <i>pitfall</i>
				<i>Dichotomius podalirius</i>	Trampas <i>pitfall</i>
				<i>Dichotomius problematicus</i>	Trampas <i>pitfall</i>
				<i>Dichotomius quadrilobatus</i>	Trampas <i>pitfall</i>
			<i>Eurysternus</i>		<i>Eurysternus aff. wittmerorum</i>
				<i>Eurysternus caribaeus</i>	Trampas <i>pitfall</i>
				<i>Eurysternus hamaticollis</i>	Trampas <i>pitfall</i>
				<i>Eurysternus hypocrita</i>	Trampas <i>pitfall</i>
				<i>Eurysternus lanuginosus</i>	Trampas <i>pitfall</i>
		<i>Onthophagus</i>		<i>Onthophagus rubrescens</i>	Trampas <i>pitfall</i>
				<i>Onthophagus xanthomerus</i>	Trampas <i>pitfall</i>
		<i>Oxysternon</i>		<i>Oxysternon conspicillatum</i>	Trampas <i>pitfall</i>
				<i>Oxysternon silenus</i>	Trampas <i>pitfall</i>
		<i>Phanaeus</i>		<i>Phanaeus cambeforti</i>	Trampas <i>pitfall</i>
				<i>Phanaeus chalcomelas</i>	Trampas <i>pitfall</i>
		<i>Sylvicanthon</i>		<i>Sylvicanthon bridarollii</i>	Trampas <i>pitfall</i>
			<i>Sylvicanthon proseni</i>	Trampas <i>pitfall</i>	
		Tenebrionidae	Indeterminado	Tenebrionidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
Dermaptera	Forficulidae	<i>Doru</i>	<i>Doru</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica	
Diptera	Calliphoridae	Indeterminado	Calliphoridae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica	
	Culicidae	Indeterminado	Culicidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica	
	Curtonotidae	<i>Curtonotum</i>	<i>Curtonotum</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica	
	Dolichopodidae	<i>Condylostylus</i>	<i>Condylostylus</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica	

Orden	Familia	Género	Especie	Tipo de Registro
	Micropezidae	Indeterminado	Micropezidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
	Muscidae	Indeterminado	Muscidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
	Neriidae	<i>Glyphidops</i>	<i>Glyphidops</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
	Stratiomyidae	<i>Cyphomyia</i>	<i>Cyphomyia</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
	Syrphidae	<i>Mixogaster</i>	<i>Mixogaster</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Palpada</i>	<i>Palpada</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
	Tabanidae	Indeterminado	Tabanidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
Hemiptera	Canopidae	<i>Canopus</i>	<i>Canopus</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
	Cercopidae	<i>Mahanarva</i>	<i>Mahanarva tristis</i>	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Neaenus</i>	<i>Neaenus</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Sphenorhina</i>	<i>Sphenorhina</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Sphenorhina</i>	<i>Sphenorhina rubra</i>	Captura manual mediante red entomológica
	Cicadellidae	Indeterminado	Cicadellidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
	Cicadidae	<i>Cicada</i>	<i>Cicada</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
	Coreidae	<i>Anisoscelis</i>	<i>Anisoscelis foliaceus</i>	Captura manual mediante red entomológica
		Indeterminado	Coreidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Leptoscelis</i>	<i>Leptoscelis saepifera</i>	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Nematopus</i>	<i>Nematopus</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Stenoscelidea</i>	<i>Stenoscelidea</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
	Gerridae	<i>Aquarius</i>	<i>Aquarius</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
	Membracidae	<i>Membracis</i>	<i>Membracis</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Umbonia</i>	<i>Umbonia spinosa</i>	Captura manual mediante red entomológica
Pentatomidae	Indeterminado	Pentatomidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica	
Reduviidae	<i>Repipta</i>	<i>Repipta</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica	
Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus</i>	<i>Bombus</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica

Orden	Familia	Género	Especie	Tipo de Registro	
		<i>Lestrimelitta</i>	<i>Lestrimelitta</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica	
		<i>Tetragonisca</i>	<i>Tetragonisca</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica	
		<i>Trigona</i>	<i>Trigona</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica	
	Formicidae		<i>Acromyrmex</i>	<i>Acromyrmex</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
			<i>Atta</i>	<i>Atta</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
			<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus nitidior</i>	Captura manual mediante red entomológica
				<i>Camponotus</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
				<i>Camponotus atriceps</i>	Captura manual mediante red entomológica
			<i>Cephalotes</i>	<i>Cephalotes atratus</i>	Captura manual mediante red entomológica
			<i>Crematogaster</i>	<i>Crematogaster</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
			<i>Ectatomma</i>	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	Captura manual mediante red entomológica
			<i>Odontomachus</i>	<i>Odontomachus haematodus</i>	Captura manual mediante red entomológica
	<i>Paraponera</i>	<i>Paraponera clavata</i>	Captura manual mediante red entomológica		
	Vespidae		Indeterminado	Vespidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
			<i>Polybia</i>	<i>Polybia</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
<i>Protopolybia</i>			<i>Protopolybia</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Cissia</i>	<i>Cissia</i> sp.	Redes VSR (Van Someren Rydon)	
		<i>Cithaerias</i>	<i>Cithaerias pireta</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)	
		<i>Tigridia</i>	<i>Tigridia acesta</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)	
		<i>Adelpha</i>	<i>Adelpha capucinus</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)	
			<i>Adelpha thessalia</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)	
		<i>Archaeoprepona</i>	<i>Archaeoprepona amphimachus</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)	
			<i>Archaeoprepona demophoon</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)	
			<i>Archaeoprepona</i> sp.	Redes VSR (Van Someren Rydon)	
<i>Catoblepia</i>	<i>Catoblepia berecynthia</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)			

Orden	Familia	Género	Especie	Tipo de Registro
		<i>Catonephele</i>	<i>Catonephele acontius</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
			<i>Catonephele numilia</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
		<i>Colobura</i>	<i>Colobura dirce</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
		<i>Eunica</i>	<i>Eunica clytia</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
			<i>Eunica orphise</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
		<i>Marpesia</i>	<i>Marpesia chiron</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
			<i>Memphis aff. moruus</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
			<i>Memphis lyceus</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
			<i>Memphis sp.</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
		<i>Morpho</i>	<i>Morpho menelaus</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
			<i>Morpho helenor</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
		<i>Opsiphanes</i>	<i>Opsiphanes cassina</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
		<i>Prepona</i>	<i>Prepona demodice</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
			<i>Prepona laertes</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
		<i>Pyrrhogyra</i>	<i>Pyrrhogyra otolais</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
		<i>Taygetis</i>	<i>Taygetis thamyra</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
		<i>Temenis</i>	<i>Temenis laothoe</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
		<i>Zaretis</i>	<i>Zaretis isidora</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
<i>Zaretis miranda</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)			
	Pieridae	<i>Moschoneura</i>	<i>Moschoneura pinthous</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
	Satyridae	<i>Haetera</i>	<i>Haetera piera</i>	Redes VSR (Van Someren Rydon)
Odonata	Libellulidae	<i>Uracis</i>	<i>Uracis sp.</i>	Captura manual mediante red entomológica
Orthoptera	Acrididae	<i>Aptoceras</i>	<i>Aptoceras sp. 1</i>	Captura manual mediante red entomológica
			<i>Aptoceras sp. 2</i>	Captura manual mediante red entomológica
		Indeterminado	Acrididae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica

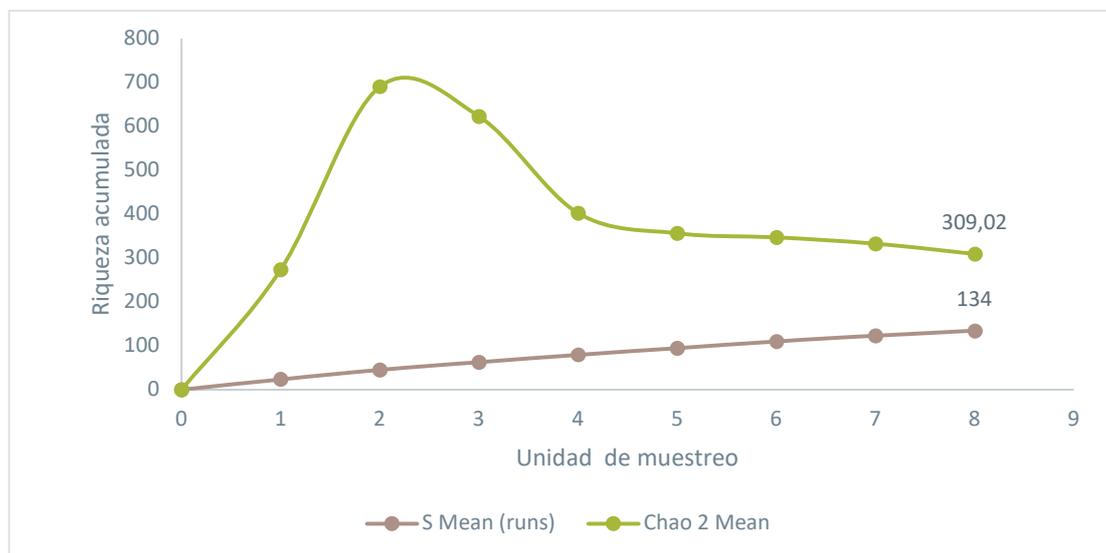
Orden	Familia	Género	Especie	Tipo de Registro
	Eumastacidae	<i>Eumastax</i>	<i>Eumastax</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
		Indeterminado	Eumastacidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
	Gryllotalpidae	Indeterminado	Gryllotalpidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
	Tetrigidae	Indeterminado	Tetrigidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
	Tettigoniidae	<i>Conocephalus</i>	<i>Conocephalus</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Euceraia</i>	<i>Euceraia</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Hyperomerus</i>	<i>Hyperomerus</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
		Indeterminado	Tettigoniidae nd. 1	Captura manual mediante red entomológica
		<i>Schedocentrus</i>	<i>Schedocentrus</i> sp.	Captura manual mediante red entomológica
	Thysanoptera	Thripidae	Indeterminado	Thripidae nd. 1
10	46	81	134	-

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva de Acumulación de Especies

De acuerdo con el índice estimador Chao 2, el valor de especies esperadas es de 309. El valor de especies registradas en el sitio de muestreo fue de 134, este número representa el 43,36 % de especies esperadas. La curva de acumulación presenta una tendencia hacia su asíntota, es decir, el esfuerzo de muestreo es aceptable.



**Figura 3-131 Curva de Acumulación de Especies para los Puntos Cualitativos y Cuantitativos**

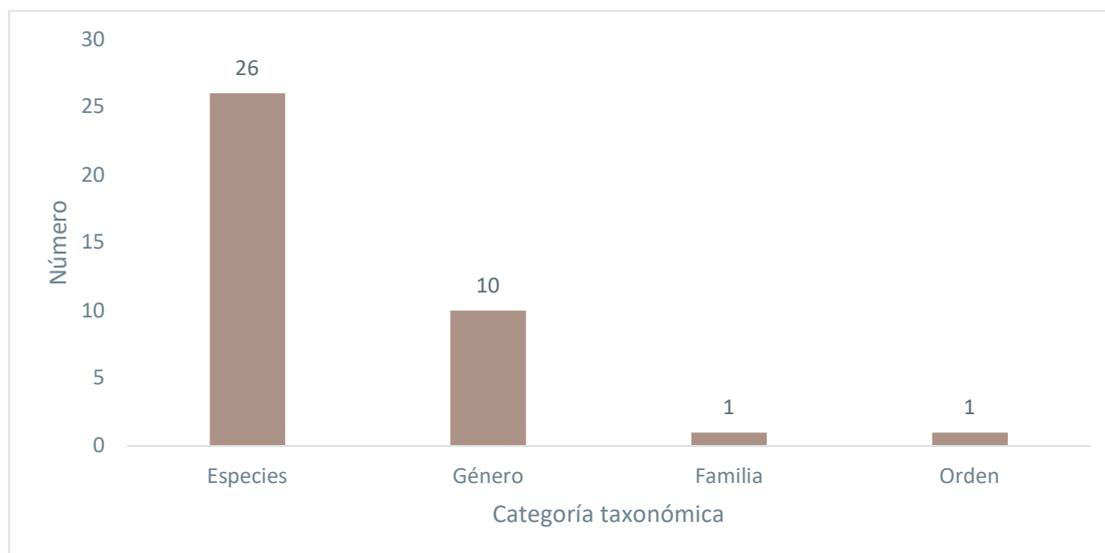
Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### **Análisis General Cuantitativo**

#### Escarabajos Copronecrófagos

##### *Riqueza*

Se registró una riqueza total de 26 especies para escarabajos copronecrófagos, correspondientes a 10 géneros, una familia y un orden.



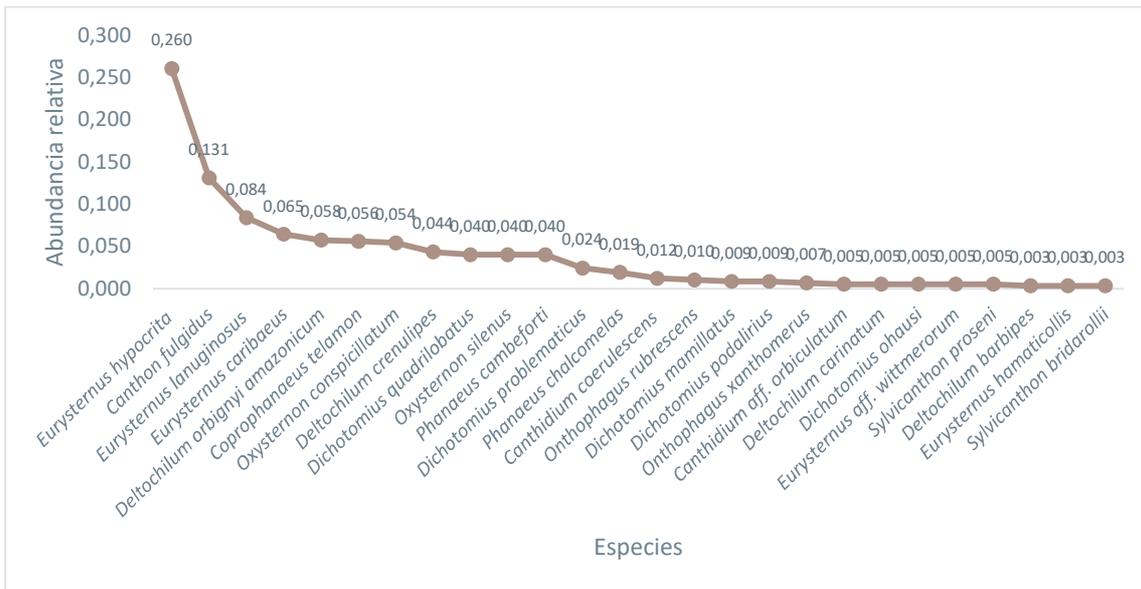
**Figura 3-132 Riqueza de Especies de Escarabajos Copronecrófagos en los Puntos de Muestreo**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### *Curva de Rango Abundancia*

La especie con mayor abundancia fue *Eurysternus hypocrita*, con una  $pi = 0,26$ ; *Canthon fulgidus* presentó un  $pi = 0,13$ , siendo el segundo valor más alto registrado en los puntos cuantitativos. *Eurysternus lanuginosus* registró una  $pi = 0,084$ ; *Eurysternus caribaeus* presentó un  $pi = 0,065$ ; *Deltochilum orbigny amazonicum* reveló un  $pi = 0,058$ , mientras que *Coprophanæus telamon* tuvo un  $pi = 0,056$ . Las especies *Oxysternon conspicillatum* y *Deltochilum crenulipes* presentaron  $pi = 0,054$  y  $0,044$  respectivamente, mientras que las especies *Dichotomius quadrilobatus*, *Oxysternon silenus* y *Phanaeus cambeforti* registraron una  $pi = 0,040$ . Los valores obtenidos de abundancia relativa de las especies restantes pueden observarse en la siguiente figura.



**Figura 3-133 Curva Dominancia-Diversidad Registrada de Escarabajos Copronecrófagos**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva de Acumulación de Especies

Se determinó la riqueza acumulada con el índice estimador Chao 1 para los puntos cuantitativos del área de estudio, obteniéndose valores iguales para las especies registradas (26 spp.) y el valor del índice (26 spp.). Es decir, se registró el 100 % de especies esperadas. En el siguiente gráfico se puede observar cómo la curva de acumulación tiende a la asíntota, es decir, que el esfuerzo de muestreo es óptimo.



**Figura 3-134 Curva de Acumulación de Especies de Escarabajos Copronecrófagos**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Diversidad Alfa

De acuerdo con el índice de Shannon, la abundancia de 572 individuos y 26 especies genera un valor de 2,59, como se indica en la tabla.

**Tabla 3-171 Índice de Diversidad de Shannon Registrado para Escarabajos Copronecrófagos**

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Interpretación de Shannon
Escarabajos copronecrófagos	26	572	2,59	Diversidad media

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

En cuanto al índice de dominancia de Simpson, se obtuvo un valor de 0,114.

**Tabla 3-172 Índice de Dominancia de Simpson Registrado para Escarabajos Copronecrófagos**

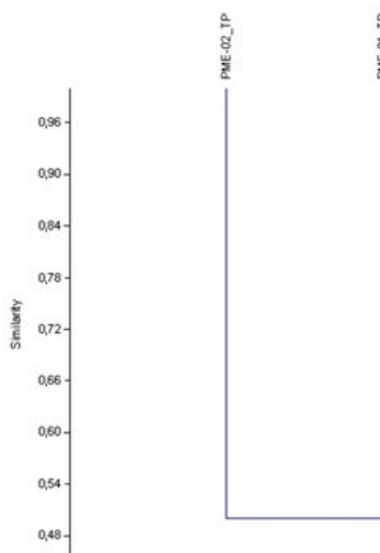
Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Dominancia de Simpson	Interpretación Simpson
Escarabajos copronecrófagos	26	572	0,114	Dominancia de una especie

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Diversidad Beta

Se determinó el índice de similitud Jaccard entre los dos puntos de muestreo para escarabajos copronecrófagos, obteniéndose que ambos puntos tienen una similitud del 50 %, como se muestra en la siguiente gráfica.



**Figura 3-135 Análisis Clúster de Jaccard para Escarabajos Copronecrófagos**

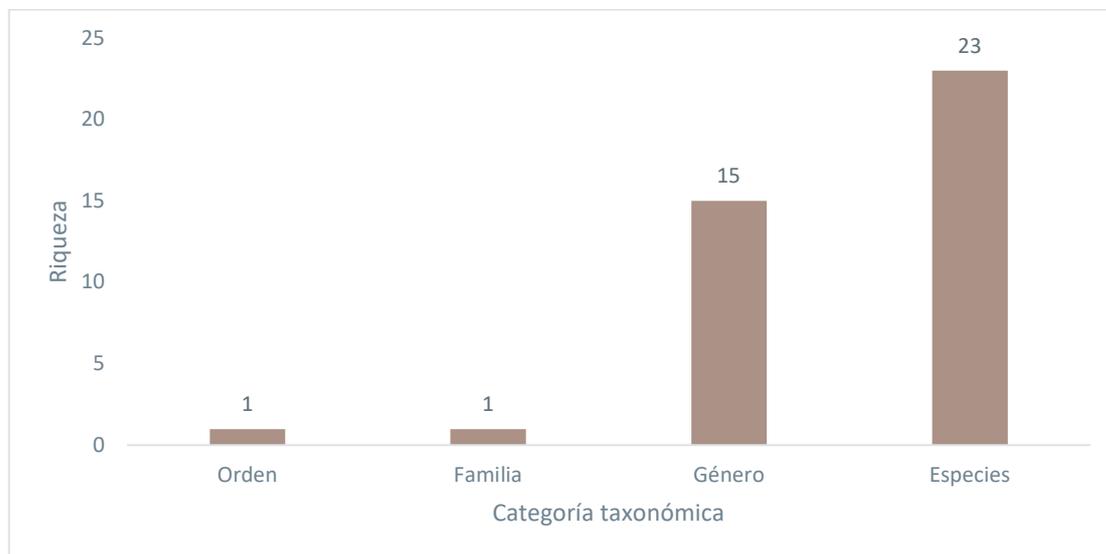
Fuente: Entrix, agosto-septiembre 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Mariposas Diurnas

#### Riqueza

Se halló 23 especies de mariposas correspondientes a 15 géneros, una familia y un orden para toda el área de estudio.



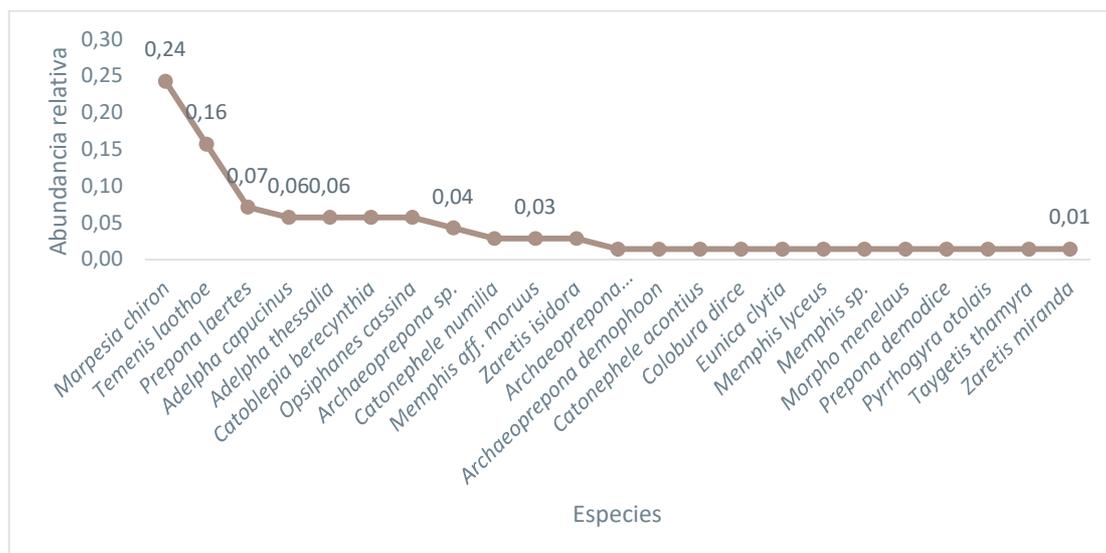
**Figura 3-136 Riqueza de Lepidópteros Hallados en los Puntos Cuantitativos**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### *Curva de Rango Abundancia*

La pi más bajo registrado en el área de estudio corresponde a las especies *Archaeoprepona amphimachus*, *Archaeoprepona demophoon*, *Catonephele acontius*, *Colobura dirce*, *Eunica clytia*, *Memphis lyceus*, *Memphis sp.*, *Morpho menelaus*, *Prepona demodice*, *Pyrrhogyra otolais*, *Taygetis thamyra* y *Zaretis miranda*, con un valor de 0,01. El valor de pi de las especies restantes oscila entre 0,03 y 0,24, como se indica en la siguiente gráfica.

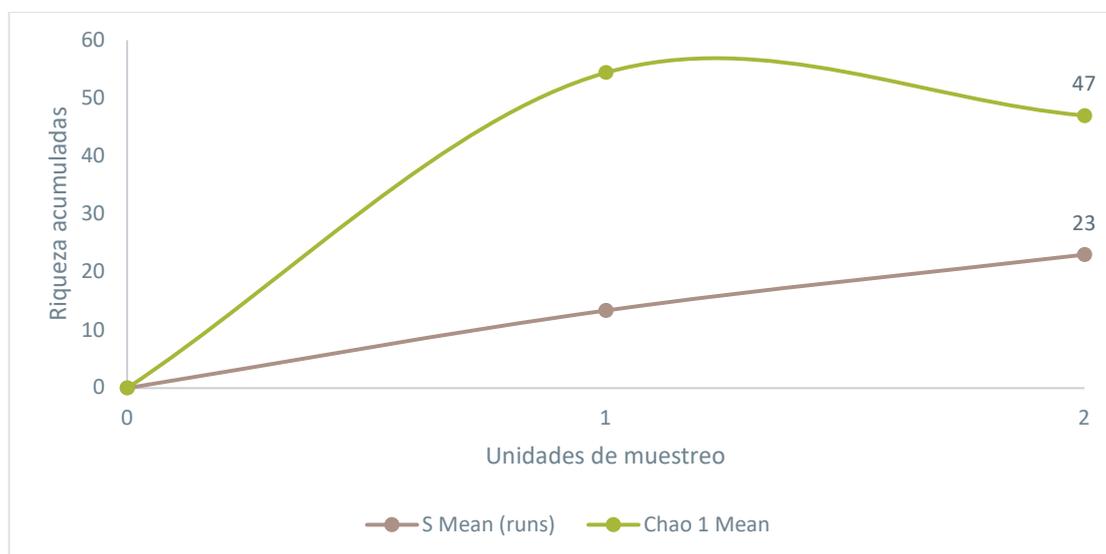


**Figura 3-137 Curva Dominancia-Diversidad de Lepidópteros Registrada en los Puntos Cuantitativos**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva de Acumulación de Especies

De acuerdo con el índice estimador, el valor de especies esperadas es de 47. El valor de especies registradas en el sitio de muestreo fue de 23, número que representa el 48,93 % de especies esperadas. La curva de acumulación tiende a su asíntota, es decir, el esfuerzo muestreo es aceptable. Este resultado podría deberse a la estacionalidad seca que estuvo presente en este muestreo.



**Figura 3-138 Curva de Acumulación de Especies de Lepidópteros para los Puntos Cuantitativos**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Diversidad Alfa

Se obtuvo un índice de Shannon de 2,65 para el total de mariposas diurnas registradas en el área de muestreo.

**Tabla 3-173 Índice de Diversidad de Shannon Registrado en los Puntos Cuantitativos**

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Interpretación de Shannon
Mariposas diurnas	23	70	2,65	Diversidad media

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

En cuanto a la dominancia de Simpson, considerando la riqueza de 23 especies y la abundancia de 70 individuos, se obtuvo un valor de 0,891.

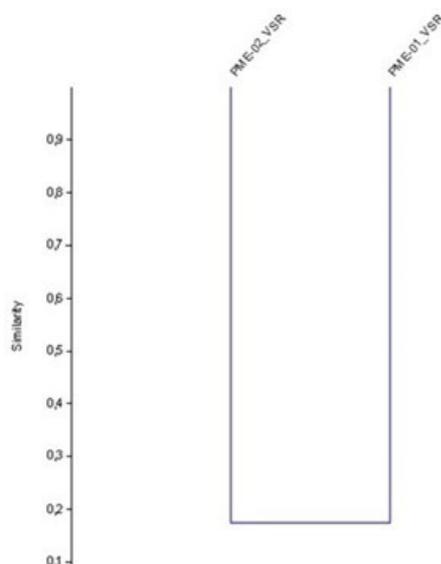
**Tabla 3-174 Índice de Dominancia de Simpson Registrado en los Puntos Cuantitativos**

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Dominancia de Simpson	Interpretación Simpson
Mariposas diurnas	23	70	0,109	Dominancia alta de una especie

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Diversidad Beta

Para el índice de similitud de Jaccard se compararon los dos puntos de muestreo de lepidópteros obteniéndose como resultado una similitud del 18 %.



**Figura 3-139 Análisis Clúster de Jaccard para los Puntos Cuantitativos**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

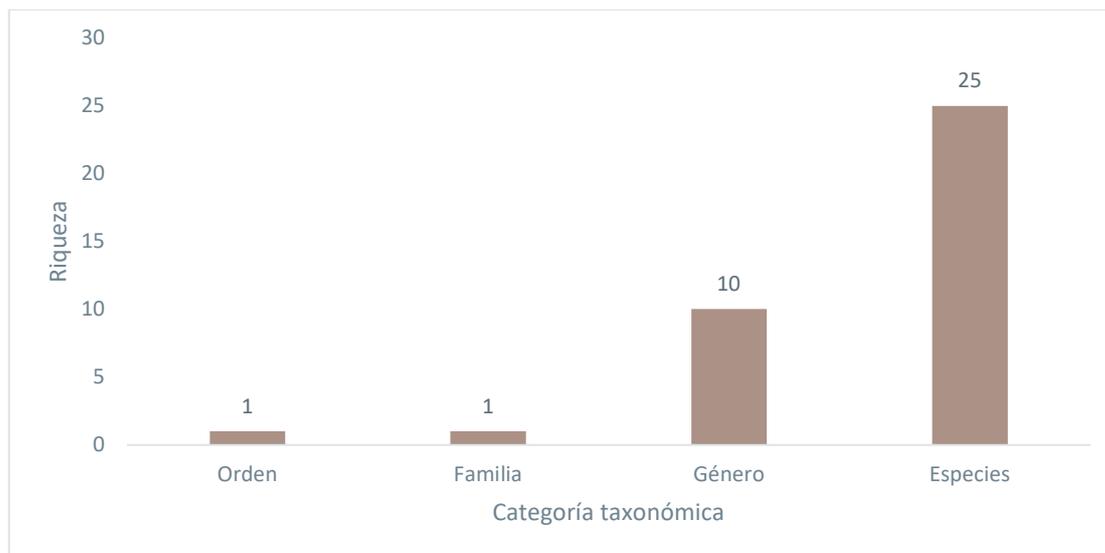
## Análisis Cuantitativo por Punto

### PME-01 (PME-01\_TP; PME-01\_VSR)

#### *PME-01\_TP*

#### Riqueza

Para el punto PME-01 TP se obtuvo una riqueza de 25 especies correspondientes a 10 géneros, una familia y un orden.



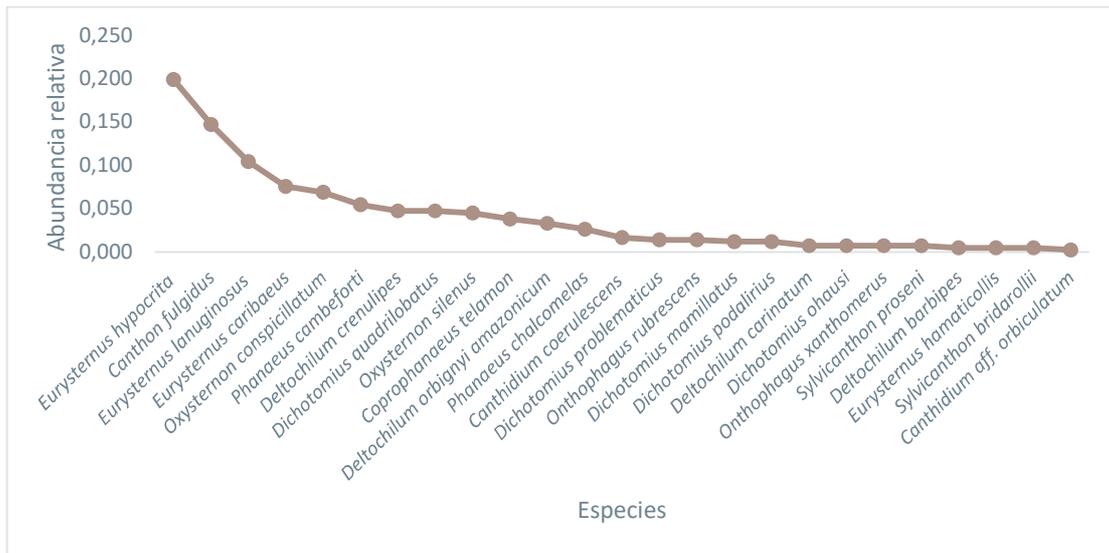
**Figura 3-140 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-01\_TP**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Curva de Rango Abundancia

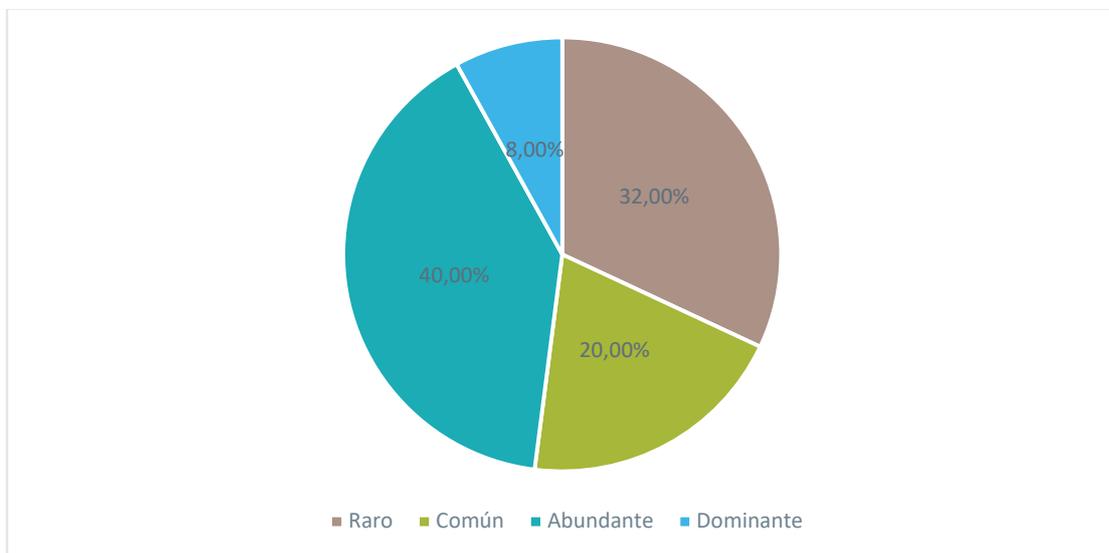
Se registró un  $\pi = 0,199$  para la especie *Eurysternus hypocrita* correspondiente a 84 individuos; en cuanto a *Canthon fulgidus*, se registró un  $\pi = 0,147$ ; de los 44 individuos registrados para *Eurysternus lanuginosus*, se obtuvo un  $\pi = 0,104$ ; para *Eurysternus caribaeus* se registró un  $\pi = 0,076$ ; *Oxysternon conspicillatum* presentó un  $\pi = 0,069$ ; *Phanaeus cambeforti* reveló un  $\pi = 0,055$ ; las especies *Deltochilum crenulipes* y *Dichotomius quadrilobatus* comparten un  $\pi = 0,047$ ; *Oxysternon silenus* registró un  $\pi = 0,045$ ; *Coprophanaeus telamon* reveló un  $\pi = 0,038$ ; 14 individuos para *Deltochilum orbigny amazonicum*, con un  $\pi = 0,033$ ; *Phanaeus chalcomelas* presentó un  $\pi = 0,026$ ; *Canthidium coerulecens* presentó un  $\pi = 0,017$ ; las especies *Dichotomius problematicus* y *Onthophagus rubrescens* presentaron un  $\pi = 0,014$ , mientras que *Dichotomius mamillatus* y *Dichotomius podalirius* presentaron un  $\pi = 0,012$ ; *Deltochilum carinatum*, *Dichotomius ohausi*, *Onthophagus xanthomerus* y *Sylvicanthon proseni* registraron un  $\pi = 0,007$ ; *Deltochilum barbipes*, *Eurysternus hamaticollis* y *Sylvicanthon bridarollii*, con un  $\pi = 0,005$ . La especie que presentó menor  $\pi = 0,002$  fue *Canthidium aff. orbiculatum*.



**Figura 3-141 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-01\_TP**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Se establecieron cuatro categorías de acuerdo con la abundancia registrada: Raro, Común, Abundante y Dominante. El 40 % de las especies registradas corresponden a la categoría Abundante, el 32 % corresponde a la categoría Raro, 20 % corresponde a la categoría Común y el 8 % a la categoría Dominante.

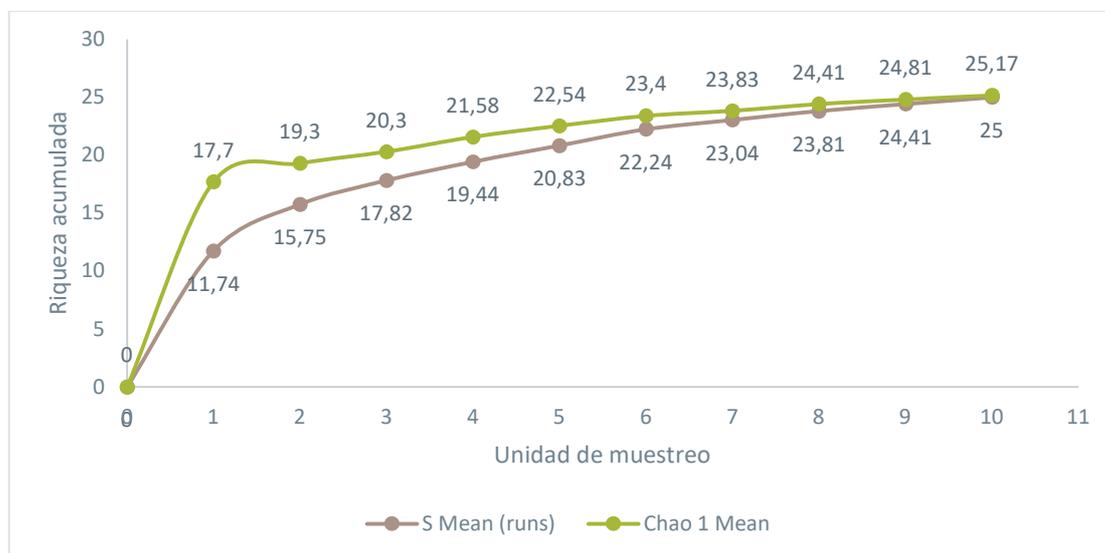


**Figura 3-142 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-01\_TP**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva de Acumulación de Especies

La siguiente figura revela que el número de especies halladas en el presente estudio (25 spp.) es igual al valor obtenido con el estimador Chao 1 (25 spp.), logrando un 100 % de las especies esperadas, y la curva de acumulación tiende a la asíntota, es decir que el esfuerzo de muestreo es óptimo.



**Figura 3-143 Curva de Acumulación de Especies para el Punto PME-01\_TP**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Diversidad Alfa

Se determinó una riqueza de 25 especies y una abundancia de 422 individuos revelándose un índice de 2,66 para Shannon en el punto PME-01\_TP.

**Tabla 3-175 Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-01\_TP**

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Interpretación de Shannon
PME-01_TP	25	422	2,66	Diversidad media

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

En cuanto al índice de Simpson, el valor obtenido es de 0,096.

**Tabla 3-176 Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-01\_TP**

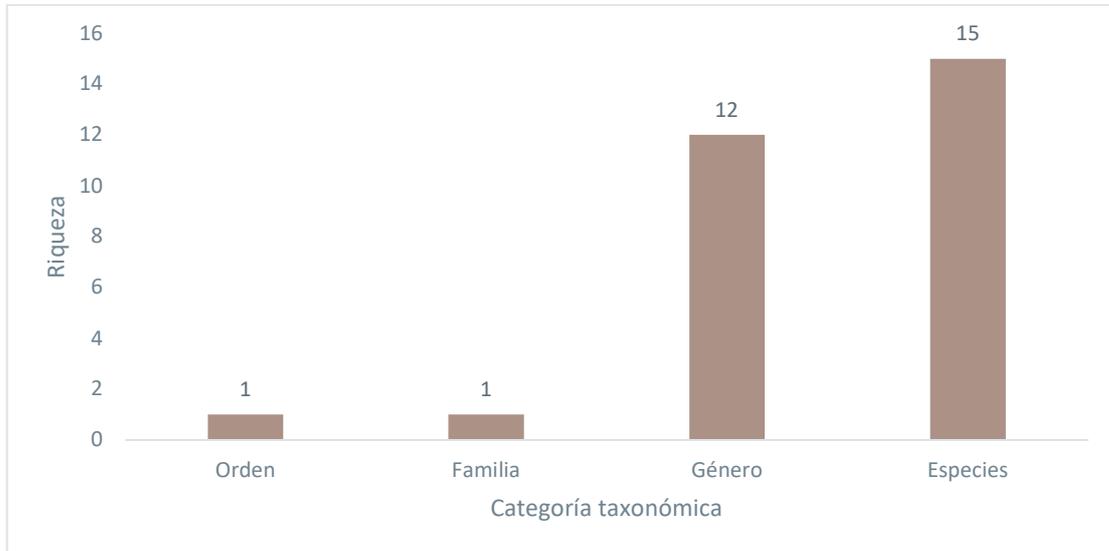
Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Dominancia de Simpson	Interpretación Simpson
PME-01_TP	25	422	0,096	Dominancia alta de dos especies

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### PME-01\_VSR

#### Riqueza

Se registró un total de 15 especies correspondientes a 12 géneros, una familia y un orden para el punto PME-01\_VSR.

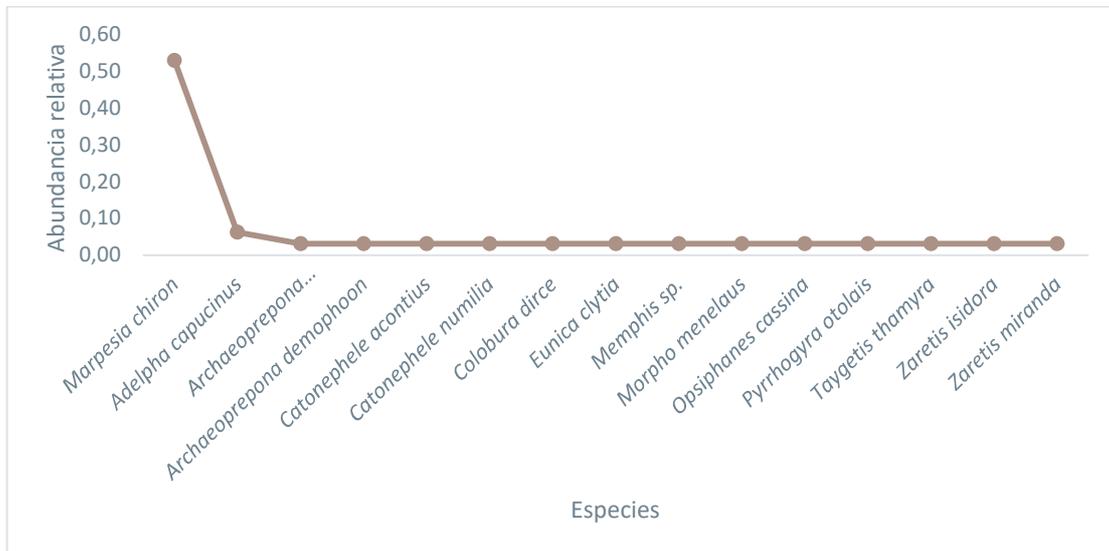


**Figura 3-144 Riqueza de Lepidópteros Registrados en el Punto de Muestreo PME-01\_VSR**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Curva de Rango Abundancia**

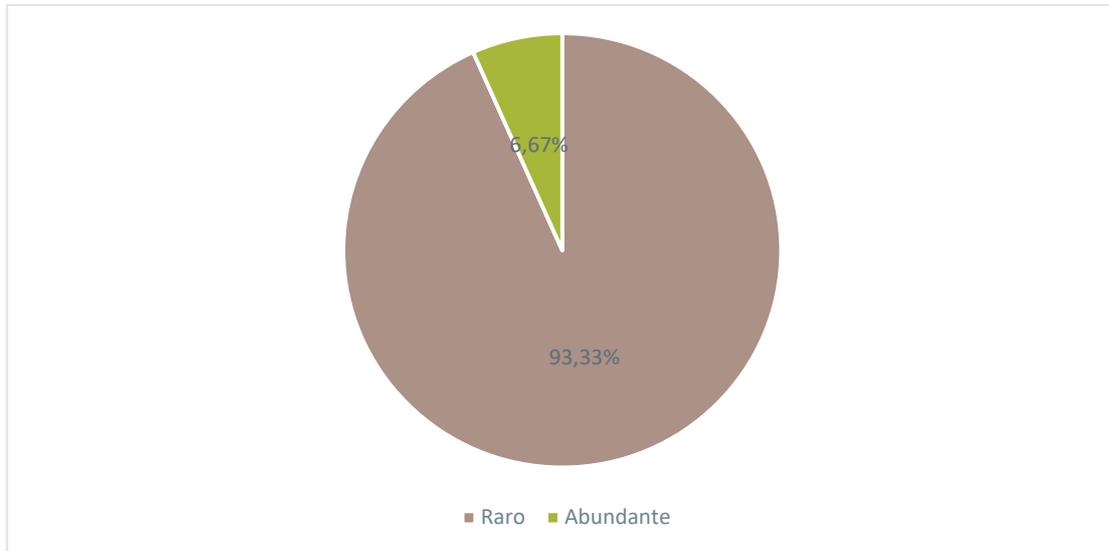
La especie *Marpesia chiron* registró el pi más alto, con un valor de 0,53. Las especies restantes presentaron pi = 0,03, a excepción de *Adelpha capucinus* que registró un pi = 0,06.



**Figura 3-145 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-01\_VSR**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

De acuerdo con la abundancia registrada para mariposas en el punto, se clasificó al 93,33 % de las especies como Raras, y el 6,67 % como Abundante, debido a que el número de la mayoría de los individuos no sobrepasa una frecuencia de dos.

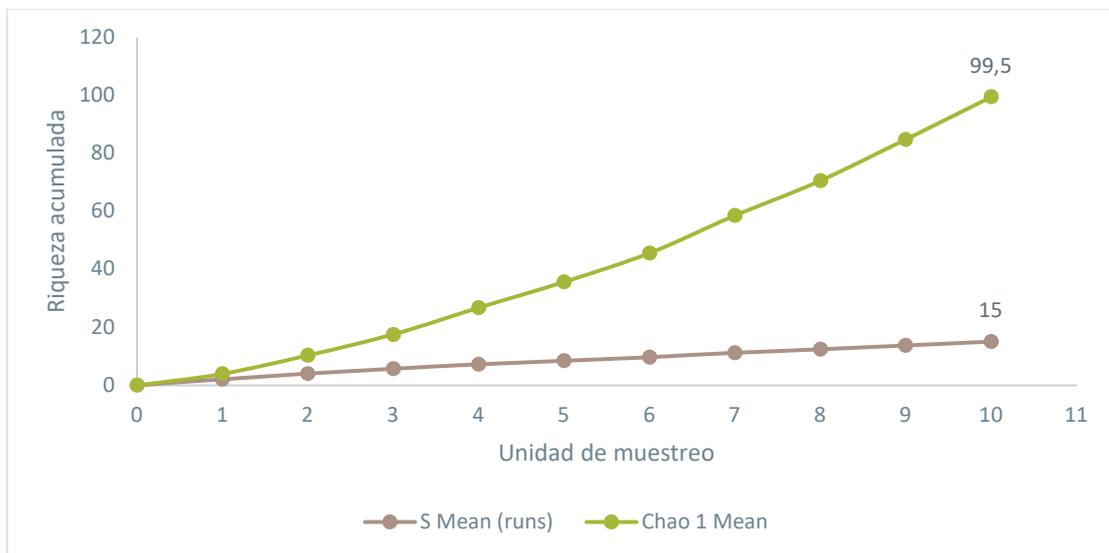


**Figura 3-146 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-01\_VSR**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Curva de Acumulación de Especies

Se estimó un valor de 99,5 para el índice Chao 1, mientras que las especies de mariposas registradas en el área de estudio fue de 15, que representa el 15 % de especies esperadas. Este resultado podría estar influenciado por la estacionalidad seca en la que se realizó el muestreo. Sin embargo, la curva de acumulación de especies tiende a su asíntota, es decir, el esfuerzo de muestreo es representativo.



**Figura 3-147 Curva de Acumulación de Especies para el Punto de Muestreo PME-01\_VSR**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Diversidad Alfa

Para el índice de Shannon se consideró el valor de la riqueza y de abundancia de 15 y 32 respectivamente. Se obtuvo un valor de 1,92 para el punto de muestreo PME-01\_VSR.

**Tabla 3-177 Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-01\_VSR**

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Interpretación de Shannon
PME-01_VSR	15	32	1,92	Diversidad media

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

En cuanto a la dominancia de Simpson se obtuvo un valor de 0,701 para el lugar de muestreo.

**Tabla 3-178 Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-01\_VSR**

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Dominancia de Simpson	Interpretación Simpson
PME-01_VSR	15	32	0,701	Dominancia media

Fuente: Entrix, agosto 2023

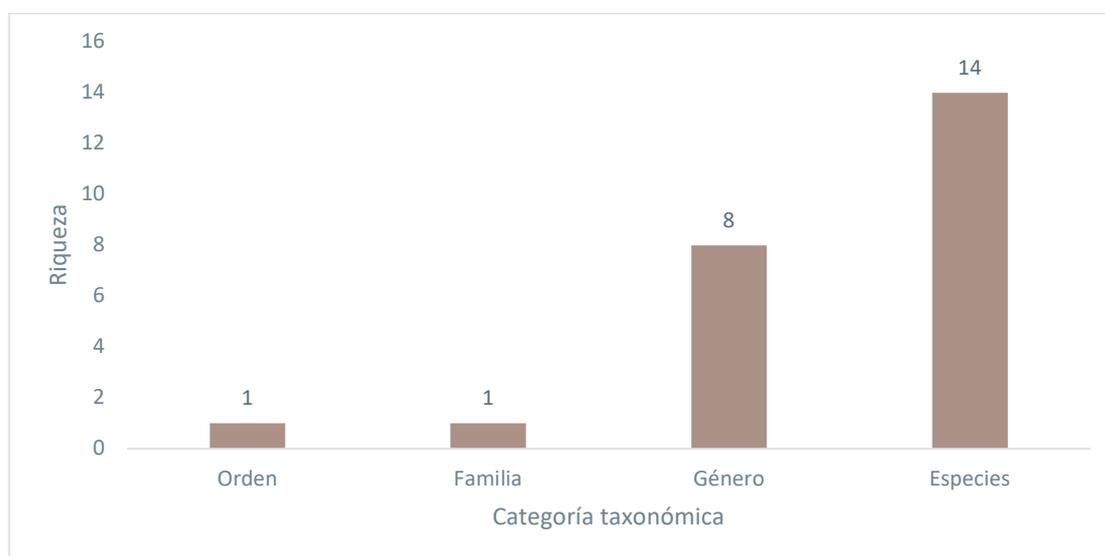
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### PME-02 (PME-02\_TP; PME-02\_VSR)

#### PME-02\_TP

#### Riqueza

Para el punto PME-02\_TP, se registró un total de 14 especies correspondientes a ocho géneros, una familia y un orden.



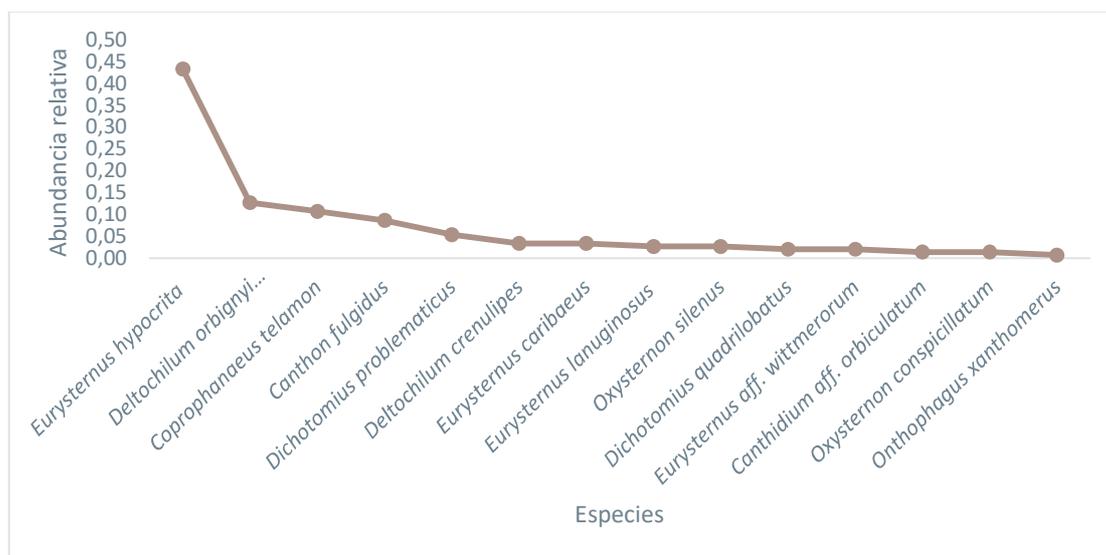
**Figura 3-148 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-02\_TP**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Curva de Rango Abundancia

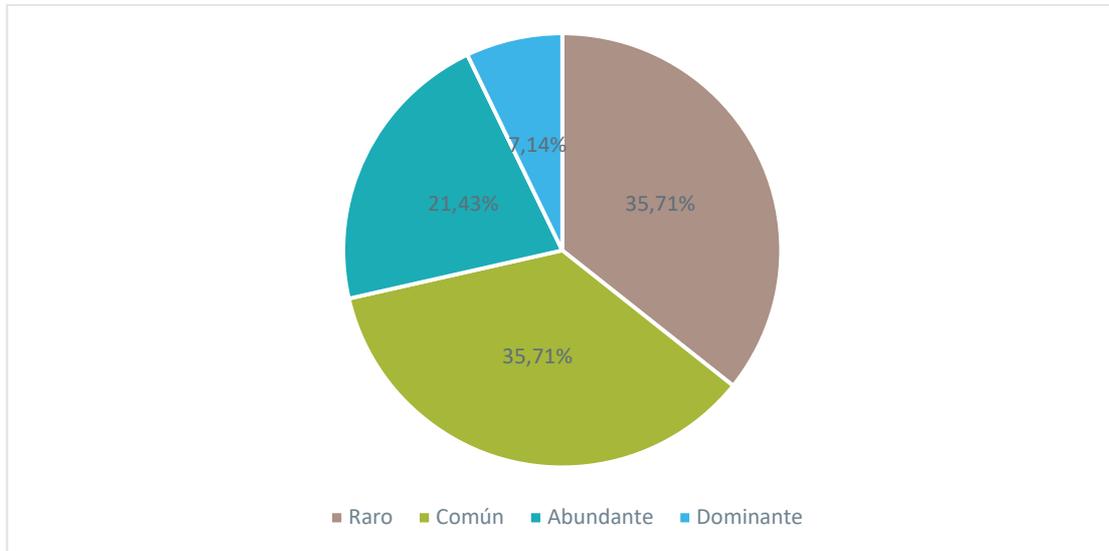
La especie *Eurysternus hypocrita* presenta una  $\pi = 0,43$ , siendo la abundancia relativa más alta del punto de muestreo. La especie *Deltochilum orbigny amazonicum* registra una  $\pi = 0,13$ ; las especies *Coprophanæus telamon*, *Canthon fulgidus* y *Dichotomius problematicus* presentan una  $\pi = 0,11$ ,  $\pi = 0,09$  y  $\pi = 0,05$  respectivamente. Para las especies *Deltochilum crenulipes*, *Eurysternus caribæus*, *Eurysternus lanuginosus* y *Oxysternon silenus*, la  $\pi$  fue de 0,03. Las especies *Dichotomius quadrilobatus* y *Eurysternus aff. wittmerorum* presentaron una  $\pi = 0,02$ ; seguidas de *Canthidium aff. orbiculatum*, *Oxysternon conspicillatum* y *Onthophagus xanthomerus*, con  $\pi = 0,01$ .



**Figura 3-149 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-02\_TP**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Para el punto PME-02 TP se determinó que el 35,71 % de las especies corresponden a la categoría Común y Raro (cada una), mientras que el 21,43 % y 7,14 % corresponden a las categorías Abundante y Dominante respectivamente.

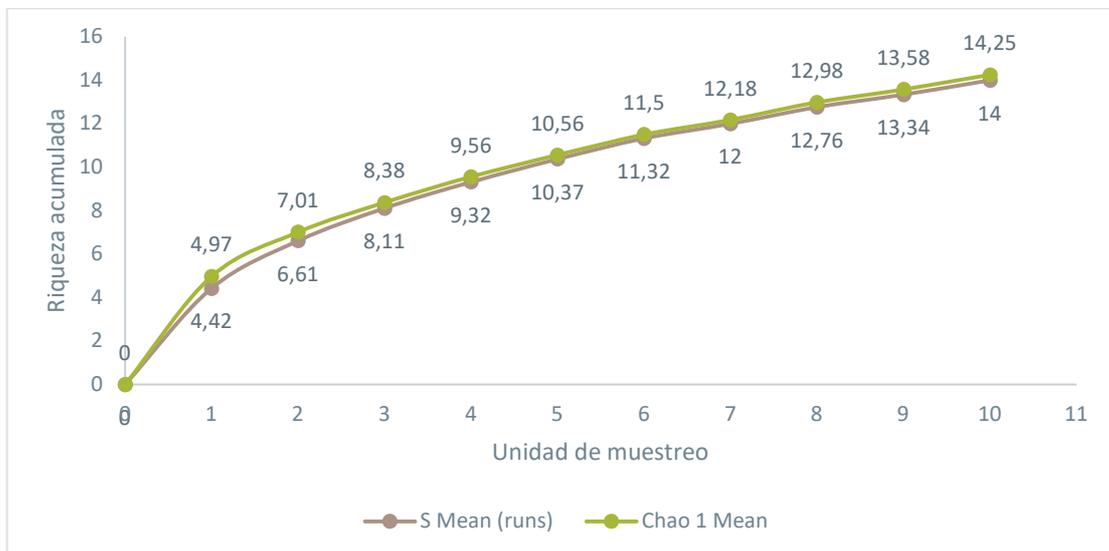


**Figura 3-150 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-02\_TP**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Curva de Acumulación de Especies

El estimador Chao 1 sugiere que las especies esperadas para el punto de muestreo son 14,25. El valor de especies registradas fue de 14, que representa el 98,24 % de especies esperadas. La curva presenta una pendiente al final de esta, por lo cual, es posible registrar un mayor número de especies en futuros estudios.



**Figura 3-151 Curva de Acumulación de Especies para el Punto PME-02\_TP**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Diversidad

El punto de muestreo PME-02 TP para el orden Coleoptera registró 14 especies y 150 individuos, por lo que el índice de Shannon presentó un valor de 1,96.

**Tabla 3-179 Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-02\_TP**

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Interpretación de Shannon
PME-02_TP	14	150	1,96	Diversidad media

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

En cuanto a la dominancia de Simpson, se obtuvo un valor de 0,770, con dominancia de pocas especies y varias especies no dominantes.

**Tabla 3-180 Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-02\_TP**

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Dominancia de Simpson	Interpretación Simpson
PME-02_TP	14	150	0,23	Dominancia alta de una especie

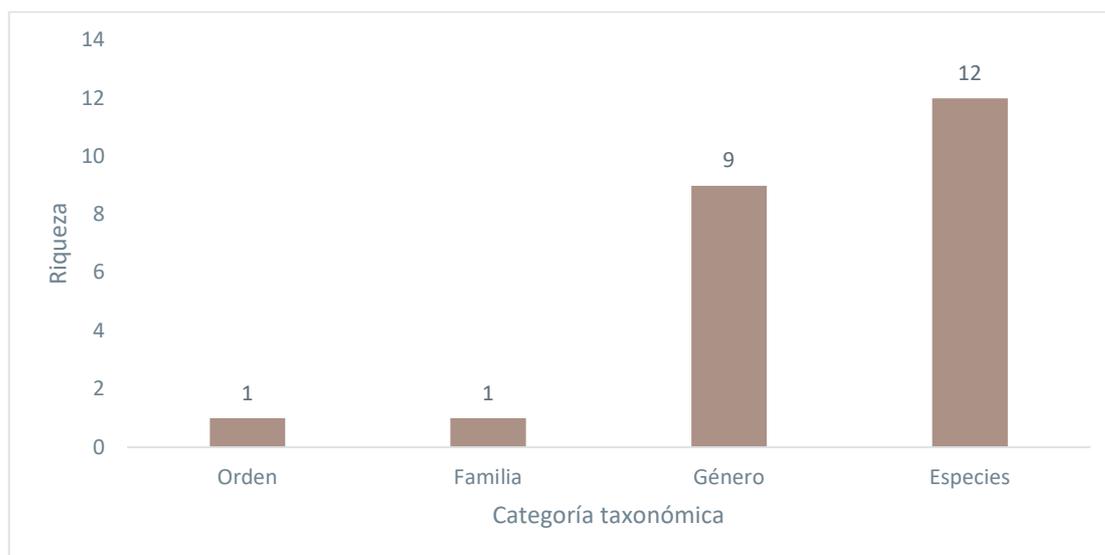
Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### PME-02\_VSR

#### Riqueza

Para el punto PME-02 VSR, se registró un total de 12 especies correspondientes a nueve géneros, una familia y un orden.



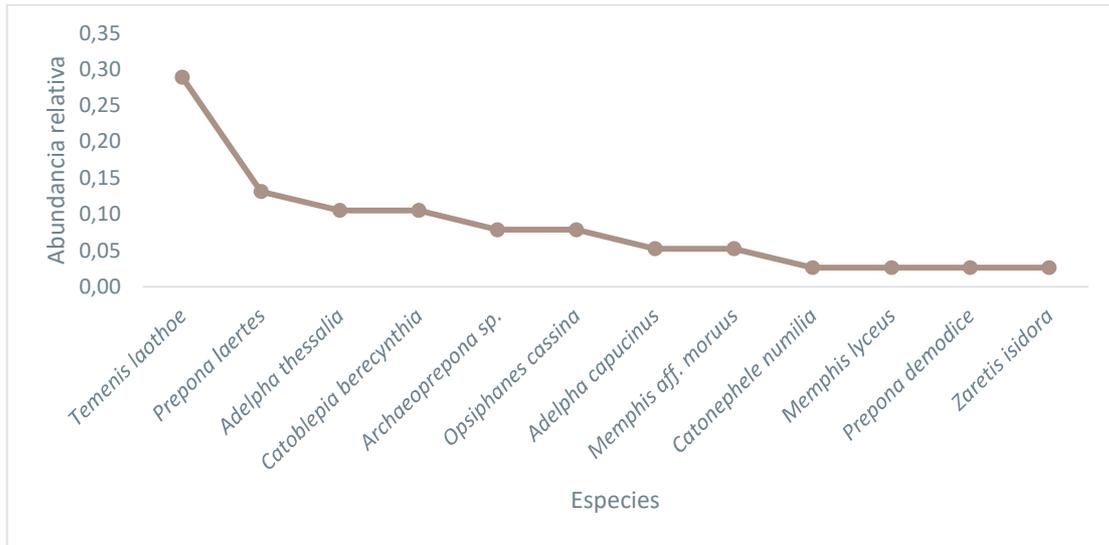
**Figura 3-152 Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PME-02\_VSR**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Curva de Rango Abundancia

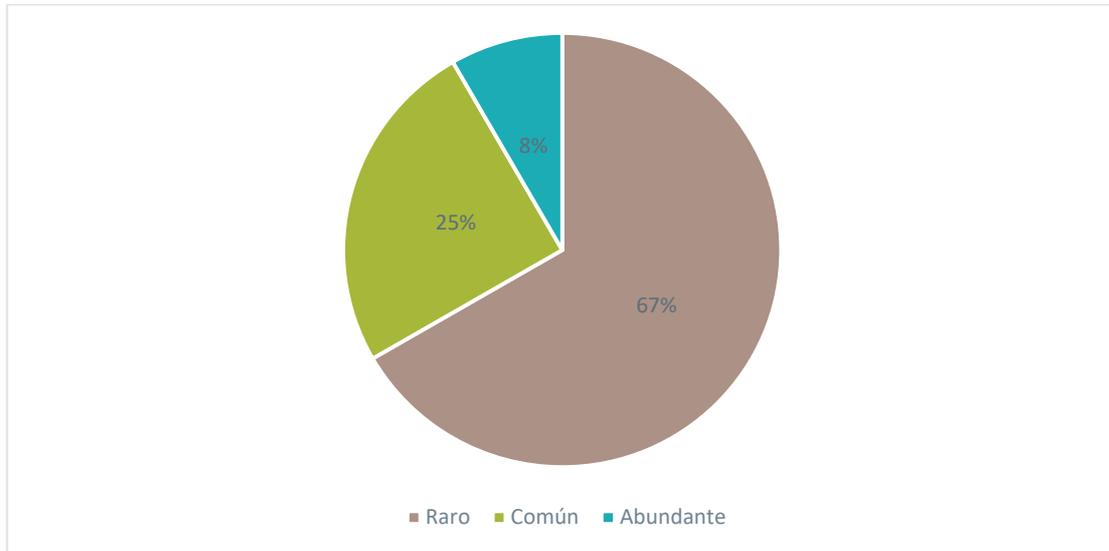
La especie que presentó mayor abundancia relativa fue *Temenis laothoe*, con un  $\pi = 0,29$ ; seguida de *Prepona Laertes* con un  $\pi = 0,13$ . Las especies *Adelpha thessalia* y *Catoblepia berecynthia* registraron un  $\pi = 0,11$ ; mientras que *Archaeoprepona* sp. y *Opsiphanes cassina* presentaron un  $\pi = 0,08$ . Las especies restantes revelaron un valor de  $\pi$  menor a 0,05, tal como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 3-153 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-02\_VSR**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

De acuerdo con el número de individuos, el 67 % de las especies se categoriza como Raro, el 25 % como Común y el 8 % como Abundante.

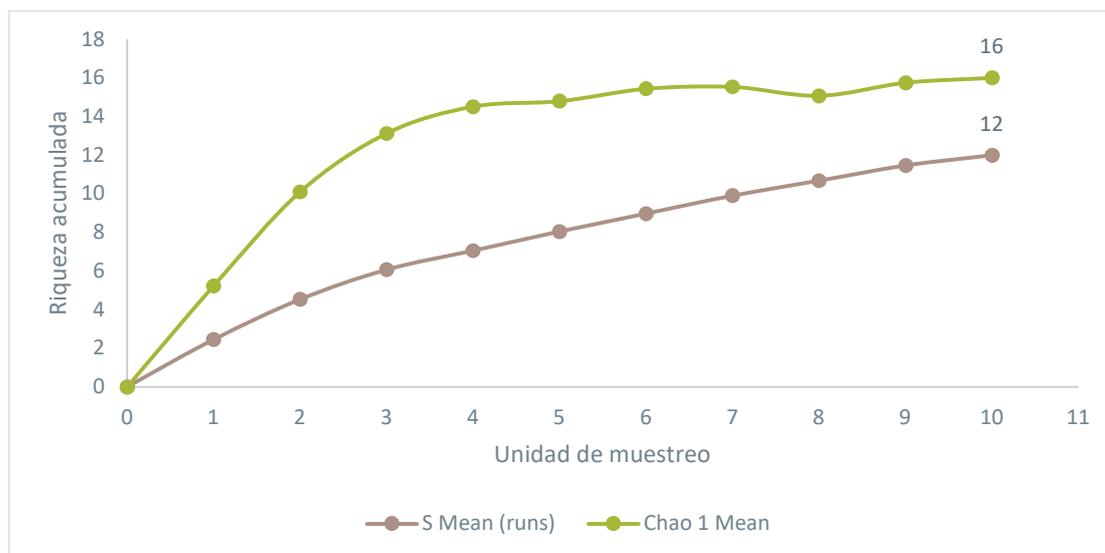


**Figura 3-154 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-02\_VSR**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Curva de Acumulación de Especies

El estimador Chao 1 determina que para este punto de muestreo se esperan 16 especies, mientras que el estudio actual registró 12 que representan el 75 % de las especies esperadas, lo que se traduce a un esfuerzo de muestreo aceptable, ya que la curva de acumulación tiende a la asíntota.



**Figura 3-155 Curva de Acumulación de Especies para el Punto PME-02\_VSR**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Diversidad Alfa

Considerando la riqueza de 12 de especies y 38 individuos, se obtuvo un índice de Shannon de 2,19.

**Tabla 3-181 Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-02\_VSR**

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Interpretación de Shannon
PME-02_VSR	12	38	2,19	Diversidad media

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Para la dominancia de Simpson se obtuvo un valor de 0,856. Este valor está relacionado con la dominancia de pocas especies en el punto.

**Tabla 3-182 Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-02\_VSR**

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Dominancia de Simpson	Interpretación Simpson
PME-02_VSR	12	38	0,144	Dominancia alta de una especie

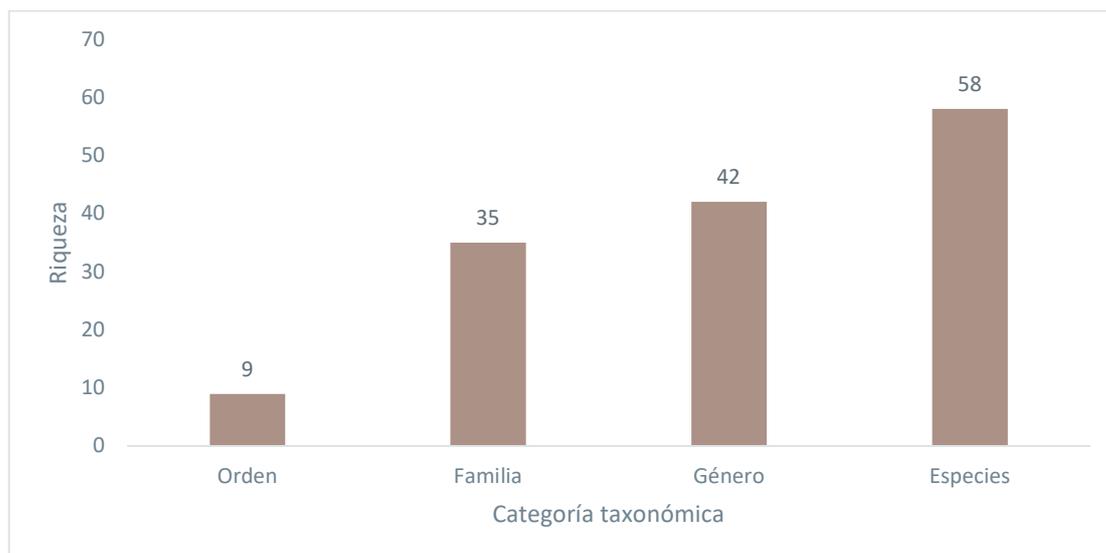
Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Análisis Cualitativos Asociados a Cuantitativos

#### Riqueza General

Para los puntos cualitativos asociados a los puntos cuantitativos, se encontró 58 especies asociadas a 42 géneros, 35 familias y nueve órdenes. El orden que presenta mayor número de familias es Coleoptera; sin embargo, el orden Hemiptera abarca mayor número de especies.

Para el punto POE-01 se registraron 36 especies presentes, mientras que en el punto POE-02 se presentaron 29 especies, siendo este punto el que revela menor riqueza.



**Figura 3-156 Riqueza de Especies en los Puntos Cualitativos Asociados a Cuantitativos**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Tabla 3-183 Presencia-Ausencia de Especies de Puntos Cualitativos Asociados a Puntos Cuantitativos**

Orden	Familia	Género	Especie	POE-01	POE-02
Blattodea	Blaberidae	<i>Blaberus</i>	<i>Blaberus discoidalis</i>	X	X
	Ectobiidae	<i>Euphyllodromia</i>	<i>Euphyllodromia</i> sp.	X	X
		<i>Loboptera</i>	<i>Loboptera</i> sp.	X	-
	Termitidae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes</i> sp.	X	-
Coleoptera	Carabidae	Indeterminado	Carabidae nd. 1	-	X
	Cerambycidae	<i>Taeniotus</i>	<i>Taeniotus</i> sp.	X	-
	Chrysomelidae	Indeterminado	Chrysomelidae nd. 1	-	X
	Curculionidae	Indeterminado	Curculionidae nd. 1	X	X
	Erotylidae	<i>Erotylus</i>	<i>Erotylus</i> sp.	-	X
		Indeterminado	<i>Erotylidae</i> nd. 1	X	-
	Lycidae	Indeterminado	Lycidae nd. 1	X	X
	Passalidae	Indeterminado	Passalidae nd. 1	X	-
	Scarabaeidae	<i>Coprophanæus</i>	<i>Coprophanæus telamon</i>	-	X
<i>Oxysternon</i>		<i>Oxysternon conspicillatum</i>	X	X	
Dermaptera	Forficulidae	<i>Doru</i>	<i>Doru</i> sp.	X	-
Diptera	Culicidae	Indeterminado	Culicidae nd. 1	-	X
	Curtonotidae	<i>Curtonotum</i>	<i>Curtonotum</i> sp.	X	-
	Micropezidae	Indeterminado	Micropezidae nd. 1	-	X
	Neriidae	<i>Glyphidops</i>	<i>Glyphidops</i> sp.	-	X

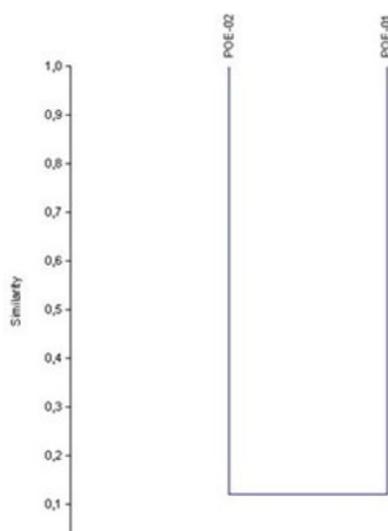
Orden	Familia	Género	Especie	POE-01	POE-02
	Stratiomyidae	<i>Cyphomyia</i>	<i>Cyphomyia</i> sp.	X	-
	Syrphidae	<i>Mixogaster</i>	<i>Mixogaster</i> sp.	X	-
Hemiptera	Cercopidae	<i>Mahanarva</i>	<i>Mahanarva tristis</i>	X	-
		<i>Sphenorhina</i>	<i>Sphenorhina</i> sp.	-	X
		<i>Sphenorhina</i>	<i>Sphenorhina rubra</i>	X	-
	Cicadellidae	Indeterminado	Cicadellidae nd. 1	-	X
	Cicadidae	<i>Cicada</i>	<i>Cicada</i> sp.	X	-
	Coreidae	<i>Anisoscelis</i>	<i>Anisoscelis foliaceus</i>	X	-
		<i>Leptoscelis</i>	<i>Leptoscelis saepifera</i>	X	-
		<i>Nematopus</i>	<i>Nematopus</i> sp.	-	X
		<i>Stenoscelidea</i>	<i>Stenoscelidea</i> sp.	-	X
	Membracidae	<i>Membracis</i>	<i>Membracis</i> sp.	-	X
Reduviidae	<i>Repipta</i>	<i>Repipta</i> sp.	X	-	
Hymenoptera	Apidae	<i>Trigona</i>	<i>Trigona</i> sp.	-	X
	Formicidae	<i>Acromyrmex</i>	<i>Acromyrmex</i> sp.	-	X
		<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus nitidior</i>	X	-
			<i>Camponotus</i> sp.	X	X
		<i>Crematogaster</i>	<i>Crematogaster</i> sp.	-	X
		<i>Ectatomma</i>	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	X	-
		<i>Odontomachus</i>	<i>Odontomachus haematodus</i>	-	X
	<i>Paraponera</i>	<i>Paraponera clavata</i>	X	-	
Vespidae	<i>Polybia</i>	<i>Polybia</i> sp.	-	X	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Cithaerias</i>	<i>Cithaerias pireta</i>	-	X
		<i>Eunica</i>	<i>Eunica clytia</i>	X	-
			<i>Eunica orphise</i>	-	X
		<i>Morpho</i>	<i>Morpho helenor</i>	X	-
		<i>Tigridia</i>	<i>Tigridia acesa</i>	X	-
	Pieridae	<i>Moschoneura</i>	<i>Moschoneura pinthous</i>	X	-
	Satyridae	<i>Haetera</i>	<i>Haetera piera</i>	X	-
Orthoptera	Acrididae	<i>Aptoceras</i>	<i>Aptoceras</i> sp. 1	X	-
			<i>Aptoceras</i> sp. 2	X	-
		Indeterminado	Acrididae nd. 1	-	X
	Eumastacidae	<i>Eumastax</i>	<i>Eumastax</i> sp.	X	X
	Tetrigidae	Indeterminado	Tetrigidae nd. 1	X	-
	Tettigoniidae	<i>Conocephalus</i>	<i>Conocephalus</i> sp.	X	-
		<i>Euceraia</i>	<i>Euceraia</i> sp.	X	-
Indeterminado		Tettigoniidae nd. 1	-	X	

Orden	Familia	Género	Especie	POE-01	POE-02
		<i>Schedocentrus</i>	<i>Schedocentrus</i> sp.	X	-
Thysanoptera	Thripidae	Indeterminado	Thripidae nd. 1	-	X

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Análisis de Similitud de Jaccard entre los Transectos Cualitativos Asociados a los Cuantitativos

Para el análisis de similitud de Jaccard se consideró los dos puntos cualitativos asociados a los puntos cuantitativos, lo que indica que existe una similitud del 12 % entre los dos puntos.



**Figura 3-157 Análisis Clúster de Jaccard Para los Puntos Cualitativos Asociados a Puntos Cuantitativos**

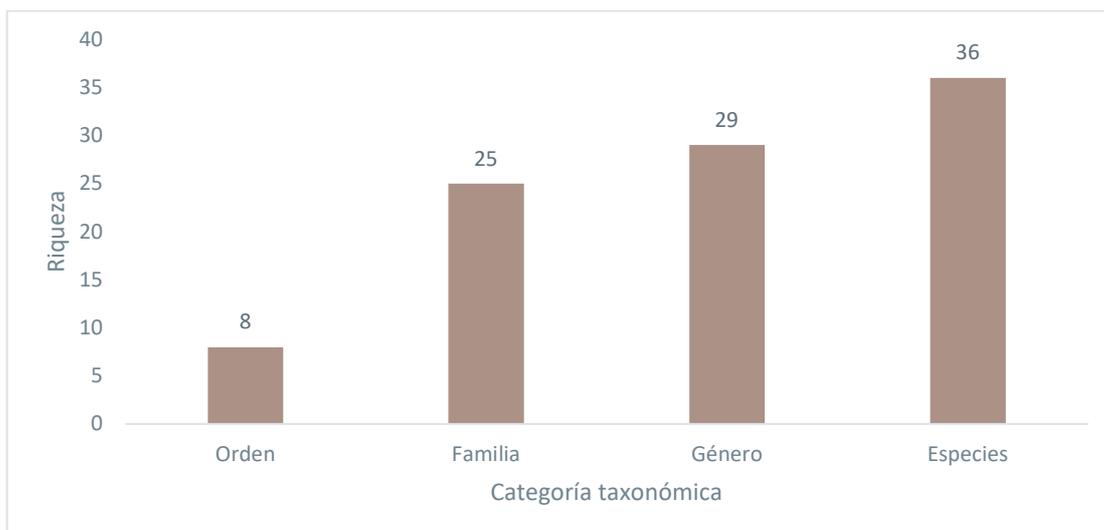
Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Análisis por Punto de Muestreo

#### *POE-01*

#### Riqueza

Se registró 36 especies correspondientes a 29 géneros, 25 familias y ocho órdenes, para el punto de muestreo POE-01.



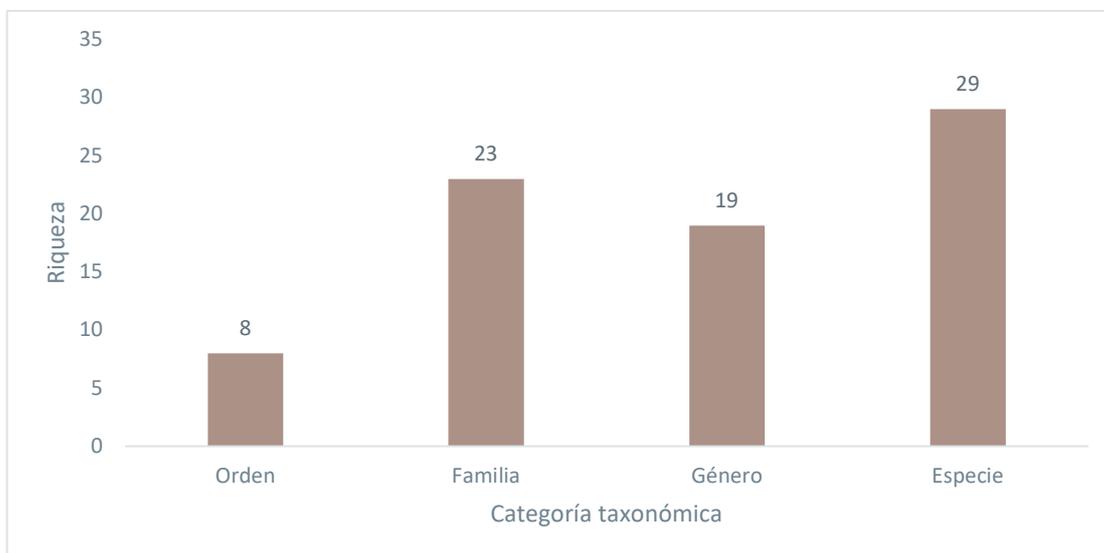
**Figura 3-158 Riqueza de Especies en el Punto POE-01**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### *POE-02*

#### Riqueza

Para el punto POE-02 se presentó una riqueza de 29 especies correspondientes a 19 géneros, 23 familias y ocho órdenes.



**Figura 3-159 Riqueza de Especies en el Punto POE-02**

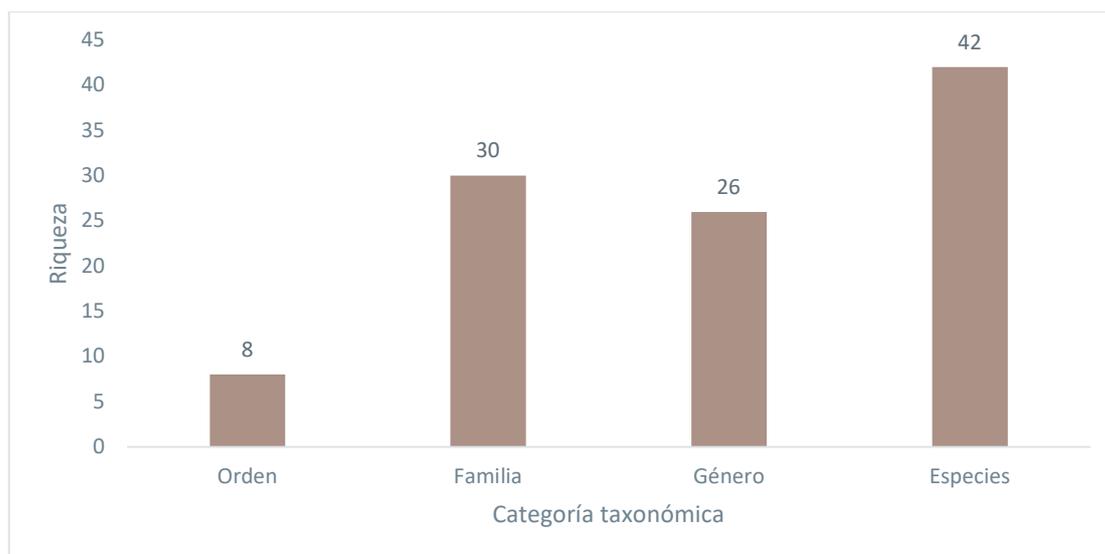
Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

## Análisis Cualitativos Independientes

### Riqueza

Para los puntos POE-03 y POE-04 se registraron 42 especies correspondientes a 26 géneros, 30 familias y ocho órdenes. Los órdenes predominantes en riqueza fueron Hymenoptera y Hemiptera, con diez y nueve especies respectivamente.

El número de especies registradas por punto es de 24 para los puntos POE-03 y POE-04; no obstante, la presencia-ausencia de cada especie se especifica en la siguiente tabla.



**Figura 3-160 Riqueza de Especies en los Puntos Cualitativos Independientes**

Fuente: Enrix, agosto 2023  
Elaboración: Enrix, septiembre 2023

**Tabla 3-184 Presencia-Ausencia de Especies de Puntos Cualitativos Independientes**

Orden	Familia	Género	Especie	POE-03	POE-04
Blattodea	Blaberidae	<i>Blaberus</i>	<i>Blaberus discoidalis</i>	X	X
		<i>Epilampra</i>	<i>Epilampra</i> sp.	X	X
	Ectobiidae	<i>Euphyllodromia</i>	<i>Euphyllodromia</i> sp.	X	-
	Termitidae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes</i> sp.	X	X
Coleoptera	Carabidae	<i>Agra</i>	<i>Agra</i> sp.	X	-
		<i>Odontocheila</i>	<i>Odontocheila</i> sp.	X	-
	Cerambycidae	Indeterminado	Cerambycidae nd. 1	-	X
	Coccinellidae	Indeterminado	Coccinellidae nd. 1	-	X
	Tenebrionidae	Indeterminado	Tenebrionidae nd. 1	X	-
Diptera	Calliphoridae	Indeterminado	Calliphoridae nd. 1	-	X
	Culicidae	Indeterminado	Culicidae nd. 1	-	X
	Dolichopodidae	<i>Condylostylus</i>	<i>Condylostylus</i> sp.	-	X
	Micropezidae	Indeterminado	Micropezidae nd. 1	X	-

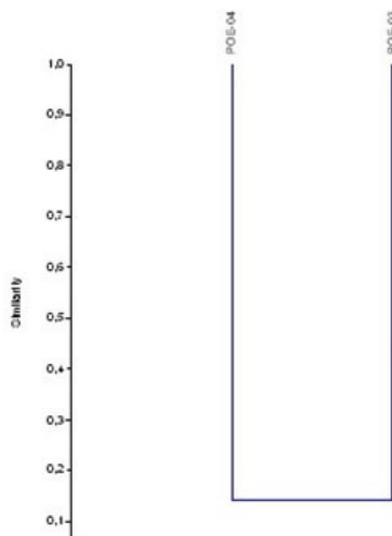
Orden	Familia	Género	Especie	POE-03	POE-04
	Muscidae	Indeterminado	Muscidae nd. 1	-	X
	Syrphidae	<i>Palpada</i>	<i>Palpada</i> sp.	X	-
	Tabanidae	Indeterminado	Tabanidae nd. 1	-	X
Hemiptera	Canopidae	<i>Canopus</i>	<i>Canopus</i> sp.	X	-
	Cercopidae	<i>Neaenus</i>	<i>Neaenus</i> sp.	-	X
		<i>Sphenorhina</i>	<i>Sphenorhina</i> sp.	X	X
	Cicadellidae	Indeterminado	Cicadellidae nd. 1	-	X
	Coreidae	Indeterminado	Coreidae nd. 1	-	X
		<i>Leptoscelis</i>	<i>Leptoscelis saepifera</i>	X	-
	Gerridae	<i>Aquarius</i>	<i>Aquarius</i> sp.	X	X
Membracidae	<i>Umbonia</i>	<i>Umbonia spinosa</i>	-	X	
Pentatomidae	Indeterminado	Pentatomidae nd. 1	X	-	
Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus</i>	<i>Bombus</i> sp.	-	X
		<i>Lestrimelitta</i>	<i>Lestrimelitta</i> sp.	-	X
		<i>Tetragonisca</i>	<i>Tetragonisca</i> sp.	X	-
	Formicidae	<i>Acromyrmex</i>	<i>Acromyrmex</i> sp.	-	X
		<i>Atta</i>	<i>Atta</i> sp.	X	-
		<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus nitidior</i>	-	X
			<i>Camponotus atriceps</i>	X	-
	<i>Cephalotes</i>	<i>Cephalotes atratus</i>	-	X	
	Vespidae	Indeterminado	Vespidae nd. 1	-	X
<i>Protopolybia</i>		<i>Protopolybia</i> sp.	X	-	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Cissia</i>	<i>Cissia</i> sp.	-	X
		<i>Temenis</i>	<i>Temenis laothoe</i>	X	X
Odonata	Libellulidae	<i>Uracis</i>	<i>Uracis</i> sp.	X	-
Orthoptera	Acrididae	Indeterminado	Acrididae nd. 1	X	-
	Eumastacidae	Indeterminado	Eumastacidae nd. 1	X	-
	Gryllotalpidae	Indeterminado	Gryllotalpidae nd. 1	X	-
	Tettigoniidae	<i>Hyperomerus</i>	<i>Hyperomerus</i> sp.	X	-

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Análisis de Similitud de Jaccard entre los Transectos Cualitativos Independientes

Para el análisis de similitud de Jaccard se consideró los dos puntos cualitativos, siendo estos POE-03 y POE-04. Se obtuvo una semejanza del 15 % entre los dos puntos analizados.



**Figura 3-161 Análisis Clúster de Jaccard para los Puntos Cualitativos Independientes**

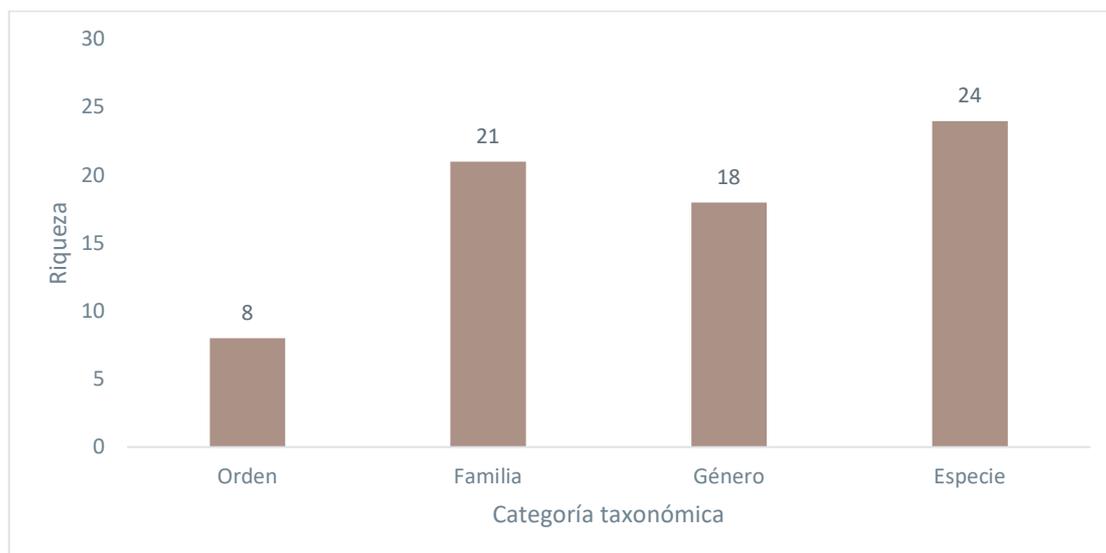
Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Análisis por Punto de Muestreo

##### *POE-03*

##### Riqueza

Se registró 24 especies correspondientes a 18 géneros, 21 familias y ocho órdenes, para el punto de muestreo POE-03.



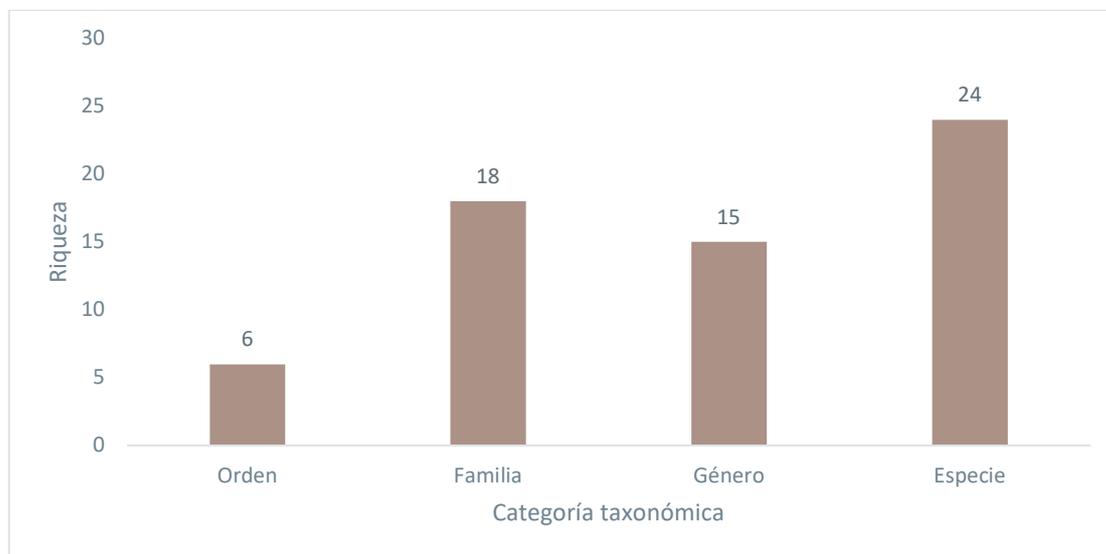
**Figura 3-162 Riqueza de Especies en el Punto POE-03**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### POE-04

#### Riqueza

Para el punto POE-04 se presentó una riqueza de 24 especies correspondientes a 15 géneros, 18 familias y seis órdenes.



**Figura 3-163 Riqueza de Especies en el Punto POE-04**

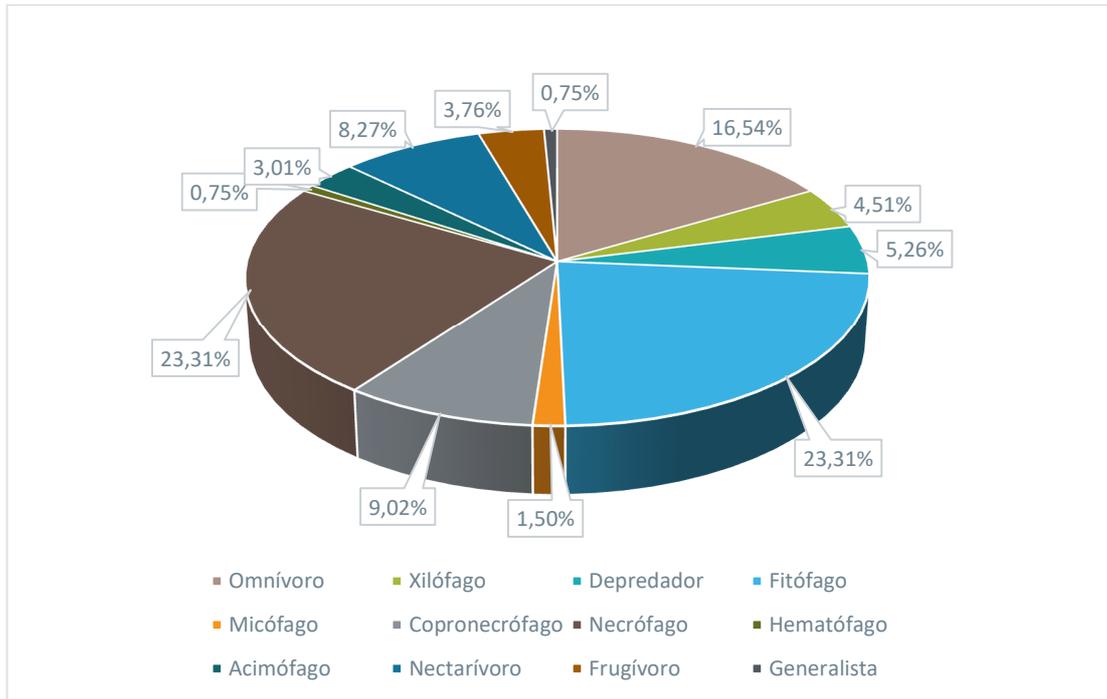
Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Aspectos Ecológicos

##### Gremio Trófico

Se determinaron 12 gremios tróficos para las especies encontradas en el área de estudio. Los gremios trófico necrófago y fitófago ocupan cada uno el 23,31 % de la muestra; los omnívoros representan el 16,54 %; los copronecrófagos ocupan el 9,02 %, los nectarívoros ocupan el 8,27 %. Los gremios xilófagos y depredadores ocupan cada uno el 5,26 % de la muestra. Los frugívoros representan el 3,7 % y los acimófagos representan el 3,01 %. Por último, los gremios hematófagos, generalistas y micófagos ocupan cada uno el 0,75 % del total de la muestra.



**Figura 3-164 Gremios Tróficos Registrados para el Componente de Entomofauna**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

A continuación, se detalla el gremio trófico al que pertenece cada una de las especies de insectos registradas en la presente línea base:

**Tabla 3-185 Gremio trófico de los Insectos Registrados**

Orden	Familia	Género	Especie	Gremio trófico
Blattodea	Blaberidae	<i>Blaberus</i>	<i>Blaberus discoidalis</i>	Omnívoro
		<i>Epilampra</i>	<i>Epilampra</i> sp.	Omnívoro
	Ectobiidae	<i>Euphyllodromia</i>	<i>Euphyllodromia</i> sp.	Omnívoro
		<i>Loboptera</i>	<i>Loboptera</i> sp.	Omnívoro
	Termitidae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes</i> sp.	Xilófago
Coleoptera	Carabidae	<i>Agra</i>	<i>Agra</i> sp.	Depredador
		Indeterminado	Carabidae nd. 1	Depredador
		<i>Odontocheila</i>	<i>Odontocheila</i> sp.	Depredador
	Cerambycidae	Indeterminado	Cerambycidae nd. 1	Omnívoro
		<i>Taeniotus</i>	<i>Taeniotus</i> sp.	Omnívoro
	Chrysomelidae	Indeterminado	Chrysomelidae nd. 1	Fitófago
	Coccinellidae	Indeterminado	Coccinellidae nd. 1	Depredador
	Curculionidae	Indeterminado	Curculionidae nd. 1	Xilófago
Erotylidae	<i>Erotylus</i>	<i>Erotylus</i> sp.	Micófago	

Orden	Familia	Género	Especie	Gremio trófico	
		Indeterminado	Erotylidae nd. 1	Micófago	
	Lycidae	Indeterminado	Lycidae nd. 1	Necrófago	
	Passalidae	Indeterminado	Passalidae nd. 1	Xilófago	
	Scarabaeidae	Canthidium		<i>Canthidium aff. orbiculatum</i>	Copronecrófago
				<i>Canthidium coerulescens</i>	Copronecrófago
		Canthon		<i>Canthon fulgidus</i>	Copronecrófago
		Coprophanæus		<i>Coprophanæus telamon</i>	Copronecrófago
		Deltophilum		<i>Deltophilum barbipes</i>	Necrófago
				<i>Deltophilum carinatum</i>	Necrófago
				<i>Deltophilum crenulipes</i>	Copronecrófago
				<i>Deltophilum orbigny amazonicum</i>	Copronecrófago
		Dichotomius		<i>Dichotomius mamillatus</i>	Necrófago
				<i>Dichotomius ohausi</i>	Necrófago
				<i>Dichotomius podalirius</i>	Necrófago
				<i>Dichotomius problematicus</i>	Necrófago
				<i>Dichotomius quadrilobatus</i>	Copronecrófago
		Eurysternus		<i>Eurysternus aff. wittmerorum</i>	Necrófago
				<i>Eurysternus caribaeus</i>	Copronecrófago
				<i>Eurysternus hamaticollis</i>	Necrófago
				<i>Eurysternus hypocrita</i>	Copronecrófago
				<i>Eurysternus lanuginosus</i>	Copronecrófago
		Onthophagus		<i>Onthophagus rubrescens</i>	Necrófago
				<i>Onthophagus xanthomerus</i>	Copronecrófago
		Oxysternon		<i>Oxysternon conspicillatum</i>	Copronecrófago
				<i>Oxysternon silenus</i>	Necrófago
		Phanaeus		<i>Phanaeus cambeforti</i>	Coprófago
			<i>Phanaeus chalcomelas</i>	Necrófago	
Sylvicanthon		<i>Sylvicanthon bridarollii</i>	Necrófago		
		<i>Sylvicanthon proseni</i>	Necrófago		
	Tenebrionidae	Indeterminado	Tenebrionidae nd. 1	Necrófago	
Dermaptera	Forficulidae	<i>Doru</i>	<i>Doru</i> sp.	Omnívoro	
Diptera	Calliphoridae	Indeterminado	Calliphoridae nd. 1	Omnívoro	
	Culicidae	Indeterminado	Culicidae nd. 1	Hematófago	
	Curtonotidae	<i>Curtonotum</i>	<i>Curtonotum</i> sp.	Fitófago	
	Dolichopodidae	<i>Condylostylus</i>	<i>Condylostylus</i> sp.	Acimófago	
	Micropezidae	Indeterminado	Micropezidae nd. 1	Acimófago	
	Muscidae	Indeterminado	Muscidae nd. 1	Omnívoro	

Orden	Familia	Género	Especie	Gremio trófico
	Neriidae	<i>Glyphidops</i>	<i>Glyphidops</i> sp.	Omnívoro
	Stratiomyidae	<i>Cyphomyia</i>	<i>Cyphomyia</i> sp.	Acimófago
	Syrphidae	<i>Mixogaster</i>	<i>Mixogaster</i> sp.	Xilófago
		<i>Palpada</i>	<i>Palpada</i> sp.	Xilófago
	Tabanidae	Indeterminado	Tabanidae nd. 1	Xilófago
Hemiptera	Canopidae	<i>Canopus</i>	<i>Canopus</i> sp.	Fitófago
	Cercopidae	<i>Mahanarva</i>	<i>Mahanarva tristis</i>	Fitófago
		<i>Neaenus</i>	<i>Neaenus</i> sp.	Fitófago
		<i>Sphenorhina</i>	<i>Sphenorhina</i> sp.	Fitófago
		<i>Sphenorhina</i>	<i>Sphenorhina rubra</i>	Fitófago
	Cicadellidae	Indeterminado	Cicadellidae nd. 1	Fitófago
	Cicadidae	<i>Cicada</i>	<i>Cicada</i> sp.	Fitófago
	Coreidae	<i>Anisoscelis</i>	<i>Anisoscelis foliaceus</i>	Fitófago
		Indeterminado	Coreidae nd. 1	Fitófago
		<i>Leptoscelis</i>	<i>Leptoscelis saepifera</i>	Fitófago
		<i>Nematopus</i>	<i>Nematopus</i> sp.	Fitófago
		<i>Stenoscelidea</i>	<i>Stenoscelidea</i> sp.	Fitófago
	Gerridae	<i>Aquarius</i>	<i>Aquarius</i> sp.	Fitófago
	Membracidae	<i>Membracis</i>	<i>Membracis</i> sp.	Fitófago
		<i>Umbonia</i>	<i>Umbonia spinosa</i>	Fitófago
Pentatomidae	Indeterminado	Pentatomidae nd. 1	Fitófago	
Reduviidae	<i>Repipta</i>	<i>Repipta</i> sp.	Depredador	
Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus</i>	<i>Bombus</i> sp.	Nectarívoro
		<i>Lestrimelitta</i>	<i>Lestrimelitta</i> sp.	Nectarívoro
		<i>Tetragonisca</i>	<i>Tetragonisca</i> sp.	Nectarívoro
		<i>Trigona</i>	<i>Trigona</i> sp.	Nectarívoro
	Formicidae	<i>Acromyrmex</i>	<i>Acromyrmex</i> sp.	Omnívoro
		<i>Atta</i>	<i>Atta</i> sp.	Omnívoro
		<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus nitidior</i>	Omnívoro
			<i>Camponotus</i> sp.	Omnívoro
			<i>Camponotus atriceps</i>	Omnívoro
		<i>Cephalotes</i>	<i>Cephalotes atratus</i>	Omnívoro
		<i>Crematogaster</i>	<i>Crematogaster</i> sp.	Omnívoro
		<i>Ectatomma</i>	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	Omnívoro
		<i>Odontomachus</i>	<i>Odontomachus haematodus</i>	Omnívoro
	<i>Paraponera</i>	<i>Paraponera clavata</i>	Depredador	
Vespidae	Indeterminado	Vespidae nd. 1	Omnívoro	

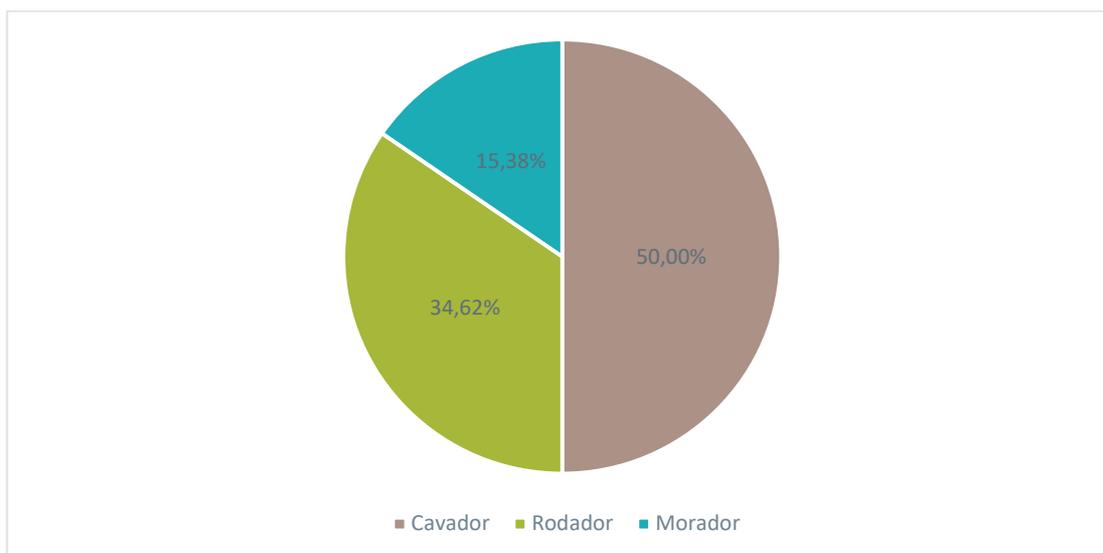
Orden	Familia	Género	Especie	Gremio trófico
		<i>Polybia</i>	<i>Polybia</i> sp.	Omnívoro
		<i>Protopolybia</i>	<i>Protopolybia</i> sp.	Omnívoro
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Cissia</i>	<i>Cissia</i> sp.	Nectarívoro
		<i>Cithaerias</i>	<i>Cithaerias pireta</i>	Nectarívoro
		<i>Tigridia</i>	<i>Tigridia acesta</i>	Nectarívoro
		<i>Adelpha</i>	<i>Adelpha capucinus</i>	Necrófago
			<i>Adelpha thessalia</i>	Necrófago
		<i>Archaeoprepona</i>	<i>Archaeoprepona amphimachus</i>	Necrófago
			<i>Archaeoprepona demophoon</i>	Necrófago
			<i>Archaeoprepona</i> sp.	Necrófago
		<i>Catoblepia</i>	<i>Catoblepia berecynthia</i>	Necrófago
		<i>Catonephele</i>	<i>Catonephele acontius</i>	Frugívoro
			<i>Catonephele numilia</i>	Necrófago
		<i>Colobura</i>	<i>Colobura dirce</i>	Frugívoro
		<i>Eunica</i>	<i>Eunica clytia</i>	Frugívoro
			<i>Eunica orphise</i>	Nectarívoro
		<i>Marpesia</i>	<i>Marpesia chiron</i>	Frugívoro
			<i>Memphis</i> aff. <i>moruus</i>	Necrófago
			<i>Memphis lyceus</i>	Necrófago
			<i>Memphis</i> sp.	Necrófago
		<i>Morpho</i>	<i>Morpho menelaus</i>	Necrófago
			<i>Morpho helenor</i>	Nectarívoro
		<i>Opsiphanes</i>	<i>Opsiphanes cassina</i>	Generalista
		<i>Prepona</i>	<i>Prepona demodice</i>	Necrófago
			<i>Prepona laertes</i>	Necrófago
<i>Pyrrhogyra</i>	<i>Pyrrhogyra otolais</i>	Necrófago		
<i>Taygetis</i>	<i>Taygetis thamyra</i>	Necrófago		
<i>Temenis</i>	<i>Temenis laothoe</i>	Necrófago		
<i>Zaretis</i>	<i>Zaretis isidora</i>	Frugívoro		
	<i>Zaretis miranda</i>	Nectarívoro		
	Pieridae	<i>Moschoneura</i>	<i>Moschoneura pinthous</i>	Acimófago
	Satyridae	<i>Haetera</i>	<i>Haetera piera</i>	Nectarívoro
Odonata	Libellulidae	<i>Uracis</i>	<i>Uracis</i> sp.	Depredador
Orthoptera	Acrididae	<i>Aptoceras</i>	<i>Aptoceras</i> sp. 1	Fitófago
			<i>Aptoceras</i> sp. 2	Fitófago
		Indeterminado	Acrididae nd. 1	Fitófago
	Eumastacidae	<i>Eumastax</i>	<i>Eumastax</i> sp.	Fitófago

Orden	Familia	Género	Especie	Gremio trófico
		Indeterminado	Eumastacidae nd. 1	Fitófago
	Gryllotalpidae	Indeterminado	Gryllotalpidae nd. 1	Fitófago
	Tetrigidae	Indeterminado	Tetrigidae nd. 1	Fitófago
	Tettigoniidae	<i>Conocephalus</i>	<i>Conocephalus</i> sp.	Fitófago
		<i>Euceraia</i>	<i>Euceraia</i> sp.	Fitófago
		<i>Hyperomerus</i>	<i>Hyperomerus</i> sp.	Fitófago
		Indeterminado	Tettigoniidae nd. 1	Fitófago
		<i>Schedocentrus</i>	<i>Schedocentrus</i> sp.	Fitófago
Thysanoptera	Thripidae	Indeterminado	Thripidae nd. 1	Fitófago

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, octubre 2024

### Grupo Funcional

Para los escarabajos copronecrófagos se registran tres grupos funcionales que se pueden visualizar en la siguiente figura. El 50 % de las especies son cavadoras, el 34,62 % corresponden al grupo rodador y 15,38 % pertenece a la categoría morador.

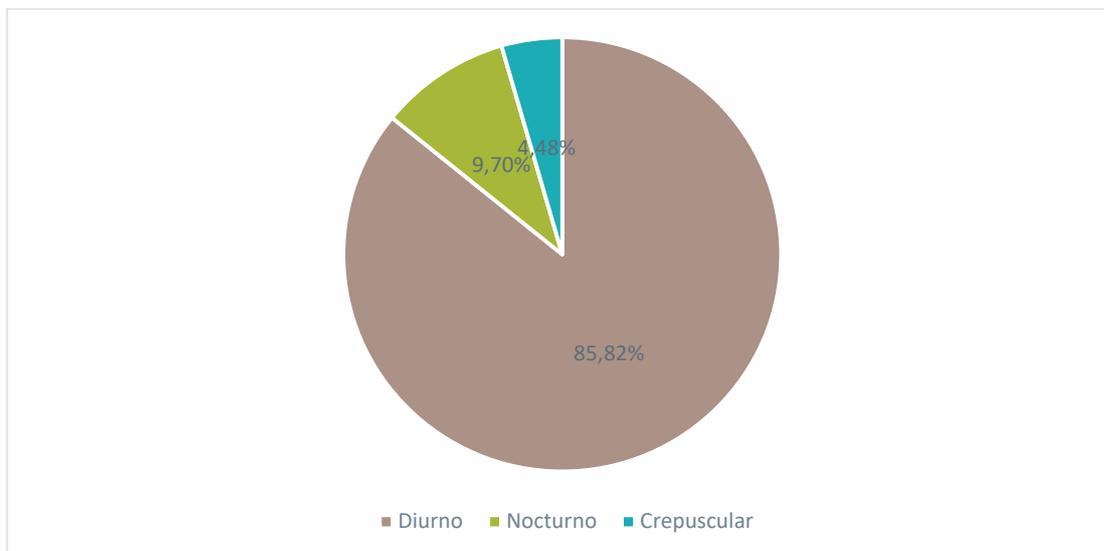


**Figura 3-165 Grupos Funcionales de los Escarabajos Copronecrófagos Registrados**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Hábito

Para el área de estudio se registraron tres horarios de actividad diferenciada: diurno, nocturno y crepuscular, de los cuales el 85,82 % de las especies registradas presentan un hábito diurno, el 9,70 % presenta un hábito nocturno y el 4,48 % presenta un comportamiento crepuscular.



**Figura 3-166 Hábito de las Especies de Entomofauna Registradas**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Distribución Vertical de las Especies

La distribución vertical clasifica los diferentes estratos en los que está compuesto un bosque, siendo estos suelo, sotobosque y dosel. Los insectos al tener una alta capacidad de adaptación y distribución pueden ocupar o desarrollar algún ciclo de su vida en diferentes estratos, lo que vuelve compleja su clasificación o pertenencia a una distribución vertical específica. Gracias a que estos invertebrados terrestres cubren todos los estratos, pueden cumplir funciones específicas dentro de los ecosistemas como controladores biológicos, alimento de otras especies o polinización de especies florísticas.

#### Especies de Interés

Son las especies que fueron registradas como raras bibliográficamente, sensibles o endémicas; no obstante, no hubo registro de alguna de ellas.

#### Estado de Conservación de las Especies

De acuerdo con la lista roja de la UICN, las especies *Coprophanaeus telamon*, *Deltochilum carinatum*, *Dichotomius podalirius*, *Onthophagus xanthomerus* y *Sylvicanthon bridarollii* se categorizan como LC, que hace referencia a especies de Preocupación menor; mientras que las especies *Canthidium coerulescens* y *Dichotomius problematicus* corresponden a la categoría DD, es decir, que hay registro de las especies, aunque los datos son insuficientes.

No existe registro de las especies dentro de los apéndices establecidos por la CITES; sin embargo, la información definida por Carvajal et al. (2011) menciona que ninguna de estas especies es traficada.

**Tabla 3-186 Estado de Conservación de los Escarabajos Copronecrófagos Registrados**

Especies	Categorías de Conservación UICN							Escarabajos del Ecuador (Carvajal et al., 2011)					Cites		
	CR	DD	EN	LC	NE	NT	VU	PT	NT	T	MT	NE	I	II	III
<i>Canthidium aff. orbiculatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-

Especies	Categorías de Conservación UICN							Escarabajos del Ecuador (Carvajal et al., 2011)					Cites		
	CR	DD	EN	LC	NE	NT	VU	PT	NT	T	MT	NE	I	II	III
<i>Canthidium coerulescens</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Canthon fulgidus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Coprophanæus telamon</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Deltochilum barbipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Deltochilum carinatum</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Deltochilum crenulipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Deltochilum orbigny amazonicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius mamillatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius ohausi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius podalirius</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius problematicus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius quadrilobatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Eurysternus aff. wittmerorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Eurysternus caribæus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Eurysternus hamaticollis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Eurysternus hypocrita</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Eurysternus lanuginosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Onthophagus rubrescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Onthophagus xanthomerus</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Oxysternon conspicillatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Oxysternon silenus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Phanaeus cambeforti</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Phanaeus chalconelas</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Sylvicanthon bridarollii</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Sylvicanthon proseni</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-

Leyenda: UICN: En peligro crítico (CR); Datos insuficientes (DD); En peligro (EN), Preocupación menor (LC), No evaluado (NE), Casi amenazada (NT), Vulnerable (VU).

Escarabajos del Ecuador: Poco traficada (PT), No traficada (NT), Traficada (T), Muy traficada (Mt), No evaluada (NE).

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Especies Sugeridas

Si bien existen muchos insectos útiles como bioindicadores, los escarabajos peloteros ofrecen una combinación única de ventajas que los hace particularmente adecuados para estudios de impacto ambiental. Su papel en el reciclaje de nutrientes, su sensibilidad a las perturbaciones humanas y su capacidad para reflejar tanto la calidad del hábitat como la estructura del paisaje, los sitúa en una posición ventajosa frente a otros grupos. Su monitoreo no solo proporciona una visión integral de la salud del

ecosistema, sino que también ayuda a identificar problemas en el ciclo de nutrientes, la calidad del suelo y la fragmentación del hábitat, aspectos clave en la conservación y restauración de los ambientes naturales.

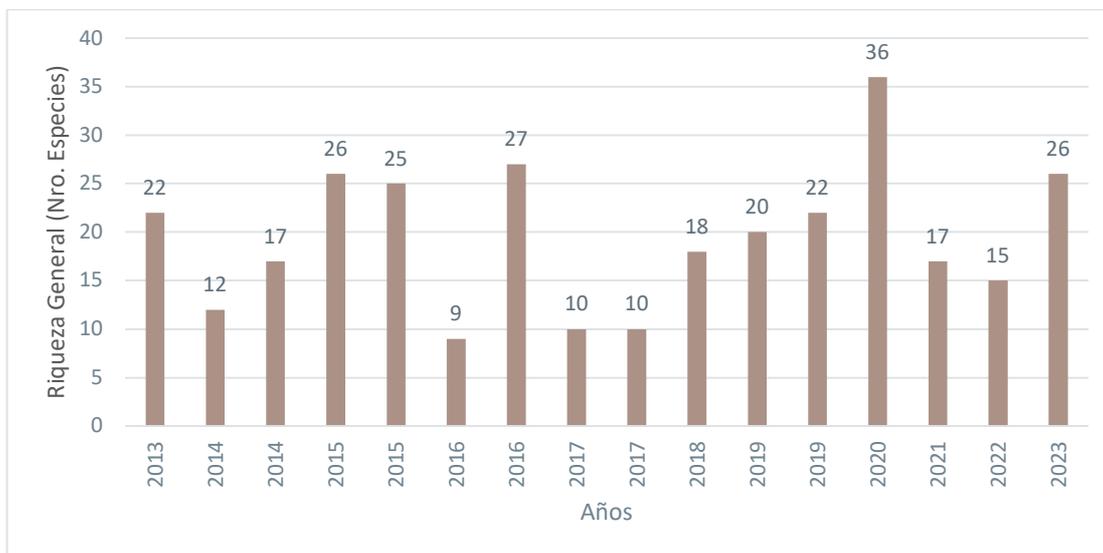
Por lo expuesto anteriormente se define como especies sugeridas a todo el grupo de escarabajos peloteros pertenecientes al clado Scarabaedae: Scarabaeinae.

#### Uso del Recurso

De acuerdo con las entrevistas realizadas a los asistentes locales del área del proyecto, los invertebrados terrestres registrados durante el muestreo cuantitativo y cualitativo no son utilizados en ninguna actividad económica, religiosa, cultural o para alimentación.

#### Comparación con Estudios Anteriores

Dentro del área geográfica del proyecto se han realizado varios monitoreos en distintos puntos para registrar la entomofauna del lugar. Cabe mencionar que el presente estudio (2023) corresponde al levantamiento de información de nuevos puntos dentro del área con el fin de construir la línea base de este componente. Es por esto por lo que en la siguiente figura y tabla solo se muestran los datos correspondientes a la riqueza general de todos los estudios y monitoreos previos realizados bajo distintos protocolos en un área distinta a la presente. En este estudio se registraron 26 especies, considerando metodologías cualitativas y cuantitativas. En la siguiente figura se puede observar cómo el valor de la riqueza fluctúa entre los valores desde 9 a 36 especies registradas bajo una misma área. Sin embargo, el valor registrado en este estudio (26 spp.) correspondería al primer valor tomado como referencia para futuros monitoreos. También es importante señalar que el área de los nuevos puntos comprende ecosistemas diferentes, por lo que no es posible una comparación estadística con los datos anteriores.



**Figura 3-167 Riqueza de Entomofauna Registrada en Estudios Anteriores**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Tabla 3-187 Riqueza de Entomofauna Registrada en Estudios Anteriores**

Año	Riqueza General (Nro. especies)	Índice de Shannon	Fuente
2013	22	2,5	Cardno-Entrix
2014	12	2	Cardno-Entrix

Año	Riqueza General (Nro. especies)	Índice de Shannon	Fuente
2014	17	2,2	Walsh
2015	26	2	Efficacitas
2015	25	2,6	Efficacitas
2016	9	1,1	Sambito
2016	27	2,7	Cardno-Entrix
2017	10	1,9	Sambito
2017	10	1,5	Sambito
2018	18	2,5	Sambito
2019	20	1,97	Sambito
2019	22	2,12	Sambito
2020	36	2,76	Sambito
2021	17	2,43	Pecksambiente
2022	15	2,31	Pecksambiente
2023	26	2,59	Entrix

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

## Discusión

En este estudio se registraron 134 especies distribuidas en 81 géneros, 46 familias y 10 órdenes. Estudios previos mencionan que es frecuente poseer información parcial sobre las especies de insectos debido a la escasa información sobre su ecología, composición, estructura y distribución (Rubio & Lobo, 2010; Carceller & Swing, 2020), por lo que es importante mantener monitoreos en diferentes estacionalidades.

La fragmentación de los bosques juega un papel fundamental a la hora del funcionamiento ecológico de los bosques, ya que esto podría influenciar en la presencia o ausencia de las especies. Moullet et al. (2021) realizan un estudio en la Amazonía norte y sugieren que el grupo de los escarabajos copronecrófagos podría estar teniendo una respuesta positiva a dicha fragmentación, ya que sus resultados muestran que la pérdida de hábitat no es tan perjudicial para este grupo en comparación a otros grupos taxonómicos (Moullet et al., 2021). Esta afirmación se contrasta con el estudio actual, debido a que en el área estudiada se practican procesos de deforestación y expansión de la frontera agrícola, aunque estas actividades parecen no mermar la población de escarabajos copronecrófagos al registrarse un total de 26 especies que representan el 100 % de las especies esperadas según el estimador Chao 1.

El orden Lepidoptera registró un total de 70 individuos distribuidos en 23 especies, 15 géneros y una familia; al parecer, la fragmentación de los bosques sí estaría afectando a su composición y estructura. Esto, debido a que algunas especies de mariposas están ligadas en su forma larvaria a ciertas especies de plantas para su alimentación y desarrollo por lo que la pérdida de los bosques estaría mermando su población (Andrade, 2002; Brito et al., 2011).

Pese a la evidente fragmentación de los bosques a causa de la ampliación de la frontera agrícola y los procesos extractivistas, estos bosques aún ofrecen variadas alternativas alimenticias para los insectos, por lo que en este estudio se encontró un total de 12 gremios tróficos, lo que de alguna manera representa un esfuerzo por mantener el equilibrio ecológico en toda el área estudiada.

Dentro de los impactos negativos que los proyectos pueden acarrear a causa de sus actividades (construcción, operación abandono), se consideran varios aspectos ecológicos como es la disminución de

la diversidad de escarabajos peloteros a largo plazo debido a la pérdida de hábitats. Si bien su presencia en el área estudiada no está directamente mermada por la fragmentación, un deterioro continuo del hábitat y una mayor reducción del ecosistema natural a través de la expansión agrícola podría eventualmente alterar su disponibilidad de recursos, especialmente el estiércol de grandes herbívoros, lo que afectaría a las especies más especializadas.

Respecto a la afectación que recibirían los servicios ecosistémicos brindados a partir de las especies de insectos, se tiene la polinización, el ciclo de nutrientes y el control de plagas. Para ello, el monitoreo a largo plazo de la biodiversidad de insectos es crucial para comprender cómo estos cambios en el paisaje afectarán la salud y la funcionalidad de los ecosistemas locales.

### 3.2.5.3 Fauna Acuática

#### 3.2.5.3.1 Ictiofauna

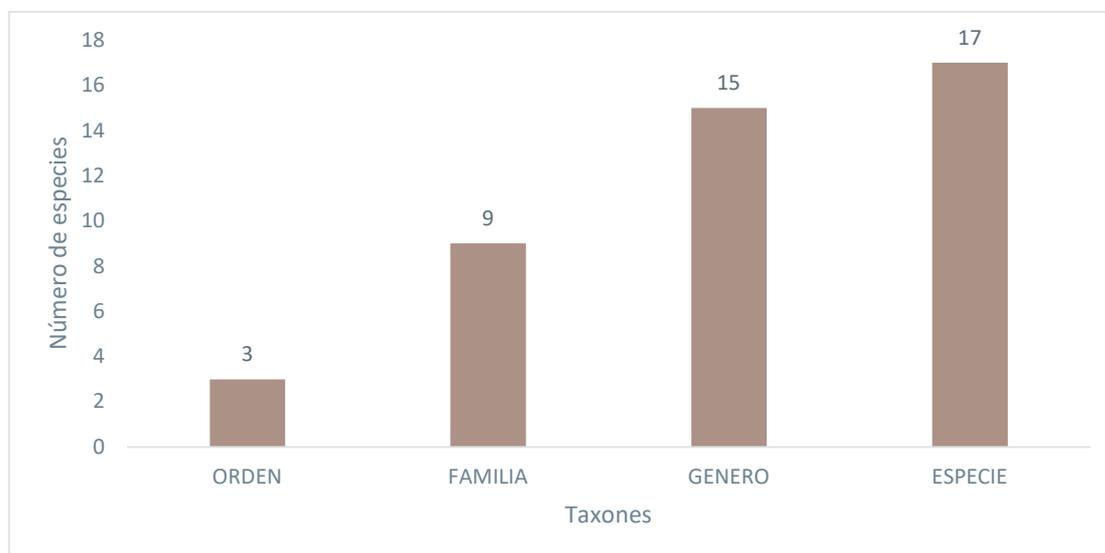
Los muestreos realizados en el actual estudio contemplan cinco puntos de muestreo, los cuales se ubican dentro de la zona ictiohidrográfica Napo-Pastaza (NP), que representa el 71,5 % de la ictiofauna continental ecuatoriana (Barriga R., 2012).

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levantada para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos. Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo.

### Análisis General

#### Riqueza General

En el área de estudio se registraron 17 especies, 15 géneros, nueve familias y tres órdenes. Este número de especies representa el 1,79 % de la ictiofauna del país (951 spp.) y el 2,5 % para la zona ictiohidrográfica Napo Pastaza (NP) respecto de las 680 especies registradas para esta zona (Barriga, 2012).



**Figura 3-168 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

En el área de estudio se registraron tres órdenes y 17 especies. En la tabla a continuación se detallan las especies:

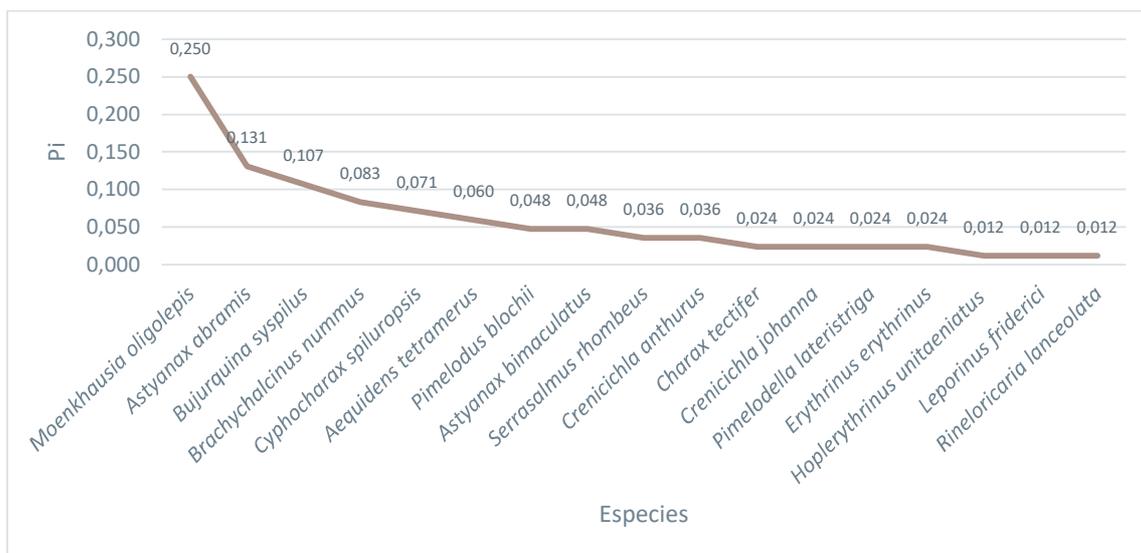
**Tabla 3-188 Ictiofauna Registrada en el Área de Estudio**

Orden	Familia	Especie
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus friderici</i>
Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia oligolepis</i>
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax abramis</i>
Characiformes	Characidae	<i>Brachyhalcinus nummus</i>
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>
Characiformes	Characidae	<i>Charax tectifer</i>
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>
Characiformes	Serrasalminidae	<i>Serrasalmus rhombeus</i>
Characiformes	Erythrinidae	<i>Erythrinus erythrinus</i>
Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>
Cichliformes	Cichlidae	<i>Bujurquina sypilus</i>
Cichliformes	Cichlidae	<i>Aequidens tetramerus</i>
Cichliformes	Cichlidae	<i>Crenicichla anthurus</i>
Cichliformes	Cichlidae	<i>Crenicichla johanna</i>
Siluriformes	Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i>
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Pimelodella lateristriga</i>
Siluriformes	Loricariidae	<i>Rineloricaria lanceolata</i>

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

#### Curva de Rango-Abundancia

Se registraron un total de 84 individuos de peces en los puntos de muestreo. La especie más abundante fue *Moenkhausia oligolepis* con 21 individuos ( $\pi = 0,25$ ); seguida de la especie *Astyanax abramis*, con 11 individuos ( $\pi = 0,131$ ); *Bujurquina sypilus*, con nueve individuos ( $\pi = 0,107$ ) y *Brachyhalcinus nummus*, con siete individuos ( $0,083$ ). El resto de las especies presentaron abundancias iguales o menores a seis individuos ( $\pi < 0,071$ ).

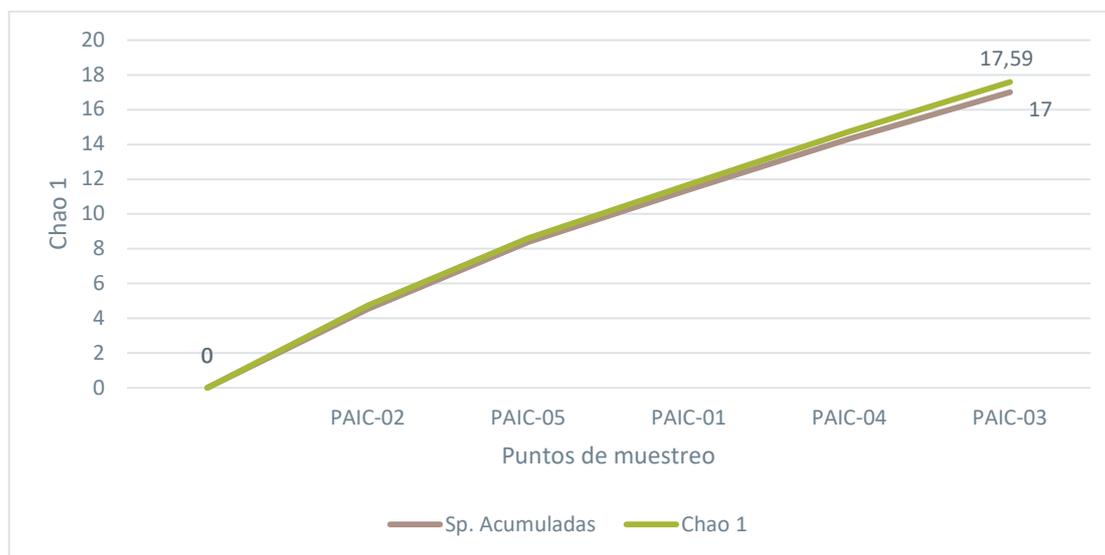


**Figura 3-169 Curva de Rango – Abundancia de la Ictiofauna Evaluada en el Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Curva de Acumulación e índice Chao 1

Mediante el índice de Chao 1, en el área de estudio se estimó 17,59 especies probables, y en el presente estudio se registraron 17 especies, que representan el 96,65 % de la riqueza estimada local de peces. La pendiente de la curva de acumulación presenta un descenso, es decir, el esfuerzo de muestreo es aceptable y representativo. Sin embargo, la estimación final del número de especies podría aumentar al tener en cuenta elementos como una ampliación del área de muestreo y de microhábitats, el tiempo y la estacionalidad para las colectas.



**Figura 3-170 Curva de Acumulación y Chao 1 de Especies de Ictiofauna del Área de Estudio**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Diversidad

El índice de Diversidad de Shannon en el análisis para el área de estudio fue de 2,46. Esto indica que el ecosistema se encuentra medianamente alterado (Magurran, 1989). Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,12, lo que denota una baja dominancia de especies en los cuerpos de agua. El valor de la Equitatividad  $J'$  fue de 0,86, lo cual indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme. Los resultados obtenidos por punto de muestreo reflejan que el punto PAIC-01 es el que presentó mayor diversidad y menor dominancia con una población más heterogénea, mientras que el punto PAIC-04 presentó el valor más bajo de biodiversidad (dos especies) y más alto en dominancia (abundancias similares en las dos especies).

**Tabla 3-189 Índices de Diversidad Aplicados en el Área de Estudio**

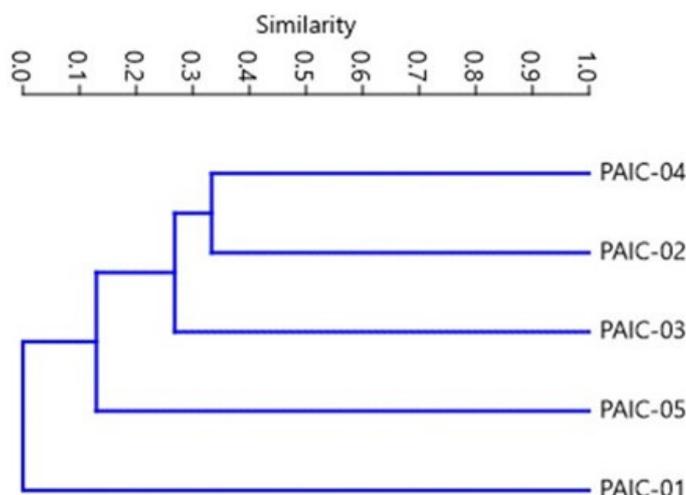
Índice	PAIC-01	PAIC-02	PAIC-03	PAIC-04	PAIC-05	General
Índice de Simpson (D)	0,19	0,21	0,38	0,51	0,29	0,12
Índice de Shannon Wiener (H')	1,77	1,67	1,03	0,68	1,42	2,46
Índice de Equidad (J')	0,91	0,93	0,94	0,98	0,88	0,86

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

### Índice de Similitud de Jaccard

El dendrograma de similitud de Jaccard permite, a través de agrupamientos jerárquicos, relacionar el número de especies compartidas con el total de especies exclusivas entre los puntos. El índice arrojó como resultado la similitud entre los cinco puntos de muestreo según la biota encontrada solamente tomando en cuenta la riqueza, es decir, según la frecuencia de repetición de especies colectadas en de cada sitio.

Se observa en el clúster que los puntos con mayor similitud (33 %) en la composición de peces son PAIC-04 y PAIC-02, lo que se debe a que comparten dos de las 17 especies registradas. El resto de los cuerpos de agua muestran una relación poco cercana entre los sitios, es decir, que estas unidades de muestreo presentan un ensamblaje distinto de especies para cada comunidad. Estos datos se pueden relacionar con las características propias de los cuerpos hídricos muestreados, tanto ecológicas como de accesibilidad (vegetación raparía, sustrato del cauce, condiciones de taludes).



**Figura 3-171 Clúster del Índice de Similitud de Jaccard**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

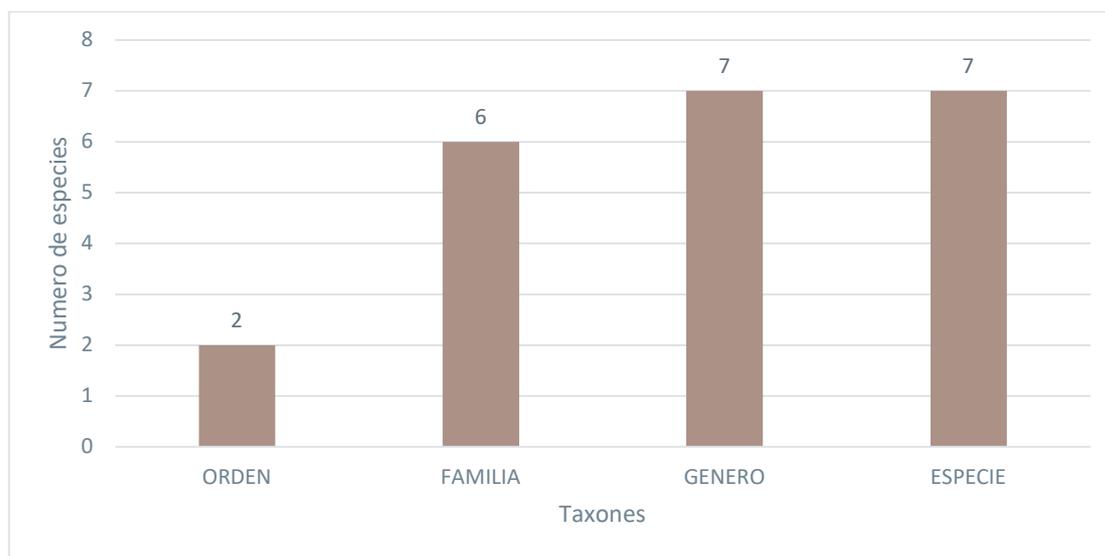
A continuación, se detalla la riqueza, abundancias y diversidad de cada punto de muestreo considerado para el análisis de la microcuenca.

### Análisis por Punto de Muestreo

#### Punto PAIC-01

#### Riqueza

En el área de estudio se registraron siete especies, siete géneros, seis familias y dos órdenes. Este número de especies representa el 0,74 % de la ictiofauna del país (951 spp.) (Barriga, 2012) y el 1,03 % para la zona ictiohidrográfica Napo Pastaza (NP) respecto de las 680 especies registradas para esta zona (Barriga, 2012).



**Figura 3-172 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-01**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

En este punto de muestreo se registraron dos órdenes y siete especies que se detallan en la siguiente tabla.

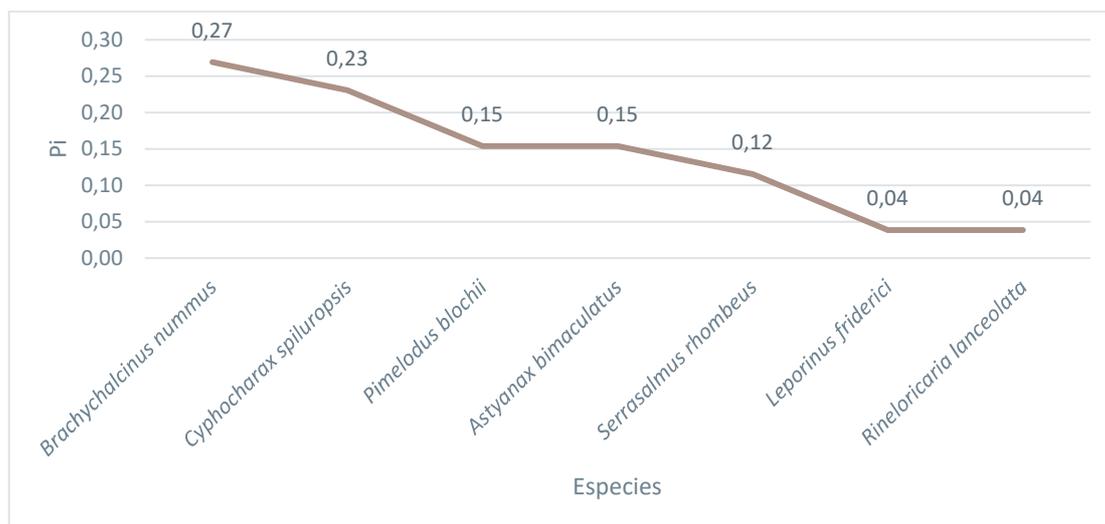
**Tabla 3-190 Ictiofauna Registrada en el Punto PAIC-01**

Orden	Familia	Especie
Characiformes	Characidae	<i>Brachyhalcinus nummus</i>
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>
Characiformes	Serrasalmidae	<i>Serrasalmus rhombeus</i>
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus friderici</i>
Siluriformes	Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i>
Siluriformes	Loricariidae	<i>Rineloricaria lanceolata</i>

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

### Curva de Rango - Abundancia

En este cuerpo de agua se registró un total de 26 individuos, donde la especie *Brachyhalcinus nummus* presentó la mayor abundancia, con siete individuos ( $\pi = 0,27$ ); seguida de *Cyphocharax spiluroopsis*, con seis individuos ( $\pi = 0,23$ ); *Pimelodus blochii* y *Astyanax bimaculatus* con cuatro individuos ( $\pi = 0,15$ ); *Serrasalmus rhombeus* con 3 individuos ( $\pi = 0,12$ ) y, finalmente, *Pimelodus blochii* y *Rineloricaria lanceolata* con un individuo cada una ( $\pi = 0,04$ ).



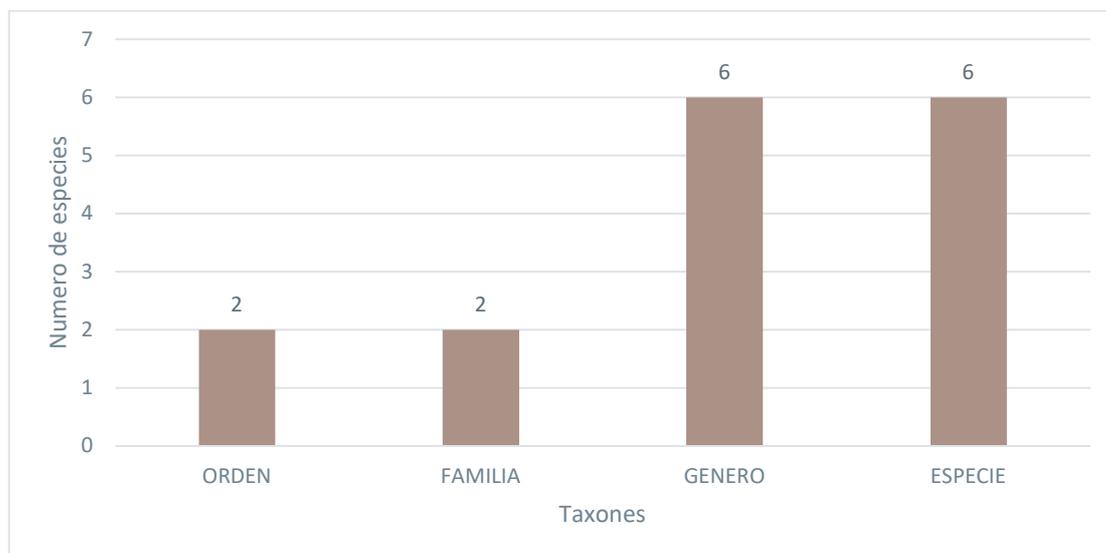
**Figura 3-173 Curva de Rango - Abundancia de la Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-01**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

### Punto PAIC-02

#### Riqueza

En el área de estudio se registraron seis especies, seis géneros, dos familias y dos órdenes. Este número de especies representa el 0,63 % de la ictiofauna del país (951 spp.) (Barriga, 2012) y el 0,88 % para la zona ictiohidrográfica Napo Pastaza (NP) de las 680 especies registradas para esta zona (Barriga, 2012).



**Figura 3-174 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-02**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

En este punto de muestreo se registraron dos órdenes y seis especies que se detallan en la siguiente tabla.

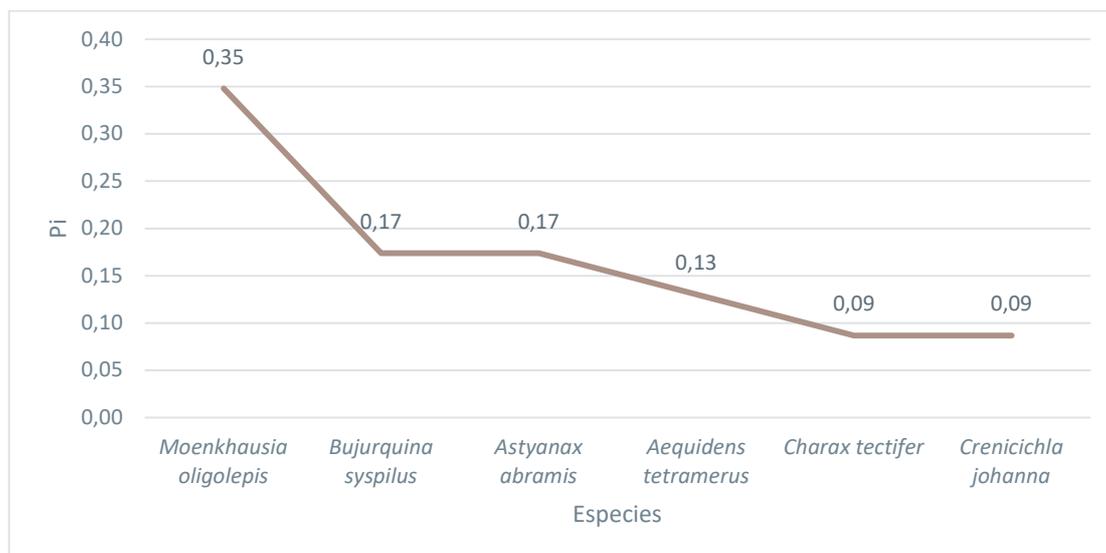
**Tabla 3-191 Ictiofauna Registrada en el Punto PAIC-02**

Orden	Familia	Especie
Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia oligolepis</i>
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax abramis</i>
Characiformes	Characidae	<i>Charax tectifer</i>
Cichliformes	Cichlidae	<i>Bujurquina sypilus</i>
Cichliformes	Cichlidae	<i>Aequidens tetramerus</i>
Cichliformes	Cichlidae	<i>Crenicichla johanna</i>

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

### Curva de Rango - Abundancia

En este cuerpo de agua registró un total de 23 individuos, donde la especie *Moenkhausia oligolepis* presentó la mayor abundancia, con ocho individuos ( $\pi = 0,35$ ); seguida de *Bujurquina sypilus* y *Astyanax abramis*, con cuatro individuos cada una ( $\pi = 0,17$ ); *Aequidens tetramerus*, con tres individuos ( $\pi = 0,13$ ) y finalmente, *Charax tectifer* y *Crenicichla Johanna* con dos individuos cada una ( $\pi = 0,09$ ).



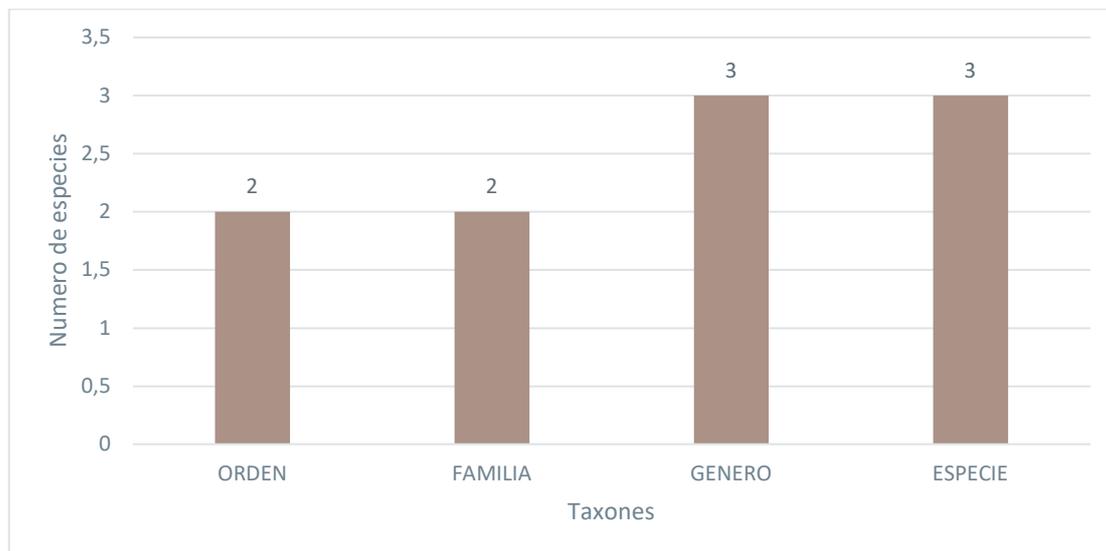
**Figura 3-175 Curva de Rango - Abundancia de la Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-02**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

#### Punto PAIC-03

#### *Riqueza*

En el área de estudio se registraron tres especies, tres géneros, dos familias y dos órdenes. Este número de especies representa el 0,32 % de la ictiofauna del país (951 spp.) (Barriga, 2012) y el 0,44 % para la zona ictiohidrográfica Napo Pastaza (NP) respecto de las 680 especies registradas para esta zona (Barriga, 2012).



**Figura 3-176 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-03**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

En este punto de muestreo se registró dos órdenes y tres especies que se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 3-192 Ictiofauna Registrada en el Punto PAIC-03**

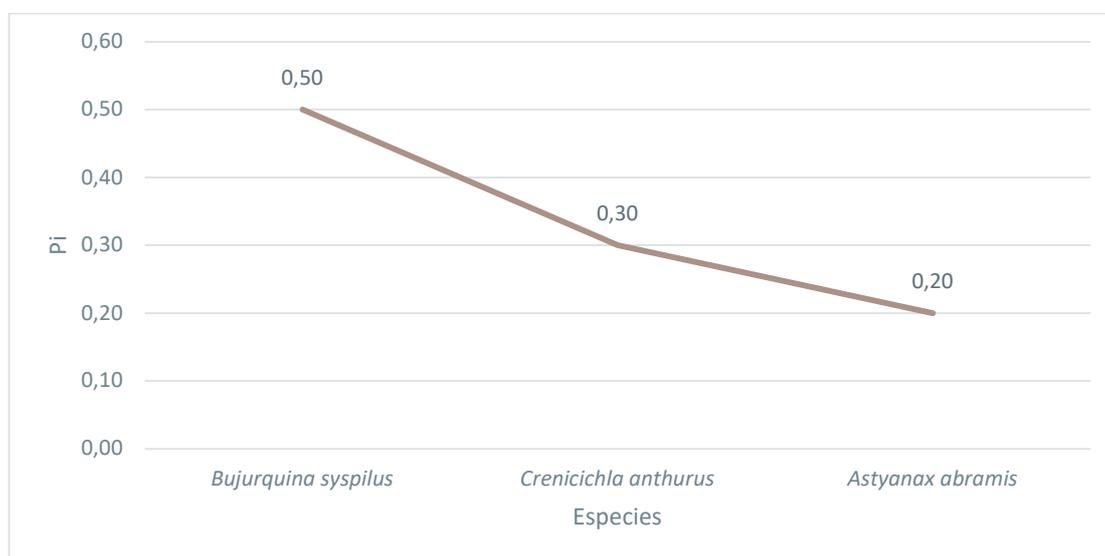
Orden	Familia	Especie
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax abramis</i>
Cichliformes	Cichlidae	<i>Bujurquina sypilus</i>
Cichliformes	Cichlidae	<i>Crenicichla anthurus</i>

Fuente: Enrix, agosto 2023

Elaboración: Enrix, agosto 2023

### Curva de Rango - Abundancia

En este cuerpo de agua registró un total de 10 individuos, donde la especie *Bujurquina sypilus* presentó la mayor abundancia, con cinco individuos ( $\pi = 0,50$ ); seguida de *Crenicichla anthurus*, con tres individuos ( $\pi = 0,30$ ) y, finalmente, *Astyanax abramis*, con dos individuos ( $\pi = 0,20$ ).



**Figura 3-177 Curva de Rango – Abundancia de la Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-03**

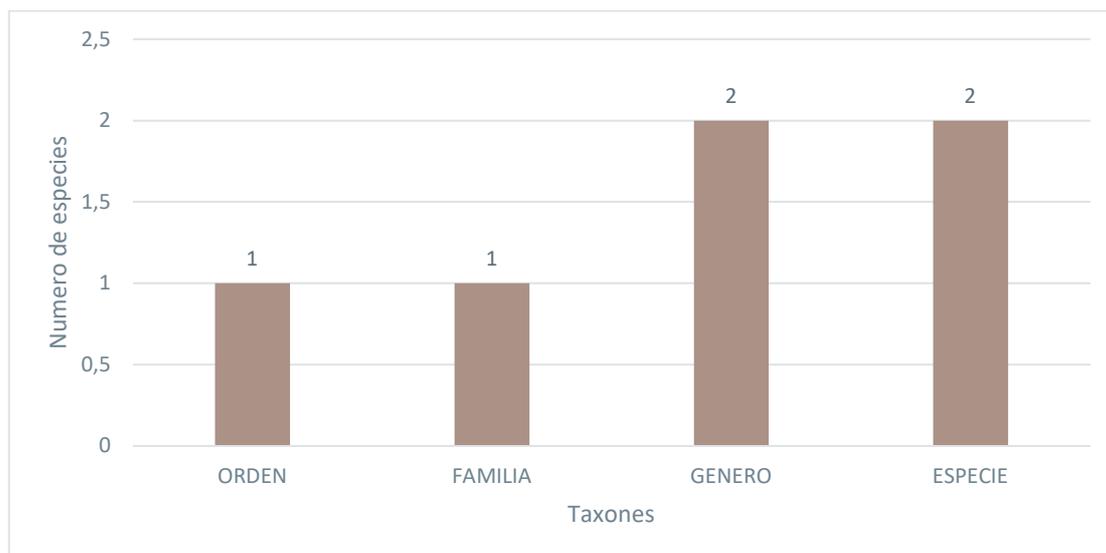
Fuente: Enrix, agosto 2023

Elaboración: Enrix, agosto 2023

### Punto PAIC-04

#### Riqueza

En el área de estudio se registraron dos especies, dos géneros, una familia y un orden. Este número de especies representa el 0,11 % de la ictiofauna del país (951 spp.) y el 0,15 % para la zona ictiohidrográfica Napo Pastaza (NP) respecto de las 680 especies registradas para esta zona (Barriga, 2012).



**Figura 3-178 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-04**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

En este punto de muestreo se registró un orden y dos especies que se detallan en la siguiente tabla.

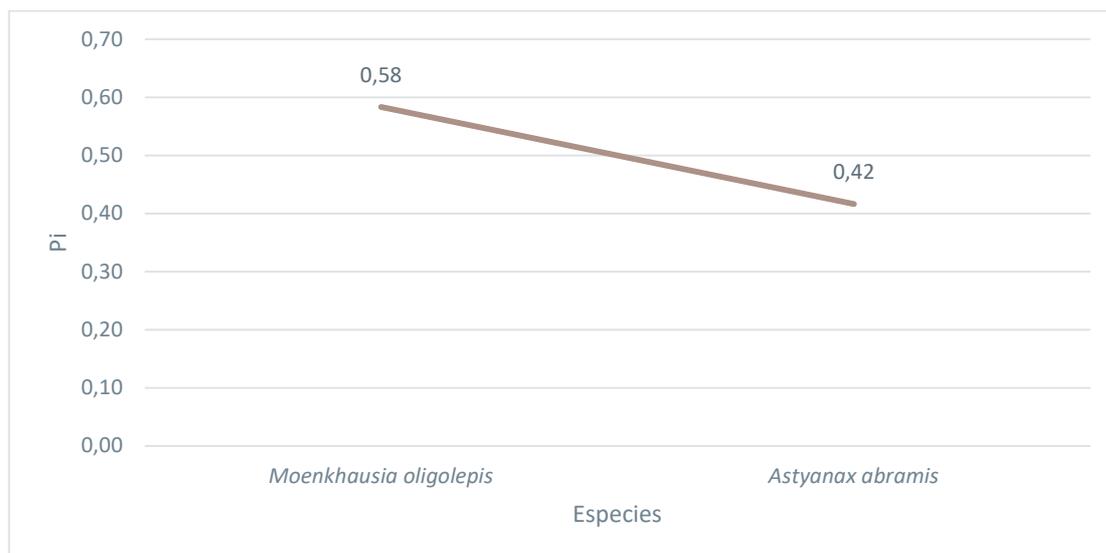
**Tabla 3-193 Ictiofauna Registrada en el Punto PAIC-04**

Orden	Familia	Especie
Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia oligolepis</i>
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax abramis</i>

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

### *Curva de Rango - Abundancia*

En este cuerpo de agua registró un total de 12 individuos, donde la especie *Moenkhausia oligolepis* presentó la mayor abundancia, con siete individuos ( $p_i = 0,58$ ); seguida de *Astyanax abramis*, con cinco individuos ( $p_i = 0,42$ ).



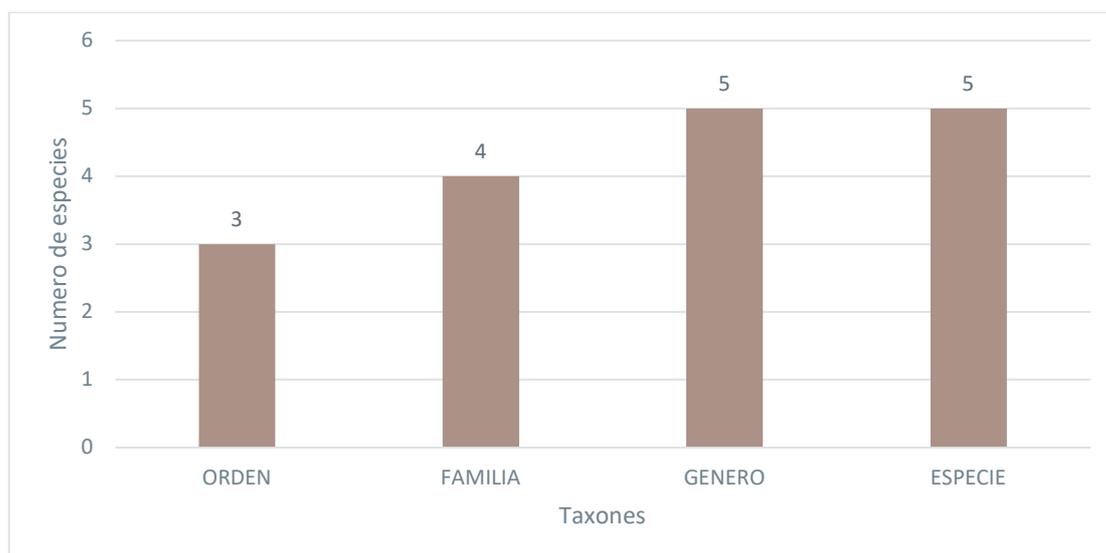
**Figura 3-179 Curva de Rango - Abundancia de la Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-04**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

#### Punto PAIC-05

#### *Riqueza*

En el área de estudio se registraron cinco especies, cinco géneros, cuatro familias y tres órdenes. Este número de especies representa el 0,53 % de la ictiofauna del país (951 spp.) y el 0,74 % para la zona ictiohidrográfica Napo Pastaza (NP) respecto de las 680 especies registras para esta zona (Barriga, 2012).



**Figura 3-180 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-05**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

En este punto de muestreo se registraron tres órdenes y cinco especies que se detallan en la siguiente tabla.

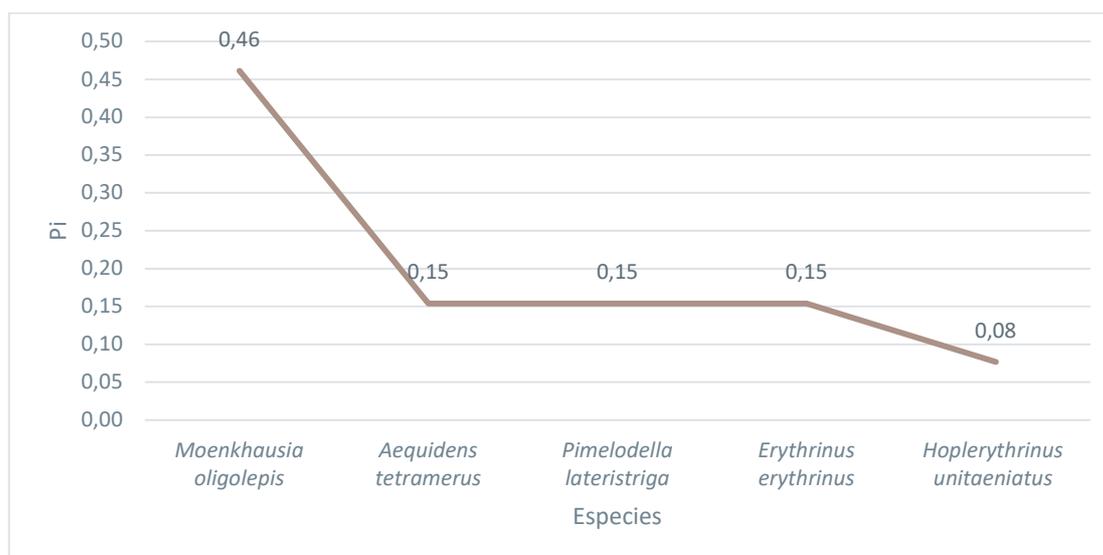
**Tabla 3-194 Ictiofauna Registrada en el Punto PAIC-05**

Orden	Familia	Especie
Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia oligolepis</i>
Characiformes	Erythrinidae	<i>Erythrinus erythrinus</i>
Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>
Cichliformes	Cichlidae	<i>Aequidens tetramerus</i>
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Pimelodella lateristriga</i>

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

### Curva de Rango - Abundancia

En este cuerpo de agua registró un total de 13 individuos, donde la especie *Moenkhausia oligolepis* presentó la mayor abundancia, con seis individuos ( $p_i = 0,46$ ); seguida de *Aequidens tetramerus*, *Pimelodella lateristriga* y *Erythrinus erythrinus*, con dos individuos cada una ( $p_i = 0,15$ ) y, finalmente, *Hoplerythrinus unitaeniatus*, con un individuo ( $p_i = 0,08$ ).



**Figura 3-181 Curva de Rango - Abundancia- de la Ictiofauna Evaluada en el Punto PAIC-05**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

### Aspectos Ecológicos

#### Gremio Trófico

Para la determinación del gremio trófico se basó en fuentes bibliográficas fundamentadas en el análisis del contenido de tractos digestivos, así como el uso de guías ilustradas de ictiofauna regional (Tufiño & Barrantes, 2013; Galvis y otros, 2006).

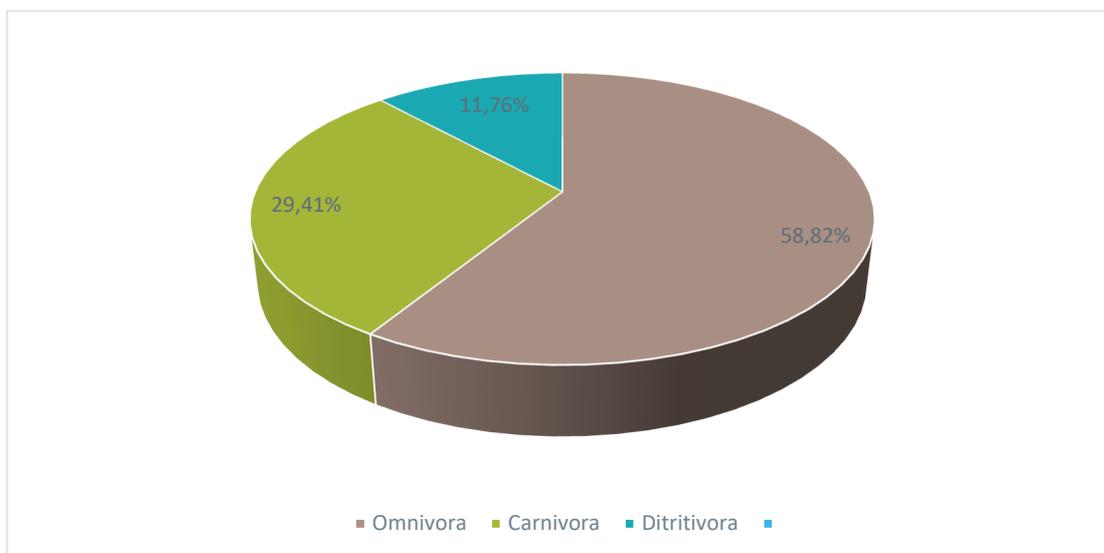
La composición trófica de las 17 especies analizadas comprende los gremios: omnívoro, con el 58,82 % (10 especies), carnívoro, con el 29,41 % (cinco especies) y detritívoro, con el 11,76 % (dos especies). El

comportamiento alimenticio es influido por los recursos tróficos disponibles, ya que estos pueden variar a lo largo del año, es así como muchas especies en el presente estudio son omnívoras, es decir que pueden alimentarse de insectos terrestres y acuáticos, larvas, algas, zooplancton, detritus, escamas de peces, peces más pequeños, semillas y material vegetal.

**Tabla 3-195 Gremios Tróficos de Ictiofauna**

Especies	Gremio trófico		
	Carnívora	Detritívora	Omnívora
<i>Aequidens tetramerus</i>	x		
<i>Astyanax abramis</i>			x
<i>Astyanax bimaculatus</i>			x
<i>Brachyhalcinus nummus</i>			x
<i>Bujurquina sypilus</i>			x
<i>Charax tectifer</i>	x		
<i>Crenicichla anthurus</i>			x
<i>Crenicichla johanna</i>			x
<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>		x	
<i>Erythrinus erythrinus</i>	x		
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	x		
<i>Leporinus friderici</i>			x
<i>Moenkhausia oligolepis</i>			x
<i>Pimelodella lateristriga</i>			x
<i>Pimelodus blochii</i>			x
<i>Rineloricaria lanceolata</i>		x	
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	x		

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023



**Figura 3-182 Gremio Trófico de la Ictiofauna Registrada en el Área de Muestreo**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

### Hábito

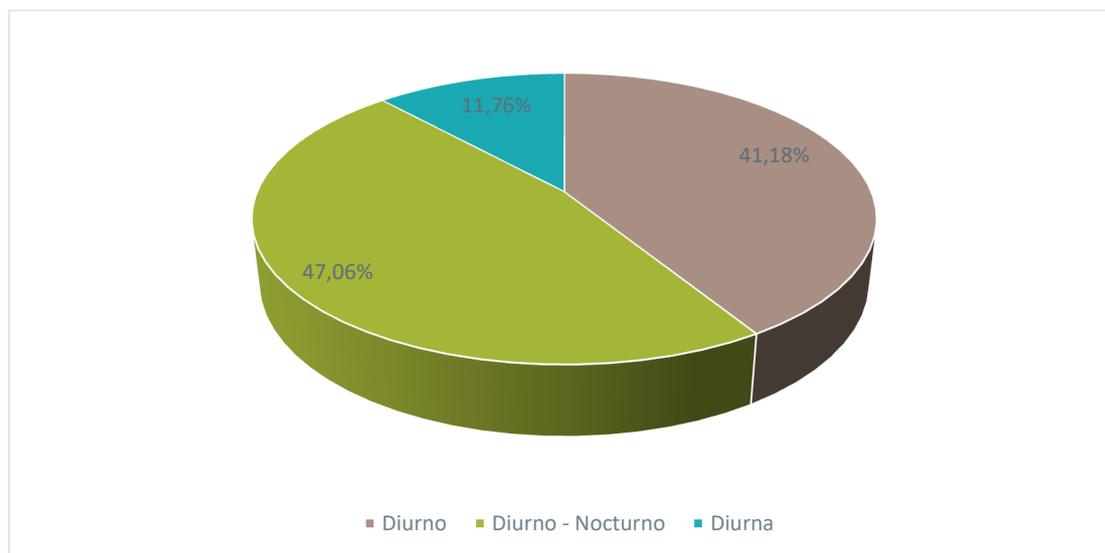
Según el patrón de actividad para los peces, el 47,06 % (ocho especies) realiza actividades tanto en el día como en la noche, por lo que no restringen sus hábitos biológicos a un horario específico. El 41,18 % (siete especies) de las especies de ictiofauna presentan actividades principalmente diurnas. El 11,76 % (dos especies) restante presenta actividades nocturnas. En este grupo resaltan especies carnívoras, que aprovechan este ciclo para obtener ventajas de asecho en la noche.

**Tabla 3-196 Hábito de Ictiofauna**

Nombre Científico	Hábito
<i>Aequidens tetramerus</i>	Diurna-nocturna
<i>Astyanax abramis</i>	Diurna
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Diurna
<i>Brachygalcinus nummus</i>	Diurna
<i>Bujurquina sypilus</i>	Diurna-nocturna
<i>Charax tectifer</i>	Diurna-nocturna
<i>Crenicichla anthurus</i>	Diurna
<i>Crenicichla johanna</i>	Diurna
<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>	Diurna
<i>Erythrinus erythrinus</i>	Nocturna
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	Nocturna
<i>Leporinus friderici</i>	Diurna-nocturna
<i>Moenkhausia oligolepis</i>	Diurna
<i>Pimelodella lateristriga</i>	Diurna-nocturna
<i>Pimelodus blochii</i>	Diurna-nocturna

Nombre Científico	Hábito
<i>Rineloricaria lanceolata</i>	Diurna-nocturna
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Diurna-nocturna

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023



**Figura 3-183 Hábito de la Ictiofauna Registrada en el Área de Muestreo**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

#### Distribución Vertical de las Especies

Generalmente, la distribución vertical de las especies en los cuerpos de agua está estrechamente relacionada con su nicho trófico. Así, por ejemplo, aquellas que consiguen su alimento raspando el detrito que se desarrolla en rocas y troncos en el fondo del río se ubican en la zona baja de la columna de agua (bentónicos); los omnívoros pertenecen a la zona media (bentopelágica) de la columna de agua, donde encuentran mayor estabilidad y alimento; mientras que las especies insectívoras presentan su distribución en la zona pelágica, donde encuentran oferta de alimento de insectos acuáticos. La distribución vertical en la columna de agua según el portal fishbase.se, es la siguiente:

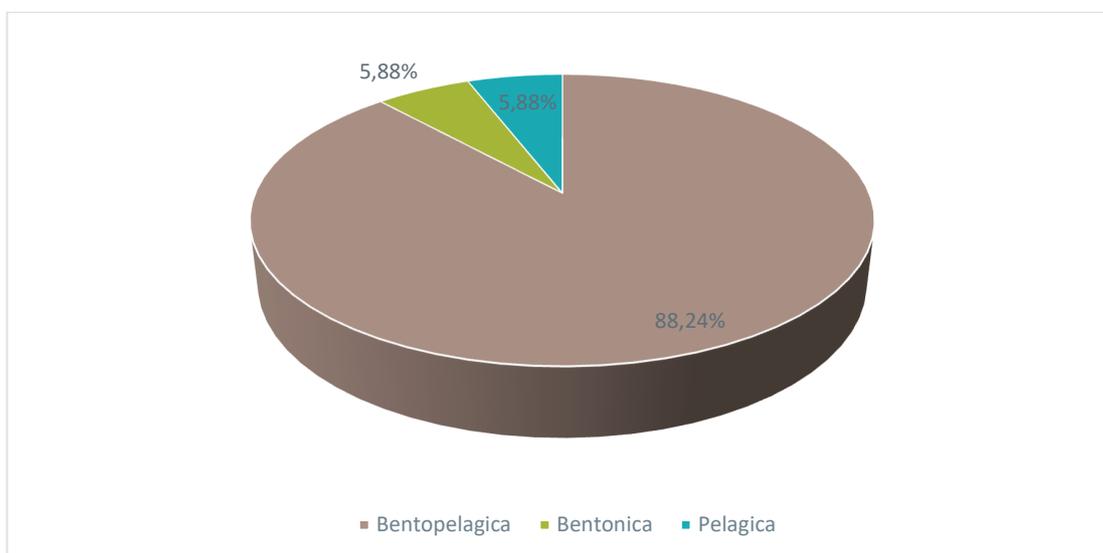
**Tabla 3-197 Distribución Vertical de la Ictiofauna Registrada en el Área de Estudio**

Orden	Familia	Especie	Distribución Vertical
Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia oligolepis</i>	Bentopelágica
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax abramis</i>	Bentopelágica
Cichliformes	Cichlidae	<i>Bujurquina sypilus</i>	Bentopelágica
Characiformes	Characidae	<i>Brachycharacinus nummus</i>	Pelágica
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>	Bentopelágica
Cichliformes	Cichlidae	<i>Aequidens tetramerus</i>	Bentopelágica
Siluriformes	Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i>	Bentopelágica
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	Bentopelágica

Characiformes	Serrasalmidae	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Bentopelágica
Cichliformes	Cichlidae	<i>Crenicichla anthurus</i>	Bentopelágica
Characiformes	Characidae	<i>Charax tectifer</i>	Bentopelágica
Cichliformes	Cichlidae	<i>Crenicichla johanna</i>	Bentopelágica
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Pimelodella lateristriga</i>	Bentopelágica
Characiformes	Erythrinidae	<i>Erythrinus erythrinus</i>	Bentopelágica
Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	Bentopelágica
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus friderici</i>	Bentopelágica
Siluriformes	Loricariidae	<i>Rineloricaria lanceolata</i>	Bentónica

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

Se puede observar que las especies halladas tienen una mayor preferencia por la zona bentopelágica de los cuerpos de agua, con el 88,24 % (15 especies); seguidas de las de la zona bentónica, con el 5,88 % (una especie); y, por último, de la zona pelágica, con el 5,88 % (una especie).



**Figura 3-184 Distribución Vertical de la Ictiofauna Registrada en el Área de Muestreo**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

### Especies Indicadoras

En el actual muestreo se considera como indicadoras de calidad de hábitat a las especies de la familia Loricariidae: *Rineloricaria lanceolata*, debido a que estos organismos necesitan de aguas oxigenadas para un buen desarrollo de sus poblaciones, y de procesos de sedimentación bajos que no alteren su fuente de alimento en el cuerpo de agua (Galvis et al., 2006). Por otro lado, el ensamblaje de especies como *Erythrinus erythrinus*, *Moenkhausia oligolepis*, *Bujurquina syspilus* son indicadoras de lugares alterados, con adaptaciones a la hipoxia y vivíparas, por lo que pueden reproducirse en lugares con poco oxígeno y en cortos intervalos de tiempo (Ferreira y Casatti, 2006).

La especie *Rineloricaria lanceolata*, se registró únicamente en el punto PAIC-01 (río Singue), el cuerpo de agua con mayor caudal y de mayor profundidad en el momento de realizar el muestreo; estas condiciones

permiten tener aguas bien oxigenadas donde puede vivir esta especie. En los puntos restantes se registraron especies que pueden vivir en lugares con intervención, en condiciones de hipoxia, siendo cuerpos de agua con bajo caudal al momento de realizar el muestreo. Sin embargo, se debe considerar que todas las especies pueden moverse entre los diferentes cuerpos de agua dependiendo de la estacionalidad e incluso el registro de especies podría aumentar, por lo que no es recomendable limitar la presencia de especies indicadoras a cada uno de los cuerpos de agua donde se registraron.

**Tabla 3-198 Especies Indicadoras por Punto de Muestreo**

Especies	Indicador	Puntos de muestreo				
		PAIC-01	PAIC-02	PAIC-03	PAIC-04	PAIC-05
<i>Bujurquina sypilus</i>	Intervención		X	X		
<i>Erythrinus erythrinus</i>	Intervención					X
<i>Moenkhausia oligolepis</i>	Intervención		X		X	X
<i>Rineloricaria lanceolata</i>	Buena calidad de agua	X				

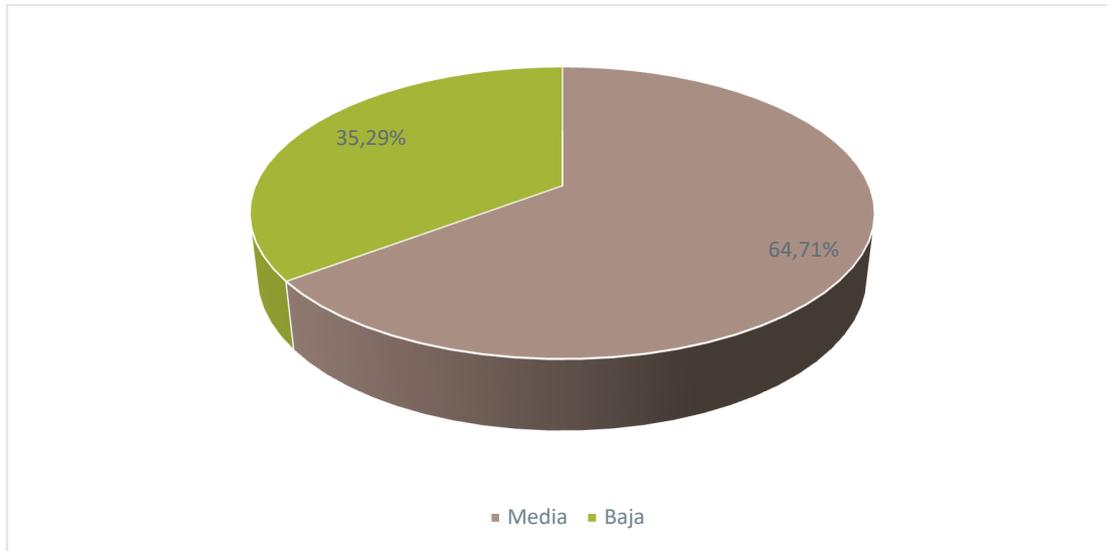
Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, agosto 2023

### Especies Sensibles

Las especies de sensibilidad media, que constituyen el 64,71 % (11 spp.), se caracterizan por soportar ciertos grados de remoción del sustrato, donde generalmente se sedimentan sustancias desfavorables para su desarrollo. En este grupo se encontró especies como: *Brachychalcinus nummus*, *Cyphocharax spiluroopsis*, *Aequidens tetramerus*, *Pimelodus blochii*, *Serrasalmus rhombeus*, *Crenicichla anthurus*, *Charax tectifer*, *Crenicichla johanna*, *Pimelodella lateristriga*, *Leporinus friderici* y *Rineloricaria lanceolata*.

Las especies de sensibilidad Baja, que constituyen el 35,29 % (6 spp.), son capaces de adaptarse a fuertes perturbaciones que se presenten en sus hábitats; además, presentan tiempos altos de resiliencia (capacidad para duplicar sus poblaciones en períodos menores a un año). En este grupo se encontró especies como: *Moenkhausia oligolepis*, *Astyanax abramis*, *Bujurquina sypilus*, *Astyanax bimaculatus*, *Erythrinus erythrinus* y *Hoplerythrinus unitaeniatus*.



**Figura 3-185 Sensibilidad de la Ictiofauna Registrada en el Área de Muestreo**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

#### Especies Migratorias

Según el portal Fishbase.se, (2024), la especie *Leporinus friderici* es la única especie que presenta movimientos migratorios (potamodroma).

#### Estado de Conservación

De acuerdo con la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2024-2), todas las especies se encuentran en la categoría Preocupación menor (LC) con excepción de *Pimelodella lateristriga* que se registra con Datos Insuficientes (DD).

Ninguna especie consta en los apéndices del Convenio Internacional para el Tráfico Ilegal de Especies (CITES, 2024).

**Tabla 3-199 Especies Registradas en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza**

Especie	UICN	CITES
<i>Moenkhausia oligolepis</i>	LC	NE
<i>Astyanax abramis</i>	LC	NE
<i>Bujurquina sypilus</i>	LC	NE
<i>Brachygalcinus nummus</i>	LC	NE
<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>	LC	NE
<i>Aequidens tetramerus</i>	LC	NE
<i>Pimelodus blochii</i>	LC	NE
<i>Astyanax bimaculatus</i>	LC	NE
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	LC	NE
<i>Crenicichla anthurus</i>	LC	NE

Especie	UICN	CITES
<i>Charax tectifer</i>	LC	NE
<i>Crenicichla johanna</i>	LC	NE
<i>Pimelodella lateristriga</i>	DD	NE
<i>Erythrinus erythrinus</i>	LC	NE
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	LC	NE
<i>Leporinus friderici</i>	LC	NE
<i>Rineloricaria lanceolata</i>	LC	NE

UICN: EN = En peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi amenazado; LC = Preocupación menor; DD = Datos insuficientes; NE = No evaluado

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

### Uso del Recurso

Las personas que moran en las inmediaciones del área de muestreo realizan actividades de pesca en los cuerpos hídricos de mayor tamaño, para lo cual utilizan diferentes métodos, entre ellos: anzuelos, red agallera o atarraya.

De acuerdo con las entrevistas realizadas a los asistentes de campo, las especies de peces que comúnmente se obtienen en la pesca como fuente de alimento se indican a continuación:

**Tabla 3-200 Uso de las Especies de Ictiofauna en el Área de Estudio**

Orden	Familia	Genero	Especie	Uso
Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia</i>	<i>Moenkhausia oligolepis</i>	Ornamental
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax</i>	<i>Astyanax abramis</i>	Consumo-comercial
Cichliformes	Cichlidae	<i>Bujurquina</i>	<i>Bujurquina sypsilus</i>	Consumo-comercial
Characiformes	Characidae	<i>Brachychalcinus</i>	<i>Brachychalcinus nummus</i>	Ornamental
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax</i>	<i>Cyphocharax spiluropsis</i>	Consumo-comercial
Cichliformes	Cichlidae	<i>Aequidens</i>	<i>Aequidens tetramerus</i>	Consumo-comercial
Siluriformes	Pimelodidae	<i>Pimelodus</i>	<i>Pimelodus blochii</i>	Consumo-comercial
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax</i>	<i>Astyanax bimaculatus</i>	Consumo-comercial
Characiformes	Serrasalminidae	<i>Serrasalmus</i>	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Consumo-comercial
Cichliformes	Cichlidae	<i>Crenicichla</i>	<i>Crenicichla anthurus</i>	Consumo-comercial
Characiformes	Characidae	<i>Charax</i>	<i>Charax tectifer</i>	Consumo-comercial
Cichliformes	Cichlidae	<i>Crenicichla</i>	<i>Crenicichla johanna</i>	Consumo-comercial
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Pimelodella</i>	<i>Pimelodella lateristriga</i>	Consumo-comercial
Characiformes	Erythrinidae	<i>Erythrinus</i>	<i>Erythrinus erythrinus</i>	Consumo-comercial
Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplerythrinus</i>	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	Consumo-comercial
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus</i>	<i>Leporinus friderici</i>	Consumo-comercial
Siluriformes	Loricariidae	<i>Rineloricaria</i>	<i>Rineloricaria lanceolata</i>	Ornamental

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, agosto 2023

### Comparación con Estudios Anteriores

Dentro del área geográfica del proyecto se ha realizado varios monitoreos en distintos cuerpos de agua para registrar la ictiofauna del lugar. Cabe mencionar que el presente estudio (2023) corresponde al levantamiento de información de nuevos cuerpos de agua (cinco) dentro del área geográfica del proyecto con el fin de construir la línea base de este componente. Es por tal motivo que en la siguiente figura y tabla solo se muestran los datos correspondientes a la riqueza general de todos los estudios y monitoreos previos realizados. Para el presente estudio se registraron 17 especies, considerando la riqueza general de todos los nuevos cuerpos de agua. En la siguiente figura se puede observar cómo el valor de la riqueza fluctúa entre los valores desde 13 a 28 especies registradas. Sin embargo, el valor registrado en este estudio (17 spp.) correspondería al primer valor tomado en los nuevos cuerpos de agua y que servirán como referencia para futuros monitoreos.



**Figura 3-186 Riqueza de Ictiofauna Registrada en Estudios Anteriores**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Tabla 3-201 Riqueza de Ictiofauna Registrada en Estudios Anteriores**

Año	Riqueza General (Nro. especies)	Índice de Shannon	Fuente
2014	27	2,47	Cardno-Entrix
2014	18	2,21	Walsh
2015	13	1,71	Efficacitas
2015	22	1,11	Efficacitas
2016	20	2,7	Sambito
2016	23	1,24	Cardno-Entrix
2017	17	2,1	Sambito
2017	13	1,75	Sambito
2018	19	2,08	Sambito
2018	23	2,28	Sambito
2019	21	1,91	Sambito

Año	Riqueza General (Nro. especies)	Índice de Shannon	Fuente
2019	24	1,78	Sambito
2020	25	1,57	Sambito
2021	28	2,88	Pecksambiente
2022	16	1,5	Pecksambiente
2023	17	2,46	Entrix

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

## Discusión

El orden predominante en los cuerpos de agua estudiados es Characiformes. Estos resultados con base en la riqueza concuerdan con lo descrito por McConnell (1987), quien menciona a este grupo como el más adaptado a los sistemas fluviales de Sudamérica, ocupando actualmente los más diversos ambientes y nichos ecológicos.

En cuanto a las familias, existe una marcada dominancia de Characidae en los puntos de muestreo, lo cual podría explicarse porque la mayoría de las especies de esta familia usualmente forman grandes cardúmenes y habitan un mismo tipo de ambiente, lo que se refleja en una mayor abundancia relativa y mayores posibilidades de captura. Además, representan cerca del 50 % de todas las especies de peces dulceacuícolas de Sudamérica. Desde el punto de vista de la variedad, es el grupo más importante dentro del orden y, tal vez, el que más nichos alimenticios ocupa (Galvis et al., 2006).

En los puntos de muestreo predominaron especies de tamaño pequeño, siendo importantes los carácidos *Moenkhausia oligolepis*, *Astyanax abramis* y *Brachyhalcinus nummus*, los cuales estarían asociados a cauces pequeños de ancho menor a 5 m con corriente entre moderada y rápida, con sustratos conformados por rocas, gravas, arenas y lodos y bordeados por vegetación ribereña que aporta sombra (Jiménez-Segura, Restrepo, López, & Delgado, 2014).

La especie *Rineloricaria lanceolata* fue el único representante de la familia Loricariidae y solo se registró para el punto de muestreo PAIC-01, donde presentó una baja abundancia (3,8 %). Las especies de la familia Loricariidae que presentan hábitos bentónicos se consideran sensibles a la degradación del hábitat, particularmente por sedimentación, y se asocian a cauces con buena cobertura vegetal y fondos rocosos con presencia de fango (Solano & Arias, 2011). La diversidad de nichos tróficos es una característica fácil de identificar de los ecosistemas acuáticos de la región amazónica. Esta variedad sirve como indicador de un sistema equilibrado y estable debido a que se ha determinado que la diversidad es mayor cuando la amplitud del nicho es menor (Krebs, 1986). En el actual estudio se determinaron cinco nichos tróficos, desde los gremios basales (detritívoros) hasta superiores (carnívoros), lo que permite un flujo de energía bidireccional posibilitando el equilibrio de estas comunidades (Granado C., 2002).

Durante los días de muestreo hubo cambios en los niveles de los cuerpos de agua debido a las variaciones de clima, días con lluvias fuertes y días sin lluvias. Estas variaciones del clima son factores determinantes en la dinámica de los caudales de los cuerpos de agua, lo cual determina la presencia y ausencia de la ictiofauna. Galvis y colaboradores (2006) indican que los cambios en el nivel de agua afectan la disponibilidad de alimento y la organización espacial en el ambiente, como se evidenció en este estudio, donde el número de especies ictiológicas halladas es bajo, el cual está restringido a un único periodo hidrológico: época lluviosa.

Se definieron como especies indicadoras de ictiofauna a *Rineloricaria lanceolata* (buena calidad de agua – oxigenada) y *Erythrinus erythrinus*, *Moenkhausia oligolepis* y *Bujurquina sypsilus* como indicadoras de lugares alterados. De esta manera, cualquier cambio en su abundancia podría dar indicios de alteraciones en la calidad de los ecosistemas fluviales. La base para utilizar el monitoreo biológico de los peces con el

objetivo de evaluar la degradación ambiental es que la salud relativa de una comunidad de peces es un indicador sensible de los impactos directos e indirectos sobre el ecosistema acuático en su conjunto (Fausch et al. 1990). Karr & Dudley (1981), definieron la integridad biológica de los ecosistemas acuáticos como la capacidad de sostener y mantener una comunidad de organismos balanceada, integral y adaptada, la cual posee una composición por especies, una diversidad y composición funcional proporcional a la de sus hábitats naturales. Los enfoques más difundidos, para el análisis de las comunidades de peces, incluyen la utilización de especies y grupos de especies indicadoras. Por esta razón es necesario realizar análisis comparativos de los monitoreos propuestos en el Plan de Manejo Ambiental con los resultados que se registraron en esta línea base. Un posible evento de derrame que pueda contaminar los cuerpos de agua podría causar serios impactos sobre las poblaciones de peces. Para todos los potenciales impactos negativos que afectan a la ictiofauna se han propuesto medidas de prevención, mitigación, capacitación y contingencia en el Plan de Manejo.

### **3.2.5.3.2 Macroinvertebrados Acuáticos**

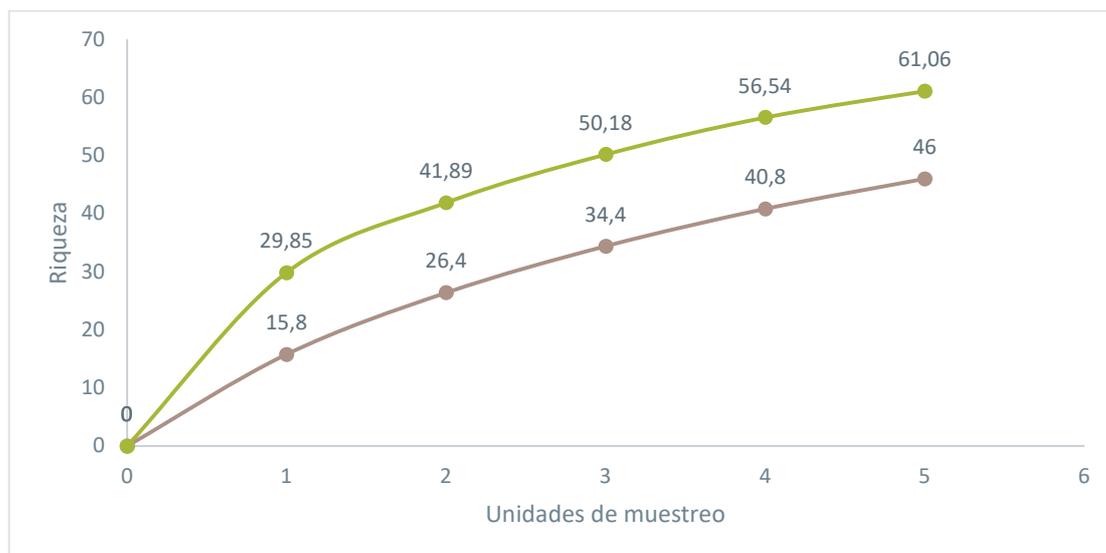
A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levantados para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos, donde se puede revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo; D. Registro Fotográfico, D.2 Biótico.

### **Análisis General**

#### Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 1

La curva de acumulación de especies se realizó agrupando los datos obtenidos en todos los puntos de muestreo utilizando el número total de morfoespecies encontradas. Es fundamental considerar que la riqueza de especies depende en gran medida de la estacionalidad y la estructura de los puntos de muestreo.

El valor obtenido en Chao 1 fue de 61,06; mientras que en este muestreo se registraron 46 especies, lo que representa un 75,34 % del total de la riqueza de macroinvertebrados que podrían hallarse en la zona de estudio. La curva de acumulación de especies tiende a su asíntota, es decir, el esfuerzo de muestreo es aceptable y representativo.

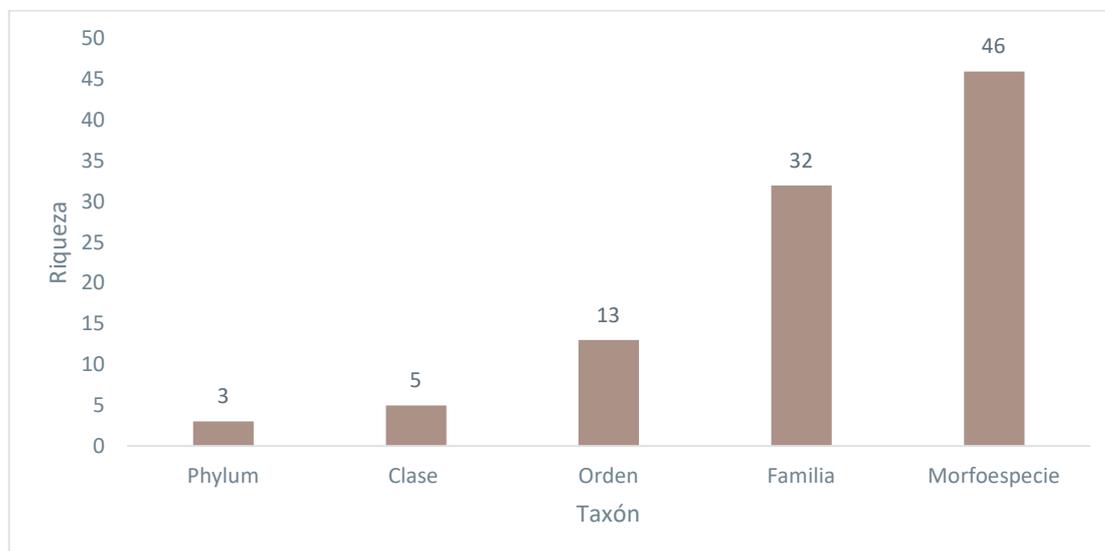


**Figura 3-187 Curva de Acumulación de Macroinvertebrados Acuáticos**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Riqueza y Abundancia General

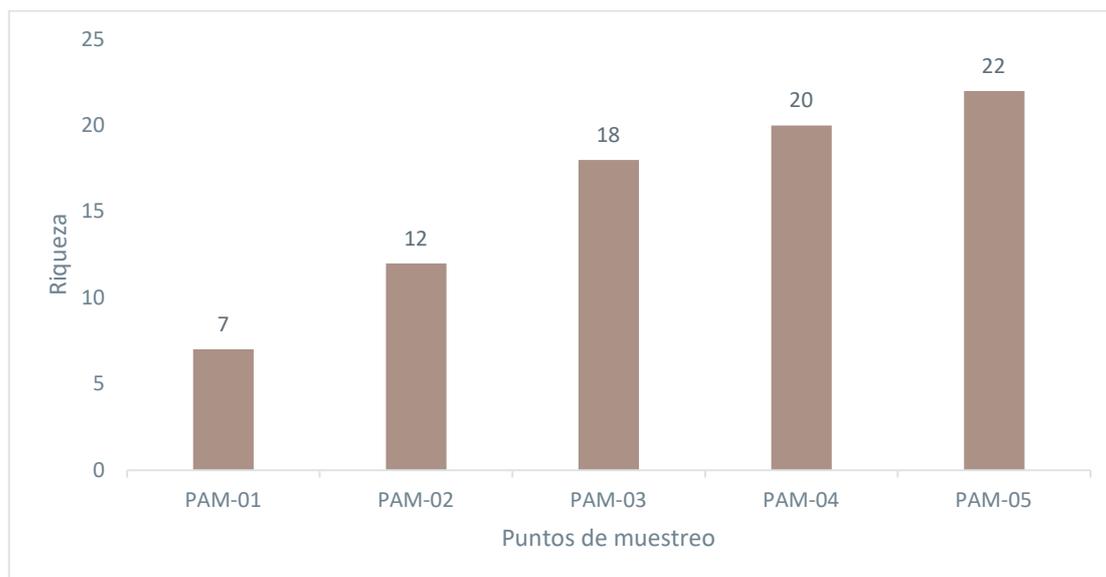
El área de estudio registró 304 individuos agrupados en tres phylum, cinco clases, 13 órdenes, 32 familias y 46 morfoespecies.



**Figura 3-188 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Influencia del Bloque Singue**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

La siguiente figura muestra la riqueza de morfoespecies en cada uno de los puntos de muestreo, así: PAM-05 contó con la mayor cantidad de morfoespecies (22); seguido de PAM-04, con 20 morfoespecies; PAM-03, con 18 morfoespecies; PAM-02, con 12 morfoespecies y PAM-01, con solo siete morfoespecies.



**Figura 3-189 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos por Punto de Muestreo**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Tabla 3-202 Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Influencia del Bloque Singue**

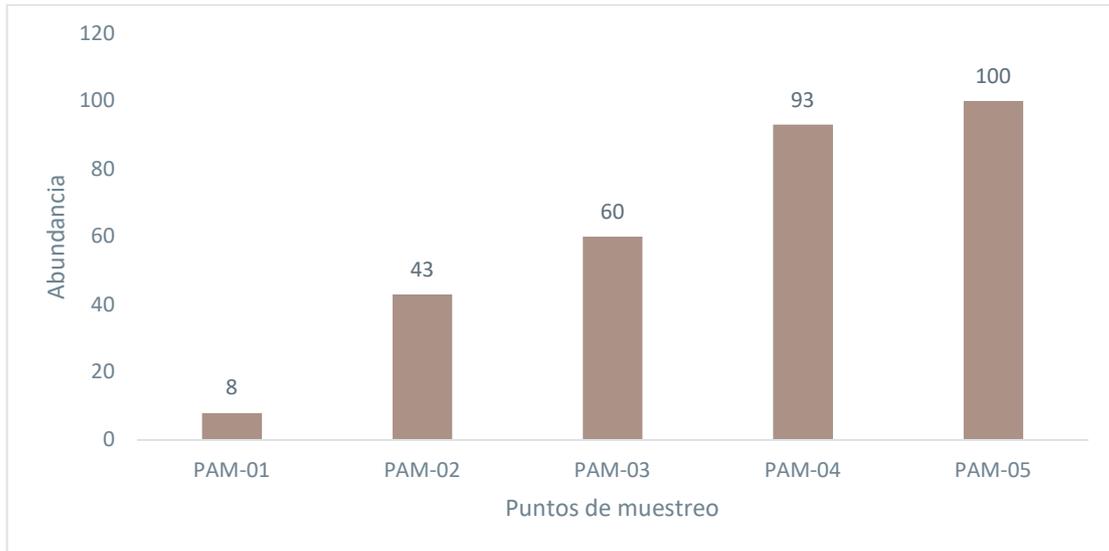
Orden	Familia	Morfoespecies
Basommatophora	Physidae	Physidae mfe. 1
Blattodea	Blattellidae	Blatellidae mfe. 1
Coleoptera	Dryopidae	<i>Helichus</i> sp.
		<i>Pelonomus</i> sp.
	Dytiscidae	Dytiscidae mfe. 1
		Dytiscidae mfe. 2
	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp.
		<i>Disersus</i> sp.
		<i>Heterelmis</i> sp.
		<i>Macrelmis</i> sp.
	Lutrochidae	Lutrochidae mfe. 1
	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.
	Scirtidae	<i>Scirtidae</i> mfe. 1
Stratyomidae	Stratyomidae mfe. 1	
Decapoda	Atyidae	<i>Atyidae</i> mfe. 1
	Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i> sp.
	Trichodactylidae	Trichodactylidae mfe. 1
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.
	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.

Orden	Familia	Morfoespecies	
		Orthoclaadiinae mfe. 1	
		Tanypodinae mfe. 1	
		Tanytarsinii mfe. 1	
		Dolichopodidae	Dolichopodidae mfe. 1
		Limoniidae	<i>Hexatoma</i> sp.
			<i>Limonia</i> sp.
			<i>Molophilus</i> sp.
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	
	Tabanidae	<i>Tabanus</i> sp.	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Mayobaetis</i> sp.	
	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i> sp.	
		<i>Thraulodes</i> sp.	
		<i>Ulmeritoides</i> sp.	
Haplotaxida	Tubificidae	Tubificidae mfe. 1	
Hemiptera	Corixidae	<i>Tenagobia</i> sp.	
Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	
Odonata	Gomphidae	<i>Agriogomphus</i> sp.	
		<i>Epigomphus</i> sp.	
		<i>Phyllogomphoides</i> sp.	
	Polythoridae	Polythoridae mfe. 1	
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	
	Hydropsychidae	<i>Smicidea</i> sp.	
	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.	
	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	
Veneroidea	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

En el área de estudio se registraron 304 individuos, de los cuales el punto con mayor cantidad de individuos fue PAM-05, con 100; seguido de PAM-04, con 93 individuos; PAM-03, con 60 individuos; PAM-02, con 43 individuos; y PAM-01 registró solo ocho individuos, siendo el punto con menor abundancia.

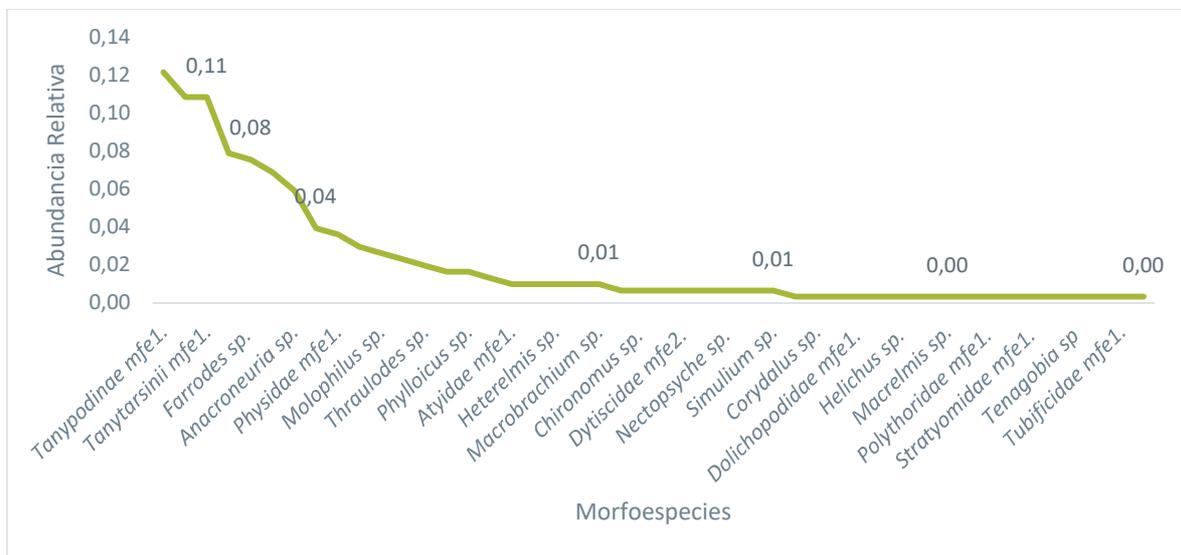


**Figura 3-190 Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Curva de Rango Abundancia**

La siguiente figura muestra la curva de rango abundancia de los macroinvertebrados bentónicos colectados en el área de estudio, indicando que Tanypodinae mfe. 1 (12,17 %), Orthocladiinae mfe. 1 y Tanytarsini mfe. 1 (10,86 %), *Mayobaetis* sp. (7,89 %), *Farrodies* sp. (7,57 %), *Smicridies* sp. (6,91 %) y *Anacroneuria* sp. (5,92 %) fueron consideradas las morfoespecies más dominantes.



**Figura 3-191 Curva de Rango Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis general de todos los cuerpos de agua de la zona de influencia del Bloque Singue fue de 2,27, mientras que la dominancia de Simpson obtuvo un valor de 0,14 mostrando una ligera dominancia de Tanypodinae mfe 1. (Tabla 3-204).

**Tabla 3-203 Índices de Diversidad y Dominancia General de los Cuerpos de Agua para la Fase de Explotación del Bloque Singue**

Índice	Total
Índice de Simpson ( <i>D</i> )	0,14
Índice de Shannon Wiener ( <i>H</i> )	2,27
Índice de Equidad ( <i>J</i> )	0,86

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Al analizar los índices de diversidad de Shannon y Dominancia de Simpson por punto de muestreo, se observa que los puntos PAM-03 y PAM-04 presentan la diversidad más alta, mostrando una mayor heterogeneidad en la comunidad de macroinvertebrados, sin embargo, no se presentan diferencias estadísticamente significativas con los puntos restantes en cuanto a diversidad. Respecto a la dominancia, los puntos PAM-01 y PAM-02 presentan los valores más altos, con dominancias de Dytiscidae mfe.1 y Tanypodinae mfe. 1 respectivamente, además, presentan la diversidad más baja ya que la dominancia es inversa a este parámetro; tampoco se observan diferencias estadísticamente significativas con los puntos restantes.

**Tabla 3-204 Índices de Diversidad y Dominancia para cada Punto de Muestreo**

Índice	PAM-01	PAM-02	PAM-03	PAM-04	PAM-05
Índice de Simpson ( <i>D</i> )	0,16	0,18	0,11	0,12	0,12
Índice de Shannon Wiener ( <i>H</i> )	1,91	2,03	2,48	2,48	2,46

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

El equilibrio de las comunidades se mantiene en todos los cuerpos de agua, mostrando valores similares para la diversidad de Simpson, Shannon y los respectivos intervalos de confianza.

### Índice de Similitud de Jaccard

Para determinar la similitud de especies, se tomó en cuenta cinco cuerpos de agua pertenecientes a la zona de influencia del Bloque Singue. La siguiente tabla permite observar los valores de similitud entre los puntos de muestreo:

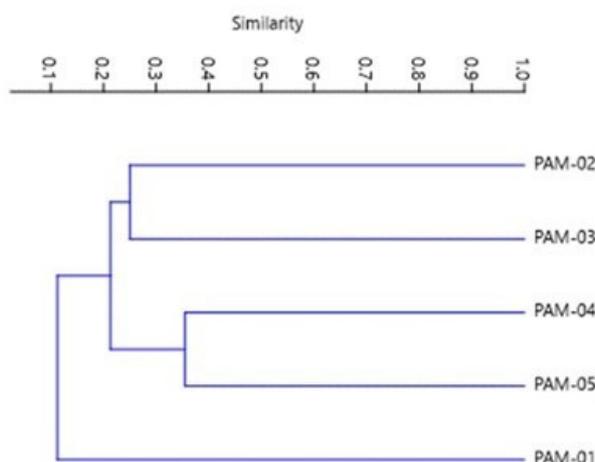
**Tabla 3-205 Matriz de Similitud de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Influencia del Bloque Singue**

	PAM-01	PAM-02	PAM-03	PAM-04	PAM-05
PAM-01	1	0,12	0,14	0,08	0,12
PAM-02	-	1	0,25	0,28	0,10
PAM-03	-	-	1	0,23	0,25
PAM-04	-	-	-	1	0,35

	PAM-01	PAM-02	PAM-03	PAM-04	PAM-05
PAM-05	-	-	-	-	1

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Este índice relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas de cada punto. El índice arrojó como resultado que los puntos con mayor similitud son PAM-04 y PAM-05, con el 35 % de especies compartidas; mientras que los puntos PAM-01 y PAM-04 comparten el 0,08 %, siendo los puntos con menor similitud entre ellos. Estos resultados se observan en el clúster de la siguiente figura.



**Figura 3-192 Clúster del índice de Similitud de Jaccard**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Los resultados del índice de similitud de Jaccard también se relacionan con la estructura que poseen los cuerpos de agua analizados. De esta manera, los puntos PMA-04 y PMA-05 poseen poca profundidad (20 cm cada uno), los dos presentan vegetación de ribera abundantes, sin embargo, el sustrato de PMA-04 es limo lodoso, mientras que en PMA-05 es limo arcilloso. Los puntos PMA-02 y PMA-03 poseen anchos y profundidad parecidas y ambos se encuentran en áreas intervenidas. Finalmente, el punto PMA-01, presenta, a diferencia de los otros, ancho y profundidades mayores a los anteriores (4 m y 1,5 m respectivamente), por lo cual, la estructura de la comunidad de macroinvertebrados es muy diferente a los cuerpos de agua restantes. Los cuerpos de agua podrían verse afectados por descargas no controlados o por eventos no deseados como un derrame, sin embargo, dentro del plan de manejo ambiental se colocan medidas para evitar estos impactos o, actuar en caso de una contingencia.

### Índices Ecológicos

#### *Índice EPT*

El resultado del índice EPT demuestra que el estado de salud ecológica del ambiente acuático es muy regular, lo que refleja que las fuentes de agua desde su origen, pasando por esteros, pequeñas quebradas y remansos hasta su confluencia con los ríos grandes, tienen variaciones en su estructura y dinámica. En el tipo de ecosistemas muestreados, la dinámica y la hidromorfología de los cuerpos de agua presentan hábitats óptimos para el desarrollo de organismos sensibles, pero existe la dominancia de organismos tolerantes a ambientes contaminados. Sin embargo, no hay que dejar de tomar en cuenta a la

estacionalidad, que es un factor que determina mucho la abundancia de algunos individuos, lo cual influye directamente en los resultados del cálculo de este índice que es específico de grupos bioindicadores.

**Tabla 3-206 Estado de Salud Ecológica de los Cuerpos de Agua (conjunto) de la Zona de Influencia del Bloque Singue**

<b>EPT General</b>	
Grupos	
Chironomidae	105
Oligochaeta	1
EPT	83
EPT+CH+OL	198
Abundancia total	304
EPT/EPT+CH+OL	0,44
<b>Calidad de agua %</b>	44 %
	Regular

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

Mediante la aplicación del índice EPT se observó que los puntos de muestreo PAM-01, PAM-02 y PAM-05 presentaron una calidad de agua severamente contaminada, mientras que PAM-3 y PAM-04 presentaron una calidad de agua regular, sugiriendo que los hábitats existentes en estos cuerpos de agua presentan alteraciones importantes que no permiten el óptimo desarrollo de organismos sensibles.

**Tabla 3-207 Calidad de Agua según el Índice EPT**

Sitio	EPT	Calidad
PAM-01	0	Severamente contaminada
PAM-02	20,93	Severamente contaminada
PAM-03	40	Regular
PAM-04	48,39	Regular
PAM-05	5	Severamente contaminada

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### *Índice BMWP/Col.*

Mediante la aplicación del índice BMWP/Col., de acuerdo con la composición de macroinvertebrados bentónicos de cada punto, se determinó que PAM-04 y PAM-05 se ubican en el rango de calidad buena con aguas muy limpias; PAM-02 y PAM-03 obtuvieron una calidad aceptable, con aguas ligeramente contaminadas; y PAM-01 obtuvo calidad crítica, con aguas muy contaminadas. La presencia de especies de diferentes grados de sensibilidad en los cuerpos de agua ayuda a mantener un equilibrio en la red trófica.

Además, se ubicó a los puntos de monitoreo en sus respectivas clases, descritas en la siguiente tabla.

**Tabla 3-208 Calidad de Agua según el índice BMWP/Col**

Sitio	BMWP/Col	Clase	Calidad	Significado	Color
PAM-01	26	IV	Critica	Aguas muy contaminadas	Naranja

Sitio	BMWP/Col	Clase	Calidad	Significado	Color
PAM-02	68	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
PAM-03	98	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
PAM-04	104	I	Buena	Aguas muy limpias	Azul
PAM-05	119	I	Buena	Aguas muy limpias	Azul

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### QBR

Los resultados del índice QBR demuestran que el estado de salud de la zona de ribera de los puntos PAM-01, PAM-04 y PAM-05 es de calidad muy buena y posee características de estado natural; es decir, es un sitio saludable en términos de cobertura y estructura vegetal, patrón que guarda en algo consistencia con la expresión de los resultados obtenidos en el análisis de la biota acuática (Buena).

En los puntos PAM-02 y PAM-03, la calidad es buena y se empieza a observar un ecosistema ligeramente perturbado, lo que quiere decir que las características de la cobertura vegetal en este sitio están afectadas principalmente por procesos propios de degradación de esta.

**Tabla 3-209 Calidad de Vegetación de Ribera según el Índice QBR por Punto de Muestreo en la Zona de influencia del Bloque Singue**

ÍNDICE-QBR	PAM-01	PAM-02	PAM-03	PAM-04	PAM-05
<b>Criterios de Calificación de la Zona Riparia</b>					
Grado de cubierta vegetal	25	5	5	25	25
Estructura de la cubierta vegetal	25	5	5	25	25
Calidad de la cubierta vegetal	25	5	5	25	25
Grado de naturalidad del canal fluvial	25	10	25	25	25
Tipo de desnivel de la zona riparia	5	10	5	10	10
% de sustrato duro con capacidad para que enraíce una masa vegetal permanente	10	25	25	25	25
Total, índice QBR:	115	60	70	130	130

Fuente: Entrix, agosto 2023

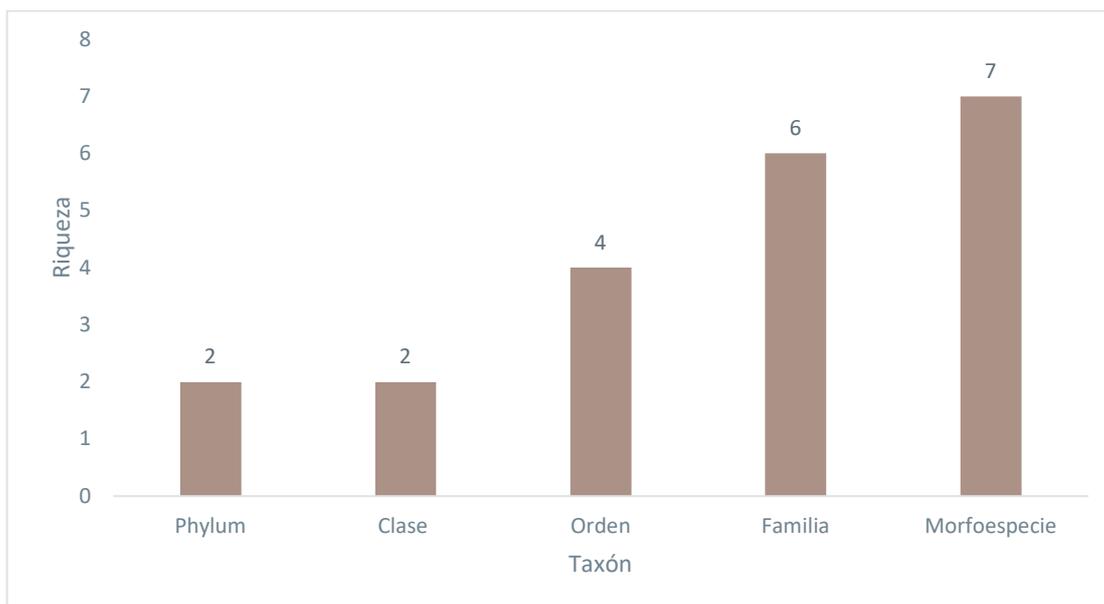
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Análisis por Punto de Muestreo

#### Punto PAM-01

##### Riqueza

En el punto PAM-01 se registró un total de ocho individuos, agrupados en cuatro órdenes, seis familias y siete morfoespecies de macroinvertebrados. El orden con la mayor riqueza de morfoespecies fue Diptera, con cuatro. Los órdenes restantes: Coleoptera, Diptera y Veneroida estuvieron representados por una morfoespecie.



**Figura 3-193 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto PAM-01**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva de Rango Abundancia

De los ocho individuos colectados en el punto de muestreo PAM-01, la morfoespecie *Dytiscidae mfe. 1* registra la mayor abundancia ( $p_i = 0,25$ ) con dos individuos. Las demás especies *Dolichopodidae mfe. 1*, *Molophilus sp.*, *Pisidium sp.*, *Tanypodinae mfe. 1*, *Tanytarsini mfe. 1* y *Tenagobia sp.* obtuvieron un solo individuo ( $p_i = 0,13$ ).



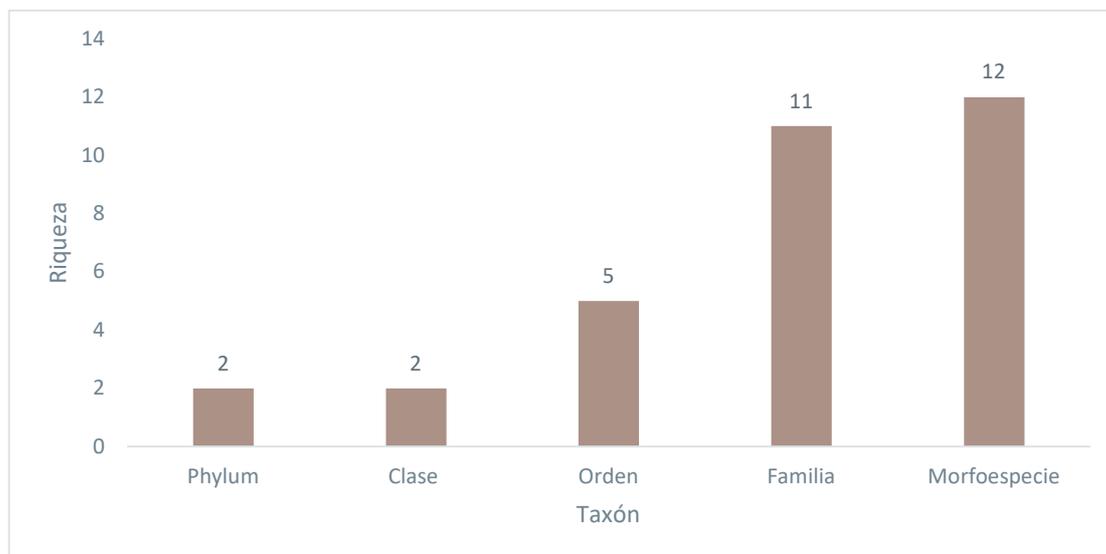
**Figura 3-194 Curva de Rango Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto PAM-01**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

## Punto PAM-02

### Riqueza

En el punto PAM-02 se registró un total de 43 individuos, agrupados en cinco órdenes, 11 familias y 12 morfoespecies de macroinvertebrados. El orden con la mayor riqueza de morfoespecies fue Diptera, con cinco; seguido de Coleoptera, con tres; Ephemeroptera y Trichoptera, con dos; y Haplontaxida, con una morfoespecie.



**Figura 3-195 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto PAM-02**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva de Rango Abundancia

De los 43 individuos colectados en el punto de muestreo PAM-02, la morfoespecie Tanypodinae mfe. 1 registra la mayor abundancia, con 15 individuos ( $\pi = 0,35$ ); seguida por Tanytarsini mfe. 1, con siete individuos ( $\pi = 0,16$ ); y *Smicidea* sp., con seis individuos ( $\pi = 0,14$ ). Las morfoespecies restantes registraron una abundancia inferior a cinco individuos cada una ( $\pi < 0,08$ ).



**Figura 3-196 Curva de Rango Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto PAM-02**

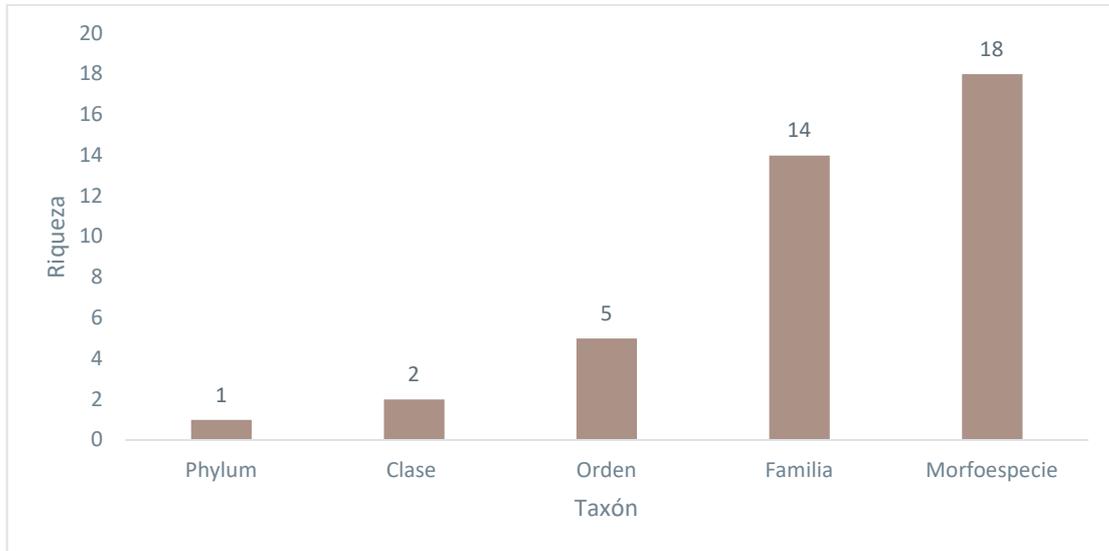
Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Punto PAM-03

#### *Riqueza*

En el punto PAM-03 se registró un total de 60 individuos, agrupados en cinco órdenes, 14 familias y 18 morfoespecies de macroinvertebrados. Los órdenes con mayor riqueza de morfoespecies fueron Diptera y Coleoptera, con cinco morfoespecies; seguidos de Trichoptera, con cuatro; Ephemeroptera, con tres; y Decapoda, con una sola morfoespecie.



**Figura 3-197 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto PAM-03**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva de Rango Abundancia

De los 60 individuos colectados en el punto de muestreo PAM-03, la morfoespecie *Farrodes* sp. registra la mayor abundancia, con 12 individuos ( $\pi = 0,20$ ); seguida por Orthoclaadiinae mfe. 1 y Tanytarsini mfe. 1, con ocho individuos cada una ( $\pi = 0,13$ ); y Tanypodinae mfe. 1, con siete individuos ( $\pi = 0,12$ ). Las morfoespecies restantes registraron abundancias inferiores a cinco individuos cada una ( $\pi < 0,08$ ).



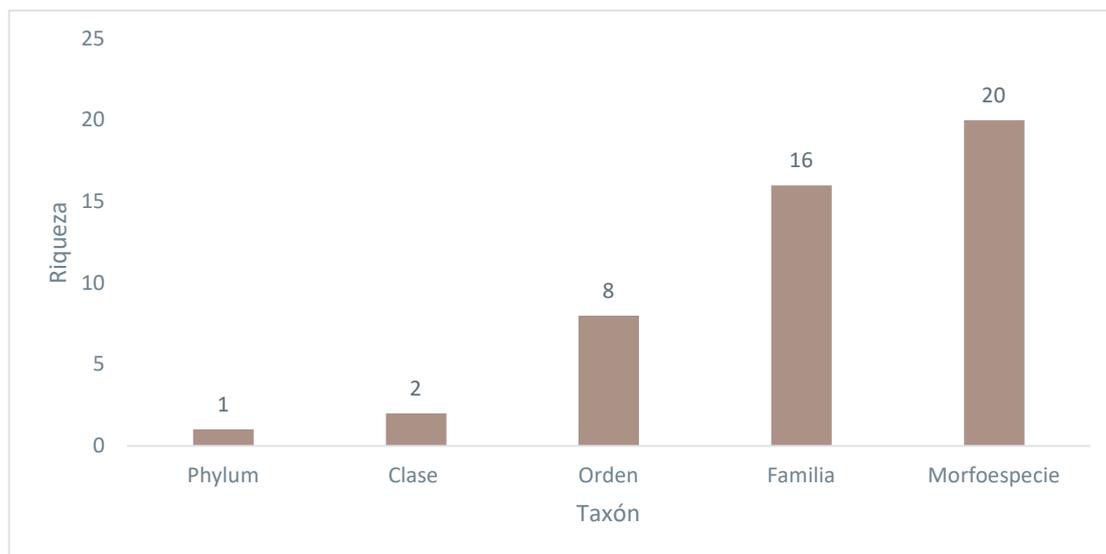
**Figura 3-198 Curva de Rango Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto PAM-03**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### Punto PAM-04

##### Riqueza

En el punto PAM-04 se registró un total de 93 individuos, agrupados en ocho órdenes, 16 familias y 20 morfoespecies de macroinvertebrados. El orden con la mayor riqueza de morfoespecies fue Diptera, con seis; seguida de Ephemeroptera, Odonata y Trichoptera, con tres; Coleoptera, con dos; Blattodea, Decapoda y Plecoptera, con una sola morfoespecie.



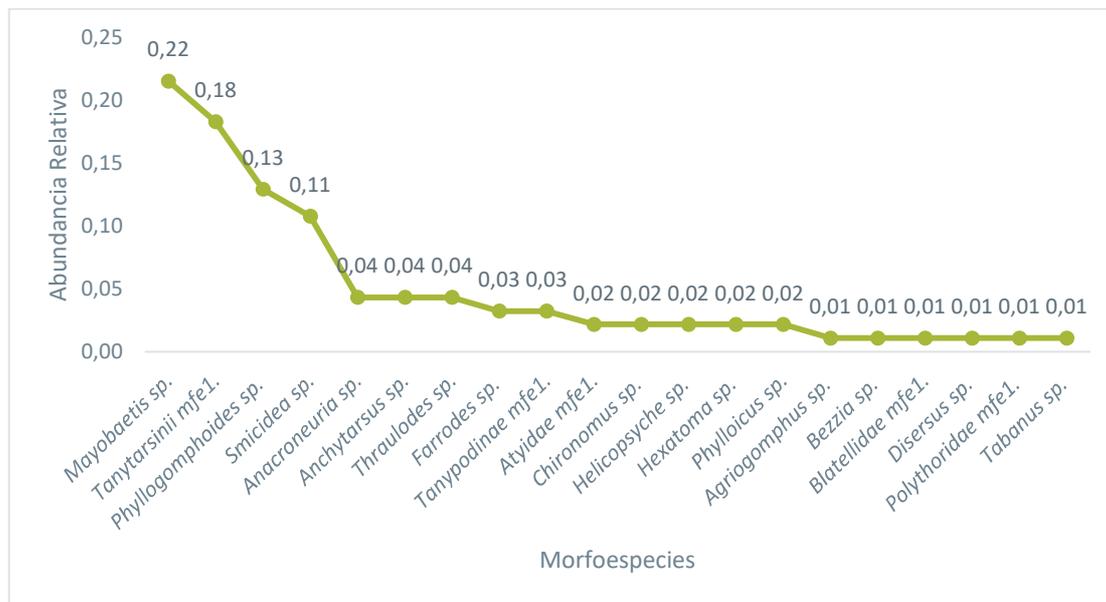
**Figura 3-199 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto PAM-04**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

##### Curva de Rango Abundancia

De los 93 individuos colectados en el punto de muestreo PAM-04, la morfoespecie *Mayobaetis* sp. registra la mayor abundancia, con 20 individuos ( $p_i = 0,22$ ); seguida de *Tanytarsini* mfe. 1, con 17 individuos ( $p_i = 0,18$ ); *Phyllogomphoides* sp., con 12 individuos ( $p_i = 0,13$ ) y *Smicridea* sp., con diez individuos ( $p_i = 0,11$ ). Las morfoespecies restantes registraron abundancias menores a cinco individuos ( $p_i < 0,05$ ).



**Figura 3-200 Curva de Rango Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto PAM-04**

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Punto PAM-05

#### *Riqueza*

En el punto PAM-05 se registró un total de 100 individuos, agrupados en diez órdenes, 19 familias y 22 morfoespecies de macroinvertebrados. Los órdenes con la mayor riqueza de morfoespecies fueron Coleoptera, Diptera y Trichoptera, con cuatro morfoespecies; seguidos por Decapoda, Ephemeroptera y Odonata, con dos; y Basommatophora, Megaloptera, Plecoptera y Veneroida, con una sola morfoespecie.



**Figura 3-201 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto PAM-05**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Curva de Rango Abundancia

De los 100 individuos colectados en el punto de muestreo PAM-05, la morfoespecie Orthocladiinae mfe. 1 registra la mayor abundancia, con 25 individuos ( $\pi = 0,25$ ); seguida por *Anacroneuria* sp., con 14 individuos ( $\pi = 0,14$ ); Physidae mfe. 1 y Tanypodinae mfe. 1, con 11 individuos cada una ( $\pi = 0,11$ ); *Disersus* sp. y *Farrode* sp., con ocho individuos cada una ( $\pi = 0,08$ ). Las morfoespecies restantes registraron abundancias inferiores a los cinco individuos ( $\pi < 0,04$ ).



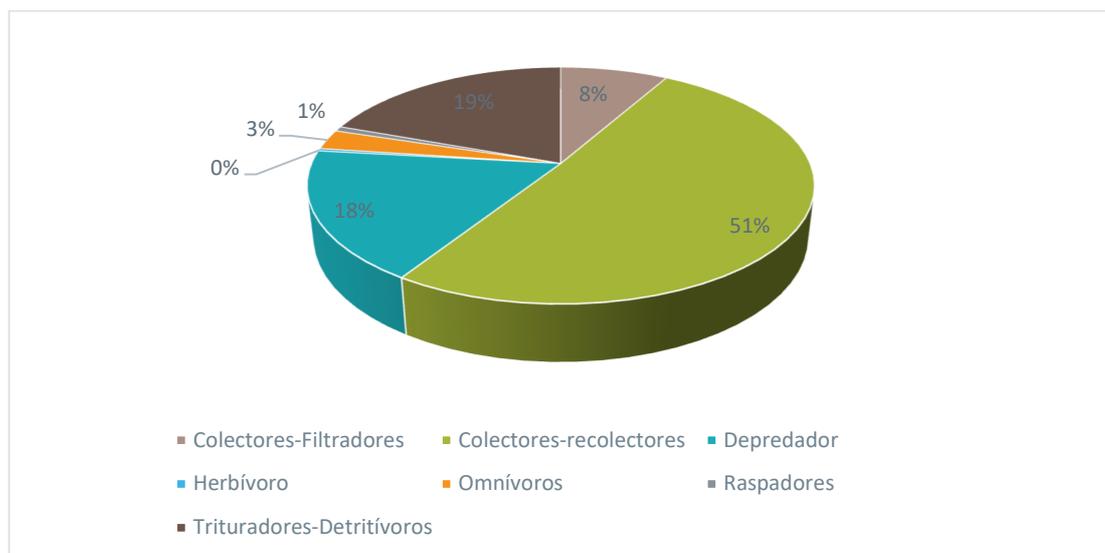
**Figura 3-202 Curva de Rango Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto PAM-05**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

## **Aspectos Ecológicos**

### Grupos Funcionales de Alimentación

Ramírez & Gutiérrez-Fonseca en 2014 categorizaron varios gremios tróficos: depredadores, perforadores, trituradores-herbívoros, trituradores-detritívoros, recolectores (o colectores-recolectores), filtradores (o colectores-filtradores) y raspadores. Los depredadores se alimentan de otros organismos vivos utilizando diferentes estrategias para capturarlos; los perforadores son organismos que se alimentan de las plantas vasculares al cortar o perforar el tejido con partes afiladas o masticadoras de la boca y consumen líquidos vegetales; los trituradores se alimentan de materia orgánica particulada gruesa, por lo tanto cortan o mastican trozos de material vegetal vivo (trituradores-herbívoros) o muerto (trituradores-detritívoros), incluidas todas las partes de plantas, como hojas y madera; por otro lado, los recolectores al igual que los trituradores, consumen pequeños trozos de hojas pero sus partes de la boca no están adaptadas para cortar en trozos más pequeños y solo consumen materia orgánica particulada fina; los filtradores son un grupo especial de recolectores que filtran partículas directamente del agua; y los raspadores son herbívoros que se alimentan de perifitón (Swanson et al. 2007; Rivera-Usme et al. 2013; Ramírez & Gutiérrez-Fonseca 2014).



**Figura 3-203 Categorías de Gremios Tróficos en los Puntos de Muestreo de la Zona de Influencia del Bloque Singue**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

#### *Colectores-Recolectores*

Representan el 51 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: *Bezzia* sp., *Cylloepus* sp., *Disersus* sp., *Farrodes* sp., *Helichus* sp., *Heterelmis* sp., Lutrochidae mfe. 1, *Macrelmis* sp., *Mayobaetis* sp., *Nectopsyche* sp., *Pelonomus* sp., Stratyomidae mfe. 1, Tanypodinae mfe. 1, Tanytarsini mfe. 1, *Thraulodes* sp. y *Ulmeritoides* sp.

#### *Depredadores*

Representan el 18 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: *Agriogomphus* sp., *Anacroneuria* sp., *Corydalus* sp., Dolichopodidae mfe. 1, Dytiscidae mfe. 1, Dytiscidae mfe. 2, *Epigomphus* sp., *Hexatoma* sp., *Limonia* sp., *Phyllogomphoides* sp., *Polycentropus* sp., Polythoridae mfe. 1, *Tabanus* sp., *Tenagobia* sp. y Tubificidae mfe. 1.

#### *Trituradores-Detrítivos*

Representan también el 19 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: *Anchytarsus* sp., *Chironomus* sp., Orthoclaadiinae mfe. 1, *Phylloicus* sp., *Simulium* sp. y *Molophilus* sp.

#### *Colectores-Filtradores*

Representan el 8 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: *Smicridea* sp. y *Helicopsyche* sp.

#### *Omnívoros*

Representan el 3 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: Atyidae mfe. 1, Blatellidae mfe. 1, *Macrobrachium* sp. y Trichodactylidae mfe. 1.

#### *Raspadores*

Representan el 1 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a la siguiente morfoespecie: *Pisidium* sp.

### *Herbívoros*

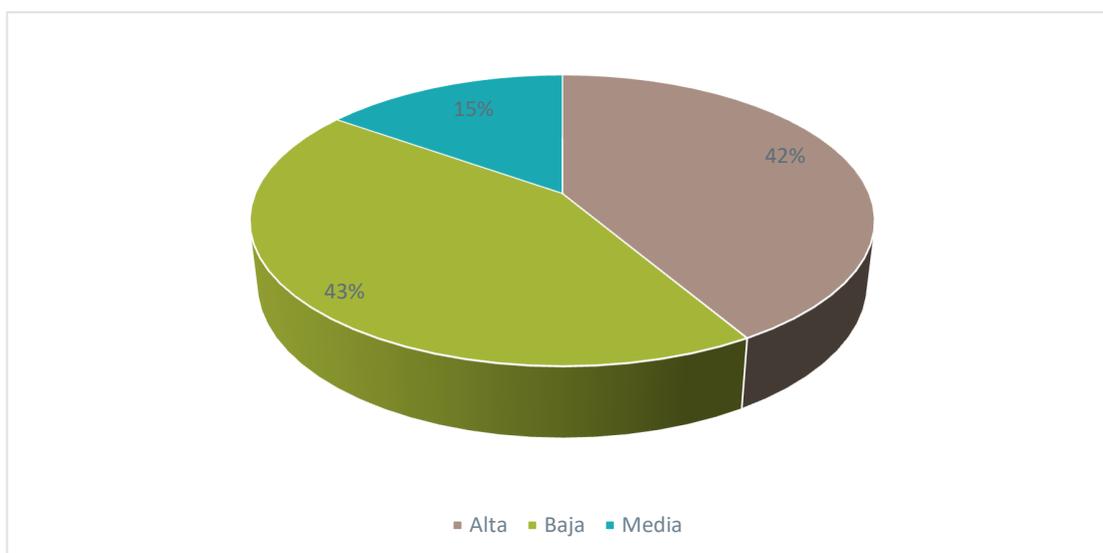
Representan el 0,5 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a la siguiente morfoespecie: Scirtidae mfe. 1.

### Especies de Interés

Los macroinvertebrados acuáticos han despertado gran interés en los últimos años, sobre todo en estudios de evaluación de la integridad ecológica de ríos y quebradas. Dentro de las especies registradas se halló varias especies de interés, especialmente por la Alta sensibilidad y variabilidad a los cambios en el cuerpo de agua, estas especies son: *Agriogomphus* sp., *Anacroneuria* sp., *Anchytarsus* sp., Dytiscidae mfe. 1, Dytiscidae mfe. 2, *Epigomphus* sp., *Farrodes* sp., *Mayobaetis* sp., *Nectopsyche* sp., *Phyllogomphoides* sp., *Phylloicus* sp., *Polycentropus* sp., *Polythoridae* mfe. 1, Scirtidae mfe. 1, *Simulium* sp., *Tenagobia* sp., *Thraulodes* sp. y Trichodactylidae mfe. 1.

### Especies Sensibles

Los macroinvertebrados acuáticos son el grupo menos estudiado en 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 a alteraciones antrópicas se puede determinar especies características de sensibilidad a impactos o cambios en la estructura de su hábitat. Se las puede caracterizar con sensibilidad: Alta, Media y Baja, según los valores del índice BMWP/Col. (Roldan, 2003).



**Figura 3-204** Porcentaje de los Niveles de Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en la Zona de Influencia del Bloque Singue

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Tabla 3-210** Niveles de Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en la Zona de Influencia del Bloque Singue

Morfoespecie	Sensibilidad
Physidae mfe. 1	-
Blatellidae mfe. 1	Media

<b>Morfoespecie</b>	<b>Sensibilidad</b>
<i>Helichus</i> sp.	Media
<i>Pelonomus</i> sp.	Media
Dytiscidae mfe. 1	Alta
Dytiscidae mfe. 2	Alta
<i>Cylloepus</i> sp.	Media
<i>Disersus</i> sp.	Media
<i>Heterelmis</i> sp.	Media
<i>Macrelmis</i> sp.	Media
Lutrochidae mfe. 1	Media
<i>Anchytarsus</i> sp.	Alta
Scirtidae mfe. 1	Alta
Stratyomidae mfe. 1	Media
<i>Atyidae</i> mfe. 1	Alta
<i>Macrobrachium</i> sp.	Alta
Trichodactylidae mfe. 1	Alta
<i>Bezzia</i> sp.	Baja
<i>Chironomus</i> sp.	Baja
Orthoclaadiinae mfe. 1	Baja
Tanypodinae mfe. 1	Baja
Tanytarsinii mfe. 1	Baja
Dolichopodidae mfe. 1	Baja
<i>Hexatoma</i> sp.	Baja
<i>Limonia</i> sp.	Baja
<i>Molophilus</i> sp.	Baja
<i>Simulium</i> sp.	Alta
<i>Tabanus</i> sp.	Baja
<i>Mayobaetis</i> sp.	Alta
<i>Farrodes</i> sp.	Alta
<i>Thraulodes</i> sp.	Alta
<i>Ulmeritoides</i> sp.	Alta
Tubificidae mfe. 1	Baja
<i>Tenagobia</i> sp.	Alta
<i>Corydalus</i> sp.	Media
<i>Agriogomphus</i> sp.	Alta
<i>Epigomphus</i> sp.	Alta
<i>Phyllogomphoides</i> sp.	Alta
Polythoridae mfe. 1	Alta

Morfoespecie	Sensibilidad
<i>Anacroneuria</i> sp.	Alta
<i>Phylloicus</i> sp.	Alta
<i>Helicopsyche</i> sp.	Media
<i>Smicidea</i> sp.	Media
<i>Nectopsyche</i> sp.	Alta
<i>Polycentropus</i> sp.	Alta
<i>Pisidium</i> sp.	-

Fuente: Entrix, agosto 2023

Elaboración: Entrix, septiembre 2023

### Áreas Sensibles en la Zona de Influencia del Bloque Singue

Todos los puntos de muestreo ubicados en el bloque Singue son sitios de interés. Las estructuras de los cuerpos de agua tienen signos de intervención, por lo que se considera que los sitios deberían ser tomados en cuenta como áreas sensibles y de interés debido a la cantidad de organismos hallados, por el tipo de vegetación de ribera y sobre todo por la hidromorfología de las fuentes de origen de los puntos muestreados.

### Estado de Conservación

Los macroinvertebrados acuáticos registrados no constan en las listas del libro rojo de la UICN (2024) o en las listas CITES (2024).

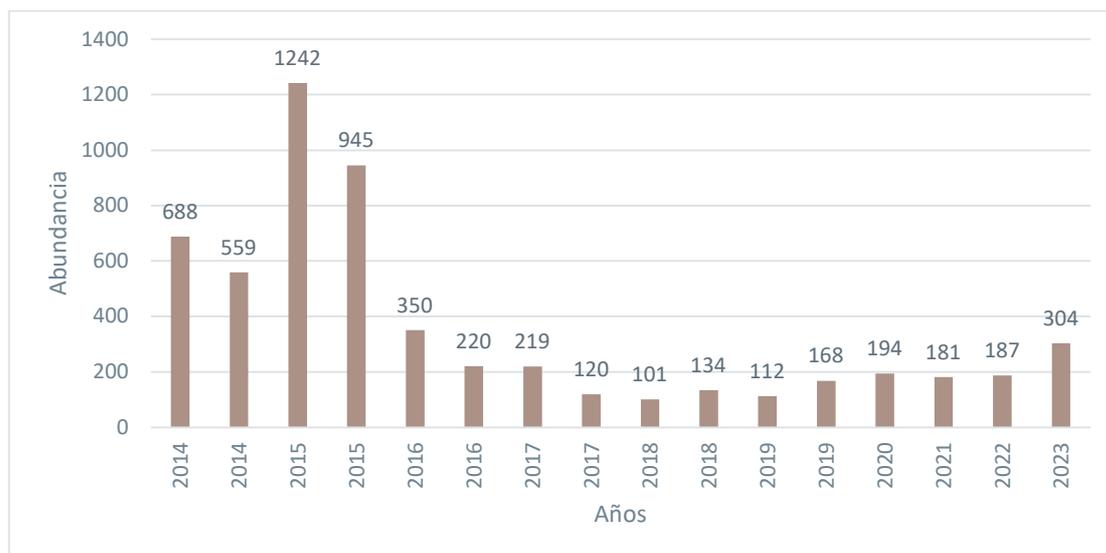
### **Comparación de Resultados de Índices Ecológicos y Parámetros Físicoquímicos**

Los resultados de los análisis físicoquímicos mostraron que todos los cuerpos de agua, a excepción del punto PMA-02, presentaron el pH por debajo del límite permitido en la Normativa Nacional (6,5 – 9) y, de manera general, una alta presencia de coliformes fecales, en especial en el punto PMA-03. Respecto a los metales pesados, en el punto PMA-04 se evidenció que la concentración de plomo (Pb) fue de 0,0013 mg/l y que se encuentra por encima de los límites permitidos en la Normativa (0,001 mg/l), mientras que el resto de los metales (cadmio, cromo, mercurio y vanadio) están dentro de los parámetros permitidos.

Los resultados de los parámetros físicoquímicos no poseen una correlación significativa ( $p > 0,005$ ) con los resultados de los índices ecológicos analizados (BMWP/Col y EPT) a pesar de que se hubiera esperado una relación entre los coliformes fecales y la presencia de grupos de Chironomidae y Tubificidae que se desarrollan en aguas con alta presencia de materia orgánica.

### **Comparación con Estudios Anteriores**

Dentro del área geográfica del proyecto se ha realizado varios monitoreos en distintos cuerpos de agua para registrar la riqueza de macroinvertebrados del lugar. Cabe mencionar que el presente estudio (2023) corresponde al levantamiento de información de cinco nuevos cuerpos de agua dentro del área geográfica con el fin de construir la línea base de este componente. Es por tal motivo que en la siguiente figura y tabla solo se muestran los datos correspondientes a la abundancia registrada en todos los estudios previos realizados. Para el presente estudio se registraron 46 morfoespecies con una abundancia de 304 individuos, considerando todos los nuevos cuerpos de agua. En la siguiente figura se puede observar cómo el valor de la abundancia fluctúa entre los valores desde 101 a 1242 registros sobre los mismos cuerpos de agua. Sin embargo, el valor registrado en este estudio (304 registros) correspondería al primer valor tomado como referencia para futuros monitoreos.



**Figura 3-205 Abundancia de Macroinvertebrados Registrada en Estudios Anteriores**

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

**Tabla 3-211 Abundancia de Macroinvertebrados Registrada en Estudios Anteriores**

Año	Abundancia	Fuente
2014	688	Cardno-Entrix
2014	559	Walsh
2015	1242	Efficacitas
2015	945	Efficacitas
2016	350	Sambito
2016	220	Cardno-Entrix
2017	219	Sambito
2017	120	Sambito
2018	101	Sambito
2018	134	Sambito
2019	112	Sambito
2019	168	Sambito
2020	194	Sambito
2021	181	Pecksambiente
2022	187	Pecksambiente
2023	304	Entrix

Fuente: Entrix, agosto 2023  
Elaboración: Entrix, septiembre 2023

## **Discusión**

De manera general, tanto en abundancia como en riqueza se registró la dominancia del orden Diptera, que se caracteriza por habitar zonas húmedas con vegetación abundante y fango (Oviedo & Reinoso, 2018). La familia más dominante fue Chironomidae, que se relaciona principalmente con hábitats contaminados por soportar niveles altos de toxicidad en ambientes acuáticos (Lannacone & Salazar, 2007). A pesar de que la comunidad de Chironomidae es indicadora de algunas condiciones ambientales desfavorables, no es posible generalizar, ya que pueden presentarse ciertas excepciones dentro de los ecosistemas. Por ejemplo, la subfamilia Orthocladiinae tiene una amplia distribución y se la encuentra en ambientes contaminados con altos contenidos de materia orgánica que no permite el desarrollo de otros organismos (Lievano & Ospina, 2007). Como mencionan Prat et al (2009), toda la funcionalidad de los organismos macrobentónicos está directamente relacionada con las características físicas de los ecosistemas acuáticos, y pequeñas variaciones podrían producir cambios muy fuertes, en ciertos casos irreversibles, en la columna de agua.

El nicho ecológico que ocupan los macroinvertebrados acuáticos cumple funciones muy importantes. Las cadenas alimenticias acuáticas se basan energéticamente en materiales producidos por algas, llamados autóctonos o material alóctono, que ingresa al sistema acuático desde afuera. Los macroinvertebrados acuáticos son el vínculo para poder mover la energía en diferentes niveles tróficos de las cadenas alimenticias (Hanson et al., 2010). En el presente monitoreo se evidenció la prevalencia de organismos colectores similar a como lo mencionan De Souza & Aguilar, 2021, estos individuos tienden a ser más abundantes en los cuerpos de agua, ya que utilizan diferentes estrategias para captar el alimento, entre ellas redes, piezas bucales o apéndices, que les permite disponer de fuentes de alimento provenientes del fitoplancton (producción primaria). Posteriormente en abundancia se encuentran los depredadores, que son organismos que se encuentran en lo más alto de la cadena alimenticia, por lo cual su presencia se relaciona a la existencia en los cuerpos de agua de recursos (zooplancton y rotíferos especialmente o macroinvertebrados de menor tamaño) que permiten su supervivencia y que indican que si bien la estructura trófica es funcional, la menor representatividad de otros grupos tróficos de los cuales se alimentan es baja, por lo cual su presencia puede ser corta.

En cuanto al estado de conservación de los cuerpos de agua en base al índice BMWP/Col., se determinó que los puntos de muestreo presentaron aguas muy limpias a ligeramente contaminadas. De manera general, se puede decir que los cuerpos de agua presentan cambios significativos en su estructura y composición, lo que se puede evidenciar con el registro de morfoespecies, niveles de sensibilidad de los organismos y el estado de los sistemas hídricos. Esto puede corroborarse con la aplicación del índice EPT, en el cual los cuerpos de agua presentan ambientes impactados.

Las actividades que se desarrollarán dentro del Bloque Singue podrían afectar los hábitats de especies acuáticas debido a contaminación por descargas o eventos no deseados (derrames), cambios en los cauces de los cuerpos de agua o disminución del caudal ecológico, afectando la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Sin embargo, dentro del plan de manejo ambiental, se incluyen las medidas necesarias para prevenir, mitigar o, en caso de existir una contingencia, tomar las acciones necesarias para que la salud de los cuerpos hídricos no se vea afectada.

### **3.2.6 Conclusiones Específicas**

#### **3.2.6.1 *Flora***

Dentro de los relictos de bosque nativo, la diversidad florística hallada en las parcelas en el área de estudio fue representativa. Un total de 175 individuos fueron registrados, los cuales se clasificaron en 43 especies según los análisis cuantitativos. Debido a esta diversidad, es importante el establecimiento de parcelas o transectos permanentes para monitorear la vegetación y conocer la fenología de estos bosques y así ayudar al mantenimiento de sus servicios ambientales, ya que estas son áreas de vital importancia para la

conservación de las poblaciones de otras entidades biológicas asociadas (aves, mamíferos, anfibios, reptiles, insectos, peces).

Dentro del análisis cuantitativo se registró un total de 14 especies raras. La presencia de especies raras en las parcelas tropicales es característica y este factor se debe al azar. La presencia de numerosas especies raras representadas por un solo individuo (32,56 % del total de las especies) son la causa de la alta diversidad presente en el área de estudio.

La biomasa, al ser una ecuación en función del diámetro, se determinó en un total de 44,65 Tm y la fijación de carbono fue de 22,32 TmC, lo que convierte a estos relictos de bosque en un sumidero de carbono, por lo que contribuye a la mitigación del cambio climático. Sin embargo, esta variable se ve influenciada por las actividades antrópicas. Sin ningún tipo de intervención humana, se esperaría que la biomasa sea mayor que la registrada actualmente. Adicionalmente, las plantas epífitas que se registraron en el presente estudio cumplen importantes funciones ecológicas, como absorber y almacenar agua para la época seca, características que las convierte en una importante reserva de líquido.

### **3.2.6.2 Fauna Terrestre**

#### **3.2.6.2.1 Avifauna**

La curva de acumulación de especies del sitio de estudio tiende a estabilizarse, sugiriendo que se ha registrado un buen porcentaje de la avifauna del lugar (87,14 %). Para cada punto se muestra una asíntota que se estabiliza, pero cabe mencionar que el primer día de esfuerzo de muestreo estima un número mayor al registrado. A pesar de esto, la diversidad de aves registradas para el área de estudio sugiere que estos bosques constituyen un sitio importante para albergar aves.

En lo que se refiere a aspectos ecológicos, el 38 % de aves registradas en este estudio pertenecen al gremio insectívoro, coincidiendo con el enunciado de que la diversidad de las especies insectívoras es mayor en tierras tropicales y que cumplen su rol ecológico de control de plagas. Los demás gremios tróficos hallados fueron los frugívoros, nectarívoros, omnívoros, herbívoros y carroñeros. Estos grupos aportan a las dinámicas ecosistémicas con distintas funciones, como dispersión de semillas, polinización, control de poblaciones y limpiadores del ecosistema.

De las 48 especies registradas, 46 se consideran en la categoría de Preocupación menor (LC) a nivel nacional; y dos en categoría de Casi amenazadas (NT), mientras que a nivel global (UICN) todas las especies están dentro de la categoría de Preocupación menor (LC). Además, se registraron 11 especies en el Apéndice II de CITES, en su mayoría representadas por las especies de la familia Psittacidae. En cuanto al endemismo, todas las especies registradas en el estudio son nativas.

#### **3.2.6.2.2 Mamíferos**

La investigación ha documentado una riqueza significativa de mamíferos en el área de estudio, con un total de 21 especies distribuidas en siete órdenes. Estas cifras, que representan el 4,49 % de la mastofauna en Ecuador y el 9,58 % en el Trópico oriental, resaltan la importancia de la zona como un hábitat clave para la diversidad de mamíferos en la región.

A pesar de la alta intervención antrópica y la ausencia de dosel continuo en los bosques secundarios muestreados, los resultados cualitativos muestran una sorprendente resiliencia de la biodiversidad en estos entornos desafiantes. Esto sugiere la capacidad de las especies para adaptarse y persistir en condiciones cambiantes.

La presencia constante de murciélagos frugívoros, como *Carollia brevicaudum*, destaca su papel fundamental como agentes de dispersión de semillas y su adaptabilidad a diversas condiciones ambientales. Esto resalta la importancia de conservar murciélagos y sus hábitats.

Se han identificado amenazas significativas, como la caza ilegal, la introducción de especies domésticas y la explotación de maderera, que tienen el potencial de causar un impacto negativo en especies sensibles a cambios ambientales. Entre estas especies se incluye a: *Mazama nemorivaga*, *Nasua nasua*, *Tapirus terrestris*, *Cebus yuracus*, *Saimiri cassiquiarensis*, *Pithecia cf. milleri*, *Plecturocebus discolor* y *Cuniculus paca*.

### 3.2.6.2.3 Herpetofauna

El área de estudio presenta un conjunto de características del hábitat que favorecen la presencia de grupos particulares de anfibios, en este sentido, se identificó una composición de especies dominadas por las familias Hylidae y Leptodactylidae. Estas familias están vinculadas estrechamente al uso de cuerpos de agua para su desarrollo larvario como renacuajos, convirtiendo al área de estudio en una zona importante para su desarrollo.

Por otra parte, los remanentes circundantes de tierra firme y bosque promueven la presencia de especies no asociadas directamente a cuerpos de agua, incluidos a los reptiles. Sin embargo, la proporción en sus registros es mucho menor.

En lo que respecta a los reptiles, se evidenció un escaso registro de serpientes en el área de estudio, efecto que podría estar relacionado con la estacionalidad climática o con características de un hábitat poco favorable para la detección de estos organismos.

De acuerdo con el análisis de sensibilidad, se identificó que únicamente las especies *A. insperatus* y *L. pentadactylus* están categorizadas como organismo de sensibilidad Media, mientras que el resto de las especies se presentan como organismos de sensibilidad Baja. Sin embargo, se debe considerar que el área de estudio presenta remanentes de vegetación natural importantes para la conservación de la fauna local.

### 3.2.6.2.4 Entomofauna

El presente estudio registró un total de 26 especies que, en relación con las 220 especies presentes para Ecuador, representan el 11,8 %. *Eurysternus hypocrita* fue la especie más dominante, alcanzando 149 individuos. Esta especie se distribuye ampliamente por todo el Neotrópico, desde el norte de México hasta el noreste de Argentina, y en Ecuador se encuentra distribuida por toda la Amazonía.

Para el grupo de los Lepidoptera se estima que para Ecuador existen alrededor de 2726 especies de mariposas diurnas, este estudio alcanzó un total de 23, que representa el 0,84 %. *Marpesia chiron* fue la especie más dominante, puede aparecer en muchos hábitats diferentes y por lo general es muy común en hábitats perturbados, en bordes de bosque, a lo largo de senderos, como también en bosques primarios.

La diversidad presente en toda el área estudiada se categorizó según el análisis Shannon y Simpson como diversidad media a alta para escarabajos copronecrófagos, del mismo modo para el grupo de mariposas diurnas, pese a la deforestación, resaltando el buen proceso de regeneración que muestran los bosques.

Para este estudio se registró un variado número de gremios tróficos, de los cuales el grupo de los fitófagos fue el más dominante, debido a que la mayoría están asociados a pastizales y zonas desbrozadas que coinciden con las características del área estudiada.

De las 26 especies registradas en este estudio, siete se encuentran catalogadas por la UICN: *Canthidium coerulescens* y *Dichotomius problematicus* en la categoría de DD = Datos insuficientes; mientras que en la categoría de LC = Preocupación menor están *Coprophanæus telamon*, *Deltochilum carinatum*, *Dichotomius podalirius*, *Onthophagus xanthomerus* y *Sylvicanthon bridarollii*. El resto de las especies no han sido evaluadas por la UICN ni por el listado de la CITES.

### **3.2.6.3 Fauna Acuática**

#### **3.2.6.3.1 Ictiofauna**

Para el área de estudio, en datos generales se registró un total de 17 especies de peces, constituido de 15 familias, nueve géneros y tres órdenes, representando el 1,79 % de la ictiofauna del país y el 2,5 % para la zona ictiohidrográfica Napo Pastaza (NP). La predominancia de órdenes como Characiformes y Siluriformes se debe a que estos dos grupos han experimentado la radiación adaptativa más importante (85 % de la riqueza) en los sistemas fluviales de Suramérica.

Realizando un análisis de la curva de acumulación de especies, la línea de especies registradas se encuentra cubriendo la de especies esperadas, señalando el estimador de riqueza Chao 1 que se podría llegar a encontrar en la zona un máximo de 17,59 especies, y para este estudio se obtuvo un 96,65 % de las especies esperadas. Los métodos empleados para la colecta de las especies de ictiofauna fueron representativos demostrando que la probabilidad de obtener nuevas especies en estos cuerpos de agua es baja.

Los índices de diversidad general indican para el caso del índice de Simpson el valor de 0,88 bits. Hay que tomar en cuenta que cada índice determina diferentes condiciones, como es caso de abundancia y frecuencia de individuos en el caso de Simpson, mientras que en el caso de Shannon da valor al número de especies. Es por esta razón que estos índices pueden ser influenciados por factores como la época de monitoreo, hidrogeología de los cauces y, por supuesto, las condiciones biológicas y ecológicas de los peces.

La composición trófica de la ictiofauna registrada se dividió en tres gremios: el primero, compuesto por los omnívoros, con el 58,82 %; seguido de los carnívoros, con el 29,41 %; y los detritívoros, con el 11,76 %. El mantenimiento de la cadena trófica balanceada es básico para un adecuado funcionamiento, pues al existir gran parte de los gremios alimenticios se asegura el flujo normal de energía dentro del sistema y se puede concluir que los cuerpos de agua muestreados aún presentan condiciones para albergar fauna ictiológica.

De acuerdo con la revisión de las listas rojas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2024), de las 17 especies registradas en el estudio, 16 corresponden a LC (Preocupación menor) y una corresponde a DD (Datos insuficientes). La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2024) indica que las especies registradas no presentan categorización en los Apéndices I, II o III.

#### **3.2.6.3.2 Macroinvertebrados Acuáticos**

Al confrontar la biota hallada, se puede concluir que los cuerpos de agua monitoreados se encuentran en un proceso de degradación natural. La dinámica se ha visto afectada por cambios en la morfología del lecho del río por remoción natural y alteraciones en la calidad fisicoquímica del agua por intromisión de contaminantes de origen orgánico e inorgánico. A largo plazo, esto podría ser un factor de preocupación para los cuerpos de agua.

La composición y estructuración de la comunidad de macroinvertebrados está influenciada por factores ambientales como la heterogeneidad de sustratos, velocidad y calidad del agua. La distribución de las diferentes morfoespecies varía de acuerdo con estos factores, así como la tolerancia a perturbaciones del medio y preferencia de hábitat de cada grupo.

Todos los cuerpos de agua deben ser considerados como áreas de Alta sensibilidad debido a que constituyen refugios de una gran variedad de macroinvertebrados, gracias a los cuales los ecosistemas se mantienen y preservan. Una estrategia importante sería estimular la preservación de la vegetación de ribera y reforestación de las microcuencas, particularmente las orillas de los cuerpos de agua.

### **3.2.7 Conclusión General**

La dinámica y estructura de los bosques está determinada por la riqueza de especies y abundancia de individuos. De igual manera, es importante dentro de dinámica y estructura de los bosques la presencia de especies conspicuas, raras, endémicas y en peligro. Dentro del área geográfica donde se implantarán las infraestructuras a licenciar se registraron especies conspicuas, raras, indicadoras y especies que tienen características útiles para el ser humano (alimento, medicina, material de construcción y medioambiental). Muchas de las especies registradas son dependientes del microhábitat en el que se encuentran dadas las características y especificidad de preferencia en nichos tróficos, siendo en algunos casos muy susceptibles a fluctuaciones microclimáticas. Adicionalmente, dentro del área de estudio se registró la presencia de algunas especies con amenaza según la UICN. Sin embargo, es importante destacar que en el área de influencia del proyecto existe una alta actividad antrópica como son la agricultura y la ganadería. Estas actividades hacen que la frontera agrícola continúe expandiéndose, al punto que los bosques nativos se han fragmentado. En varios relictos de bosque la presencia de las especies sensibles mencionadas dentro del estudio son un indicativo de la alta diversidad florística y faunística registrada en el área de estudio.

Página en blanco