

Estudio de Impacto Ambiental para las Fases de Explotación y Beneficio de minerales Metálicos en el Área Operativa de la Concesión Minera La Plata (Código 2001.1)

**Titular Minero:
Compañía Minera La Plata S.A.**

6. A LÍNEA BASE BIÓTICA

**Consultora Ambiental
ESTUDIOS Y SERVICIOS AMBIENTALES ESSAM**



Marzo de 2022

A. TABLA DE CONTENIDO

A. TABLA DE CONTENIDO	i
B. ÍNDICE DE CUADROS	ii
C. ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
6 LÍNEA BASE BIÓTICA.....	1
6.2 Medio Biótico.....	1
6.2.1 <i>Introducción</i>	1
6.2.2 <i>Descripción General del Área Operativa de la concesión minera La Plata</i>	2
6.2.2.1 <i>Ecosistemas Identificados en el área operativa de la concesión minera La Plata</i>	2
6.2.2.2 <i>Cobertura Vegetal Identificada en el área operativa de la concesión minera La Plata</i>	4
6.2.2.3 <i>Estratos de bosque Identificados en el área operativa de la concesión minera La Plata</i>	5
6.2.2.4 <i>Pisos Zoogeográficos del área operativa de la concesión minera La Plata</i>	5
6.2.3 <i>Criterios para sitios de muestreo</i>	7
6.2.3.1 <i>Puntos de muestreo por componente</i>	10
6.2.4 <i>Flora</i>	10
6.2.4.1 <i>Antecedentes</i>	10
6.2.4.2 <i>Objetivos</i>	11
6.2.4.3 <i>Sitios de Muestreo</i>	12
6.2.4.4 <i>Metodología</i>	19
6.2.4.5 <i>Análisis de Resultados</i>	30
6.2.4.6 <i>Análisis de resultados</i>	85
6.2.4.7 <i>Conclusiones</i>	86
6.2.4.8 <i>Registro Fotográfico</i>	89
6.2.5 <i>Fauna Terrestre</i>	99
6.2.5.1 <i>Ornitofauna</i>	99
6.2.5.2 <i>Mastofauna</i>	158
6.2.5.3 <i>Herpetofauna</i>	210
6.2.5.4 <i>Entomofauna</i>	262
6.2.6 <i>Fauna Acuática</i>	305
6.2.6.1 <i>Ictiofauna</i>	305
6.2.6.2 <i>Macroinvertebrados Acuáticos</i>	341

B. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 6.2-1: Ecosistema presente - Área Operativa	2
Cuadro 6.2-2: Ecosistema Identificado y su correspondencia BsBn04.....	3
Cuadro 6.2-3: Cobertura y Uso de la Tierra - Área Operativa	4
Cuadro 6.2-4: Estratos de Bosque Natural - Área Operativa.....	5
Cuadro 6.2-5: Pisos Zoogeográficos – Área Operativa	5
Cuadro 6.2-6: Especies en el Piso Subtropical Oriental	7
Cuadro 6.2-7: Criterios para determinación de sitios de muestreo Biótico.....	7
Cuadro 6.2-8: Puntos de Muestreo Biótico	10
Cuadro 6.2-9: Coordenadas de los sitios de muestreo del Componente Flora.....	12
Cuadro 6.2-10: Instrumentos Utilizados en Campo.....	20
Cuadro 6.2-11: Esfuerzo de Muestreo – Componente Flora.....	22
Cuadro 6.2-12: Interpretación del índice de Shannon-Wiener	25
Cuadro 6.2-13: Interpretación Diversidad del Simpson (1-D)	26
Cuadro 6.2-14: Categorías de conservación (UICN)	29
Cuadro 6.2-15: Porcentaje de especies y géneros por familia – Parcela LPQ-BI-1	30
Cuadro 6.2-16: Listado especies Flora identificadas - Parcela LPQ-B1-1.....	32
Cuadro 6.2-17: IVI de las familias registradas – Parcela LPQ-BI-1.....	36
Cuadro 6.2-18: IVI de las especies registradas – Parcela LPQ-BI-1.....	37
Cuadro 6.2-19: Porcentaje de especies y géneros por familia – Parcela LPQ-BI-2	39
Cuadro 6.2-20: Listado especies Flora identificadas - Parcela LPQ-B1-2.....	40
Cuadro 6.2-21: IVI de las familias registradas – Parcela LPQ-BI-2.....	44
Cuadro 6.2-22: IVI de las especies registradas – Parcela LPQ-BI-2.....	45
Cuadro 6.2-23: Porcentaje de especies y géneros por familia – Parcela LPQ-BI-3	46
Cuadro 6.2-24: Listado especies Flora identificadas - Parcela LPQ-B1-3.....	48
Cuadro 6.2-25: IVI de las familias registradas – Parcela LPQ-BI-3.....	52
Cuadro 6.2-26: IVI de las especies registradas – Parcela LPQ-BI-3.....	53
Cuadro 6.2-27: índice de diversidad de Shannon-Wiener.....	54
Cuadro 6.2-28: índice de diversidad de Simpson (1-D)	55
Cuadro 6.2-29: Índice de Chao 1.....	55
Cuadro 6.2-30: Matriz de proximidad de Jaccard.....	56
Cuadro 6.2-31: Estimadores no paramétricos	65

Cuadro 6.2-32: Resumen de Riqueza en Transectos cualitativos.....	68
Cuadro 6.2-33: Matriz de proximidad de Jaccard - Transectos	74
Cuadro 6.2-34: Especie registradas con algún grado de amenaza o restricción	76
Cuadro 6.2-35: Usos de las especies registradas en toda el área de estudio.....	78
Cuadro 6.2-36: Ubicación de los Puntos de Muestreo de la Ornitofauna en el Área Operativa	104
Cuadro 6.2-37: Esfuerzo de Muestreo- Ornitofauna	111
Cuadro 6.2-38: Lista de aves registradas en los puntos de muestreo	121
Cuadro 6.2-39: Estimadores no paramétricos	125
Cuadro 6.2-40: Matriz de similaridad entre los puntos cualitativos	126
Cuadro 6.2-41: Estimadores no paramétricos	129
Cuadro 6.2-42: Estimadores no paramétricos	131
Cuadro 6.2-43: Estimadores no paramétricos	134
Cuadro 6.2-44: Índices de Diversidad	135
Cuadro 6.2-45: Índices de Simpson (1-D)	136
Cuadro 6.2-46: Matriz de similaridad entre los puntos cuantitativos.....	136
Cuadro 6.2-47: Aspectos ecológicos de las aves registradas.....	143
Cuadro 6.2-48: Matriz de selección de especies para futuros monitoreos.....	147
Cuadro 6.2-49: Especies migratorias registradas	148
Cuadro 6.2-50: Ubicación Puntos Muestreo Mastofauna - Área operativa	160
Cuadro 6.2-51: Coordenadas de Cámaras Trampa instaladas.....	162
Cuadro 6.2-52: Esfuerzo de Muestreo Mastofauna	167
Cuadro 6.2-53: Esfuerzo de muestreo – Cámaras Trampa instaladas.....	168
Cuadro 6.2-54: Riqueza de especies	169
Cuadro 6.2-55: Índice Shannon – Wiener	170
Cuadro 6.2-56: Índice Simpson (1-D)	172
Cuadro 6.2-57: Aspectos Ecológicos Mastofauna.....	174
Cuadro 6.2-58: Costumbres	175
Cuadro 6.2-59: Riqueza de la Mastofauna registrada en los puntos de muestreo cuantitativos y cualitativos – Área operativa	178
Cuadro 6.2-60: Riqueza de especies de mastofauna registrada en los puntos de muestreo cuantitativos y cualitativos	181
Cuadro 6.2-61: Riqueza de especies de mastofauna registrada en los puntos de muestreo cuantitativos y cualitativos	182

Cuadro 6.2-62: Valores de riqueza, abundancia y diversidad por sitio de muestreo.	184
Cuadro 6.2-63: Valores de prueba t para cada punto de muestreo.....	186
Cuadro 6.2-64: Índice de similitud de la composición de la mastofauna entre puntos de muestreo cualitativos	188
Cuadro 6.2-65: Riqueza de especies de mastofauna registrada en los puntos de muestreo cuantitativos y cualitativos	190
Cuadro 6.2-66: Preferencias alimenticias de los mamíferos registrados en el Área de Estudio	194
Cuadro 6.2-67: Distribución dimensional de los mamíferos registrados en el Área de Estudio	195
Cuadro 6.2-68: Patrón de actividad de los mamíferos registrados en el Área de Estudio....	196
Cuadro 6.2-69: Sensibilidad de los mamíferos registrados – Área operativa	196
Cuadro 6.2-70: Órdenes y especies indicadoras de la buena calidad ambiental en el Área de Estudio	197
Cuadro 6.2-71: UICN de los mamíferos registrados – área operativa.....	198
Cuadro 6.2-72: CITES de los mamíferos registrados – Área operativa.....	198
Cuadro 6.2-73: Ubicación y descripción de sitios de muestreo para la Herpetofauna.....	213
Cuadro 6.2-74: Condiciones ambientales durante el muestreo de puntos Cuantitativos de la Herpetofauna.....	215
Cuadro 6.2-75: Esfuerzo y Área de Muestreo para cada punto de la Herpetofauna.....	218
Cuadro 6.2-76: Lista de especies de anfibios y reptiles, frecuencia y Pi en puntos cuantitativos	232
Cuadro 6.2-77: Valor de chao 1 para la herpetofauna en puntos cuantitativos.....	234
Cuadro 6.2-78: Valores de Similitud según coeficiente de Jaccard entre puntos cuantitativos	238
Cuadro 6.2-79: Lista de especies de anfibios y reptiles en puntos cualitativos	239
Cuadro 6.2-80: Ubicación y descripción de áreas de sensibilidad para la herpetofauna	246
Cuadro 6.2-81: Especies indicadoras registradas en el área de estudio.	247
Cuadro 6.2-82: Ubicación de los Sitios de Estudio de Entomofauna.....	264
Cuadro 6.2-83: Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Entomofauna	267
Cuadro 6.2-84: Especies Registradas en LPQ-BI-1	273
Cuadro 6.2-85: Índice de Shannon-Wiener y Simpson (1-D) - LPQ-BI-1.....	275
Cuadro 6.2-86: Especies Registradas en LPQ-BI-2	276
Cuadro 6.2-87: Índice de Shannon-Wiener e Índice de Simpson (1-D) - LPQ-BI-2.....	277
Cuadro 6.2-88: Especies Registradas en LPQ-BI-3	278

Cuadro 6.2-89: Índice de Shannon-Wiener y Simpson (1-D) - LPQ-BI-3.....	280
Cuadro 6.2-90: Índice de Jaccard entre los sitios de Muestreo Cuantitativo.....	282
Cuadro 6.2-91: Especies Registradas mediante Muestreo Cualitativo.....	283
Cuadro 6.2-92: Índice de Jaccard entre los sitios de Muestreo Cualitativo	284
Cuadro 6.2-93: Aspectos Ecológicos de la Entomofauna registrada en toda el área de estudio	285
Cuadro 6.2-94: Sitios de muestreo - Componente Ictiofauna.....	307
Cuadro 6.2-95: Resumen caracterización hábitat fluvial.....	309
Cuadro 6.2-96: Esfuerzo de captura (horas/hombre) - Componente Ictiofauna	314
Cuadro 6.2-97: Valores de evaluación del índice de refugio.....	319
Cuadro 6.2-98: Parámetros fisicoquímicos de los puntos evaluados.....	321
Cuadro 6.2-99: Diversidad de las especies registradas	321
Cuadro 6.2-100: Abundancia absoluta por familia de peces.....	322
Cuadro 6.2-101: Abundancia por especies de peces registrados.....	322
Cuadro 6.2-102: Densidad por Familia	323
Cuadro 6.2-103: Densidad por Especie.....	324
Cuadro 6.2-104: Peces Estación LPFA-1.....	324
Cuadro 6.2-105: Peces Estación LPFA-3.....	325
Cuadro 6.2-1066: Peces Estación LPFA-4.....	325
Cuadro 6.2-107: Peces Estación LPFA-5.....	325
Cuadro 6.2-108: Peces Estación LPFA-6.....	326
Cuadro 6.2-109: Peces Estación LPFA-7.....	326
Cuadro 6.2-109: Peces Estación LPFA-8.....	326
Cuadro 6.2-111: Peces Estación LPFA-9.....	327
Cuadro 6.2-110: Peces Estación LPFA-10.....	327
Cuadro 6.2-111: Peces Estación LPFA-11.....	327
Cuadro 6.2-114: Índices de Shannon-Wiener y Simpson (1-D)	328
Cuadro 6.2-115: Valores del Índice de Similitud según Bray Curtis	329
Cuadro 6.2-116: Índice de Refugio (IR).....	330
Cuadro 6.2-117: Gremio trófico de las especies registradas.....	331
Cuadro 6.2-118: Actividad y distribución trófico de las especies registradas.....	331
Cuadro 6.2-119: Estado de Conservación de las especies registradas.....	332
Cuadro 6.2-120: Endemismo de las especies registradas	332

Cuadro 6.2-121: Puntos Muestreo Cuantitativos Macroinvertebrados acuáticos.....	343
Cuadro 6.2-122: Esfuerzo de Muestreo- Macroinvertebrados acuáticos Clima seco	355
Cuadro 6.2-123: Esfuerzo de Muestreo- Macroinvertebrados acuáticos Clima Lluvioso	355
Cuadro 6.2-124: Categorías Calificación Índice Shannon-Wiener	358
Cuadro 6.2-125: Interpretación para el índice de Simpson en su fórmula 1-D.....	358
Cuadro 6.2-126: Puntajes de las familias macroinvertebrados acuáticos para el Índice BMW/Col.....	360
Cuadro 6.2-127: Criterios de Calidad Biológica del agua para el Índice BMW/Col	361
Cuadro 6.2-112: Familias de invertebrados acuáticos y puntuación del Índice AAMBI (adaptado de Ríos Touma et al. 2014, del BMW Roldán-Pérez 2016 y Acosta et al. 2009)	362
Cuadro 6.2-129: Evaluación de la calidad de agua a partir del puntaje del Índice Biótico Andino-Amazónico (AAMBI)	364
Cuadro 6.2-130: Categorías Calificación Índice EPT	365
Cuadro 6.2-131: Sensibilidad de macroinvertebrados acuáticos de acuerdo con su valor BMW/Col.....	366
Cuadro 6.2-113: Abundancia relativa de macroinvertebrados acuáticos en Clima seco.....	371
Cuadro 6.2-114: Análisis de diversidad Shannon-Wiener y Equitabilidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio en Clima seco	373
Cuadro 6.2-115: Análisis de diversidad Simpson (1-D) macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio en Clima seco	374
Cuadro 6.2-116: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-1-MB en Clima seco	376
Cuadro 6.2-117: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-2-MB en Clima seco	378
Cuadro 6.2-118: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-3-MB en Clima seco	379
Cuadro 6.2-119: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-4-MB en Clima seco	381
Cuadro 6.2-120: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-5-MB en Clima seco	383
Cuadro 6.2-121: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-6-MB en Clima seco	385
Cuadro 6.2-122: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-7-MB en Clima seco	387
Cuadro 6.2-123: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-8-MB en Clima seco	388

Cuadro 6.2-124: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-9-MB en Clima seco	389
Cuadro 6.2-125: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-10-MB en Clima seco	391
Cuadro 6.2-126: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-11-MB en Clima seco	392
Cuadro 6.2-127: Índice BMWP/Col Cuerpos de Agua Evaluados en Clima seco.....	395
Cuadro 6.2-128: Índice AAMBI Cuerpos de Agua Evaluados en Clima seco.....	396
Cuadro 6.2-129: Índice EPT Cuerpos de Agua Evaluados en Clima seco.....	397
Cuadro 6.2-130: Morfoespecies indicadoras de macroinvertebrados acuáticos en Clima seco	402
Cuadro 6.2-131: Sensibilidad de los macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio en Clima seco	405
Cuadro 6.2-132: Abundancia relativa de macroinvertebrados acuáticos registrados en Clima lluvioso	412
Cuadro 6.2-133: Análisis de diversidad Shannon-Wiener y Equitabilidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en clima lluvioso	414
Cuadro 6.2-134: Análisis de diversidad Simpson (1-D) macroinvertebrados acuáticos registrados en clima lluvioso	415
Cuadro 6.2-135: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-1-MB en Clima lluvioso	417
Cuadro 6.2-136: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-2-MB en Clima lluvioso	418
Cuadro 6.2-137: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-3-MB en Clima lluvioso	420
Cuadro 6.2-138: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-4-MB en Clima lluvioso	421
Cuadro 6.2-139: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-5-MB en Clima lluvioso	423
Cuadro 6.2-140: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-6-MB en Clima lluvioso	424
Cuadro 6.2-141: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-7-MB en Clima lluvioso	426
Cuadro 6.2-142: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-8-MB en Clima lluvioso	427
Cuadro 6.2-143: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-10-MB en Clima lluvioso	429

Cuadro 6.2-144: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-11-MB en Clima Lluvioso430

Cuadro 6.2-145: Índice BMWP/Col Cuerpos de Agua Evaluados en Clima Lluvioso432

Cuadro 6.2-146: Índice AAMBI Cuerpos de Agua Evaluados en Clima Lluvioso.....434

Cuadro 6.2-147: Índice EPT Cuerpos de Agua Evaluados en Clima Lluvioso434

Cuadro 6.2-148149: Morfoespecies indicadoras de macroinvertebrados acuáticos en Clima Lluvioso440

Cuadro 6.2-150: Sensibilidad de los macroinvertebrados acuáticos en Clima Lluvioso442

Cuadro 6.2-151: Comparación de los valores de riqueza, abundancia, diversidad e índices ecológicos en las diferentes periodos climáticos.450

C. ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 6.2-1: Piso Subtropical Oriental	6
Gráfico 6.2-2: Riqueza y Abundancia de Flora - Parcela LPQ-B1-1.....	31
Gráfico 6.2-3: Curva de Abundancia de Especies - Parcela LPQ-B1-1	34
Gráfico 6.2-4: Biomasa de la - Parcela LPQ-BI-1	35
Gráfico 6.2-5: Riqueza y Abundancia de Flora - Parcela LPQ-B1-2.....	40
Gráfico 6.2-6: Curva de Abundancia de Especies - Parcela LPQ-B1-2	42
Gráfico 6.2-7: Biomasa de la - Parcela LPQ-BI-2	43
Gráfico 6.2-8: Riqueza y Abundancia de Flora - Parcela LPQ-B1-3.....	47
Gráfico 6.2-9: Curva de Abundancia de Especies - Parcela LPQ-B1-3	50
Gráfico 6.2-10: Biomasa de la - Parcela LPQ-BI-3	51
Gráfico 6.2-11: Similaridad de los puntos de muestreo cuantitativos	56
Gráfico 6.2-12: Distribución diamétrica de los árboles - Parcela LPQ-BI-1	57
Gráfico 6.2-13: Distribución diamétrica de los árboles - Parcela LPQ-BI-2	58
Gráfico 6.2-14: Distribución diamétrica de los árboles - Parcela LPQ-BI-3	59
Gráfico 6.2-15: Distribución de alturas de los árboles en la Parcela LPQ-BI-1.....	60
Gráfico 6.2-16: Distribución de alturas de los árboles en la Parcela LPQ-BI-2.....	61
Gráfico 6.2-17: Distribución de alturas de los árboles en la Parcela LPQ-BI-3.....	62
Gráfico 6.2-18: Curva de Acumulación de Especies de LPQ-BI-1.....	63
Gráfico 6.2-19: Curva de Acumulación de Especies de LPQ-BI-2.....	63
Gráfico 6.2-20: Curva de Acumulación de Especies de LPQ-BI-3.....	64
Gráfico 6.2-21: Riqueza de Flora en los puntos cualitativos	68
Gráfico 6.2-22: Similaridad de Jaccard de los transectos cualitativos.....	74
Gráfico 6.2-23: Área recorrida donde se empleó los métodos de muestreo en el punto LPQ-BI-1	101
Gráfico 6.2-24: Área recorrida donde se empleó los métodos de muestreo en el punto LPQ-BI-2	102
Gráfico 6.2-25: Área recorrida donde se empleó los métodos de muestreo en el punto LPQ-BI-3	103
Gráfico 6.2-26: Número de Especies y Familias según el Orden de Aves registrados	120
Gráfico 6.2-27: Relación número de Especies con Familias registradas en el estudio.....	121
Gráfico 6.2-28: Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio	124

Gráfico 6.2-29: Número de especies por familia en los puntos de Muestreo Cualitativo	125
Gráfico 6.2-30: Índice de Similitud de Jaccard entre los Puntos de Muestreo Cualitativos..	126
Gráfico 6.2-31: Número de especies por familia en el punto LPQ-BI-1.....	127
Gráfico 6.2-32: Curva de rango de abundancia LPQ-BI-1	128
Gráfico 6.2-33: Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en LPQ-BI-1	128
Gráfico 6.2-34: Número de especies por familia en el punto LPQ-BI-2.....	129
Gráfico 6.2-35: Curva de rango de abundancia LPQ-BI-2	130
Gráfico 6.2-36: Curva acumulación de especies en el punto LPQ-BI-2	131
Gráfico 6.2-37: Número de especies por familia en el punto LPQ-BI-3.....	132
Gráfico 6.2-38: Curva de rango de abundancia LPQ-BI-3	133
Gráfico 6.2-39: Curva acumulación de especies en el punto LPQ-BI-3	133
Gráfico 6.2-40: Curva de rango de Abundancia Relativa en el área de estudio	134
Gráfico 6.2-41: Abundancia Relativa en el área de estudio	135
Gráfico 6.2-42: Dendrograma del Análisis de Similitud (Índice de Bray Curtis) Puntos cuantitativos.	136
Gráfico 6.2-43: Sensibilidad de aves en el área de muestreo	137
Gráfico 6.2-44: Sensibilidad de aves en las tres estaciones de muestreo.....	138
Gráfico 6.2-45: Gremios alimenticios de las especies registradas	139
Gráfico 6.2-46: Estructura trófica de la Ornitofauna en las tres estaciones de muestreo....	140
Gráfico 6.2-47: Distribución vertical de las especies registradas	140
Gráfico 6.2-48: Distribución Vertical de la Ornitofauna en los tres sectores de muestreo ..	141
Gráfico 6.2-49: Número de especies por órdenes y familias de mamíferos registrados – área operativa concesión minera La Plata	181
Gráfico 6.2-50: Curva de abundancia relativa (Pi) de las especies de mamíferos registrados en los puntos cuantitativos del Área de Estudio	182
Gráfico 6.2-51: Número de especies por órdenes y familias de mamíferos registrados por punto de muestreo	183
Gráfico 6.2-52: Dendrograma de Similitud	185
Gráfico 6.2-53: Comparación de la diversidad (Shannon H') de mamíferos registrados en los puntos cuantitativos del Área de Estudio	186
Gráfico 6.2-54: Curva de acumulación de especies y estimador Chao 1 de mamíferos registrados en los puntos cuantitativos del Área de Estudio	187
Gráfico 6.2-55: Número de especies por órdenes y familias de mamíferos registrados en el punto de muestreo PLQ-BI-1	189

Gráfico 6.2-56: Curva de abundancia relativa (Pi) de las especies de mamíferos registrados en el punto de muestreo PLQ-BI-1 189

Gráfico 6.2-57: Curva de acumulación de especies y estimador Chao 1 de mamíferos registrados en el punto LPQ-BI-1 190

Gráfico 6.2-58: Número de especies por órdenes y familias de mamíferos registrados en el punto de muestreo PLQ-BI-2 191

Gráfico 6.2-59: Curva de acumulación de especies y estimador Chao 1 de mamíferos registrados en el punto LPQ-BI-2 192

Gráfico 6.2-60: Número de especies por órdenes y familias de mamíferos registrados en el punto de muestreo PLQ-BI-3 192

Gráfico 6.2-61: Número de especies por órdenes y familias de mamíferos registrados en el punto de muestreo PLQ-BI-3 193

Gráfico 6.2-62: Curva de acumulación de especies y estimador Chao 1 de mamíferos registrados en el punto LPQ-BI-3 194

Gráfico 6.2-63: Porcentaje de especies por gremio trófico registrado en el Área de Estudio 195

Gráfico 6.2-64: Composición Taxonómica de la Herpetofauna 227

Gráfico 6.2-65: Riqueza por familia de anfibios y reptiles registrados en el área general de estudio 228

Gráfico 6.2-66: Riqueza y Abundancia por familia de anfibios y reptiles registrados en punto cuantitativos 229

Gráfico 6.2-67: Riqueza de la herpetofauna por punto de muestreo cuantitativo 229

Gráfico 6.2-68: Valores del Índice de Margalef para la Herpetofauna 230

Gráfico 6.2-69: Curva de dominancia-diversidad de la Herpetofauna 231

Gráfico 6.2-70: Abundancia relativa de la herpetofauna 231

Gráfico 6.2-71: Curva Dominancia-Diversidad de herpetofauna en Puntos Cuantitativos... 233

Gráfico 6.2-72: Curva de acumulación de especies vs Chao 1, de la herpetofauna en puntos cuantitativos 234

Gráfico 6.2-73: Valores del índice de diversidad de Simpson (1-D) para la herpetofauna 235

Gráfico 6.2-74: Valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener para la herpetofauna 236

Gráfico 6.2-75: Valores del índice de equidad de Pielou para la herpetofauna 237

Gráfico 6.2-76: Clúster de similitud según índice de Jaccard para la herpetofauna en muestras Cuantitativas 237

Gráfico 6.2-77: Riqueza de anfibios y reptiles en puntos de muestreo cualitativos 239

Gráfico 6.2-78: Curva de acumulación de especies vs Chao 2, de la herpetofauna en puntos cualitativos 240

Gráfico 6.2-79: Clúster de similitud según índice de Jaccard para la herpetofauna en muestras Cuantitativas	241
Gráfico 6.2-80: Distribución porcentual de hábitos alimenticios de la herpetofauna por sector	242
Gráfico 6.2-81: Distribución porcentual de hábito y distribución vertical de la herpetofauna	243
Gráfico 6.2-82: Estrategias de Reproducción de la Herpetofauna	244
Gráfico 6.2-83: Distribución porcentual de sensibilidad de la herpetofauna por sectores ..	245
Gráfico 6.2-84: Distribución porcentual de las categorías de amenaza de la herpetofauna según las Listas Rojas Nacionales	248
Gráfico 6.2-85: Distribución porcentual del endemismo de la herpetofauna	249
Gráfico 6.2-86: Número de Especies por Familia de Entomofauna en toda el Área de Estudio	272
Gráfico 6.2-87: Curva de Acumulación de Especies de Entomofauna en toda el Área de Estudio	273
Gráfico 6.2-88: Abundancia de Entomofauna en LPQ-BI-1	274
Gráfico 6.2-89: Curva de acumulación de especies de Entomofauna en LPQ-BI-1	275
Gráfico 6.2-90: Abundancia de Entomofauna en LPQ-BI-2	277
Gráfico 6.2-91: Curva de acumulación de especies de Entomofauna en LPQ-BI-2	278
Gráfico 6.2-92: Abundancia de Entomofauna en LPQ-BI-3	279
Gráfico 6.2-93: Curva de acumulación de especies de Entomofauna en LPQ-BI-3	280
Gráfico 6.2-94: Clúster basado en el índice de similitud de Jaccard para los sitios de Muestreo Cuantitativo.....	281
Gráfico 6.2-95: Clúster basado en el índice de similitud de Jaccard para los sitios de Muestreo Cualitativo	285
Gráfico 6.2-96: Gremios Tróficos de Entomofauna	287
Gráfico 6.2-97: Hábito de las Especies de Entomofauna.....	288
Gráfico 6.2-98: Distribución Vertical de las Especies de Entomofauna.....	289
Gráfico 6.2-99: Sensibilidad de las Especies de Entomofauna	290
Gráfico 6.2-100: Curva de Diversidad-abundancia de las especies registradas en el área evaluada.....	323
Gráfico 6.2-101: Densidad por especie de peces	324
Gráfico 6.2-102: Curva de acumulación de especies registradas en los 11 puntos de muestreo.....	328
Gráfico 6.2-103: Análisis de Cluster	329

Gráfico 6.2-104: Frecuencia de la riqueza global de phyllums, clases, órdenes, familias, morfoespecies e individuos de macroinvertebrados acuáticos hallados en Clima seco368

Gráfico 6.2-105: Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos hallados en cada punto de muestreo en Clima seco368

Gráfico 6.2-106: Curva de dominancia-diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio en Clima seco370

Gráfico 6.2-107: Curva de Acumulación y Chao 1 de macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio en Clima seco375

Gráfico 6.2-108: Índice de similitud Jaccard de macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio en Clima seco376

Gráfico 6.2-109: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-1-MB en Clima seco377

Gráfico 6.2-110: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-2-MB en Clima seco379

Gráfico 6.2-111: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-3-MB en Clima seco381

Gráfico 6.2-112: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-4-MB en Clima seco382

Gráfico 6.2-113: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-5-MB en Clima seco384

Gráfico 6.2-114: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-6-MB en Clima seco386

Gráfico 6.2-115: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-7-MB en Clima seco388

Gráfico 6.2-116: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-8-MB en Clima seco389

Gráfico 6.2-117: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-9-MB en Clima seco390

Gráfico 6.2-118: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-10-MB en Clima seco392

Gráfico 6.2-119: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-11-MB en Clima seco394

Gráfico 6.2-120: Nichos tróficos de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados en los puntos de muestreo en Clima seco401

Gráfico 6.2-121: Porcentaje de sensibilidad de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio en Clima seco407

Gráfico 6.2-122: Frecuencia de la riqueza global de phyllums, clases, órdenes, familias, morfoespecies e individuos de macroinvertebrados acuáticos hallados en Clima lluvioso .409

Gráfico 6.2-123: Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos hallados en cada punto de muestreo en Clima Lluvioso 409

Gráfico 6.2-124: Curva de dominancia-diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en Clima Lluvioso en Clima Lluvioso..... 411

Gráfico 6.2-125: Curva de Acumulación y Chao 1 de macroinvertebrados acuáticos registrados en Clima Lluvioso 416

Gráfico 6.2-126: Índice de similitud Jaccard registrados en Clima Lluvioso..... 416

Gráfico 6.2-127: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-1-MB en Clima Lluvioso 418

Gráfico 6.2-128: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-2-MB en Clima Lluvioso 419

Gráfico 6.2-129: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-3-MB en Clima Lluvioso 421

Gráfico 6.2-130: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-4-MB en Clima Lluvioso 422

Gráfico 6.2-131: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-5-MB en Clima Lluvioso 424

Gráfico 6.2-132: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-6-MB en Clima Lluvioso 425

Gráfico 6.2-133: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-7-MB en Clima Lluvioso 427

Gráfico 6.2-134: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-8-MB en Clima Lluvioso 428

Gráfico 6.2-135: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-10-MB en Clima Lluvioso 430

Gráfico 6.2-136: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-11-MB en Clima Lluvioso 431

Gráfico 6.2-137: Nichos tróficos de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados en los puntos de muestreo en Clima Lluvioso..... 438

Gráfico 6.2-138: Porcentaje de sensibilidad de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados en Clima Lluvioso 444

Gráfico 6.2-139: Análisis Comparativo - Abundancia 446

Gráfico 6.2-140: Análisis Comparativo - Riqueza..... 446

Gráfico 6.2-141: Análisis Comparativo – Índice de Simpson (1-D) 447

Gráfico 6.2-142: Análisis Comparativo – Índice de Shannon-Wiener 447

Gráfico 6.2-143: Análisis Comparativo – Índice ecológico BMWP/Col..... 448

Gráfico 6.2-144: Análisis Comparativo – Índice AAMBI..... 448

Gráfico 6.2-145: Análisis Comparativo – Índice EPT449

6 LÍNEA BASE BIÓTICA

6.2 Medio Biótico

6.2.1 Introducción

A continuación, se describe el levantamiento de información del componente biótico del *Estudio de Impacto Ambiental para las Fases de Explotación y Beneficio de Minerales Metálicos en el Área Operativa de la Concesión Minera La Plata (Código 2001.1) para el Régimen de Mediana Minería* (en adelante área operativa), la campaña de campo se realizó desde el 07 al 17 de septiembre del 2021.

Para el *Estudio de Impacto Ambiental para las Fases de Explotación y Beneficio de Minerales Metálicos en el Área Operativa de la Concesión Minera La Plata (Código 2001.1)* se consideró un área denominada “Área Operativa”, en la que se construirá la infraestructura y ejecutarán las actividades de explotación y beneficio.

Los componentes bióticos descritos son:

- Flora
- Fauna Terrestre
 - Ornitofauna
 - Mastofauna
 - Herpetofauna
 - Entomofauna
- Fauna Acuática
 - Ictiofauna
 - Macroinvertebrados Acuáticos

Para la ejecución del estudio se contó con la Autorización de Recolección de Vida Silvestre N.º 07-2021 RVS-FLOR/FAU/OTL/DZDCH/MAATE, emitida por la autoridad ambiental el 6 de septiembre del 2021. LA fase de campo del componente biótico se efectuó del 7 al 17 de septiembre del 2021.

Se aclara que para el levantamiento de información de Línea Base Biótica para el *Estudio de Impacto Ambiental para las Fases de Explotación y Beneficio de Minerales Metálicos en el Área Operativa de la Concesión Minera La Plata (Código 2001.1)*, no se utilizó monitoreos previos como referencia.

6.2.2 Descripción General del Área Operativa de la concesión minera La Plata

Para tener un conocimiento claro del área de estudio, por medio de información oficial se describe los ecosistemas presentes, cobertura vegetal y pisos zoogeográficos identificados en el área operativa de la concesión minera La Plata.

Se especifica que el área de estudio considerada corresponde al área operativa de la concesión minera La Plata cuya superficie es 1.030,60 ha.

6.2.2.1 Ecosistemas Identificados en el área operativa de la concesión minera La Plata

En el área operativa se identificó un tipo de ecosistema que corresponde a Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes, el cual corresponde al 6,13 % del área operativa, mientras que el 93,87 % corresponde a intervención. A continuación, se detalla el área ocupada por el ecosistema identificado en contraste con el área intervenida.

Cuadro 6.2-1: Ecosistema presente - Área Operativa		
Ecosistema identificado	Área	
	(ha)	Porcentaje (%)
Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes. (1400-2000 msnm)	63,2	6,13
Intervención* (1166-1739 msnm)	967,38	93,87
Total	1.030,60	100,0
<p>* La categoría "Intervención" no es considerada como ecosistema, se la menciona para contextualizar el área de estudio. Fuente: Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental. MAE, 2018. Elaborado: ESSAM, 2022</p>		

Con esta información, se determina que el área de estudio presenta una considerable intervención, producto de actividades antrópicas desarrolladas durante varios años, principalmente ganadería y agricultura.

Originalmente, dentro del área que actualmente se encuentra intervenida bajo los 1400 msnm, existió el ecosistema Bosque siempreverde pie montano de Cordillera Occidental de los Andes (300-1400 msnm) según lo señala el Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013). Sin embargo, tanto en la cartografía base analizada, como en las imágenes satelitales y generadas mediante dron, no se encontraron actualmente remanentes de vegetación original (bosques primarios) bajo esa cota altitudinal.

A continuación, se describe el ecosistema nativo identificado.

❖ **Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes**

Bosques siempreverdes multiestratificados que crecen sobre la Cordillera Occidental. El dosel es generalmente cerrado, alcanza de 20 a 30 m de altura, los árboles emergentes suelen superar los 35 m (Valencia *et al.* 1999; Josse *et al.* 2003). Poblaciones de palmas son comunes y es posible encontrar helechos arborescentes; la vegetación herbácea es densa dominada por helechos y aráceas; la vegetación arbustiva es escasa con dominio de Rubiaceae y Melastomataceae.

De 1.500 a 2.000 msnm la riqueza de especies trepadoras, leñosas y árboles disminuye mientras que el número de epífitas aumenta (Gentry 1993; Küper *et al.* 2004). La mayoría de las especies de varias familias características de tierras bajas desaparecen (e.g. Bombacaceae s.s.) (Valencia *et al.* 1999).

Estos bosques crecen sobre la zona transversal Puna-Méndez que en la región norte del país corresponden a la cordillera occidental, constituida por basaltos toleíticos del Cretácico Inferior y rocas volcánicas calco-alcalinas originada en un arco de islas del Cretácico Superior-Eoceno (Paladines 2005). El volcanismo intenso ha acumulado material de piroclastos y lahares que se relacionan con la cobertura de lapillis (fragmentos entre 2 y 64 mm de composición basáltica) en la parte oriental de la región costera (Winckell 1982).

Cuadro 6.2-2: Ecosistema Identificado y su correspondencia BsBn04

Código	MAE	Valencia <i>et al.</i> (1999)	Josse <i>et al.</i> (2003)
BsBn04	Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes	Bosque siempreverde montano bajo, sector norte y centro de la cordillera occidental, subregión norte y centro	CES409.112 Bosques pluviales montanos bajos de los Andes del Norte
Fuente: Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental. MAE, 2013.			
Elaborado: ESSAM, 2022			

Factores diagnósticos:

- **Fisonomía:** bosque.
- **Bioclima:** pluvial, Ombrotipo (Io): húmedo, hiperhúmedo.
- **Biogeografía:** Región: Andes, Provincia: Andes del Norte, Sector: Cordillera Occidental de los Andes.
- **Fenología:** siempreverde.
- **Piso bioclimático:** Montano bajo (1400-2000 msnm), Termotipo (It): termotropical.
- **Relieve general:** De montaña, **Macrorelieve:** Cordillera, **Mesorelieve:** Colinas, Cuestas, Vertientes.
- **Inundabilidad general:** Régimen de Inundación: no inundable

Especies diagnósticas: *Alsophila erinacea, Beilschmiedia costaricensis, Calatola costaricensis, Carapa megistocarpa, Cedrela odorata, Chrysochlamys dependens, Croton floccosus, Cyathea caracasana, Cybianthus peruvianus, Elaeagia utilis, Eriotheca squamigera, Escallonia pendula, Guarea kunthiana, Gustavia dodsonii, G. speciosa, Hedyosmum racemosum, Hieronyma alchorneoides, Huerteia glandulosa, Ladenbergia macrophylla, Mauria hererophylla, Morus insignis, Nectandra acutifolia, N. globosa, N. lineata, Otoba gordoniiifolia, Prestoea acuminata, Protium ecuadoreense, Sapium laurifolium, S. stylare, Tovomita weddelliana, Turpinia occidentalis.*

En el mapa: *Mapa 5-1 Ecosistemas del área operativa concesión minera La Plata (Código 2001.1)* se presenta el ecosistema identificado en el área operativa. (Ver 15 Anexos: 1 Cartografía)

6.2.2.2 Cobertura Vegetal Identificada en el área operativa de la concesión minera La Plata¹

De acuerdo con la información obtenida del mapa de Cobertura de Uso de la Tierra, Escala 1: 100.000 del año 2018 publicada por el Ministerio del Ambiente (MAE), se presenta el siguiente resultado geográfico y descriptivo en el cuadro 6.2-3 y en el mapa: *Mapa 5-3 Cobertura del uso del suelo del área operativa de la concesión minera La Plata (Código 2001.1)*. (Ver 15 Anexos: 1 Cartografía)

Cuadro 6.2-3: Cobertura y Uso de la Tierra - Área Operativa			
Nivel 1	Nivel 2	Área (Ha)	Porcentaje %
Vegetación Agropecuaria	Pastizal	615,68	59,74
Vegetación Arbustiva y Herbácea	Vegetación arbustiva	143,50	13,92
Bosque	Bosque Nativo	112,98	10,96
Vegetación Agropecuaria	Mosaico Agropecuaria	84,50	8,20
Vegetación Agropecuaria	Cultivo	72,77	7,06
Zona Antrópica	Área poblada	1,17	0,12
Total		1.030,60	100
Fuente: Mapa de Cobertura de Uso de la Tierra, Escala 1: 100 000 del año 2018 publicados por el Ministerio del Ambiente (MAE)			
Procesamiento: ESSAM, 2022			

De las 1.030,60 ha que corresponde al área operativa, se determinó que el 59,74% corresponde a pastizal; el 13,92% corresponde a vegetación arbustiva; el 10,96% a bosque nativo; el 8,20% a mosaico agropecuario; el 7,06% a vegetación agropecuaria y finalmente el 0,12% a área poblada.

¹ **Fuente:** Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2018.

La Compañía realizó una visita previa donde verificó que el porcentaje de bosque en el área operativa es menor, producto de la intervención y cultivos de origen antrópico.

6.2.2.3 Estratos de bosque Identificados en el área operativa de la concesión minera La Plata

De acuerdo con la información obtenida del mapa de Estadísticas del Patrimonio Natural publicado por el Ministerio de Ambiente en el año 2015, se presenta el siguiente resultado geográfico y descriptivo en el cuadro 6.2-4 y en el mapa: *Mapa 6.2-1 Estratificación de bosque natural área operativa de la concesión minera La Plata (Código 2001.1)*. (Ver 15 Anexos: 1 Cartografía)

Cuadro 6.2-4: Estratos de Bosque Natural - Área Operativa			
Estrato de Bosque	Simbología	Área (Ha)	Porcentaje %
Bosque siempre verde andino Pie de Monte	BSVAPM	961,63	93,30
Bosque siempre verde andino montano	BSVAM	68,97	6,70
Total		1.030,60	100
Fuente: Mapa de Cobertura de Uso de la Tierra, Escala 1: 100 000 del año 2018 publicados por el Ministerio del Ambiente (MAE)			
Procesamiento: ESSAM, 2022			

De las 1.030,60 ha que corresponde al área operativa, se determinó que el 93,30% corresponde a Bosque siempre verde andino Pie de Monte y el 6,70% corresponde a Bosque siempre verde andino montano.

6.2.2.4 Pisos Zoogeográficos del área operativa de la concesión minera La Plata

Acorde a Albuja *et al.* (2012), se determinó que el área operativa se ubica en el piso Zoogeográfico Subtropical occidental (SO).

A continuación, se describen las principales características de este piso Zoogeográfico en el mapa: *Mapa 6.2-2 Pisos zoogeográficos del área operativa concesión minera La Plata (Código 2001.1)*. (Ver 15 Anexos: 1 Cartografía)

Cuadro 6.2-5: Pisos Zoogeográficos – Área Operativa				
No.	Piso Zoogeográfico	Simbología	Área operativa (Ha)	Altitud msnm
1	Subtropical occidental	SO	1.030,60	1.166 a 1.739
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022				
Elaboración: ESSAM, 2022				

❖ **Piso Subtropical Occidental (SO)**

En este piso se consideran las estribaciones o declives externos de la cordillera Occidental de los Andes, ubicados entre los 1.000 y 2.000 msnm. Abarca una superficie de 15.579 km². Quienes han tratado de caracterizarlo concuerdan en lo relativo a los límites altitudinales y las condiciones climáticas.

El piso Subtropical Occidental está ubicado en las laderas de la cordillera occidental, entre 1.000 y 2.000 msnm, cruza longitudinalmente el Ecuador, extendiéndose desde la provincia del Carchi en el norte, en los límites con Colombia, hasta Loja en el sur, donde llega a la frontera con Perú, aunque la cordillera andina en este sector es más baja que la del norte. Por lo tanto, en el sur este piso puede ser más reducido de lo que se indica en el gráfico 6.2-1.

Gráfico 6.2-1: Piso Subtropical Oriental



Fuente: Fauna de Vertebrados del Ecuador, Albuja *et al.* 2012.

Siguiendo la división de Cabrera y Willink (1989), la franja de las estribaciones occidentales del Ecuador está incluida en el Dominio Amazónico y en la Provincia Pacífica. Este piso, de acuerdo con la clasificación biogeográfica de Morrone (2001), está dentro de la Subregión Caribeña y la Provincia Cauca.

De acuerdo con la clasificación de Cañadas (1983), este piso abarca las siguientes zonas de vida: Bosque muy húmedo Pre Montano, bosque muy húmedo Montano Bajo, bosque húmedo Montano-Bajo y bosque húmedo Pre Montano. Por último, de acuerdo con el

sistema de clasificación de la vegetación de Sierra (1999), este piso comprende las formaciones vegetales: Bosque siempreverde piemontano, Bosque semidecíduo piemontano y Bosque decíduo piemontano.

Especies representativas

Los vertebrados que habitan este piso suman un total de 820 especies y a las aves corresponde el 67% de ellas. La fauna registrada proviene, en buena parte, de los pisos Tropicales del Occidente, aunque en menor número, desciende de los pisos de mayor altitud. Cabe mencionar que algunas especies son exclusivas del subtrópico occidental. Ver cuadro 6.2-6.

Cuadro 6.2-6: Especies en el Piso Subtropical Oriental		
Vertebrados	Número de especies	Porcentaje (%)
Mamíferos	112	13,7
Aves	546	66,6
Reptiles	84	10,2
Anfibios	49	6,0
Peces	29	3,5
Total	820	100
Fuente: Fauna de Vertebrados del Ecuador, EPN 2012. Recopilación: ESSAM, 2022.		

6.2.3 Criterios para sitios de muestreo

Para la determinación de sitios de muestreo del componente biótico, fueron considerados ciertos criterios relacionados a las características ecológicas del área y la ubicación de infraestructuras asociadas al área operativa de la concesión minera La Plata. Estos criterios fueron analizados a partir de información secundaria disponible y cartografía base y posteriormente validados en campo (Cuadro 6.2-7).

Cuadro 6.2-7: Criterios para determinación de sitios de muestreo Biótico		
Parámetro	Criterio	Cantidad Puntos para satisfacer Criterio
Rango Altitudinal	<ul style="list-style-type: none"> - Altitud máxima: 1739 msnm - Altitud mínima: 1166 msnm - Diferencia altitudinal: 573 metros aproximadamente. <p>Se consideran dos puntos de muestreo que abarquen una diferencia altitudinal de 573 m.</p>	2

Cuadro 6.2-7: Criterios para determinación de sitios de muestreo Biótico

Parámetro	Criterio	Cantidad Puntos para satisfacer Criterio
Ecosistemas	<p>El ecosistema identificado en el área operativa de la concesión minera La Plata, según el Ministerio del Ambiente (2013) fue: Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes. <i>Ver mapa: Mapa 5-1 Ecosistemas del área operativa concesión minera La Plata (Código 2001.1) (Ver 15 Anexos: 1 Cartografía)</i></p> <p>En toda el área operativa se identifican remanentes de este único ecosistema nativo, por lo cual es suficiente un punto de muestreo para satisfacer este parámetro.</p>	1
Cobertura de Suelo	<p>Mediante la información obtenida del mapa de Cobertura de Uso de la Tierra, en el área operativa de la concesión minera La Plata, se identificó dos tipos de cobertura: bosque nativo y mosaico agropecuario. <i>Ver Mapa 5-3: Cobertura del suelo del área operativa de la concesión minera La Plata. (Ver 15 Anexos: 1 Cartografía)</i></p> <p>Considerando los porcentajes de superficie ocupados por cada tipo de cobertura y la accesibilidad, se identificaron áreas con remanentes de bosque, por ser consideradas de mayor sensibilidad biológica. Todos los bosques del área reciben la influencia de áreas intervenidas, con lo cual ambos tipos de cobertura de suelo fueron cubiertos por los puntos de muestreo seleccionados.</p>	2
Pisos Zoogeográficos	El área operativa de la concesión minera La Plata pertenece al Piso Zoogeográfico Subtropical Occidental, por lo cual, es suficiente un punto de muestreo para satisfacer este parámetro.	1
Área de construcción del Proyecto	Los puntos de muestreo deben ser representativos en función del área a construir para desarrollo del proyecto. Según el mapa de implantación de infraestructura, tanto la infraestructura de superficie de la fase de explotación y beneficio, se encuentran centralizadas en un solo sitio. Según esto un punto bastaría para satisfacer este parámetro.	1
Efecto Borde	De acuerdo con estudios de efecto borde se deberá considerar 300 m (Laurence W.F., 2002) desde el borde de la obra para el análisis del componente flora y dependiendo del subcomponente para fauna este varía entre 70 m – 2000 m (varios autores); para efectos de establecer distancias requeridas de manera que el muestreo sea representativo en función de la infraestructura y actividades del proyecto se ha establecido 100 m para fauna. Según esto un punto bastaría para satisfacer este parámetro.	1
Accesibilidad	Los puntos de muestreo biótico fueron ubicados en áreas donde el acceso vial y pedestre fue posible, permitiendo que el equipo técnico llegue de forma segura a los sitios previamente definidos para realizar el levantamiento de información de campo.	N/A

Cuadro 6.2-7: Criterios para determinación de sitios de muestreo Biótico

Parámetro	Criterio	Cantidad Puntos para satisfacer Criterio
Permisos de los propietarios	Para el levantamiento biótico de la Línea Base del área operativa de la concesión minera La Plata, La Compañía priorizó la obtención previa de los permisos de los propietarios donde se planificó instalar los puntos de muestreo.	N/A

Elaboración: ESSAM, 2022

Flora y Fauna Terrestre

Una vez revisados los criterios identificados en el cuadro 6.2-7 y establecido que el área operativa de la concesión minera La Plata presenta: un solo tipo de ecosistema, pertenece a un piso zoogeográfico, tiene poca diferencia altitudinal, las infraestructuras del proyecto minero se concentran en un solo sitio y que la cobertura vegetal está dominada por áreas agropecuarias; los criterios para determinar la ubicación de puntos de muestreo fueron:

- Los puntos de muestreo cuantitativo se ubicarán prioritariamente en áreas con presencia de bosque o vegetación nativa remanente, considerando que estas zonas presentan una mayor sensibilidad biológica y podrían albergar especies de flora y fauna terrestre de interés local.
- Los puntos de muestreo se distribuirán de tal forma que sean representativos para toda el área operativa de la concesión minera La Plata tanto de forma espacial como altitudinal, y al menos un punto se debe focalizarse en el área donde se instalará la infraestructura del proyecto. De esta forma, el área se dividió en cuadrantes donde se distribuyeron puntos de muestreo cualitativos, y según la cobertura vegetal remanente se ubicaron puntos de muestreo cuantitativo. Los sitios analizados pertenecen a los siguientes sectores: Las Minas, Vía Minas-La Florida, San Pablo de la Plata, vía hacia Palo Quemado.
- Con el fin de enriquecer los listados de especies, y considerando que el área se encuentra dominada por ambientes intervenidos (mosaicos agropecuarios), se estableció que por cada punto de muestreo cuantitativo se realicen hasta cuatro transectos de muestreo cualitativo, con la ubicación a ser establecida a criterio del especialista encargado de cada componente.

Fauna Acuática

Para el muestreo de fauna acuática se consideraron los mismos criterios utilizados para el muestreo de calidad de agua (medio físico).

6.2.3.1 Puntos de muestreo por componente.

Finalmente, en el cuadro 6.2-8 se resume la cantidad de puntos de muestreo establecidos para cada uno de los componentes bióticos. El detalle de cada punto se describe en la sección del componente correspondiente y es ilustrado por medio del mapa respectivo.

Cuadro 6.2-8: Puntos de Muestreo Biótico							
Cantidad de Puntos	Flora	Fauna Terrestre				Fauna Acuática	
		Ornitofauna	Mastofauna	Herpetofauna	Entomofauna	Ictiofauna	M. Acuáticos
Puntos Cuantitativos	3	3	3	3	3	11	11
Puntos Cualitativos	12	12	12	12	12	0	0
Elaboración: ESSAM, 2022							

Como parte de la campaña de campo de los diferentes componentes Bióticos, en el *Anexo Digital 6.2 Componente Biótico* se adjunta los siguientes documentos:

- Anexo 6.2 Componente Biótico
 - Anexo 6.2-1 Autorización de recolección
 - Anexo 6.2-2 Guía de Movilización
 - Anexo 6.2-3 Deposito de Museos
 - Anexo 6.2-4 Tablas SUIA del componente Biótico
 - Anexo 6.2-5 Índices de Macroinvertebrados

6.2.4 Flora

6.2.4.1 Antecedentes

En general los bosques de la cordillera occidental se caracterizan por un mayor índice de endemismo (Pitman *et al.* 2000; Pennington *et al.* 2004). Este sector posee cuatro ecosistemas siempreverdes y uno siempreverde estacional. Los bosques montanos en muchas áreas de los Andes tropicales crecen en laderas muy pronunciadas que son geológicamente inestables, ya que están expuestas a derrumbes causados por terremotos y otros desastres naturales (Jorgensen, P.M. & S. León, 1999), además que se encuentran muy degradadas por la agricultura (cultivos de caña de azúcar, boya, naranjilla) y ganadería, y la vegetación natural se encuentra en parches pequeños aislados que están muy susceptibles a su desbroce para las actividades agropecuarias.

Comprende los bosques siempreverdes y siempreverde estacionales, piemontanos a montanos altos de la Cordillera Occidental desde el sur de Colombia limitando al sur con el

río Jubones, comprendidos entre los 300 y 3400 msnm aproximadamente. El clima presenta ombrotipos de húmedo a hiperhúmedo. En el piso piemontano es notoria la fuerte influencia del Chocó biogeográfico, con abundantes especies de tierras bajas, aquí la mayoría de especies y familias de árboles características de las tierras bajas desaparece (e.g. Bombacaceae s.s.) o encuentran el límite superior de su distribución (e.g. Myristicaceae); típicamente los fustes de los árboles están cubiertos por orquídeas, bromélias, helechos y aráceas (Sierra *et al.* 1999); las leñosas trepadoras también disminuyen, tanto en número de especies como de individuos, mientras que las epífitas se vuelven más abundantes (Sierra *et al.* 1999). En los bosques de neblina, los árboles están cargados de briófitas y presentan una altura del dosel entre 20 y 25 m, igualmente son muy importantes las epífitas vasculares.

6.2.4.2 Objetivos

A. Objetivo General

- Realizar el estudio florístico para la Línea Base del área operativa de la concesión minera La Plata.

B. Objetivos Específicos

- Identificar los tipos de vegetación existentes en el área operativa de la concesión minera La Plata.
- Caracterizar los patrones de diversidad y endemismo de la flora dentro del área operativa de la concesión minera La Plata.
- Determinar el estado de conservación de la vegetación existente dentro del área operativa de la concesión minera La Plata.

6.2.4.3 Sitios de Muestreo

Cuadro 6.2-9: Coordenadas de los sitios de muestreo del Componente Flora

Código	Fecha	Vértice	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 17S		Altitud (msnm)	Tipo de Vegetación	Método	Extensión de la Unidad Muestral	Tipo de muestreo
			Este (X)	Norte (Y)					
Método de Parcelas									
LPQ-BI-1	7-8/09/2021	V1	729191	9956732	1.536	Parche de bosque natural intervenido y pastizales	Parcela	50m X 50m	Cuantitativo
		V2	729192	9956782					
		V3	729241	9956732					
		V4	729241	9956782					
LPQ-BI-2	13-14/09/2021	V1	729394	9958504	1.422	Parche de Bosque natural	Parcela	50m X 50m	Cuantitativo
		V2	729406	9958456					
		V3	729455	9958468					
		V4	729443	9958516					
LPQ-BI-3	10-11/09/2021	V1	728980	9957524	1.527	Parche de bosque natural intervenido	Parcela	50m X 50m	Cuantitativo
		V2	729030	9957524					
		V3	729030	9957474					
		V4	728980	9957474					
Método de Transectos									
LPq-BI-1	13/09/2021	Inicio	728956	9957495	1.531	Pastizales y rastrojo de bosque	Transecto	250m X 2m	Cualitativo
		Fin	728710	9957519					
LPq-BI-2	15/09/2021	Inicio	729295	9958909	1282	Pastizales	Transecto	250m X 2m	Cualitativo
		Fin	729355	9959149					
LPq-BI-3	9/09/2021	Inicio	729370	9956744	1.581	Pastizales, cultivos y rastrojo de bosque	Transecto	250m X 2m	Cualitativo
		Fin	729609	9956670					
LPq-BI-4	9/09/2021	Inicio	729836	9956809	1.481	Pastizales y cultivos	Transecto	250m X 2m	Cualitativo
		Fin	730067	9956913					
LPq-BI-5	11/09/2021	Inicio	728154	9957196	1.517		Transecto	250m X 2m	Cualitativo

Cuadro 6.2-9: Coordenadas de los sitios de muestreo del Componente Flora

Código	Fecha	Vértice	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 17S		Altitud (msnm)	Tipo de Vegetación	Método	Extensión de la Unidad Muestral	Tipo de muestreo
			Este (X)	Norte (Y)					
		Fin	728375	9957079		Rastrojo de bosque, pastizales y bosque natural			
LPq-BI-6	14/09/2021	Inicio	729712	9958340	1.385	Pastizales y bosque natural	Transecto	250m X 2m	Cualitativo
		Fin	729493	9958474					
LPq-BI-7	15/09/2021	Inicio	728206	9958711	1.362	Pastizales y bosque natural	Transecto	250m X 2m	Cualitativo
		Fin	728356	9958516					
LPq-BI-8	15/09/2021	Inicio	727960	9959535	1.462	Pastizales y cultivos	Transecto	250m X 2m	Cualitativo
		Fin	727832	9959327					
LPq-BI-9	14/09/2021	Inicio	729943	9958389	1.295	Pastizales y Cultivos	Transecto	250m X 2m	Cualitativo
		Fin	729705	9958297					
LPq-BI-10	14/09/2021	Inicio	729961	9959357	1.257	Pastizales con árboles dispersos	Transecto	250m X 2m	Cualitativo
		Fin	730057	9959586					
LPq-BI-11	11/09/2021	Inicio	728046	9957118	1.500	Pastizales y rastrojo de bosque	Transecto	250m X 2m	Cualitativo
		Fin	727850	9957281					
LPq-BI-12	12/09/2021	Inicio	730069	9956667	1.404	Pastizales y cultivos	Transecto	250m X 2m	Cualitativo
		Fin	729964	9956445					

Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

En el mapa: *Mapa 6.2-3 Ubicación de los Sitios de muestreo del Componente Flora*, se ilustra los sitios de muestreo del componente Flora. (Ver 15 Anexos: 1 Cartografía)

A. Descripción de los puntos de muestreo

Puntos Cuantitativos

LPQ-BI-1.- Este punto de muestreo corresponde a un pequeño parche de bosque natural intervenido, el suelo es inestable con pendientes pronunciadas, además la parcela está rodeada de pastizales por lo que la última franja presenta pasto con árboles dispersos. La vegetación presenta tres estratos diferenciados, dosel, subdosel y sotobosque. El dosel alcanza una altura máxima de 28 m (2 individuos), y está representada por *Otoba gordoniiifolia* (Myrtaceae); *Cybianthus peruvianus* (Primulaceae), *Nectandra acutifolia* (Lauraceae), *Heliocarpus americanus* (Malvaceae), *Ceroxylon echinulatum* (Arecaceae). En el subdosel se registró una altura máxima de 14 m, y están presentes *Carapa guianensis*, *Ruagea glabra* (Meliaceae); *Inga fendleriana* (Fabaceae); *Casearia arborea* (Salicaceae); *Ficus brevibracteata*, *Ficus* sp., *Ficus maxima* (Moraceae); *Beilschmiedia alloiophylla* (Lauraceae); *Cecropia gabrielis* (Urticaceae); *Clusia crenata* (Clusiaceae); *Miconia* cf. *clathrantha* (Melastomataceae) En el sotobosque la altura máxima es de 9 metros y figuran *Aegiphila alba* (Lamiaceae); *Calatola costaricensis* (Icacinaceae); *Cordia* sp. (Boraginaceae); *Hedyosmum racemosum* (Chloranthaceae); *Cybianthus* sp. (Primulaceae); *Palicourea demissa* (Rubiaceae); *Gutteria* sp. (Annonaceae) y *Chamaedorea linearis*. (Arecaceae). A nivel de plantas herbáceas se evidenció la presencia de helechos y géneros de las familias Gesnereaceae, Araceae, Piperaceae y Melastomataceae, que están adaptadas a la sombra y humedad.

LPQ-BI-2.- Este punto de muestreo corresponde a un parche de bosque natural intervenido, el suelo es inestable con pendientes pronunciadas y está rodeada por pastizales. La vegetación presenta tres estratos diferenciados, dosel, subdosel y sotobosque. El dosel alcanza una altura máxima de 30 m (2 individuos), y está representada por *Beilschmiedia costaricensis*, *Endlicheria griseosericea*, *Persea pseudofasciculata*, *Nectandra purpurea* (Lauraceae); *Allophylus* cf. *floribundus* (Sapindaceae). En el subdosel se registró una altura máxima de 14 m, y están presentes *Aegiphila alba* (Lamiaceae); *Miconia* cf. *quadripora* (Melastomataceae); *Saurauia brachybotrys* (Actinidiaceae); *Zanthoxylum* sp. (Rutaceae); *Protium* aff. *amplum* (Burseraceae); *Sorocea trophoides*, *Ficus cuatrecasiana* (Moraceae); *Hieronyma oblonga* (Phyllanthaceae); *Otoba gordoniiifolia* (Myristicaceae); *Turpinia occidentalis* (Staphyleaceae) En el sotobosque la altura máxima es de 9 metros y figuran *Piper obliquum* (Piperaceae); *Eriotheca squamigera* (Malvaceae); *Sloanea* sp.1 (Elaeocarpaceae); *Saurauia* cf. *herthae* (Actinidiaceae); *Cybianthus* sp. (Primulaceae); *Garcinia macrophylla* (Clusiaceae); *Phytelephas aequatorialis* (Arecaceae) y *Critoniopsis* aff. *occidentalis*. (Asteraceae). A nivel de plantas herbáceas se evidenció la presencia de helechos y géneros de

las familias Gesnereaceae, Araceae, Piperaceae y Melastomataceae, que están adaptadas a la sombra y humedad.

LPQ-BI-3.- Este punto de muestreo corresponde a un pequeño parche de bosque natural intervenido, el suelo es inestable con pendientes pronunciadas, además la parcela esta rodeada de cultivos por lo que la última franja presenta cultivo de caña de azúcar con arboles dispersos. La vegetación presenta tres estrados diferenciados, dosel, subdosel y sotobosque. El dosel alcanza una altura máxima de 28 m (1 individuo) , y está representada por *Heliocarpus americanus* (Malvaceae); *Morus insignis* (Moraceae), *Nectandra acutifolia*, *Beilschmiedia costaricensis* (Lauraceae), *Lozanella enantiophylla* (Cannabaceae), *Inga fendleriana* (Fabaceae). En el subdosel se registró una altura máxima de 14 m, y están presentes *Graffenrieda cucullata*, *Miconia cf. quadripora* (Melastomataceae); *Myrcia fallax* (Myrtaceae); *Tetrorchidium andinum* (Euphorbiaceae); *Ficus americana* (Moraceae); *Hieronyma oblonga* (Phyllanthaceae); *Sloanea* sp. (Elaeocarpaceae); *Arachnothryx* sp. (Rubiaceae). En el sotobosque la altura máxima es de 9 metros y figuran *Protium ecuadorensis* (Burseraceae); *Erythrina schimpffii* (Fabaceae); *Palicourea demissa* (Rubiaceae); *Toyomita croatii* (Clusiaceae); *Inga nobilis*, *Inga fendleriana* (Fabaceae); *Turpinia occidentalis* (Staphyleaceae); *Aegiphila alba* (Lamiaceae) y *Otoba grdonifolia* (Myristicaceae). A nivel de plantas herbáceas se evidenció la presencia de helechos y géneros de las familias Gesnereaceae, Araceae, Piperaceae y Melastomataceae, que están adaptadas a la sombra y humedad.

Puntos Cualitativos

Lpq-BI-01.- El transecto Lpq-BI-1 inicia en pastizales, a los 100 m continúa con rastrojo de bosque y termina en bosque natural intervenido con árboles de gran altura y diámetro. El suelo es muy inestable con pendientes de 30 a 45 grados de inclinación.

Lpq-BI-02.- El transecto Lpq-BI-2 cruza por la vía y corresponde a pastizales a los dos lados y termina en rastrojo de bosque con un pequeño cultivo de plátano. El suelo es muy inestable con pendientes pronunciadas de 45 grados de inclinación.

Lpq-BI-03.- El transecto empieza en 50 m de pasto con pocos arboles dispersos, continúa con pastizales hasta los 180 metros que se encuentra con cultivos de caña de azúcar, y en los 220 metros termina en rastrojo de bosque. El suelo es muy inestable con pendientes de 30 grados de inclinación.

Lpq-BI-04.- Los 200 metros del transecto corresponden a pastizales. Inicia con cultivos de caña de azúcar y termina en pastizales. El suelo es muy inestable con pendientes de 40 grados de inclinación.

Lpq-BI-05.- El transecto Lpq-BI-05 inicia en pastizales en el lado izquierdo y al lado derecho se encuentra una quebrada con vegetación natural, el área presentó una pendiente de 50 grados y en los últimos 50 m termina en bosque natural intervenido. El suelo es muy inestable con pendientes de 30 a 45 grados de inclinación.

Lpq-BI-06.- El transecto Lpq-BI-6 corresponde a pastizales con árboles que sirven para la separación de linderos, todo el trayecto continúa con pastizales y finaliza al borde de bosque nativo, cercano a donde se instaló la parcela PLQ-BI-2. El suelo es muy inestable con pendientes de 30 a 45 grados de inclinación.

Lpq-BI-07.- El transecto Lpq-BI-7 inicia en pastizal, el recorrido se realizó por el borde del río San Pablo la vegetación corresponde a rastrojo de bosque y termina en bosque natural intervenido con especies de gran tamaño y gran altura. El suelo es muy inestable con pendientes de 30 a 50 grados de inclinación.

Lpq-BI-08.- El transecto Lpq-BI-8 inicia en un cultivo de balsa donde se recientemente se desbrozó al bosque nativo para la siembra de balsa, continúa por un sendero con especies de árboles y arbustos usados con linderos de las fincas y finaliza en rastrojo de bosque. El suelo es muy inestable con pendientes de 30 a 45 grados de inclinación.

Lpq-BI-09.- El transecto Lpq-BI-9 corresponde a pastizales y borde de quebrada con especies nativas (no fue posible el acceso hacia la quebrada), al final del transecto se encontraron cultivos de caña de azúcar. El suelo es muy inestable con pendientes de 30 a 45 grados de inclinación.

Lpq-BI-10.- El transecto Lpq-BI-10, corresponde a pastizales con árboles y arbustos dispersos durante todo el recorrido. El transecto registró 43 individuos que corresponden a 40 especies, 35 géneros y 27 familias. El suelo es muy inestable con pendientes de 30 a 45 grados de inclinación. El suelo es muy inestable con pendientes de 30 a 45 grados de inclinación.

Lpq-BI-11.- El transecto Lpq-BI-11 inicia en pastizales, a los 100 m se encuentra una quebrada con un pequeño riachuelo con vegetación natural intervenida. El suelo es muy inestable con pendientes de 35 grados de inclinación.

Lpq-BI-12.- El transecto Lpq-BI-12 corresponde a una quebrada con vegetación natural intervenida, el recorrido se realizó siguiendo el estero S/N que va hacia Palo Quemado. El suelo es muy inestable con pendientes de 30 grados de inclinación.

B. Ecosistemas

Ecológicamente en el área operativa de la concesión minera La Plata se encuentra en el ecosistema: Bosque siempre verde montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes (MAE, 2013).

BsBn04 – Bosque siempre verde montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes

En la publicación del Ministerio del Ambiente (2013), este ecosistema define a los bosques siempre verdes multiestratificados que crecen sobre la Cordillera Occidental. El dosel es generalmente cerrado, alcanza de 20 a 30 m de altura, los árboles emergentes suelen superar los 35 m (Valencia *et al.* 1999; Josse *et al.* 2003). Poblaciones de palmas son comunes y es posible encontrar helechos arborescentes; la vegetación herbácea es densa dominada por helechos y aráceas; la vegetación arbustiva es escasa con dominio de Rubiaceae y Melastomataceae (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

De 1.500 a 2.000 msnm la riqueza de especies trepadoras, leñosas y árboles disminuye mientras que el número de epifitas aumenta (Gentry 1993; Küper *et al.* 2004). La mayoría de las especies de varias familias características de tierras bajas desaparecen (e.g. Bombacaceae s.s.) (Valencia *et al.* 1999). Familias representativas en este ecosistema son: Lauraceae, Rubiaceae, Moraceae, Urticaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae s.l. y Arecaceae. Entre los géneros arbóreos, en el dosel se encuentran: *Ficus*, *Ocotea*, *Nectandra*, *Persea*, *Guarea*, *Carapa*, *Inga*; en el subdosel: *Cecropia*, *Miconia*, *Palicourea*, *Psychotria* y *Elaeagia*. En palmas, se observa: *Socratea exorrhiza*, *Ceroxylon echinulatum*, *Prestoea acuminata* y *Geonoma* sp. (Nieder and Barthlott 2001; MECN-SA DMQ 2010).

Especies diagnósticas: *Alsophila erinacea*, *Beilschmiedia costaricensis*, *Calatola costaricensis*, *Carapa megistocarpa*, *Cedrela odorata*, *Chrysochlamys dependens*, *Croton floccosus*, *Cyathea caracasana*, *Cybianthus peruvianus*, *Elaeagia utilis*, *Eriotheca squamigera*, *Escallonia pendula*, *Guarea kunthiana*, *Gustavia dodsonii*, *G. speciosa*, *Hedyosmum racemosum*, *Hieronyma alchorneoides*, *Huerteia glandulosa*, *Ladenbergia macrophylla*, *Mauria hererophylla*, *Morus insignis*, *Nectandra acutifolia*, *N. globosa*, *N. lineata*, *Otoba gordoniiifolia*, *Prestoea acuminata*, *Protium ecuadorensis*, *Sapium laurifolium*, *S. stylare*, *Tovomita weddelliana*, *Turpinia occidentalis*.

Según Sierra *et al.* (1999), la zona de estudio pertenece a la formación vegetal; *Bosque siempreverde montano bajo*, y según Cañadas (1983) pertenece a la zona de vida; *Bosque húmedo Montano Bajo*.

Bosque siempreverde montano bajo

Es similar a los bosques húmedos montanos bajos de las estribaciones de la cordillera occidental, pero restringido a una franja altitudinal más amplia, entre los 1.300 m y 2.000 m.s.n.m. La altura del dosel puede alcanzar los 25 a 30 m. En esta franja de vegetación la mayoría de las especies, al igual que familias enteras de árboles características de las tierras bajas desaparece (tal es el caso de Bombacaceae y Myristicaceae). Las leñosas trepadoras también disminuyen tanto en el número de especies como en el de individuos, mientras que las epífitas (musgos, helechos, orquídeas y bromelias) se vuelven más abundantes. Esta formación puede ser encontrada, por ejemplo, en la cordillera de los Guacamayos y en Borja. Las especies características son: varias especies de Araceae; *Dictyocaryum lamarckianum*, *Ceroxylon echinulatum*, *Geonoma weberbaueri* (Arecaceae); *Cecropia andina* y *C. hachensis* (Cecropiaceae); *Hedyosmum* spp. (Chloranthaceae); *Cyathea* sp. (Cyatheaceae); *Sapium utile* y *S.* spp. (Euphorbiaceae); *Heliconia* spp. (Heliconiaceae); *Ocotea* spp. (Lauraceae); *Miconia porphyrotricha* y *M.* spp. (Melastomataceae); *Cedrela odorata*, *Guarea kunthiana* (Meliaceae); *Casearia* spp. (Flacourtiaceae); *Ficus* spp., *Morus insignis* (Moraceae); *Piper* spp. (Piperaceae), *Chusquea* spp. (Poaceae); *Elaegia* sp. (Rubiaceae) (Sierra *et al.*, 1999).

C. Tipos de Vegetación

En el área operativa de la concesión minera La Plata se registraron cuatro tipos de cobertura vegetal que se describen a continuación:

Bosque natural intervenido (Bn)

Este tipo de vegetación se registró principalmente en los parches aislados, la vegetación se encuentra en áreas con pendientes pronunciadas o generalmente alrededor de las quebradas. En este tipo de bosque se registran especies emergentes que sobrepasan los 30 m de alto, el dosel es heterogéneo con árboles de 20 a 25 m de alto y el subdosel con árboles de 10 a 15 m de alto y el sotobosque con algunas especies de los estratos superiores. Las especies más comunes de este tipo de vegetación son: *Allophyllus* cf. *punctata* (Pilche), *Chrysochlamys colombiana*, *Clusia crenata* (Guandera), *Guarea kunthiana* (Manzano), *Cybianthus peruvianus* (Carmuelán), *Nectandra purpurea* (Aguacatillo), *Nectandra acutifolia*, *Persea pseudofasciculata* (Aguacatillo rojo), etc.

Rastrojo de Bosques (Rb)

Este tipo de vegetación se encuentra cerca de las quebradas, este tipo se caracteriza porque anteriormente sufrió algún tipo de intervención sea antrópica o natural y actualmente se encuentra regenerando y dando paso al bosque natural. La estructura de estos relictos es

muy heterogénea con la presencia de árboles rezagados como: *Hyeronima oblonga* (Motilón), *Palicourea demissa* (Naranja), *Hyeronima alchorneides* (Motilón), (Guarumo) *Cecropia gabrielis*, *Cecropia* sp., (Guarumo), *Meriania máxima* (Mayo), *Lozanella enantiophylla* (Cundla), *Vismia baccifera* (Achotillo), *Heliocarpus americanus* (Balsa blanca).

Pastizales (Pa)

Este tipo de vegetación es abundante en la zona de estudio. Está conformada por pastizales destinados a actividades pecuarias, principalmente de ganado vacuno, cuya especie dominante es el pasto miel (*Setaria sphacelata*). Además, las áreas revegetadas también están conformadas por pasto.

Las especies más frecuentes en los pastizales que se observaron son: *Setaria sphacelata* (pasto miel); *Brachiaria decumbens* (pasto saboya).

Cultivos

Este tipo de vegetación es muy abundante en el área de estudio y corresponde principalmente a caña de azúcar *Saccharum officinarum*, cultivos de balsa y frutales.

6.2.4.4 Metodología

En el estudio se realizaron varias metodologías tanto cuantitativas como cualitativas, en el método cuantitativo se utiliza parcelas temporales. Las parcelas de investigación son una herramienta eficaz para conocer y muestrear las áreas forestales, ellas proporcionan información sobre las condiciones de los bosques naturales, dan información necesaria para establecer estrategias de manejo, el desarrollo de modelos de crecimiento, los muestreos biológicos entre otros. Según Bolfor, 1999 si la superficie de la concesión o terreno es menor de 20 000 ha, el tamaño de las parcelas que se instalen tendrá una superficie de 0,25 ha. Respecto a la forma se recomienda instalar parcelas cuadradas sean estas de 100 x 100 (1 ha) y de 50 x 50 m (0,25 ha).

A. Muestreo Cuantitativo

Durante los días del 7 al 15 de septiembre del 2021, se realizó el levantamiento de información en los remanentes boscosos del ecosistema Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes. El estudio aportó con información cuantitativa a través de la instalación de tres parcelas temporales de 2500 m².

La identificación taxonómica preliminar se realizó *in situ* usando la experticia del botánico, describiendo las características dendrológicas de las especies y con la ayuda de claves taxonómicas. Se realizó un registro fotográfico de las especies registradas en las parcelas.

Instrumentos. – Para el trabajo de campo se utilizaron los equipos detallados en el cuadro 6.2-10.

Cuadro 6.2-10: Instrumentos Utilizados en Campo		
 a) Brújula	 b) Podadora aérea (Guadaña)	 c) Flexómetro
 d) cámara	 e) Piola roja	 f) Binoculares
 g) GPS	 h) Estacas	 i) Guías fotográficas
 j) Libreta de campo	 k) Pintura roja espray	 l) Mapa de cobertura vegetal
 m) machetes	 n) limas	 o) fundas plásticas
 p) Cinta diamétrica	 q) Cinta de marcaje	 r) botiquín primeros auxilios
<p>Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021 Procesamiento: ESSAM, 2022.</p>		

Delimitación de la parcela. – Se delimitaron tres parcelas temporales de 2500 m², una en cada punto de muestreo cuantitativo. Todas las parcelas están dentro del ecosistema Bosque siempreverde de montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes. Las parcelas fueron delimitadas con balizas de madera, marcadas con cinta de color rojo y ubicadas en los vértices de los cuadrantes, las parcelas fueron subdivididas en cinco franjas para poder realizar la curva de acumulación de especies.

Técnicas de recolección de datos. – Dentro de cada parcela se registraron todos los árboles que presentaron un diámetro a la altura del pecho (DAP) \geq a 5. El diámetro fue medido a 1,3 m desde la superficie del suelo.

La identificación se realizó *in situ* usando el conocimiento del especialista botánico, ayudado de características dendrológicas como olor de la corteza, látex, tipo de raíces y bibliografía especializada. Adicionalmente, se realizaron colecciones florísticas ayudados de una podadora aérea (guadaña) y trepadoras aéreas, únicamente de las plantas que no se logró identificar en el lugar, o aquellas que son consideradas raras y tienen la posibilidad de ser un registro de interés. Se dio prioridad a plantas que estén en estado fértil (con flores y/o frutos). En el *Anexo Digital 6.2 Componente Biótico/ 6.2-2: Solicitud de Movilización*, se incluye el respectivo certificado de movilización.

En base a la arquitectura vegetal de estos bosques, se determinó la estructura de cada punto, clasificándolos de la siguiente manera: *emergentes*, que son los árboles superiores a los 35 m de altura; *dosel*, constituido por árboles entre 20 y 30 m; *subdosel*, que consta de árboles que tienen desde 10 a 20 m de altura; *sotobosque*, que está constituido por individuos menores a 10 m, y *estrato herbáceo*, conformado por plantas menores a 2 m.

Procesamiento de muestras. – Las muestras colectadas en campo fueron prensadas en papel periódico, luego se guardaron en fundas de plástico de color negro, empapadas en alcohol potable al 70%, con la finalidad de evitar la proliferación de hongos hasta el proceso de secado. Se movilizó hacia el Herbario Nacional del Ecuador (QCNE) un total de 15 paquetes con muestras botánicas, para lo cual se contó con la Guía de Movilización de Especímenes de Vida Silvestre, Elementos Constitutivos y Muestras Biológicas N.º 18, emitida por la autoridad ambiental el 17 de septiembre de 2021.

B. Muestreo Cualitativo

Se realizaron un total de 12 transectos, a través de este método, de acuerdo con el criterio del especialista, se identificaron las especies vegetales presentes en todos los estratos verticales del bosque; adicionalmente se describió el relieve y se registraron las coordenadas geográficas. Para ello se efectuaron colecciones al azar de plantas en estado fértil, mediante

caminatas libres por los transectos de aproximadamente 250 m x 2 m. Se tuvo especial atención en aquellas especies de mayor abundancia y de valor ecológico (especies raras, fuentes de alimento, uso humano).

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

C. Esfuerzo de muestreo

Las parcelas fueron realizadas por un técnico botánico y dos asistentes de campo. Cada parcela se muestreó en dos días debido a que se ubicaron en parches pequeños de vegetación que colindan con pastizales y cultivos de caña de azúcar. A continuación, se detalla el esfuerzo de muestreo de la campaña de campo del Componente Flora.

Cuadro 6.2-11: Esfuerzo de Muestreo – Componente Flora

No	Código	Método	Número de días	Horas por día	Superficie muestreada	Horas totales
1	LPQ-BI-1	Parcela	2	8	0,25 ha (2.500m ²)	16
2	LPQ-BI-2	Parcela	2	8	0,25 ha (2.500m ²)	16
3	LPQ-BI-3	Parcela	2	8	0,25 ha (2.500m ²)	16
4	LPq-BI-01	Transecto	1	4	500 m ²	4
5	LPq-BI-02	Transecto	1	4	500 m ²	4
6	LPq-BI-03	Transecto	1	4	500 m ²	4
7	LPq-BI-04	Transecto	1	4	500 m ²	4
8	LPq-BI-05	Transecto	1	4	500 m ²	4
9	LPq-BI-06	Transecto	1	4	500 m ²	4
10	LPq-BI-07	Transecto	1	4	500 m ²	4
11	LPq-BI-08	Transecto	1	4	500 m ²	4
12	LPq-BI-09	Transecto	1	4	500 m ²	4
13	LPq-BI-10	Transecto	1	4	500 m ²	4
14	LPq-BI-11	Transecto	1	4	500 m ²	4
15	LPq-BI-12	Transecto	1	4	500 m ²	4

Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

D. Análisis de Datos

Secado e identificación de muestras. – Las muestras fueron secadas en estufas a gas por un período de 48 horas. Después de ese período fueron retiradas de las prensas para su posterior identificación por medio de comparación con herbarios virtuales.

El material recolectado fue identificado en función de la comparación con especímenes de la colección botánica de herbarios virtuales, debido a la situación actual de salud los herbarios se encuentran con acceso limitado, además de claves taxonómicas y bibliografía especializada. Los herbarios virtuales utilizados fueron: BioWeb de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (<https://adminbioweb.com/index.html>), el Field Museum of Chicago (<http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>), Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org/>), New York Botanical Garden (<http://sciweb.nybg.org/science2/vii2.asp>) y Kew Royal Botanic Gardens (<http://apps.kew.org/herbcat/navigator.do>).

Los nombres comunes y científicos registrados en el campo fueron verificados con el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jorgensen & León, 1999), colecciones del Herbario Nacional QCNE, Enciclopedia de la Plantas Útiles del Ecuador (de la Torre *et al.*, 2008) y la base de datos (Trópicos, 2021 www.tropicos.org).

Se presenta en el *Anexo Digital 6.2 Componente Biótico/ 6.2-3 Deposito Museo/ 1 Deposito Flora*, el certificado QCNE-001-2022 de depósito de colecciones botánicas en el Herbario Nacional del Ecuador (QCNE). Se movilizaron un total de 249 muestras de las cuales 87 fueron ingresadas al herbario, Además se revisaron 162 muestras botánicas que no fueron recibidas por no ser requeridos para esta institución.

Análisis de la diversidad y composición florística. – Con los diámetros de los individuos registrados se calculó el Área Basal en las parcelas y junto con la Densidad y Dominancia Relativa, se obtuvo el Índice de Valor de Importancia (IVI), para especies y familias (Campbell *et al.* 1986, Campbell 1989). El índice del valor de importancia de una especie y familia es la suma de su densidad y dominancia relativas y se expresa en porcentajes. Para el análisis del inventario cuantitativo se usaron las fórmulas propuestas por Campbell *et al.*, (1986).

- **Área Basal (AB) en m²**

Se la define como el área del DAP en corte transversal del tallo o tronco del individuo. El área basal de una especie es determinada en una parcela por la suma de las áreas basales de todos los individuos con DAP \geq 5 cm (Aguirre y Aguirre 1999).

$$AB = \frac{\pi D^2}{4}$$

Ecu. 6.2-1

Dónde:

- D = Diámetro a la altura del pecho
- π = Constante 3,1416

• **Densidad Relativa (DnR)**

Está determinada por el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población (Aguirre y Aguirre 1999); en este caso con respecto al número total de árboles de la parcela.

$$DnR = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Número total de individuos de la parcela}} \times 100$$

Ecu. 6.2-2

• **Dominancia Relativa (DmR)**

Representa el porcentaje de biomasa que aporta una determinada especie. Se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada (Aguirre y Aguirre 1999).

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

Ecu. 6.2-3

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

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a dos parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal) y densidad. El índice de valor de importancia (IVI) es la suma de estos dos parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. Para obtener el IVI es necesario transformar los datos de área basal y densidad en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del IVI será igual a 200 (Mostacedo y Fredericksen 2000).

$$IVI = DnR + DmR$$

Ecu. 6.2-4

- **Volumen de árboles en pie**

Se define como la cantidad de madera estimada en m³ a partir del tocón hasta el ápice del árbol. El volumen puede ser total o comercial, sin incluir las ramas. Depende a partir de que se tomen las alturas, si es altura comercial, o altura total. En nuestro caso por ser un bosque latifoliado normalmente se calcula el volumen total del fuste.

$$V=AB*L*ff$$

Ecu. 6.2-5

Dónde:

- V= Volumen total del árbol (m³)
- Ff= Factor de forma (0.70 en latifoliada)
- L= Altura total del fuste
- AB= Área basal (m²)

- **Índice de Diversidad de Shannon-Wiener**

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Wiener (Shannon y Wiener 1949), derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa, y los valores van de 0 a 5 (Pla 2006). La fórmula del índice de Shannon-Wiener es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

Ecu. 6.2-6

Dónde:

- s: Número de especies (riqueza de especies)
- p_i: Proporción de individuos de las especies i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i), $\frac{n_i}{N}$
- N_i: Número de individuos de las especies i
- N: Número de todos los individuos de todas las especies

Cuadro 6.2-12: Interpretación del índice de Shannon-Wiener	
< 1.5	Diversidad baja
1.6 a 3.5	Diversidad media
≥ 3.6	Diversidad alta
Fuente: Yáñez 2014, Magurran 2004 Procesamiento: ESSAM, 2022.	

- **Índice de Diversidad de Simpson (1-D)**

Este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población de N individuos provengan de la misma especie.

Si una especie dada i (i=1,2,..., S) es representada en la comunidad por Pi (Proporción de individuos), la probabilidad de extraer al azar dos individuos pertenece a la misma especie, es la probabilidad conjunta [(Pi) (Pi), o Pi²].

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

Ecu. 6.2-7

Dónde:

∑: Sumatoria

pi: Es el número de individuos de la especie i, dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). Como el índice de Simpson (λ) refleja el grado de dominancia en una comunidad, la diversidad de esta puede calcularse como:

$$D = \frac{1}{\lambda}$$

Ecu. 6.2-8

Cuadro 6.2-13: Interpretación Diversidad del Simpson (1-D)	
Valor	Criterio
< 0,33	Baja diversidad
0,34 a 0,66	Mediana diversidad
> 0,66	Alta diversidad
Fuente: Yáñez, 2014	
Procesamiento: ESSAM, 2022.	

- **Índice de Chao1**

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao, 1984; Chao y Lee, 1992; Smith y van Belle, 1984) (Moreno, 2001).

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

Ecu. 6.2-9

Donde

S = Número de especies de la muestra.

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

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

- **Estimador ACE**

ACE e ICE son estimadores que utilizan datos de abundancia, basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, que se refiere a la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas (Colwell et al., 2004). El estimador ACE utiliza para las estimaciones para diez o menos individuos por muestra, el ICE utiliza especies encontradas en diez o menos muestras (Lee y Chao, 1994).

- **Curva de Acumulación de Especies**

Se construye a partir de la relación entre el número de especies observadas en forma acumulada sobre una serie de unidades de muestreo o subparcelas (Melo y Vargas, 2003).

- **Índice Jaccard.**

El índice de Jaccard (I_j) o coeficiente de Jaccard (I_j) mide el grado de similitud entre dos conjuntos, sea cual sea el tipo de elementos. Es decir, la cardinalidad de la intersección de ambos conjuntos dividida por la cardinalidad de su unión.

$$J = \left(\frac{C}{A+B-C} \right) \times 100$$

Ecu. 6.2-10

Dónde:

J=índice de Jaccard

A=Número de especies de la comunidad A

B=Número de especies de la comunidad B

C=Número de especies comunes en ambas comunidades

E. Aspectos Ecológicos

Los estudios de vegetación son importantes desde la perspectiva de la dinámica del bosque ya que la cantidad de especies, que pueden coexistir en equilibrio en un ambiente dado, refleja la cantidad de formas en que las plantas y animales pueden sobrevivir en ese

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

- **Estructura horizontal**

Un parámetro importante para determinar la estructura horizontal de un bosque es el área basal en m². La estructura horizontal se representa por la distribución diamétrica de los árboles.

Se entiende por estructura horizontal al arreglo espacial de los organismos, en este caso árboles. En los bosques este fenómeno es reflejado en la distribución de individuos en clases diamétricas a intervalos de 10 cm (Juvenal & Salas 1997). La distribución de los árboles en clases diamétricas resulta fundamental para el estudio de los bosques, ya que permite precisar los efectos de los principales factores ambientales sobre la arquitectura de estos. La distribución de una especie en clases diamétricas, permite inferir sobre la dinámica poblacional, además de dilucidar el estado de salud de la población, pudiendo reflejar el estado de conservación del bosque (Rollet 1980, Arturi *et al.* 1998)

- **Estructura Vertical**

Una de las características particulares de los bosques tropicales es el gran número de especies representadas por pocos individuos. Además, con patrones complejos de tipo espacial entre el suelo y el dosel (Bourgeron, 1983). Lo anterior sugiere que la evaluación de la estructura vertical se debe conducir de una forma diferente a la que se hace en los bosques de las zonas templadas. En éstas, los ecosistemas boscosos presentan una estructura poblacional inversa a la de los bosques tropicales, es decir, pocas especies representadas cada una por un número elevado de individuos, generando estructuras homogéneas con patrones simples de estratificación entre el dosel y el suelo, que frecuentemente presentan tres niveles que corresponde al estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo (Kageyama, 1995).

En los ecosistemas boscosos de las regiones tropicales, la estructura vertical, se puede estudiar bajo diferentes concepciones o puntos de vista, de acuerdo con la naturaleza de los estudios, lo que conduce a múltiples criterios de estratificación. Se han identificado tres tendencias respecto al concepto de estratificación de los bosques tropicales (Moreno, 1991: no publicado).

La estructura vertical del bosque está expresada por la distribución de las alturas de los árboles. A continuación, se describe la distribución vertical de las parcelas estudiadas.

En base a la arquitectura vegetal de estos bosques, se determinó la estructura de cada punto, clasificándolos de la siguiente manera: *emergentes*, que son los árboles superiores a los 35 m de altura; *dosel*, constituido por árboles entre 20 y 30 m; *subdosel*, que consta de árboles que tienen desde 10 a 20 m de altura; *sotobosque*, que está constituido por individuos menores a 10 m, y *estrato herbáceo*, conformado por plantas menores a 2 m.

- **Especies Sensibles**

Aquellas cuyo hábitat característico está particularmente amenazado, en grave regresión, fraccionado o muy limitado.

- **Estado de Conservación y Endemismo**

El endemismo de las especies se examinó con el Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición (León-Yáñez et al., 2011); y las categorías de amenaza se revisó la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden (MO) (Trópicos, 2020), el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jorgensen & León-Yáñez, 1999) y en Adiciones a la Flora del Ecuador segundo suplemento (Neill & Ulloa, 2011).

Categoría UICN	Abreviación
En Peligro Crítico	CR
En Peligro	EN
Vulnerable	VU
Casi amenazada	NT
Preocupación menor	LC
No evaluada	NE
No identificada	DD
Fuente: UICN, 2020.	
Elaboración: ESSAM, 2022	

- **Uso del Recurso Florístico**

La información recopilada se verificó con la Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador (De la Torre et al. 2008).

6.2.4.5 Análisis de Resultados

A. Resultados Cuantitativos

En esta sección se presentan los resultados cuantitativos, los parámetros analizados son: riqueza y abundancia de especies, Índice de valor de Importancia (IVI), Índices de diversidad de Shannon-Winner, Simpson, Jaccard, cálculos de área basal (AB), Volumen maderable total y comercial, y el estado de conservación de las especies registradas.

❖ Parcela LPQ-B1-1 (Sector Las Minas)

Riqueza y Abundancia

En la parcela LPQ-BI-1 se registraron un total de 178 individuos correspondientes a 62 especies, 47 géneros y 32 familias, tal como se muestra en el gráfico 6.2-2.

Las familias más importantes por el número de individuos, especies y géneros fueron: Moraceae con 19 individuos, 7 especies y 2 géneros; seguida por Myristicaceae con 14 individuos, 2 especies y 2 géneros; Chloranthaceae con 12 individuos, 1 especie y 1 género; Lauraceae con 11 individuos, 5 especies y 4 géneros y Primulaceae con 11 individuos, 3 especies y 2 géneros, las demás familias presentan menos de 11 individuos, tal como se muestra en el cuadro 6.2-15 y en el gráfico 6.2-2.

N°	Familia	Individuos		Especie		Género	
		N°	%	N°	%	N°	%
1	Moraceae	19	10,674	7	11,290	2	4,255
2	Myristicaceae	14	7,865	2	3,226	2	4,255
3	Chloranthaceae	12	6,742	1	1,613	1	2,128
4	Lauraceae	11	6,180	5	8,065	4	8,511
5	Primulaceae	11	6,180	3	4,839	2	4,255
6	Fabaceae	10	5,618	3	4,839	1	2,128
7	Salicaceae	10	5,618	3	4,839	2	4,255
8	Melastomataceae	9	5,056	2	3,226	2	4,255
9	Myrtaceae	9	5,056	5	8,065	3	6,383
10	Cannabaceae	6	3,371	1	1,613	1	2,128
11	Cyatheaceae	6	3,371	1	1,613	1	2,128
12	Lamiaceae	6	3,371	1	1,613	1	2,128
13	Urticaceae	6	3,371	2	3,226	1	2,128
14	Arecaceae	5	2,809	2	3,226	2	4,255
15	Rubiaceae	5	2,809	2	3,226	2	4,255
16	Siparunaceae	5	2,809	3	4,839	1	2,128

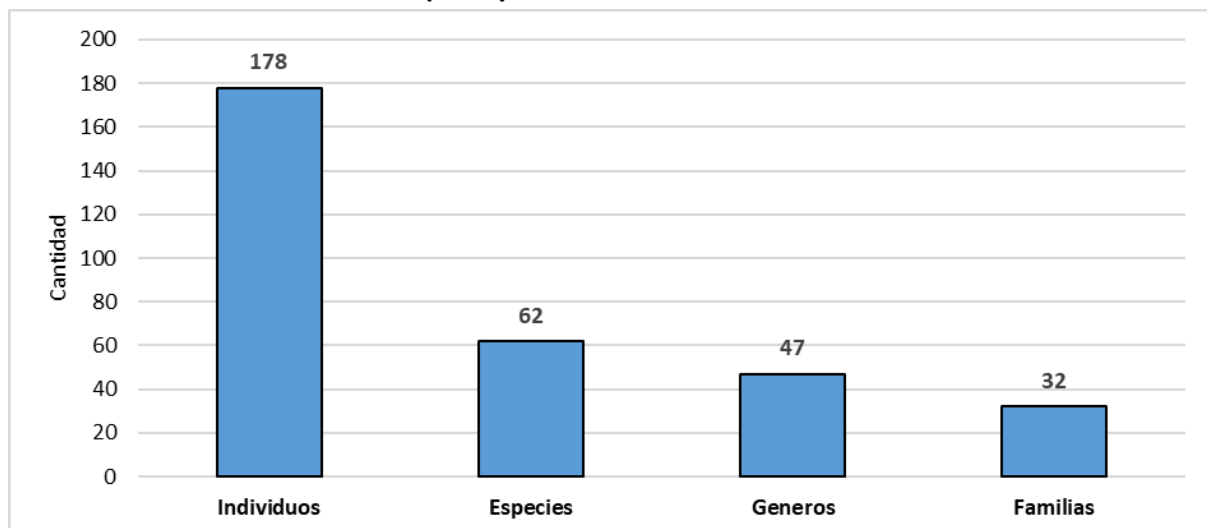
Cuadro 6.2-15: Porcentaje de especies y géneros por familia – Parcela LPQ-BI-1

N°	Familia	Individuos		Especie		Género	
		N°	%	N°	%	N°	%
17	Annonaceae	4	2,247	2	3,226	2	4,255
18	Elaeocarpaceae	4	2,247	1	1,613	1	2,128
19	Icacinaceae	3	1,685	1	1,613	1	2,128
20	Indeterminada	3	1,685	1	1,613	1	2,128
21	Meliaceae	3	1,685	2	3,226	2	4,255
22	Anacardiaceae	2	1,124	1	1,613	1	2,128
23	Clusiaceae	2	1,124	2	3,226	2	4,255
24	Malvaceae	2	1,124	1	1,613	1	2,128
25	Phyllanthaceae	2	1,124	1	1,613	1	2,128
26	Rutaceae	2	1,124	1	1,613	1	2,128
27	Symplocaceae	2	1,124	1	1,613	1	2,128
28	Araliaceae	1	0,562	1	1,613	1	2,128
29	Asteraceae	1	0,562	1	1,613	1	2,128
30	Boraginaceae	1	0,562	1	1,613	1	2,128
31	Euphorbiaceae	1	0,562	1	1,613	1	2,128
32	Hypericaceae	1	0,562	1	1,613	1	2,128
Total		178	100	62	100	47	100

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Gráfico 6.2-2: Riqueza y Abundancia de Flora - Parcela LPQ-B1-1



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Cuadro 6.2-16: Listado especies Flora identificadas - Parcela LPQ-B1-1

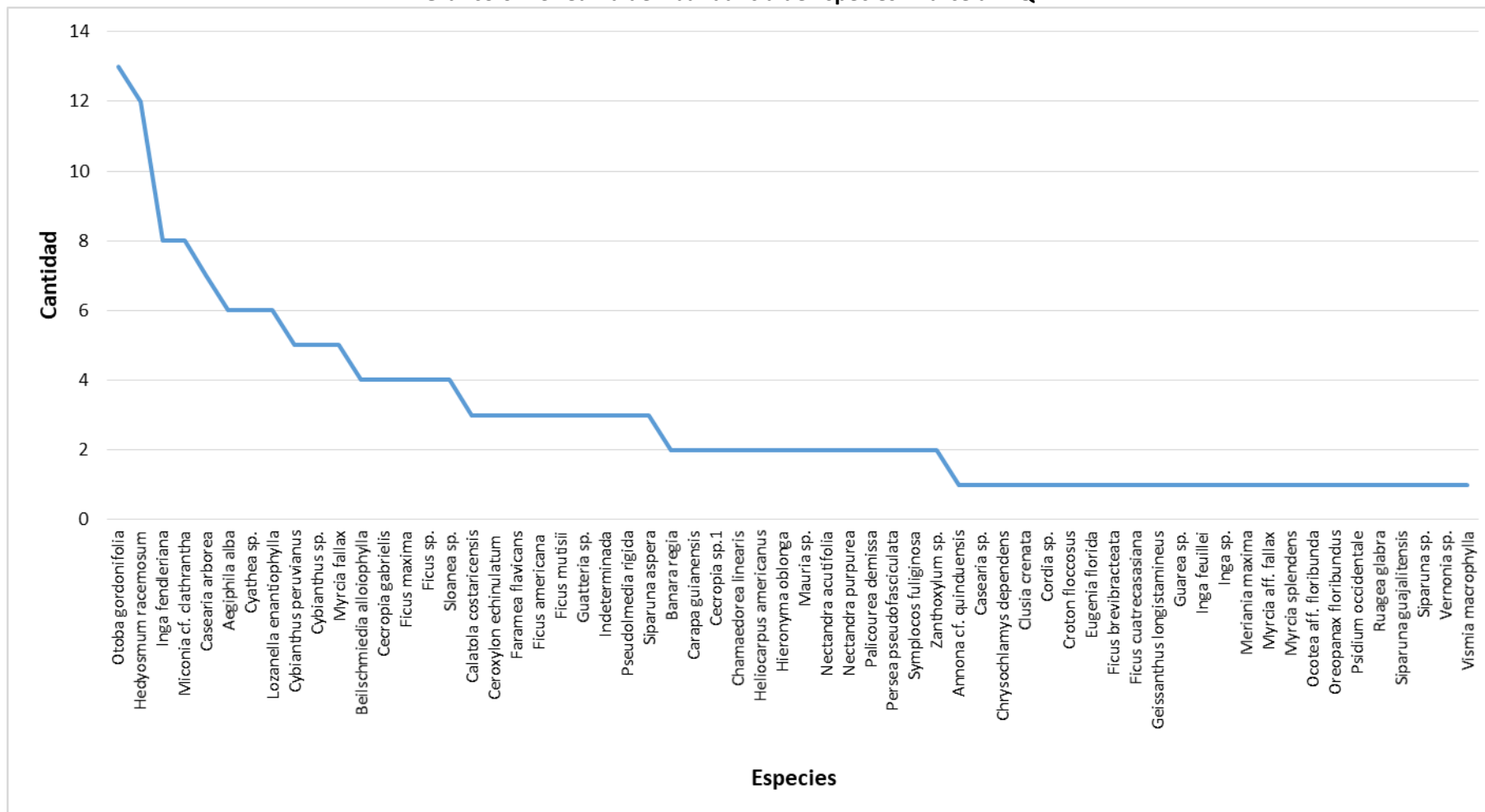
No	Familia	Especie	Frecuencia
1	Myristicaceae	<i>Otoba gordonifolia</i>	13
2	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i>	12
3	Fabaceae	<i>Inga fendleriana</i>	8
4	Melastomataceae	<i>Miconia cf. clathrantha</i>	8
5	Salicaceae	<i>Casearia arborea</i>	7
6	Lamiaceae	<i>Aegiphila alba</i>	6
7	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp.</i>	6
8	Cannabaceae	<i>Lozanella enantiophylla</i>	6
9	Primulaceae	<i>Cybianthus peruvianus</i>	5
10	Primulaceae	<i>Cybianthus sp.</i>	5
11	Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	5
12	Lauraceae	<i>Beilschmiedia alloiophylla</i>	4
13	Urticaceae	<i>Cecropia gabrielis</i>	4
14	Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	4
15	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	4
16	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea sp.</i>	4
17	Icacinaceae	<i>Calatola costaricensis</i>	3
18	Arecaceae	<i>Ceroxylon echinulatum</i>	3
19	Rubiaceae	<i>Faramea flavicans</i>	3
20	Moraceae	<i>Ficus americana</i>	3
21	Moraceae	<i>Ficus mutisii</i>	3
22	Annonaceae	<i>Guatteria sp.</i>	3
23	Indeterminada	<i>Indeterminada</i>	3
24	Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	3
25	Siparunaceae	<i>Siparuna aspera</i>	3
26	Salicaceae	<i>Banara regia</i>	2
27	Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	2
28	Urticaceae	<i>Cecropia sp.1</i>	2
29	Arecaceae	<i>Chamaedorea linearis</i>	2
30	Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	2
31	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma oblonga</i>	2
32	Anacardiaceae	<i>Mauria sp.</i>	2
33	Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i>	2
34	Lauraceae	<i>Nectandra purpurea</i>	2
35	Rubiaceae	<i>Palicourea demissa</i>	2
36	Lauraceae	<i>Persea pseudofasciculata</i>	2
37	Symplocaceae	<i>Symplocos fuliginosa</i>	2
38	Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp.</i>	2
39	Annonaceae	<i>Annona cf. quinduensis</i>	1
40	Salicaceae	<i>Casearia sp.</i>	1
41	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys dependens</i>	1
42	Clusiaceae	<i>Clusia crenata</i>	1
43	Boraginaceae	<i>Cordia sp.</i>	1
44	Euphorbiaceae	<i>Croton floccosus</i>	1

Cuadro 6.2-16: Listado especies Flora identificadas - Parcela LPQ-B1-1			
No	Familia	Especie	Frecuencia
45	Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i>	1
46	Moraceae	<i>Ficus brevibracteata</i>	1
47	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasiana</i>	1
48	Primulaceae	<i>Geissanthus longistamineus</i>	1
49	Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	1
50	Fabaceae	<i>Inga feuillei</i>	1
51	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	1
52	Melastomataceae	<i>Meriania maxima</i>	1
53	Myrtaceae	<i>Myrcia</i> aff. <i>fallax</i>	1
54	Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	1
55	Lauraceae	<i>Ocotea</i> aff. <i>floribunda</i>	1
56	Araliaceae	<i>Oreopanax floribundus</i>	1
57	Myrtaceae	<i>Psidium occidentale</i>	1
58	Meliaceae	<i>Ruagea glabra</i>	1
59	Siparunaceae	<i>Siparuna guajalitensis</i>	1
60	Siparunaceae	<i>Siparuna</i> sp.	1
61	Asteraceae	<i>Vernonia</i> sp.	1
62	Hypericaceae	<i>Vismia macrophylla</i>	1
Total			178
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021			
Elaboración: ESSAM, 2022			

Curva de Abundancia de Especies

Al analizar la curva de abundancia de especies de la parcela LPQ-B1-1, se determina a *Otoba gordonifolia* y *Hedyosmum racemosum* como las especie dominantes, seguida por un primer grupo con 14 especies consideradas medianamente dominantes, *Inga fendleriana*, *Miconia* cf. *clathrantha*, *Casearia arborea*, *Aegiphila alba*, *Cyathea* sp., *Lozanella enantiophylla*, *Cybianthus peruvianus*, *Cybianthus* sp., *Myrcia fallax*, *Beilschmiedia alloiophylla*, *Cecropia gabrielis*, *Ficus máxima*, *Ficus* sp. y *Sloanea* sp.; un segundo grupo con 22 especies consideradas como escasas y un tercer grupo de 24 especies consideradas como raras, con apenas un individuo (Gráfico 6.2-3).

Gráfico 6.2-3: Curva de Abundancia de Especies - Parcela LPQ-B1-1



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

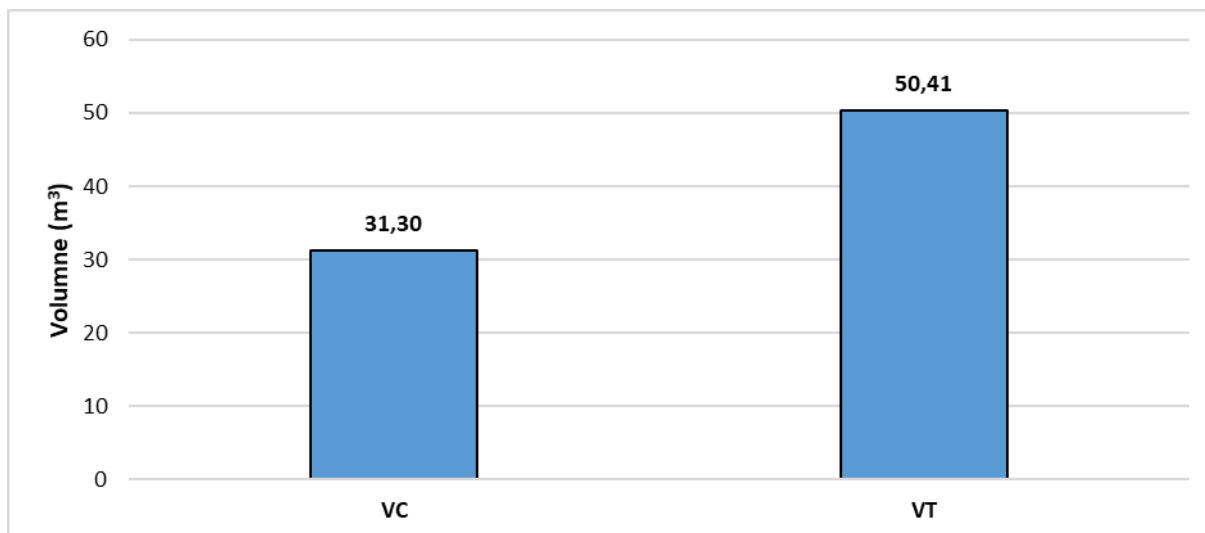
Área Basal (AB)

El Área basal registrada en la parcela fue de 4,797 m², las especies con mayor AB que se registraron en este muestreo fueron: *Otoba gordoniiifolia* (Myristicaceae) y *Nectandra acutifolia* (Lauraceae), con valores de 0,431 y 0,369 m² respectivamente, la primera de estas especie registró 13 individuos y la siguiente un número de dos individuos en la parcela establecida; en la escala del área basal calculada para cada especie, se evidencia que los valores van descendiendo de una manera continua, entre un rango que va desde los 0,353 a 0,003 m².

Biomasa

La biomasa de la parcela se estimó considerando el área basal y las alturas totales y comerciales de cada individuo y multiplicando por el factor de forma, por lo tanto, el volumen comercial (VC) fue de 31,30 m³ y el volumen total (VT) fue de 50,41 m³, los valores registrados son normales considerando que corresponden a un parche de bosque natural intervenido y que se encuentra rodeado de abundantes pastizales. Los valores se muestran en el gráfico 6.2-4.

Gráfico 6.2-4: Biomasa de la - Parcela LPQ-BI-1



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De acuerdo con el IVI las familias más importantes en la parcela son: Lauraceae con 26,798; Persea Moraceae con 23,431; Myristicaceae con 17,323; Cannabaceae con 10,72;

Chloranthaceae con 10,542; Primulaceae con 9,688; Myrtaceae con 8,943; y Fabaceae con 8,866. En el cuadro 6.2-17 se detalla las familias registradas en la parcela.

Cuadro 6.2-17: IVI de las familias registradas – Parcela LPQ-BI-1						
N°	Familia	Fr	AB (m ²)	DnR	DmR	IVI
1	Lauraceae	11	0,989	6,180	20,618	26,798
2	Moraceae	19	0,612	10,674	12,757	23,431
3	Myristicaceae	14	0,454	7,865	9,458	17,323
4	Cannabaceae	6	0,353	3,371	7,349	10,720
5	Chloranthaceae	12	0,182	6,742	3,801	10,542
6	Primulaceae	11	0,168	6,180	3,508	9,688
7	Myrtaceae	9	0,186	5,056	3,887	8,943
8	Fabaceae	10	0,156	5,618	3,248	8,866
9	Salicaceae	10	0,133	5,618	2,772	8,390
10	Melastomataceae	9	0,141	5,056	2,945	8,001
11	Arecaceae	5	0,211	2,809	4,402	7,211
12	Malvaceae	2	0,281	1,124	5,856	6,980
13	Lamiaceae	6	0,097	3,371	2,019	5,390
14	Cyatheaceae	6	0,080	3,371	1,660	5,031
15	Siparunaceae	5	0,105	2,809	2,190	4,999
16	Meliaceae	3	0,146	1,685	3,043	4,729
17	Urticaceae	6	0,046	3,371	0,964	4,335
18	Rubiaceae	5	0,047	2,809	0,979	3,788
19	Elaeocarpaceae	4	0,070	2,247	1,463	3,710
20	Annonaceae	4	0,023	2,247	0,479	2,726
21	Indeterminada	3	0,048	1,685	0,996	2,681
22	Symplocaceae	2	0,054	1,124	1,127	2,251
23	Icacinaceae	3	0,015	1,685	0,313	1,998
24	Clusiaceae	2	0,038	1,124	0,801	1,925
25	Anacardiaceae	2	0,033	1,124	0,697	1,820
26	Euphorbiaceae	1	0,050	0,562	1,035	1,597
27	Phyllanthaceae	2	0,021	1,124	0,443	1,567
28	Rutaceae	2	0,013	1,124	0,281	1,404
29	Hypericaceae	1	0,015	0,562	0,321	0,883
30	Asteraceae	1	0,013	0,562	0,265	0,827
31	Araliaceae	1	0,010	0,562	0,203	0,765
32	Boraginaceae	1	0,006	0,562	0,125	0,687
Total		178	4,797	100	100	200

Nomenclatura: DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa; Fr: Frecuencia Relativa; AB: Área Basal; IVI: Índice de Valor de Importancia

Fuente: Trabajo de Campo. ESSAM, 2021

Procesamiento: ESSAM, 2022

De acuerdo con el IVI las especies más importantes en la parcela son: *Otoba gordonifolia* (Myristicaceae) con 16,295; *Lozanella enantiophylla* (Cannabaceae) con 10,72; *Hedyosmum racemosum* (Chloranthaceae) con 10,542; *Ficus* sp. (Moraceae) con 9,003; *Nectandra acutifolia* (Lauraceae) con 8,810; *Beilschmiedia alloiophylla* (Lauraceae) con 7,617; *Heliocarpus americanus* (Malvaceae) con 6,98; y *Persea pseudofasciculata* (Lauraceae) con 6,855.

Cuadro 6.2-18: IVI de las especies registradas – Parcela LPQ-BI-1

N°	Familia	Nombre científico	Fr	AB (m²)	DnR	DmR	IVI
1	Myristicaceae	<i>Otoba gordonifolia</i>	13	0,431	7,303	8,992	16,295
2	Cannabaceae	<i>Lozanella enantiophylla</i>	6	0,353	3,371	7,349	10,720
3	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i>	12	0,182	6,742	3,801	10,542
4	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	4	0,324	2,247	6,756	9,003
5	Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i>	2	0,369	1,124	7,687	8,810
6	Lauraceae	<i>Beilschmiedia alloiophylla</i>	4	0,258	2,247	5,370	7,617
7	Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	2	0,281	1,124	5,856	6,980
8	Lauraceae	<i>Persea pseudofasciculata</i>	2	0,275	1,124	5,731	6,855
9	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf. <i>clathrantha</i>	8	0,100	4,494	2,085	6,579
10	Fabaceae	<i>Inga fendleriana</i>	8	0,100	4,494	2,083	6,578
11	Salicaceae	<i>Casearia arborea</i>	7	0,119	3,933	2,476	6,408
12	Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	5	0,164	2,809	3,412	6,221
13	Arecaceae	<i>Ceroxylon echinulatum</i>	3	0,200	1,685	4,164	5,849
14	Lamiaceae	<i>Aegiphila alba</i>	6	0,097	3,371	2,019	5,390
15	Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp.	6	0,080	3,371	1,660	5,031
16	Primulaceae	<i>Cybianthus peruvianus</i>	5	0,106	2,809	2,209	5,018
17	Primulaceae	<i>Cybianthus</i> sp.	5	0,057	2,809	1,178	3,987
18	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.	4	0,070	2,247	1,463	3,710
19	Siparunaceae	<i>Siparuna aspera</i>	3	0,088	1,685	1,839	3,524
20	Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	4	0,057	2,247	1,180	3,427
21	Meliaceae	<i>Ruagea glabra</i>	1	0,134	0,562	2,804	3,365
22	Moraceae	<i>Ficus americana</i>	3	0,079	1,685	1,657	3,342
23	Moraceae	<i>Ficus mutisii</i>	3	0,077	1,685	1,597	3,282
24	Urticaceae	<i>Cecropia gabrielis</i>	4	0,026	2,247	0,551	2,798
25	Lauraceae	<i>Nectandra purpurea</i>	2	0,077	1,124	1,615	2,739
26	Indeterminada	<i>Indeterminada</i>	3	0,048	1,685	0,996	2,681
27	Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	3	0,037	1,685	0,761	2,447
28	Symplocaceae	<i>Symplocos fuliginosa</i>	2	0,054	1,124	1,127	2,251
29	Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp.	3	0,019	1,685	0,398	2,084
30	Icacinaceae	<i>Calatola costaricensis</i>	3	0,015	1,685	0,313	1,998
31	Rubiaceae	<i>Faramea flavicans</i>	3	0,014	1,685	0,286	1,972
32	Anacardiaceae	<i>Mauria</i> sp.	2	0,033	1,124	0,697	1,820
33	Rubiaceae	<i>Palicourea demissa</i>	2	0,033	1,124	0,693	1,816
34	Euphorbiaceae	<i>Croton floccosus</i>	1	0,050	0,562	1,035	1,597
35	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma oblonga</i>	2	0,021	1,124	0,443	1,567
36	Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.1	2	0,020	1,124	0,414	1,537
37	Melastomataceae	<i>Meriania maxima</i>	1	0,041	0,562	0,860	1,422
38	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.	2	0,013	1,124	0,281	1,404

Cuadro 6.2-18: IVI de las especies registradas – Parcela LPQ-BI-1

N°	Familia	Nombre científico	Fr	AB (m ²)	DnR	DmR	IVI
39	Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	1	0,040	0,562	0,836	1,398
40	Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	2	0,011	1,124	0,240	1,363
41	Arecaceae	<i>Chamaedorea linearis</i>	2	0,011	1,124	0,238	1,362
42	Salicaceae	<i>Banara regia</i>	2	0,010	1,124	0,216	1,339
43	Clusiaceae	<i>Clusia crenata</i>	1	0,036	0,562	0,745	1,306
44	Meliaceae	<i>Guarea sp.</i>	1	0,022	0,562	0,466	1,028
45	Moraceae	<i>Ficus brevibracteata</i>	1	0,021	0,562	0,431	0,993
46	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasasiana</i>	1	0,018	0,562	0,374	0,936
47	Fabaceae	<i>Inga feuillei</i>	1	0,016	0,562	0,329	0,890
48	Hypericaceae	<i>Vismia macrophylla</i>	1	0,015	0,562	0,321	0,883
49	Asteraceae	<i>Vernonia sp.</i>	1	0,013	0,562	0,265	0,827
50	Myrtaceae	<i>Myrcia aff. fallax</i>	1	0,011	0,562	0,233	0,795
51	Lauraceae	<i>Ocotea aff. floribunda</i>	1	0,010	0,562	0,215	0,777
52	Araliaceae	<i>Oreopanax floribundus</i>	1	0,010	0,562	0,203	0,765
53	Siparunaceae	<i>Siparuna guajalitensis</i>	1	0,009	0,562	0,192	0,754
54	Siparunaceae	<i>Siparuna sp.</i>	1	0,008	0,562	0,159	0,721
55	Boraginaceae	<i>Cordia sp.</i>	1	0,006	0,562	0,125	0,687
56	Primulaceae	<i>Geissanthus longistamineus</i>	1	0,006	0,562	0,121	0,683
57	Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	1	0,005	0,562	0,112	0,674
58	Annonaceae	<i>Annona cf. quinduensis</i>	1	0,004	0,562	0,080	0,642
59	Salicaceae	<i>Casearia sp.</i>	1	0,004	0,562	0,080	0,642
60	Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i>	1	0,003	0,562	0,070	0,632
61	Myrtaceae	<i>Psidium occidentale</i>	1	0,003	0,562	0,060	0,622
62	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys dependens</i>	1	0,003	0,562	0,057	0,619
Total			178	4,797	100	100	200

Nomenclatura: DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa; Fr: Frecuencia Relativa; AB: Área Basal; IVI: Índice de Valor de Importancia

Fuente: Trabajo de Campo. ESSAM, 2021

Procesamiento: ESSAM, 2022

❖ Parcela LPQ-B1-2

Riqueza y Abundancia

En la parcela LPQ-BI-2 se registraron un total de 114 individuos correspondientes a 49 especies, 41 géneros y 33 familias, tal como se muestra en el gráfico 6.2-5.

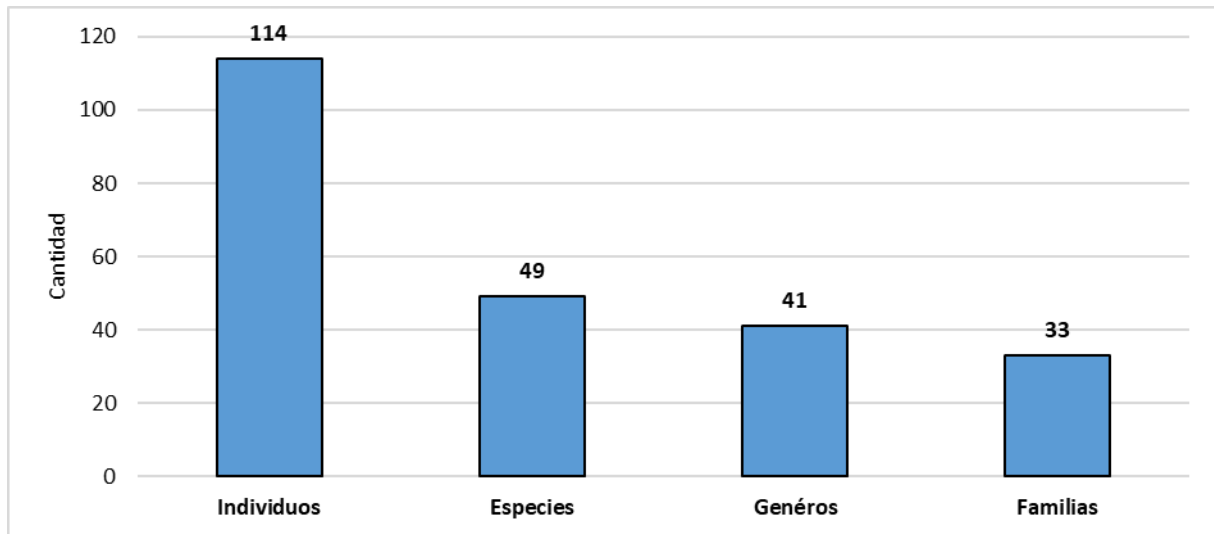
Las familias más importantes según el número de individuos, especies y géneros fueron: Lauraceae con 26 individuos, seis especies y cuatro géneros; seguida por Anacardiaceae con 11 individuos, dos especies y un género; Moraceae con diez individuos, seis especies y tres géneros; Sapindaceae con ocho individuos, una especie y un género y Actinidiaceae con seis

individuos, dos especies y un género, las demás familias presentan menos de seis individuos, tal como se muestra en el cuadro 6.2-19.

Cuadro 6.2-19: Porcentaje de especies y géneros por familia – Parcela LPQ-BI-2							
N°	Familia	Individuos		Especie		Género	
		N°	%	N°	%	N°	%
1	Lauraceae	26	22,807	6	12,245	4	9,756
2	Anacardiaceae	11	9,649	2	4,082	1	2,439
3	Moraceae	10	8,772	6	12,245	3	7,317
4	Sapindaceae	8	7,018	1	2,041	1	2,439
5	Actinidiaceae	6	5,263	2	4,082	1	2,439
6	Malvaceae	6	5,263	2	4,082	2	4,878
7	Cyatheaceae	4	3,509	1	2,041	1	2,439
8	Melastomataceae	4	3,509	1	2,041	1	2,439
9	Arecaceae	3	2,632	1	2,041	1	2,439
10	Euphorbiaceae	3	2,632	2	4,082	2	4,878
11	Phyllanthaceae	3	2,632	1	2,041	1	2,439
12	Rubiaceae	3	2,632	2	4,082	2	4,878
13	Symplocaceae	3	2,632	1	2,041	1	2,439
14	Elaeocarpaceae	2	1,754	2	4,082	1	2,439
15	Lamiaceae	2	1,754	1	2,041	1	2,439
16	Polygonaceae	2	1,754	1	2,041	1	2,439
17	Staphyleaceae	2	1,754	1	2,041	1	2,439
18	Araliaceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
19	Asteraceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
20	Boraginaceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
21	Burseraceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
22	Clusiaceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
23	Indeterminada	1	0,877	1	2,041	1	2,439
24	Lecythidaceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
25	Meliaceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
26	Myristicaceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
27	Myrtaceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
28	Piperaceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
29	Primulaceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
30	Rutaceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
31	Salicaceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
32	Siparunaceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
33	Urticaceae	1	0,877	1	2,041	1	2,439
Total		114	100	49	100	41	100

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

Gráfico 6.2-5: Riqueza y Abundancia de Flora - Parcela LPQ-B1-2



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Cuadro 6.2-20: Listado especies Flora identificadas - Parcela LPQ-B1-2

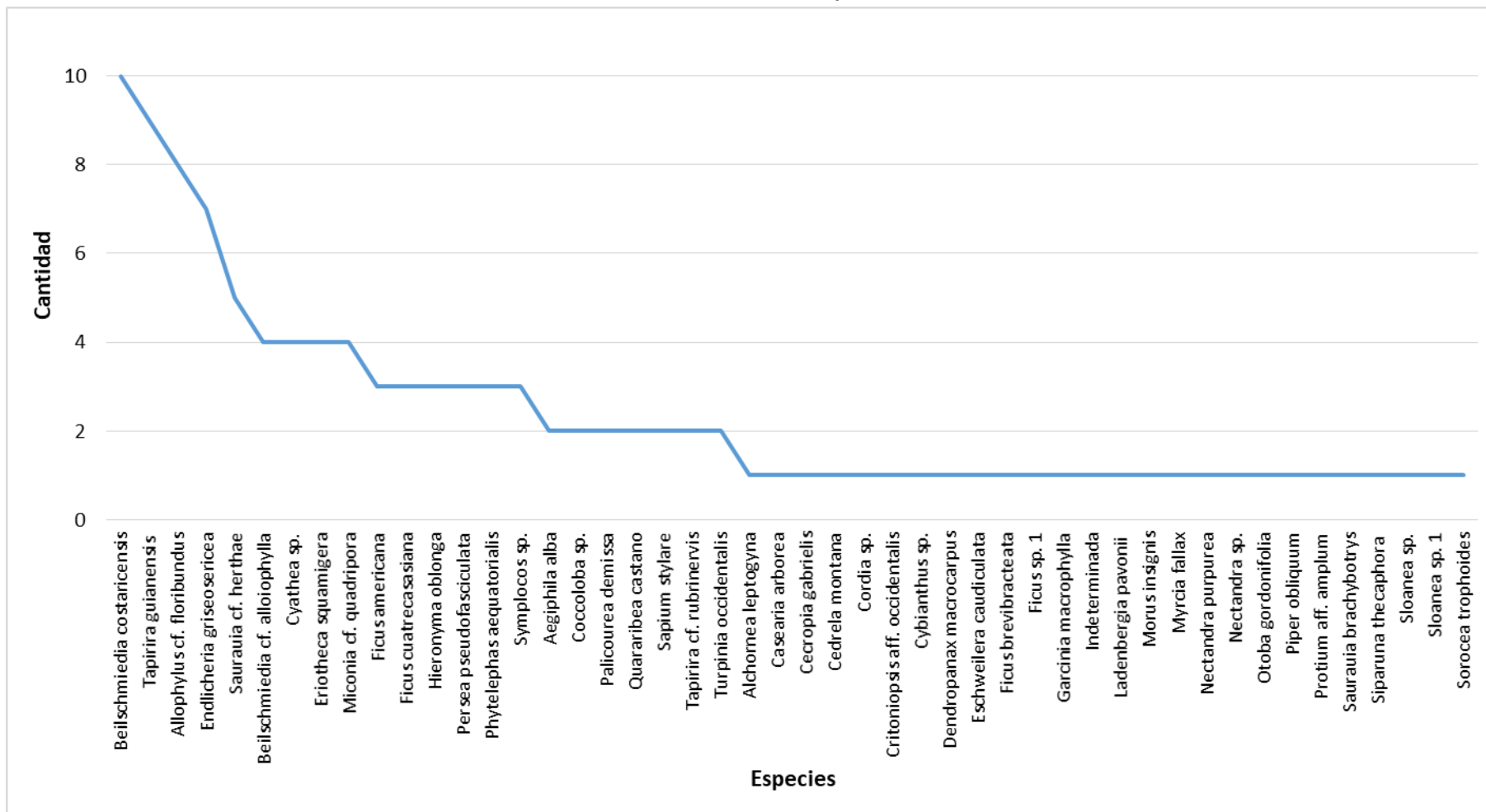
No	Familia	Especie	Frecuencia
1	Lauraceae	<i>Beilschmiedia costaricensis</i>	10
2	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	9
3	Sapindaceae	<i>Allophylus cf. floribundus</i>	8
4	Lauraceae	<i>Endlicheria griseosericea</i>	7
5	Actinidiaceae	<i>Saurauia cf. herthae</i>	5
6	Lauraceae	<i>Beilschmiedia cf. alloiophylla</i>	4
7	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp.</i>	4
8	Malvaceae	<i>Eriotheca squamigera</i>	4
9	Melastomataceae	<i>Miconia cf. quadripora</i>	4
10	Moraceae	<i>Ficus americana</i>	3
11	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasiana</i>	3
12	Moraceae	<i>Hieronyma oblonga</i>	3
13	Lauraceae	<i>Persea pseudofasciculata</i>	3
14	Arecaceae	<i>Phytelephas aequatorialis</i>	3
15	Symplocaceae	<i>Symplocos sp.</i>	3
16	Lamiaceae	<i>Aegiphila alba</i>	2
17	Polygonaceae	<i>Coccoloba sp.</i>	2
18	Rubiaceae	<i>Palicourea demissa</i>	2
19	Malvaceae	<i>Quararibea castano</i>	2
20	Euphorbiaceae	<i>Sapium stylare</i>	2
21	Anacardiaceae	<i>Tapirira cf. rubrinervis</i>	2
22	Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i>	2
23	Euphorbiaceae	<i>Alchornea leptogyna</i>	1
24	Salicaceae	<i>Casearia arborea</i>	1
25	Urticaceae	<i>Cecropia gabrielis</i>	1

Cuadro 6.2-20: Listado especies Flora identificadas - Parcela LPQ-B1-2			
No	Familia	Especie	Frecuencia
26	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	1
27	Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	1
28	Asteraceae	<i>Critoniopsis</i> aff. <i>occidentalis</i>	1
29	Primulaceae	<i>Cybianthus</i> sp.	1
30	Araliaceae	<i>Dendropanax macrocarpus</i>	1
31	Lecythidaceae	<i>Eschweilera caudiculata</i>	1
32	Moraceae	<i>Ficus brevibracteata</i>	1
33	Moraceae	<i>Ficus</i> sp. 1	1
34	Clusiaceae	<i>Garcinia macrophylla</i>	1
35	Indeterminada	<i>Indeterminada</i>	1
36	Rubiaceae	<i>Ladenbergia pavonii</i>	1
37	Moraceae	<i>Morus insignis</i>	1
38	Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	1
39	Lauraceae	<i>Nectandra purpurea</i>	1
40	Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	1
41	Myristicaceae	<i>Otoba gordonifolia</i>	1
42	Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	1
43	Burseraceae	<i>Protium</i> aff. <i>amplum</i>	1
44	Actinidiaceae	<i>Saurauia brachybotrys</i>	1
45	Siparunaceae	<i>Siparuna thecaphora</i>	1
46	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.	1
47	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp. 1	1
48	Moraceae	<i>Sorocea trophoides</i>	1
49	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.	1
Total			114
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021			
Elaboración: ESSAM, 2022			

Curva de Abundancia de Especies

Al analizar la curva de abundancia de especies de la parcela LPQ-B1-2, se determina a *Beilschmiedia costaricensis* y *Tapirira guianensis* como las especie dominantes, seguida por un primer grupo con siete especies consideradas medianamente dominantes, *Allophylus* cf. *floribundus*, *Endlicheria griseosericea*, *Saurauia* cf. *herthae*, *Beilschmiedia* cf. *aloiophylla*, *Cyathea* sp., *Eriotheca squamigera*, *Miconia* cf. *quadripora*; un segundo grupo con 13 especies consideradas como escasas y un tercer grupo de 27 especies consideradas como raras, con apenas un individuo (Gráfico 6.2-6).

Gráfico 6.2-6: Curva de Abundancia de Especies - Parcela LPQ-B1-2



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

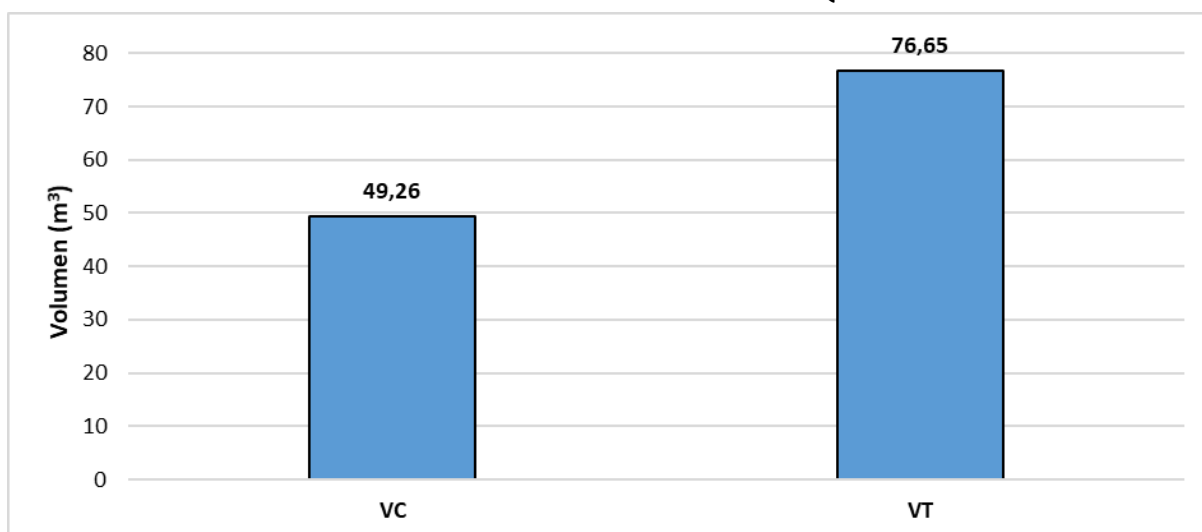
Área Basal (AB)

El Área basal registrada en la parcela fue de 5,397 m², las especies con mayor AB que se registraron en este muestreo fueron *Allophylus cf. floribundus* (Sapindaceae) y *Beilschmiedia costaricensis* (Lauraceae), con valores de 1,091 y 0,896 m² respectivamente, la primera de estas especie registró ocho individuos y la siguiente un número de diez individuos en la parcela establecida; en la escala del área basal calculada para cada especie, se evidencia que los valores descendiendo de una manera continua, entre un rango que va desde los 0,707 a 0,002 m².

Biomasa

La biomasa de la parcela se estimó considerando el área basal y las alturas totales y comerciales de cada individuo y multiplicando por el factor de forma, por lo tanto, el volumen comercial (VC) fue de 49,26 m³ y el volumen total (VT) fue de 76,65 m³, los valores registrados son normales considerando que corresponde a un parche de bosque natural intervenido y que se encuentra rodeado de abundantes pastizales. Los valores se muestran en el gráfico 6.2-7.

Gráfico 6.2-7: Biomasa de la - Parcela LPQ-BI-2



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De acuerdo con el IVI las familias más importantes en la parcela son: Lauraceae con 70,421; Sapindaceae con 27,236; Moraceae con 16,476; Anacardiaceae con 11,40; Malvaceae

con 8,149; Actinidiaceae con 7,166; Rubiaceae con 5,322; y Arecaceae con 5,219. En el cuadro 6.2-21 se detalla las familias registradas en la parcela.

Cuadro 6.2-21: IVI de las familias registradas – Parcela LPQ-BI-2						
N°	Familia	Fr	AB (m ²)	DnR	DmR	IVI
1	Lauraceae	26	2,569	22,807	47,614	70,421
2	Sapindaceae	8	1,091	7,018	20,218	27,236
3	Moraceae	10	0,416	8,772	7,704	16,476
4	Anacardiaceae	11	0,094	9,649	1,751	11,400
5	Malvaceae	6	0,156	5,263	2,886	8,149
6	Actinidiaceae	6	0,103	5,263	1,903	7,166
7	Rubiaceae	3	0,145	2,632	2,690	5,322
8	Arecaceae	3	0,140	2,632	2,587	5,219
9	Melastomataceae	4	0,069	3,509	1,275	4,783
10	Symplocaceae	3	0,067	2,632	1,238	3,870
11	Boraginaceae	1	0,160	0,877	2,974	3,851
12	Cyatheaceae	4	0,015	3,509	0,284	3,793
13	Euphorbiaceae	3	0,032	2,632	0,595	3,226
14	Araliaceae	1	0,115	0,877	2,124	3,001
15	Phyllanthaceae	3	0,019	2,632	0,356	2,987
16	Lamiaceae	2	0,056	1,754	1,029	2,784
17	Staphyleaceae	2	0,042	1,754	0,774	2,528
18	Elaeocarpaceae	2	0,013	1,754	0,232	1,987
19	Polygonaceae	2	0,009	1,754	0,162	1,916
20	Indeterminada	1	0,023	0,877	0,430	1,307
21	Urticaceae	1	0,015	0,877	0,286	1,163
22	Myristicaceae	1	0,008	0,877	0,151	1,028
23	Rutaceae	1	0,006	0,877	0,116	0,993
24	Lecythidaceae	1	0,005	0,877	0,100	0,977
25	Siparunaceae	1	0,005	0,877	0,085	0,962
26	Clusiaceae	1	0,004	0,877	0,071	0,949
27	Myrtaceae	1	0,004	0,877	0,071	0,949
28	Primulaceae	1	0,004	0,877	0,071	0,949
29	Asteraceae	1	0,003	0,877	0,048	0,925
30	Burseraceae	1	0,003	0,877	0,048	0,925
31	Meliaceae	1	0,003	0,877	0,048	0,925
32	Piperaceae	1	0,003	0,877	0,048	0,925
33	Salicaceae	1	0,002	0,877	0,043	0,920
Total		114	5,397	100	100	200
Nomenclatura: DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa; Fr: Frecuencia Relativa; AB: Área Basal; IVI: Índice de Valor de Importancia Fuente: Trabajo de Campo. ESSAM, 2021 Procesamiento: ESSAM, 2022						

De acuerdo con el IVI las especies más importantes en la parcela son: *Allophylus* cf. *floribundus* (Sapindaceae) con 27,236; *Beilschmiedia costaricensis* (Lauraceae) con 25,374;

Endlicheria griseosericea (Lauraceae) con 17,305; *Persea pseudofasciculata* (Lauraceae) con 15,740; *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) con 9,15; *Saurauia cf. herthae* (Actinidiaceae) con 6,190; *Beilschmiedia cf. alloiophylla* (Lauraceae) con 5,951; y *Phytelephas aequatorialis* (Arecaceae) con 5,219.

Cuadro 6.2-22: IVI de las especies registradas – Parcela LPQ-BI-2

N°	Familia	Nombre científico	Fr	AB (m²)	DnR	DmR	IVI
1	Sapindaceae	<i>Allophylus cf. floribundus</i>	8	1,091	7,018	20,218	27,236
2	Lauraceae	<i>Beilschmiedia costaricensis</i>	10	0,896	8,772	16,603	25,374
3	Lauraceae	<i>Endlicheria griseosericea</i>	7	0,602	6,140	11,165	17,305
4	Lauraceae	<i>Persea pseudofasciculata</i>	3	0,707	2,632	13,108	15,740
5	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	9	0,068	7,895	1,255	9,150
6	Actinidiaceae	<i>Saurauia cf. herthae</i>	5	0,097	4,386	1,804	6,190
7	Lauraceae	<i>Beilschmiedia cf. alloiophylla</i>	4	0,132	3,509	2,442	5,951
8	Arecaceae	<i>Phytelephas aequatorialis</i>	3	0,140	2,632	2,587	5,219
9	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasiana</i>	3	0,136	2,632	2,524	5,156
10	Moraceae	<i>Ficus americana</i>	3	0,125	2,632	2,312	4,943
11	Melastomataceae	<i>Miconia cf. quadripora</i>	4	0,069	3,509	1,275	4,783
12	Malvaceae	<i>Eriotheca squamigera</i>	4	0,048	3,509	0,889	4,398
13	Symplocaceae	<i>Symplocos sp.</i>	3	0,067	2,632	1,238	3,870
14	Boraginaceae	<i>Cordia sp.</i>	1	0,160	0,877	2,974	3,851
15	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp.</i>	4	0,015	3,509	0,284	3,793
16	Malvaceae	<i>Quararibea castano</i>	2	0,108	1,754	1,997	3,751
17	Lauraceae	<i>Nectandra purpurea</i>	1	0,141	0,877	2,609	3,486
18	Rubiaceae	<i>Ladenbergia pavonii</i>	1	0,139	0,877	2,570	3,447
19	Araliaceae	<i>Dendropanax macrocarpus</i>	1	0,115	0,877	2,124	3,001
20	Moraceae	<i>Ficus brevibracteata</i>	1	0,115	0,877	2,124	3,001
21	Moraceae	<i>Hieronyma oblonga</i>	3	0,019	2,632	0,356	2,987
22	Lamiaceae	<i>Aegiphila alba</i>	2	0,056	1,754	1,029	2,784
23	Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	1	0,091	0,877	1,688	2,566
24	Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i>	2	0,042	1,754	0,774	2,528
25	Anacardiaceae	<i>Tapirira cf. rubrinervis</i>	2	0,027	1,754	0,496	2,250
26	Euphorbiaceae	<i>Sapium stylare</i>	2	0,018	1,754	0,335	2,089
27	Polygonaceae	<i>Coccoloba sp.</i>	2	0,009	1,754	0,162	1,916
28	Rubiaceae	<i>Palicourea demissa</i>	2	0,007	1,754	0,121	1,875
29	Moraceae	<i>Sorocea trophoides</i>	1	0,027	0,877	0,496	1,373
30	Indeterminada	<i>Indeterminada</i>	1	0,023	0,877	0,430	1,307
31	Urticaceae	<i>Cecropia gabrielis</i>	1	0,015	0,877	0,286	1,163
32	Euphorbiaceae	<i>Alchornea leptogyna</i>	1	0,014	0,877	0,260	1,137
33	Moraceae	<i>Morus insignis</i>	1	0,009	0,877	0,170	1,048
34	Myristicaceae	<i>Otoba gordonifolia</i>	1	0,008	0,877	0,151	1,028
35	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea sp.1</i>	1	0,007	0,877	0,133	1,010
36	Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp.</i>	1	0,006	0,877	0,116	0,993
37	Lecythidaceae	<i>Eschweilera caudiculata</i>	1	0,005	0,877	0,100	0,977
38	Actinidiaceae	<i>Saurauia brachybotrys</i>	1	0,005	0,877	0,100	0,977
39	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea sp.</i>	1	0,005	0,877	0,100	0,977
40	Siparunaceae	<i>Siparuna thecaphora</i>	1	0,005	0,877	0,085	0,962

Cuadro 6.2-22: IVI de las especies registradas – Parcela LPQ-BI-2

Nº	Familia	Nombre científico	Fr	AB (m ²)	DnR	DmR	IVI
41	Moraceae	<i>Ficus sp.1</i>	1	0,004	0,877	0,078	0,955
42	Primulaceae	<i>Cybianthus sp.</i>	1	0,004	0,877	0,071	0,949
43	Clusiaceae	<i>Garcinia macrophylla</i>	1	0,004	0,877	0,071	0,949
44	Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	1	0,004	0,877	0,071	0,949
45	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	1	0,003	0,877	0,048	0,925
46	Asteraceae	<i>Critoniopsis aff. occidentalis</i>	1	0,003	0,877	0,048	0,925
47	Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	1	0,003	0,877	0,048	0,925
48	Burseraceae	<i>Protium aff. amplum</i>	1	0,003	0,877	0,048	0,925
49	Salicaceae	<i>Casearia arborea</i>	1	0,002	0,877	0,043	0,920
Total			114	5,397	100	100	200

Nomenclatura: DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa; Fr: Frecuencia Relativa; AB: Área Basal; IVI: Índice de Valor de Importancia

Fuente: Trabajo de Campo. ESSAM, 2021

Procesamiento: ESSAM, 2022

❖ **Parcela LPQ-B1-3**

Riqueza y Abundancia

En la parcela LPQ-BI-3 se registraron un total de 101 individuos correspondientes a 55 especies, 48 géneros y 31 familias, tal como se muestra en el gráfico 6.2-8 y en el cuadro 6.2-23.

Las familias más importantes según el número de individuos, especies y géneros fueron: Lauraceae con diez individuos, dos especies y dos géneros; seguida por Fabaceae con nueve individuos, cinco especies y tres géneros; Malvaceae con nueve individuos, dos especies y dos géneros; Rubiaceae con ocho individuos, tres especies y tres géneros y Moraceae con siete individuos, seis especies y cuatro géneros, las demás familias presentan menos de cinco individuos, tal como se muestra en el cuadro 6.2-23.

Cuadro 6.2-23: Porcentaje de especies y géneros por familia – Parcela LPQ-BI-3

Nº	Familia	Individuos		Especie		Género	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	Lauraceae	10	9,901	2	3,636	2	4,167
2	Fabaceae	9	8,911	5	9,091	3	6,250
3	Malvaceae	9	8,911	2	3,636	2	4,167
4	Rubiaceae	8	7,921	3	5,455	3	6,250
5	Moraceae	7	6,931	6	10,909	4	8,333
6	Anacardiaceae	4	3,960	2	3,636	1	2,083
7	Clusiaceae	4	3,960	3	5,455	3	6,250
8	Elaeocarpaceae	4	3,960	1	1,818	1	2,083

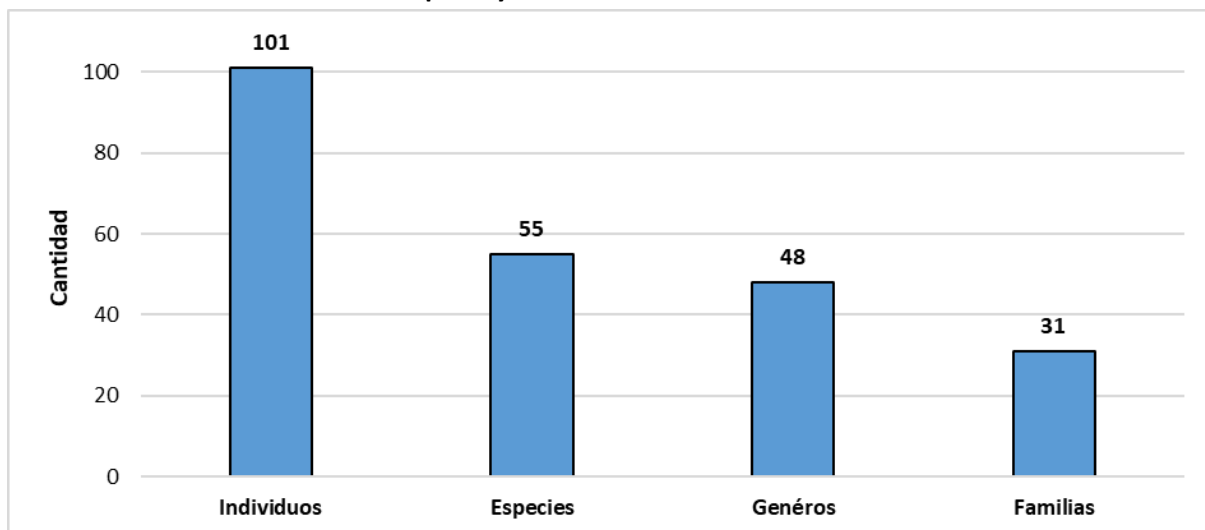
Cuadro 6.2-23: Porcentaje de especies y géneros por familia – Parcela LPQ-BI-3

N°	Familia	Individuos		Especie		Género	
		N°	%	N°	%	N°	%
9	Euphorbiaceae	4	3,960	2	3,636	2	4,167
10	Melastomataceae	4	3,960	3	5,455	2	4,167
11	Cannabaceae	3	2,970	1	1,818	1	2,083
12	Myristicaceae	3	2,970	1	1,818	1	2,083
13	Myrtaceae	3	2,970	1	1,818	1	2,083
14	Salicaceae	3	2,970	3	5,455	2	4,167
15	Staphyleaceae	3	2,970	1	1,818	1	2,083
16	Asteraceae	2	1,980	1	1,818	1	2,083
17	Burseraceae	2	1,980	1	1,818	1	2,083
18	Cyatheaceae	2	1,980	1	1,818	1	2,083
19	Lamiaceae	2	1,980	1	1,818	1	2,083
20	Lecythidaceae	2	1,980	2	3,636	2	4,167
21	Meliaceae	2	1,980	2	3,636	2	4,167
22	Solanaceae	2	1,980	2	3,636	2	4,167
23	Annonaceae	1	0,990	1	1,818	1	2,083
24	Arecaceae	1	0,990	1	1,818	1	2,083
25	Celastraceae	1	0,990	1	1,818	1	2,083
26	Indeterminada	1	0,990	1	1,818	1	2,083
27	Nyctaginaceae	1	0,990	1	1,818	1	2,083
28	Phyllanthaceae	1	0,990	1	1,818	1	2,083
29	Piperaceae	1	0,990	1	1,818	1	2,083
30	Primulaceae	1	0,990	1	1,818	1	2,083
31	Sabiaceae	1	0,990	1	1,818	1	2,083
Total		101	100	55	100	48	100

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Gráfico 6.2-8: Riqueza y Abundancia de Flora - Parcela LPQ-BI-3



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Cuadro 6.2-24: Listado especies Flora identificadas - Parcela LPQ-B1-3

No	Familia	Especie	Frecuencia
1	Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i>	6
2	Rubiaceae	<i>Palicourea demissa</i>	6
3	Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	5
4	Lauraceae	<i>Beilschmiedia costaricensis</i>	4
5	Malvaceae	<i>Eriotheca squamigera</i>	4
6	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.	4
7	Fabaceae	<i>Inga nobilis</i>	3
8	Cannabaceae	<i>Lozanella enantiophylla</i>	3
9	Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	3
10	Myristicaceae	<i>Otoba gordonifolia</i>	3
11	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	3
12	Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i>	3
13	Lamiaceae	<i>Aegiphila alba</i>	2
14	Clusiaceae	<i>Clusia crenata</i>	2
15	Asteraceae	<i>Critoniopsis</i> aff. <i>occidentalis</i>	2
16	Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp.	2
17	Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	2
18	Fabaceae	<i>Inga fendleriana</i>	2
19	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	2
20	Euphorbiaceae	<i>Jatropha</i> sp.	2
21	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf. <i>quadripora</i>	2
22	Burseraceae	<i>Protium ecuadorensis</i>	2
23	Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium andinum</i>	2
24	Rubiaceae	<i>Arachnothryx</i> sp.	1
25	Salicaceae	<i>Banara regia</i>	1
26	Salicaceae	<i>Casearia</i> cf. <i>cajambrensis</i>	1
27	Salicaceae	<i>Casearia arborea</i>	1
28	Solanaceae	<i>Cestrum megalophyllum</i>	1
29	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys dependens</i>	1
30	Fabaceae	<i>Cojoba arborea</i>	1
31	Fabaceae	<i>Erythrina schimpffii</i>	1
32	Moraceae	<i>Ficus americana</i>	1
33	Moraceae	<i>Ficus mutisii</i>	1
34	Primulaceae	<i>Geissanthus longistamineus</i>	1
35	Melastomataceae	<i>Graffenrieda cucullata</i>	1
36	Lecythidaceae	<i>Grias</i> aff. <i>peruviana</i>	1
37	Nyctaginaceae	<i>Solanum</i> sp.	1
38	Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	1
39	Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp.1	1
40	Lecythidaceae	<i>Gustavia johnclarkii</i>	1
41	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma oblonga</i>	1
42	Indeterminanda	<i>Indeterminada</i>	1
43	Rubiaceae	<i>Ladenbergia pavonii</i>	1
44	Celastraceae	<i>Maytenus macrocarpa</i>	1

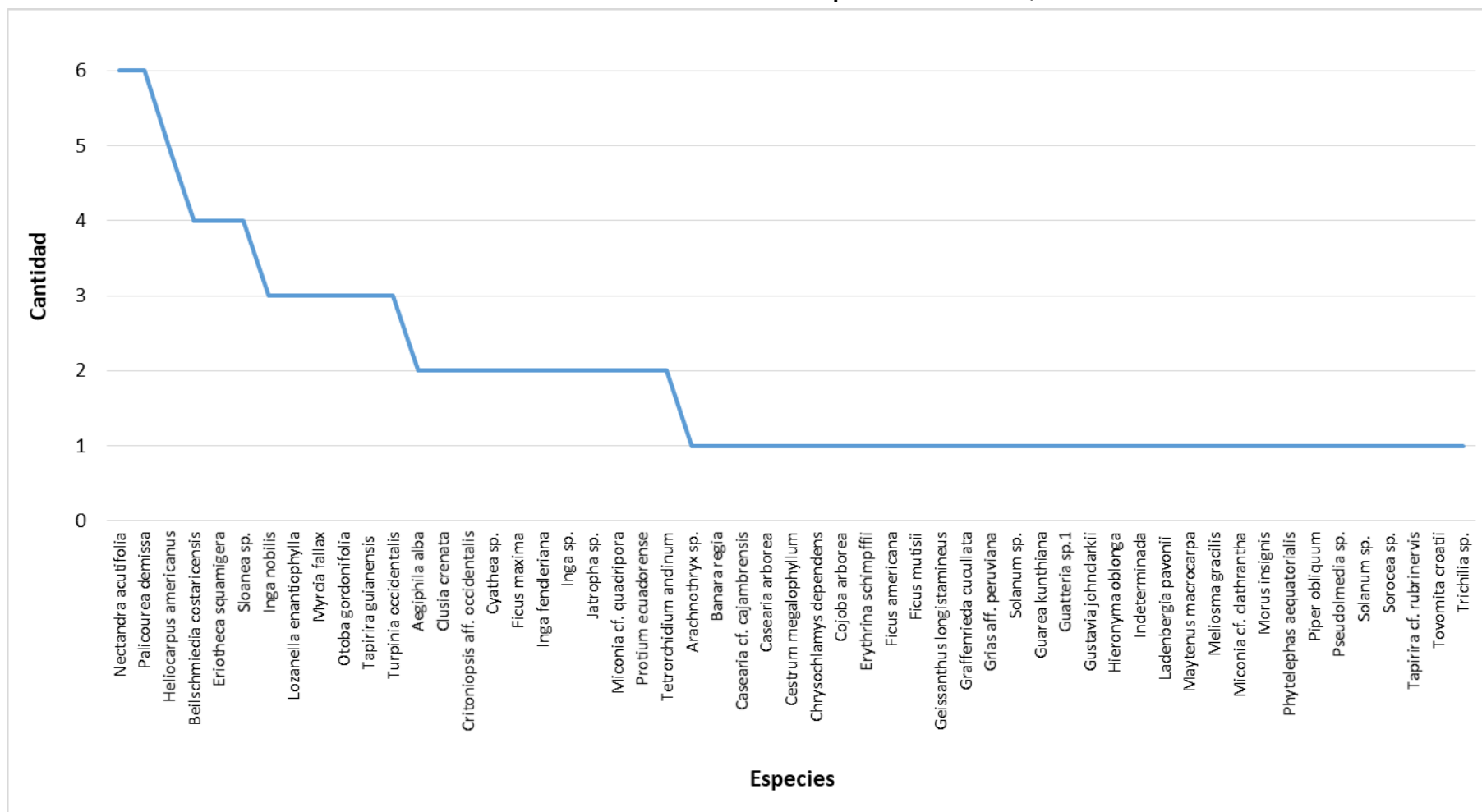
Cuadro 6.2-24: Listado especies Flora identificadas - Parcela LPQ-B1-3

No	Familia	Especie	Frecuencia
45	Sabiaceae	<i>Meliosma gracilis</i>	1
46	Melastomataceae	<i>Miconia cf. clathrantha</i>	1
47	Moraceae	<i>Morus insignis</i>	1
48	Arecaceae	<i>Phytelephas aequatorialis</i>	1
49	Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	1
50	Moraceae	<i>Pseudolmedia sp.</i>	1
51	Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	1
52	Moraceae	<i>Sorocea sp.</i>	1
53	Anacardiaceae	<i>Tapirira cf. rubrinervis</i>	1
54	Clusiaceae	<i>Tovomita croatii</i>	1
55	Meliaceae	<i>Trichilia sp.</i>	1
Total			101
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021			
Elaboración: ESSAM, 2022			

Curva de Abundancia de Especies

Al analizar la curva de abundancia de especies de la parcela LPQ-B1-3, se determina a *Nectandra acutifolia* y *Palicourea demisa* como las especies dominantes, seguida por un primer grupo con cuatro especies consideradas medianamente dominantes, *Heliocarpus americanus*, *Beilschmiedia costaricensis*, *Eriotheca squamigera*, *Sloanea sp.*; un segundo grupo con 17 especies consideradas como escasas, y un tercer grupo de 32 especies consideradas como raras, con apenas un individuo (Gráfico 6.2-9).

Gráfico 6.2-9: Curva de Abundancia de Especies - Parcela LPQ-B1-3



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

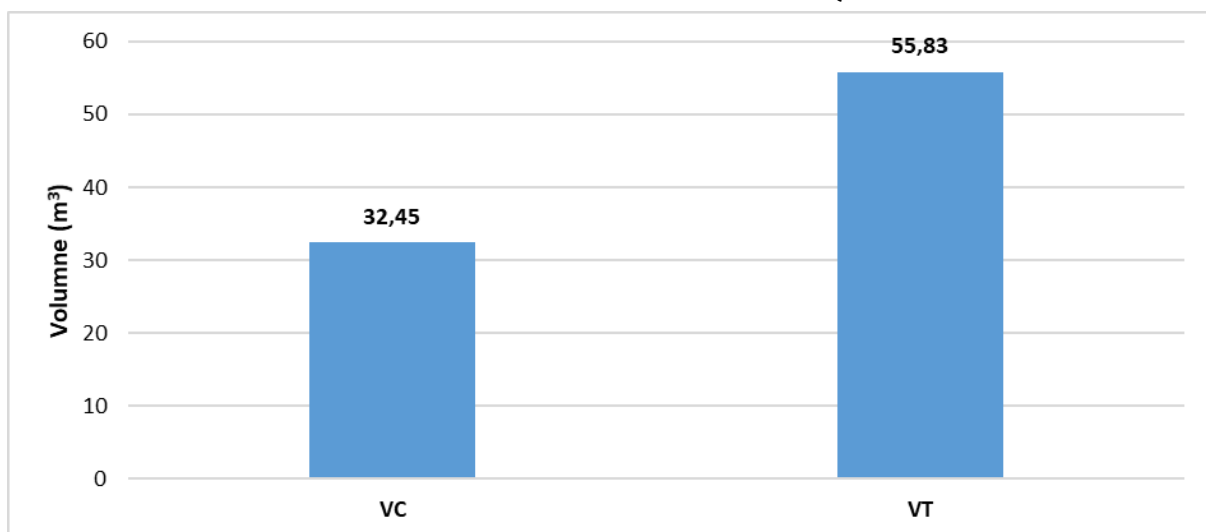
Área Basal (AB)

El Área basal registrada en la parcela fue de 4,495 m², las especies con mayor AB que se registraron en este muestreo fueron *Nectandra acutifolia* (Lauraceae) y *Heliocarpus americanus* (Malvaceae), con valores de 1,119 y 0,758 m² respectivamente, la primera de estas especie registró seis individuos y la siguiente un número de cinco individuos en la parcela establecida; en la escala del área basal calculada para cada especie, se evidencia que los valores descendiendo de una manera continua, entre un rango que va desde los 0,342 a 0,002 m².

Biomasa

La biomasa de la parcela se estimó considerando el área basal y las alturas totales y comerciales de cada individuo y multiplicando por el factor de forma, por lo tanto, el volumen comercial fue de 32,45 m³ y el volumen total fue de 55,82 m³, los valores registrados son normales considerando que corresponde a un parche de bosque natural intervenido y que se encuentra rodeado de abundantes pastizales. Los valores se muestran en el gráfico 6.2-10.

Gráfico 6.2-10: Biomasa de la - Parcela LPQ-BI-3



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De acuerdo con el IVI las familias más importantes en la parcela son: Lauraceae con 42,392, Malvaceae con 27,806, Fabaceae con 14,81, Moraceae con 11,668, Rubiaceae con 10,461, Euphorbiaceae con 7,710, Clusiaceae con 7,23 y Asteraceae con 6,938. En el cuadro 6.2-25 se detalla las familias registradas en la parcela.

Cuadro 6.2-25: IVI de las familias registradas – Parcela LPQ-BI-3

N°	Familia	Fr	AB (m ²)	DnR	DmR	IVI
1	Lauraceae	10	1,46048192	9,901	32,491	42,392
2	Malvaceae	9	0,84935224	8,911	18,895	27,806
3	Fabaceae	9	0,26514356	8,911	5,899	14,810
4	Moraceae	7	0,21294882	6,931	4,737	11,668
5	Rubiaceae	8	0,11417749	7,921	2,540	10,461
6	Euphorbiaceae	4	0,16856061	3,960	3,750	7,710
7	Clusiaceae	4	0,14695537	3,960	3,269	7,230
8	Asteraceae	2	0,22284823	1,980	4,958	6,938
9	Myrtaceae	3	0,17266679	2,970	3,841	6,812
10	Cannabaceae	3	0,15617042	2,970	3,474	6,445
11	Elaeocarpaceae	4	0,10746912	3,960	2,391	6,351
12	Melastomataceae	4	0,08633334	3,960	1,921	5,881
13	Anacardiaceae	4	0,06331965	3,960	1,409	5,369
14	Salicaceae	3	0,07192195	2,970	1,600	4,570
15	Phyllanthaceae	1	0,1165091	0,990	2,592	3,582
16	Staphyleaceae	3	0,02231347	2,970	0,496	3,467
17	Myristicaceae	3	0,01525497	2,970	0,339	3,310
18	Cyatheaceae	2	0,04228737	1,980	0,941	2,921
19	Solanaceae	2	0,02834543	1,980	0,631	2,611
20	Burseraceae	2	0,02787783	1,980	0,620	2,600
21	Lecythidaceae	2	0,02120735	1,980	0,472	2,452
22	Lamiaceae	2	0,01684651	1,980	0,375	2,355
23	Meliaceae	2	0,00650942	1,980	0,145	2,125
24	Arecaceae	1	0,03788675	0,990	0,843	1,833
25	Annonaceae	1	0,0215177	0,990	0,479	1,469
26	Indeterminada	1	0,01273237	0,990	0,283	1,273
27	Celastraceae	1	0,00764738	0,990	0,170	1,160
28	Piperaceae	1	0,00669245	0,990	0,149	1,139
29	Sabiaceae	1	0,00580118	0,990	0,129	1,119
30	Nyctaginaceae	1	0,00458365	0,990	0,102	1,092
31	Primulaceae	1	0,00350936	0,990	0,078	1,068
Total		101	4,495	100	100	200

Nomenclatura: DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa; Fr: Frecuencia Relativa; AB: Área Basal; IVI: Índice de Valor de Importancia

Fuente: Trabajo de Campo. ESSAM, 2021

Procesamiento: ESSAM, 2022

De acuerdo con el IVI las especies más importantes en la parcela son: *Nectandra acutifolia* (Lauraceae) con 30,825; *Heliocarpus americanus* (Malvaceae) con 21,808; *Beilschmiedia costaricensis* (Lauraceae) con 11,56; *Palicourea demissa* (Rubiaceae) con 7,98; *Critoniosis aff. occidentalis* (Asteraceae) con 6,938; *Myrcia fallax* (Myrtaceae) con 6,81; *Lozanella enantiophylla* (Cannabaceae) con 6,445; *Sloanea* sp. (Elaeocarpaceae) con 6,351; y *Eriotheca*

squamigera (Malvaceae) con 5,998. En el cuadro 6.2-26 se presenta el detalle de los valores de IVI para cada especie registrada en la parcela.

Cuadro 6.2-26: IVI de las especies registradas – Parcela LPQ-BI-3

N°	Familia	Nombre científico	Fr	AB (m ²)	DnR	DmR	IVI
1	Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i>	6	1,119	5,941	24,884	30,825
2	Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	5	0,758	4,950	16,858	21,808
3	Lauraceae	<i>Beilschmiedia costaricensis</i>	4	0,342	3,960	7,607	11,568
4	Rubiaceae	<i>Palicourea demissa</i>	6	0,092	5,941	2,040	7,981
5	Asteraceae	<i>Critoniopsis aff. occidentalis</i>	2	0,223	1,980	4,958	6,938
6	Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	3	0,173	2,970	3,841	6,812
7	Cannabaceae	<i>Lozanella enantiophylla</i>	3	0,156	2,970	3,474	6,445
8	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea sp.</i>	4	0,107	3,960	2,391	6,351
9	Malvaceae	<i>Eriotheca squamigera</i>	4	0,092	3,960	2,037	5,998
10	Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium andinum</i>	2	0,159	1,980	3,528	5,509
11	Fabaceae	<i>Inga fendleriana</i>	2	0,133	1,980	2,957	4,938
12	Clusiaceae	<i>Clusia crenata</i>	2	0,123	1,980	2,731	4,711
13	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	3	0,062	2,970	1,374	4,344
14	Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	2	0,081	1,980	1,792	3,773
15	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma oblonga</i>	1	0,117	0,990	2,592	3,582
16	Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i>	3	0,022	2,970	0,496	3,467
17	Myristicaceae	<i>Otoba gordonifolia</i>	3	0,015	2,970	0,339	3,310
18	Fabaceae	<i>Inga nobilis</i>	3	0,012	2,970	0,266	3,236
19	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp.</i>	2	0,042	1,980	0,941	2,921
20	Melastomataceae	<i>Miconia cf. quadripora</i>	2	0,036	1,980	0,798	2,778
21	Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	2	0,033	1,980	0,732	2,712
22	Fabaceae	<i>Cojoba arborea</i>	1	0,073	0,990	1,632	2,622
23	Moraceae	<i>Morus insignis</i>	1	0,073	0,990	1,632	2,622
24	Burseraceae	<i>Protium ecuadoreense</i>	2	0,028	1,980	0,620	2,600
25	Salicaceae	<i>Casearia arborea</i>	1	0,063	0,990	1,402	2,392
26	Lamiaceae	<i>Aegiphila alba</i>	2	0,017	1,980	0,375	2,355
27	Euphorbiaceae	<i>Jatropha sp.</i>	2	0,010	1,980	0,222	2,202
28	Melastomataceae	<i>Graffenrieda cucullata</i>	1	0,039	0,990	0,867	1,858
29	Arecaceae	<i>Phytelephas aequatorialis</i>	1	0,038	0,990	0,843	1,833
30	Moraceae	<i>Ficus americana</i>	1	0,024	0,990	0,536	1,526
31	Annonaceae	<i>Guatteria sp.1</i>	1	0,022	0,990	0,479	1,469
32	Solanaceae	<i>Cestrum megalophyllum</i>	1	0,021	0,990	0,460	1,451
33	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys dependens</i>	1	0,021	0,990	0,460	1,451
34	Lecythidaceae	<i>Gustavia johnclarkii</i>	1	0,015	0,990	0,343	1,333
35	Moraceae	<i>Ficus mutisii</i>	1	0,015	0,990	0,327	1,317
36	Fabaceae	<i>Erythrina schimpffii</i>	1	0,014	0,990	0,312	1,302
37	Rubiaceae	<i>Arachnothryx sp.</i>	1	0,013	0,990	0,283	1,273
38	Indeterminanda	Indeterminada	1	0,013	0,990	0,283	1,273
39	Moraceae	<i>Pseudolmedia sp.</i>	1	0,012	0,990	0,269	1,259
40	Melastomataceae	<i>Miconia cf. clathrantha</i>	1	0,011	0,990	0,256	1,246
41	Rubiaceae	<i>Ladenbergia pavonii</i>	1	0,010	0,990	0,217	1,207
42	Moraceae	<i>Sorocea sp.</i>	1	0,008	0,990	0,181	1,171

Cuadro 6.2-26: IVI de las especies registradas – Parcela LPQ-BI-3

N°	Familia	Nombre científico	Fr	AB (m ²)	DnR	DmR	IVI
43	Celastraceae	<i>Maytenus macrocarpa</i>	1	0,008	0,990	0,170	1,160
44	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	1	0,008	0,990	0,170	1,160
45	Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	1	0,007	0,990	0,149	1,139
46	Lecythidaceae	<i>Grias</i> aff. <i>peruviana</i>	1	0,006	0,990	0,129	1,119
47	Sabiaceae	<i>Meliosma gracilis</i>	1	0,006	0,990	0,129	1,119
48	Salicaceae	<i>Casearia</i> cf. <i>cajambrensis</i>	1	0,005	0,990	0,120	1,110
49	Nyctaginaceae	<i>Solanum</i> sp.	1	0,005	0,990	0,102	1,092
50	Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	1	0,004	0,990	0,094	1,084
51	Salicaceae	<i>Banara regia</i>	1	0,004	0,990	0,078	1,068
52	Primulaceae	<i>Geissanthus longistamineus</i>	1	0,004	0,990	0,078	1,068
53	Clusiaceae	<i>Tovomita croatii</i>	1	0,004	0,990	0,078	1,068
54	Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	1	0,002	0,990	0,051	1,041
55	Anacardiaceae	<i>Tapirira</i> cf. <i>rubrinervis</i>	1	0,002	0,990	0,035	1,025
Total			101	4,495	100	100	200

Nomenclatura: DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa; Fr: Frecuencia Relativa; AB: Área Basal; IVI: Índice de Valor de Importancia

Fuente: Trabajo de Campo. ESSAM, 2021

Procesamiento: ESSAM, 2022

❖ **Diversidad**

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon-Wiener, los valores iguales o inferiores a 1,5 se consideran como de diversidad baja; los valores entre 1,6 a 3,0 de diversidad media, y los valores iguales o superiores a 3,1 de diversidad alta.

Como se observa en el cuadro 6.2-27 los puntos de muestreo corresponden a una diversidad alta a pesar de que corresponden a parches de bosques nativos intervenidos.

Cuadro 6.2-27: índice de diversidad de Shannon-Wiener			
N°	Sitios de Muestreo	Índice de Diversidad	Interpretación
1	LPQ-BI-1	3,82	Alta
2	LPQ-BI-2	3,57	Alta
3	LPQ-BI-3	3,81	Alta

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Índice de Diversidad de Simpson (1-D)

El valor del índice de diversidad de Simpson indica que mientras más los valores se acerquen a 1 el hábitat es más diverso.

Como se observa en el cuadro 6.2-28 los puntos de muestreo corresponden a una diversidad alta, a pesar de que corresponden a parches de bosques nativos intervenidos.

Cuadro 6.2-28: índice de diversidad de Simpson (1-D)			
N°	Sitio de Muestreo	Índice de Diversidad	Interpretación
1	LPQ-BI-1	0,97	Alta
2	LPQ-BI-2	0,96	Alta
3	LPQ-BI-3	0,97	Alta
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021			
Elaboración: ESSAM, 2022			

Índice de Chao 1

El índice Chao 1 estima el número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras presentes en la muestra, razón por la cual, su valor es muy sensible a la cantidad de especies raras registradas (Moreno, 2001).

Según el análisis de Chao 1, los tres puntos de muestreo aún no han registrado el número total estimado para cada área. Sin embargo, se ha registrado más de la mitad del número esperado para cada zona. Como en otros ecosistemas de formación montano, el aumento de la superficie en la unidad de muestreo o establecer un número mayor de unidades, provoca efectos importantes en el incremento de la riqueza de especies registradas para la zona y acercarse al número de especies esperadas.

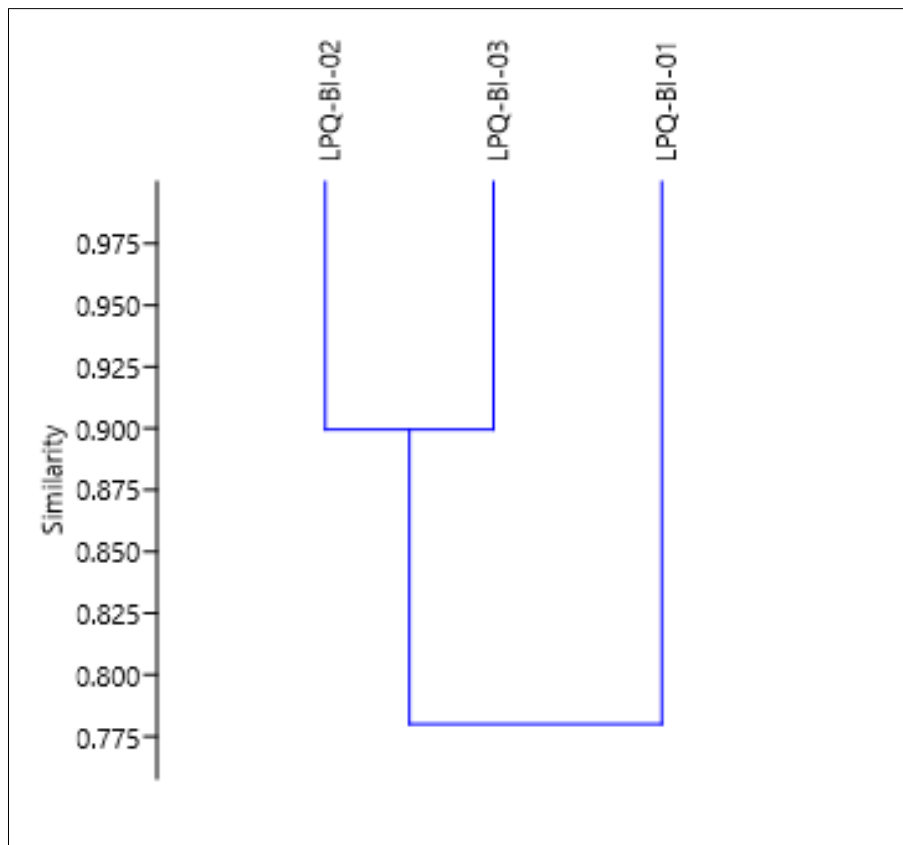
Cuadro 6.2-29: Índice de Chao 1					
N°	Sitio de Muestreo	Número total de especies S	Número de especies con un individuo a	Número de especies con dos individuos b	Chao 1
1	LPQ-BI-1	62	24	13	81,60
2	LPQ-BI-2	49	27	7	92,49
3	LPQ-BI-3	55	32	11	95,92
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021					
Elaboración: ESSAM, 2022					

Índice de Jaccard

Los coeficientes de Similitud son usados para comparar comunidades con características similares (diversidad Beta). Existen varios índices, pero en esta ocasión usamos el índice de Jaccard, que considera las especies que tienen en común dos muestras diferentes, y el número de especies total que tiene cada una.

Como se observa en el gráfico 6.2-11 y el cuadro 6.2-30 se observa que todos los puntos tienen una similitud muy alta entre sí, con valores de 74 al 90%. Los puntos con mayor similitud son LPQ-BI-2 con LPQ-BI-3 presentan una similitud muy alta (90%), esto podría deberse a que presentan características similares como el mismo tipo de vegetación, suelo y altitud.

Gráfico 6.2-11: Similitud de los puntos de muestreo cuantitativos



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Sitio de Muestreo	LPQ-BI-01	LPQ-BI-02	LPQ-BI-03
LPQ-BI-01	1	0,82	0,74
LPQ-BI-02	0,82	1	0,90

Cuadro 6.2-30: Matriz de proximidad de Jaccard			
Sitio de Muestreo	LPQ-BI-01	LPQ-BI-02	LPQ-BI-03
LPQ-BI-03	0,74	0,90	1
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021			
Elaboración: ESSAM, 2022			

B. Aspectos Ecológicos

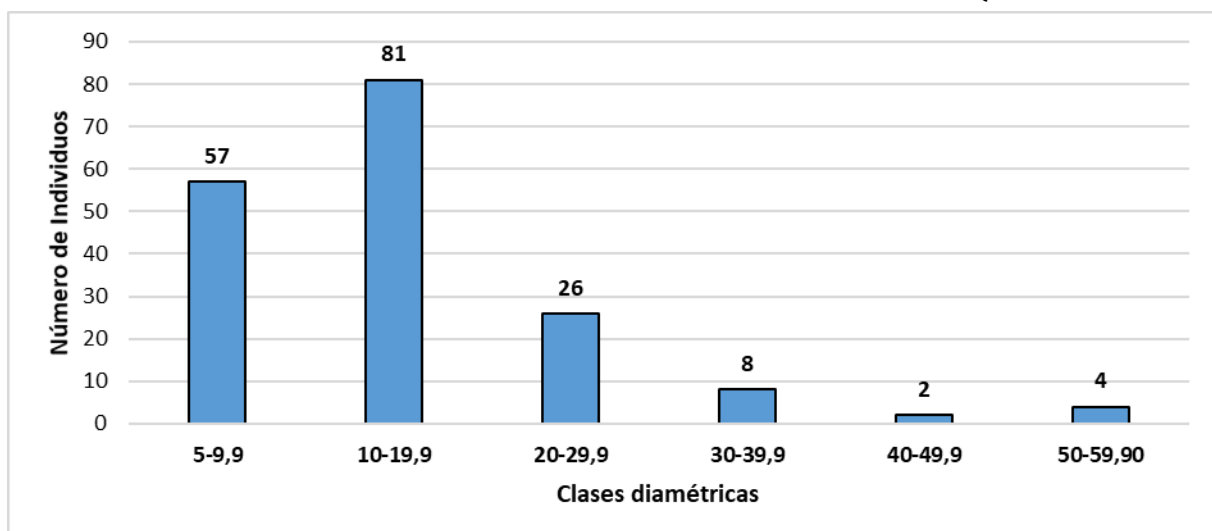
❖ Estructura horizontal del bosque

Un parámetro importante para determinar la estructura de un bosque es el área basal en m², que para la Parcela LPQ-BI-1 fue de 4,797 m², mientras que para la parcela LPQ-BI-2 fue de 5,397 m² y para la parcela LPQ-BI-3 fue de 4,495 m². La estructura horizontal se representa por la distribución diamétrica y se asemeja a una J invertida para las parcelas LPQ-BI-2 y LPQ-BI-3, con mayor número de individuos en los diámetros inferiores y menor número con los diámetros superiores (Araujo *et al.* 2005).

Parcela LPQ-BI-1

El gráfico 6.2-12 representa la estructura horizontal de la Parcela LPQ-BI-1, en donde se observó que la mayoría de los individuos (81) se encuentran en la categoría de 10 a 19,9 cm de DAP lo que representa el 45,50%; el 32,02% (57) de árboles se encuentran en la categoría de 5 a 9,9 cm. El porcentaje restante se encuentra en las categorías superiores a 20 cm de DAP, llegando incluso cuatro individuos sobre los 50 cm de DAP.

Gráfico 6.2-12: Distribución diamétrica de los árboles - Parcela LPQ-BI-1



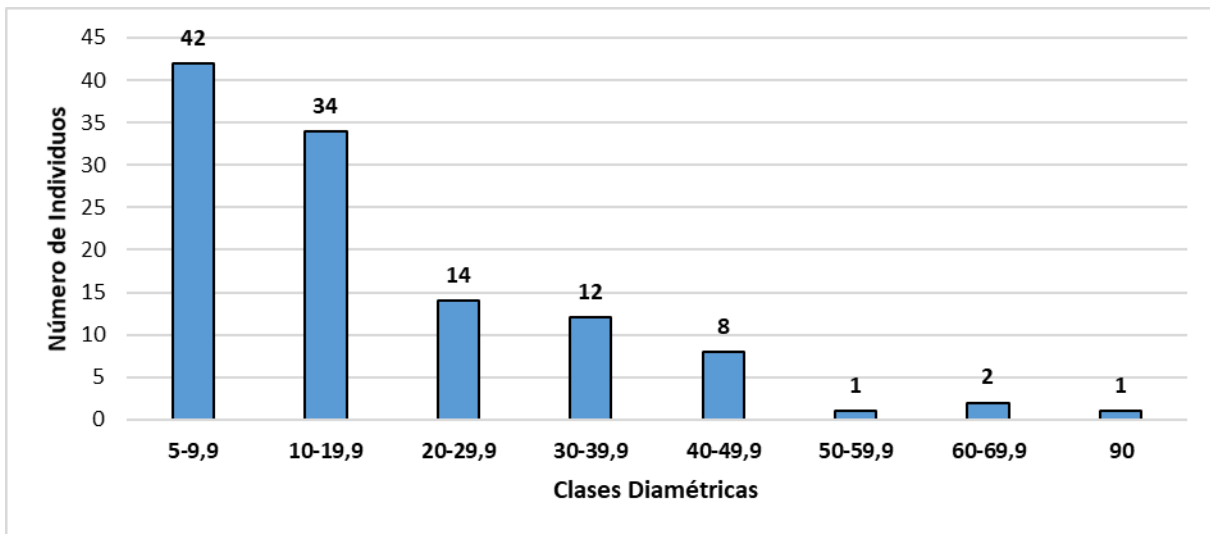
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

Procesamiento: ESSAM, 2022

Parcela LPQ-BI-2

El gráfico 6.2-13 representa la estructura horizontal de la Parcela LPQ-BI-2, en donde se observó que la mayoría de los individuos (42) se encuentran en la categoría de 5 a 9,9 cm de DAP lo que representa el 36,84%; el 29,82% (34) de árboles se encuentran en la categoría de 10 a 19,9 cm. El porcentaje restante se encuentra en las categorías superiores a 20 cm de DAP, llegando a un individuo a los 90 cm de DAP.

Gráfico 6.2-13: Distribución diamétrica de los árboles - Parcela LPQ-BI-2



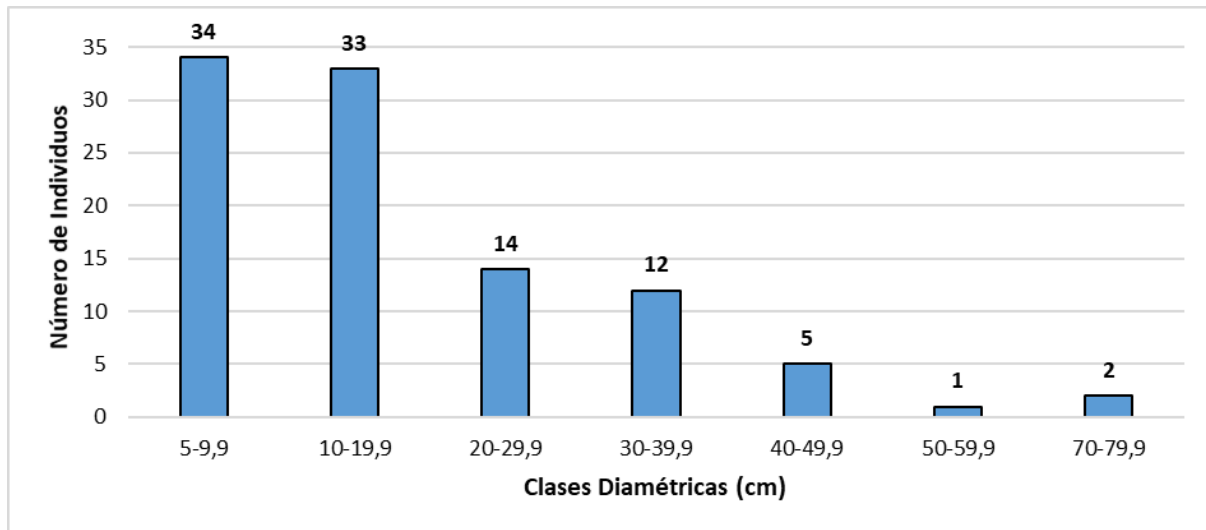
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

Procesamiento: ESSAM, 2022

Parcela LPQ-BI-3

El gráfico 6.2-14 representa la estructura horizontal de la Parcela LPQ-BI-3, en donde se observó que la mayoría de los individuos (34) se encuentran en la categoría de 5 a 9,9 cm de DAP lo que representa el 33,66%; el 32,67% (33) de árboles se encuentran en la categoría de 10 a 19,9 cm. El porcentaje restante se encuentra en las categorías superiores a 20 cm de DAP, con dos individuos que sobrepasan los 70 cm de DAP.

Gráfico 6.2-14: Distribución diamétrica de los árboles - Parcela LPQ-BI-3



Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

Procesamiento: ESSAM, 2022

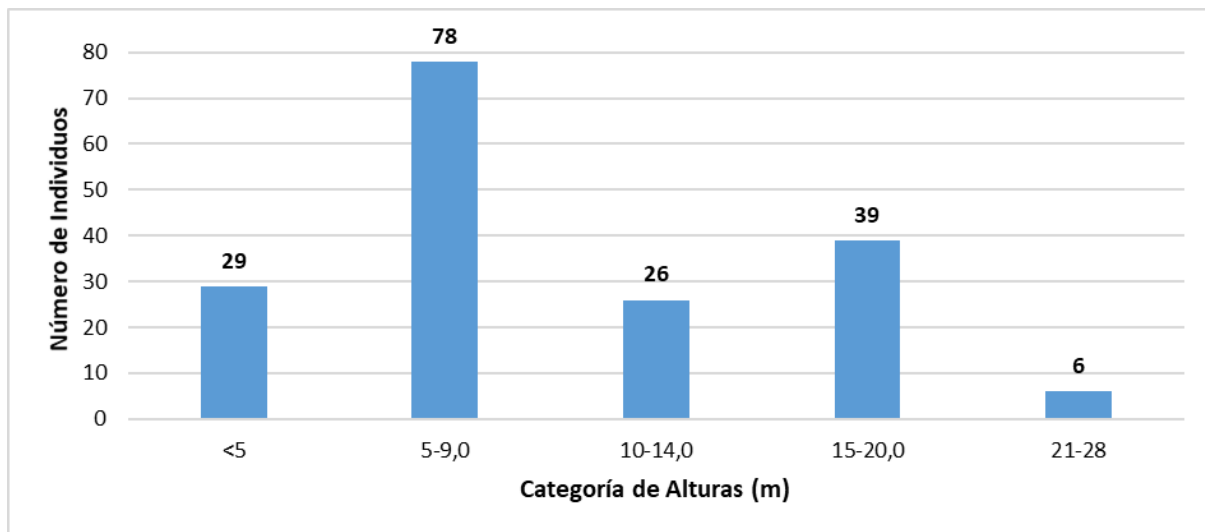
❖ Estructura vertical del bosque

La estructura vertical del bosque está expresada por la distribución de las alturas de los árboles. A continuación, se describe la distribución vertical de las parcelas estudiadas.

Parcela LPQ-BI-1

En la Parcela LPQ-BI-1 se observó que gran parte de los individuos están concentrados en la altura de 5 a 9 m representando el 43,82% (78 individuos); el 21,91% (39 individuos) se encuentran en la categoría de 15 a 20 m de altura; y el 16,29% (29 individuos) se encuentran en la categoría <5 m de altura, 14,60% (26 individuos) se encuentran en la categoría de 10 a 14 m de altura. Finalmente, el 3,37% (6 individuos) se encuentra sobre los 20 m de altura (gráfico 6.2-15).

Gráfico 6.2-15: Distribución de alturas de los árboles en la Parcela LPQ-BI-1



Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

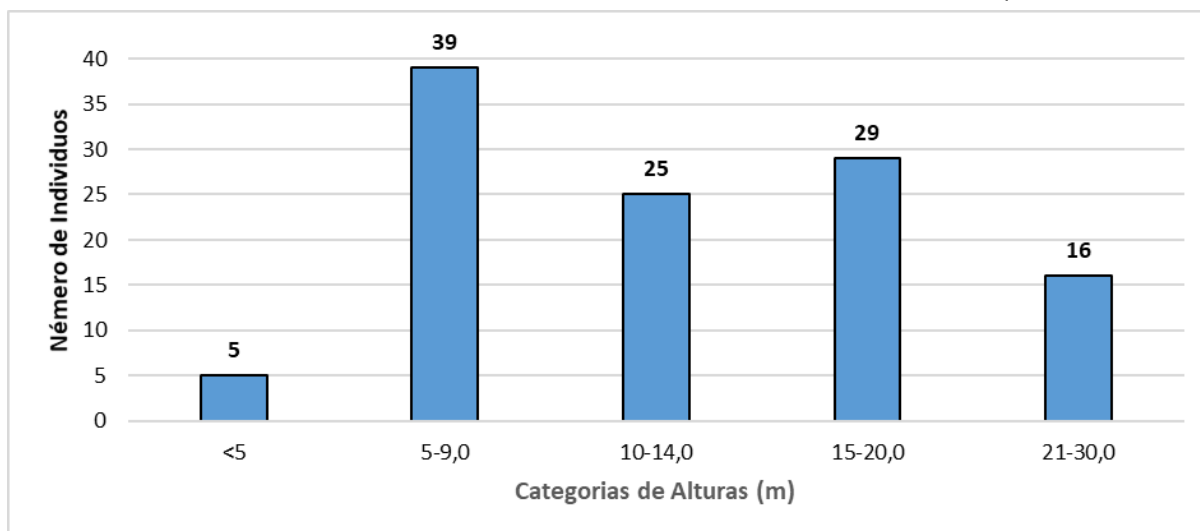
Procesamiento: ESSAM, 2022

La vegetación presenta tres estratos diferenciados, dosel, subdosel y sotobosque. El dosel alcanza una altura máxima de 28 m (2 individuos), y está representada por: *Otoba gordonifolia* (Myrtaceae), *Cybianthus peruvianus* (Primulaceae), *Nectandra acutifolia* (Lauraceae), *Heliocarpus americanus* (Malvaceae), *Ceroxylon echinulatum* (Arecaceae). En el subdosel se registró una altura máxima de 14 m, y están presentes *Carapa guianensis*, *Ruagea glabra* (Meliaceae), *Inga fendleriana* (Fabaceae), *Casearia arborea* (Salicaceae), *Ficus brevibracteata*, *Ficus* sp., *Ficus maxima* (Moraceae), *Beilschmiedia alloiophylla* (Lauraceae), *Cecropia gabrielis* (Urticaceae), *Clusia crenata* (Clusiaceae), *Miconia* cf. *clathrantha* (Melastomataceae). En el sotobosque la altura máxima es de 9 metros y figuran *Aegiphila alba* (Lamiaceae), *Calatola costaricensis* (Icacinaceae), *Cordia* sp. (Boraginaceae), *Hedyosmum racemosum* (Chloranthaceae), *Cybianthus* sp. (Primulaceae), *Palicourea demissa* (Rubiaceae), *Gutteria* sp. (Annonaceae) y *Chamaedorea linearis* (Arecaceae). A nivel de plantas herbáceas se evidenció la presencia de helechos y géneros de las familias Gesnereaceae, Araceae, Piperaceae y Melastomataceae, que están adaptadas a la sombra y humedad.

Parcela LPQ-BI-2

En la Parcela LPQ-BI-2 se observó que gran parte de los individuos están concentrados en la altura de 5 a 9 m representando el 34,21% (39 individuos); el 25,44% (29 individuos) se encuentran en la categoría de 15 a 20 m de altura; y el 21,93% (25 individuos) se encuentran en la categoría de 10 a 14 m de altura, 14,04% (16 individuos) se encuentran en la categoría de 21 a 30 m de altura. Finalmente, el 4,39% (5 individuos) se encuentra en la categoría <5 (gráfico 6.2-16).

Gráfico 6.2-16: Distribución de alturas de los árboles en la Parcela LPQ-BI-2



Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

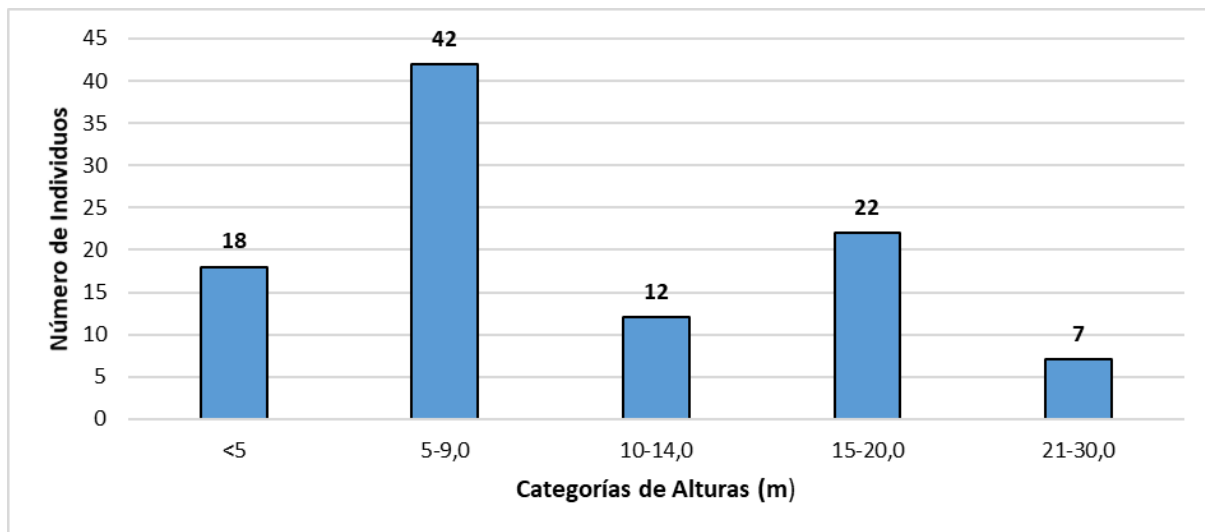
Procesamiento: ESSAM, 2022

La vegetación presenta tres estratos diferenciados, dosel, subdosel y sotobosque. El dosel alcanza una altura máxima de 30 m (2 individuos), y está representado por: *Beilschmiedia costaricensis*, *Endlicheria griseosericea*, *Persea pseudofasciculata*, *Nectandra purpurea* (Lauraceae); *Allophylus cf. floribundus* (Sapindaceae). En el subdosel se registró una altura máxima de 14 m, y están presentes *Aegiphila alba* (Lamiaceae), *Miconia cf. quadripora* (Melastomataceae), *Saurauia brachybotrys* (Actinidiaceae), *Zanthoxylum sp.* (Rutaceae), *Protium aff. amplum* (Burseraceae), *Sorocea trophoides*, *Ficus cuatrecasasiana* (Moraceae), *Hieronyma oblonga* (Phyllanthaceae), *Otoba gordonifolia* (Myristicaceae), *Turpinia occidentalis* (Staphyleaceae). En el sotobosque la altura máxima es de 9 metros y figuran: *Piper obliquum* (Piperaceae), *Eriotheca squamigera* (Malvaceae), *Sloanea sp.1* (Elaeocarpaceae), *Saurauia cf. herthae* (Actinidiaceae), *Cybianthus sp.* (Primulaceae), *Garcinia macrophylla* (Clusiaceae), *Phytelephas aequatorialis* (Arecaceae) y *Critoniopsis aff. occidentalis*. (Asteraceae). A nivel de plantas herbáceas se evidenció la presencia de helechos y géneros de las familias Gesnereaceae, Araceae, Piperaceae y Melastomataceae, que están adaptadas a la sombra y humedad.

Parcela LPQ-BI-3

En la Parcela LPQ-BI-3 se observó que gran parte de los individuos están concentrados en la altura de 5 a 9 m representando el 41,58% (42 individuos); el 21,78% (22 individuos) se encuentran en la categoría de 15 a 20 m de altura; y el 17,82% (18 individuos) se encuentran en la categoría de <5 m de altura, 11,88% (12 individuos) se encuentran en la categoría de 10 a 14 m de altura. Finalmente, el 6,93% (7 individuos) se encuentra en la categoría de 21 a 30 m. (gráfico 6.2-17).

Gráfico 6.2-17: Distribución de alturas de los árboles en la Parcela LPQ-BI-3



Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

Procesamiento: ESSAM, 2022

La vegetación presenta tres estratos diferenciados dosel, subdosel y sotobosque. El dosel alcanza una altura máxima de 28 m (1 individuo), y está representada por: *Heliocarpus americanus* (Malvaceae), *Morus insignis* (Moraceae), *Nectandra acutifolia*, *Beilschmiedia costaricensis* (Lauraceae), *Lozanella enantiophylla* (Cannabaceae), *Inga fendleriana* (Fabaceae). En el subdosel se registró una altura máxima de 14 m, y están presentes *Graffenrieda cucullata*, *Miconia cf. quadripora* (Melastomataceae), *Myrcia fallax* (Myrtaceae), *Tetrorchidium andinum* (Euphorbiaceae), *Ficus americana* (Moraceae), *Hieronyma oblonga* (Phyllanthaceae), *Sloanea* sp. (Elaeocarpaceae), *Arachnothryx* sp. (Rubiaceae). En el sotobosque la altura máxima es de 9 metros y figuran *Protium ecuadorensis* (Burseraceae), *Erythrina schimpffii* (Fabaceae), *Palicourea demisa* (Rubiaceae), *Tovomita croatii* (Clusiaceae), *Inga nobilis*, *Inga fendleriana* (Fabaceae), *Turpinia occidentalis* (Staphyleaceae), *Aegiphila alba* (Lamiaceae) y *Otoba grdonifolia* (Myristicaceae). A nivel de plantas herbáceas se evidenció la presencia de helechos y géneros de las familias Gesnereaceae, Araceae, Piperaceae y Melastomataceae, que están adaptadas a la sombra y humedad.

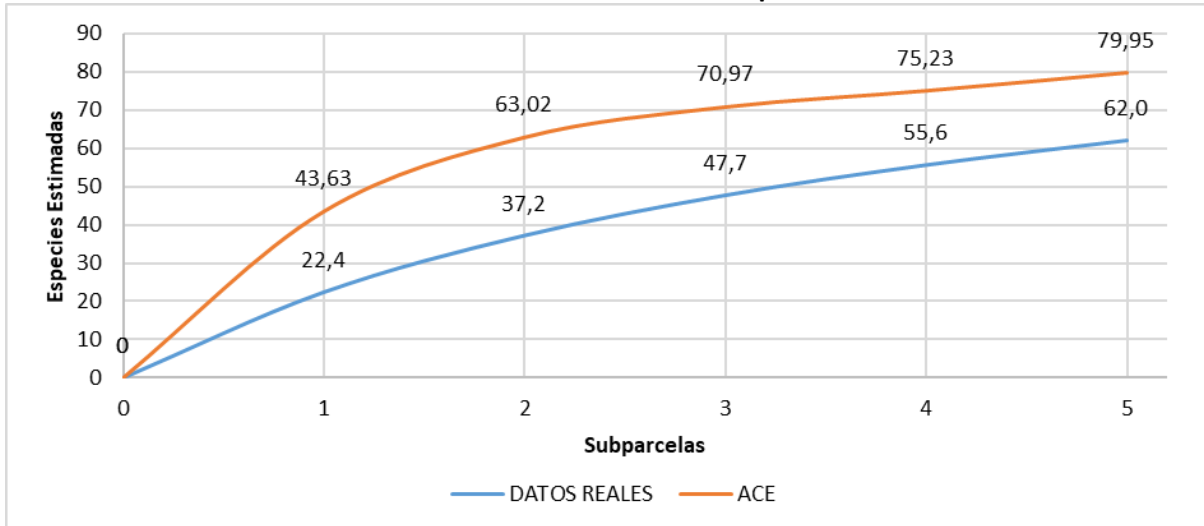
C. Curva de acumulación de especies

Parcela LPQ-BI-1

La curva de acumulación de especies aún no es una asíntota, es decir que el número de especies (riqueza), podría aumentar, mientras se incrementa el área de estudio y esfuerzo de muestreo. Esto también podría deberse a que solo se muestrearon a los Árboles ≥ 5 cm de

DAP y no se incluyeron a especies con otros hábitos (arbustos, arbolitos, hierbas, lianas etc.) o individuos con un DAP menor (gráfico 6.2-18).

Gráfico 6.2-18: Curva de Acumulación de Especies de LPQ-BI-1



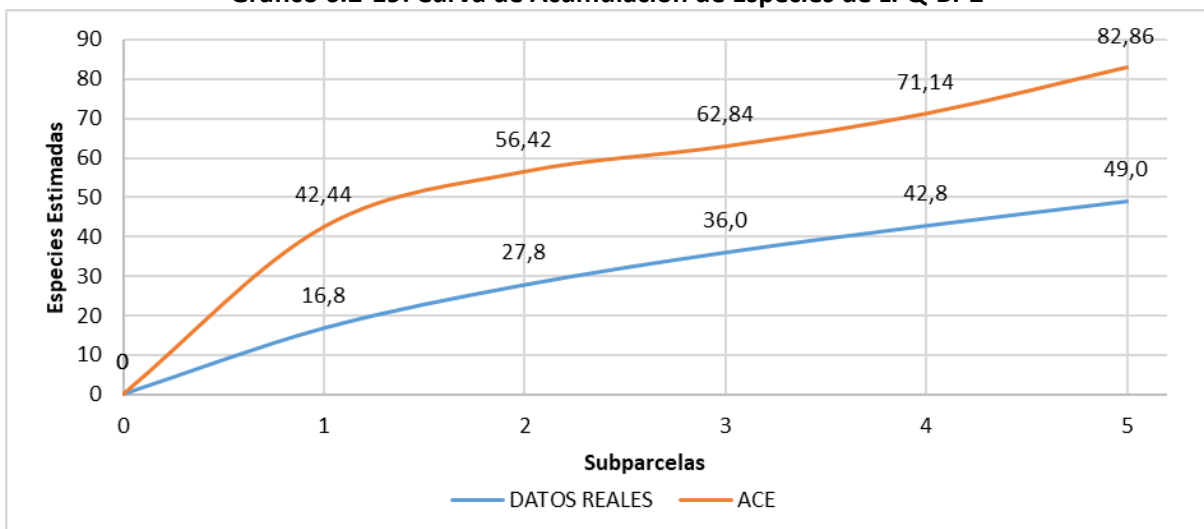
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

Procesamiento: ESSAM, 2022

Parcela LPQ-BI-2

La curva de acumulación de especies aún no es una asíntota, es decir que el número de especies (riqueza), podría aumentar, mientras se incremente el área de estudio y esfuerzo de muestreo. Esto también podría deberse a que solo se muestrearon a los Árboles ≥ 5 cm. DAP y no se incluyeron a especies con otros hábitos (arbustos, arbolito, hierbas, lianas etc.) o individuos con un DAP menor (gráfico 6.2-19).

Gráfico 6.2-19: Curva de Acumulación de Especies de LPQ-BI-2



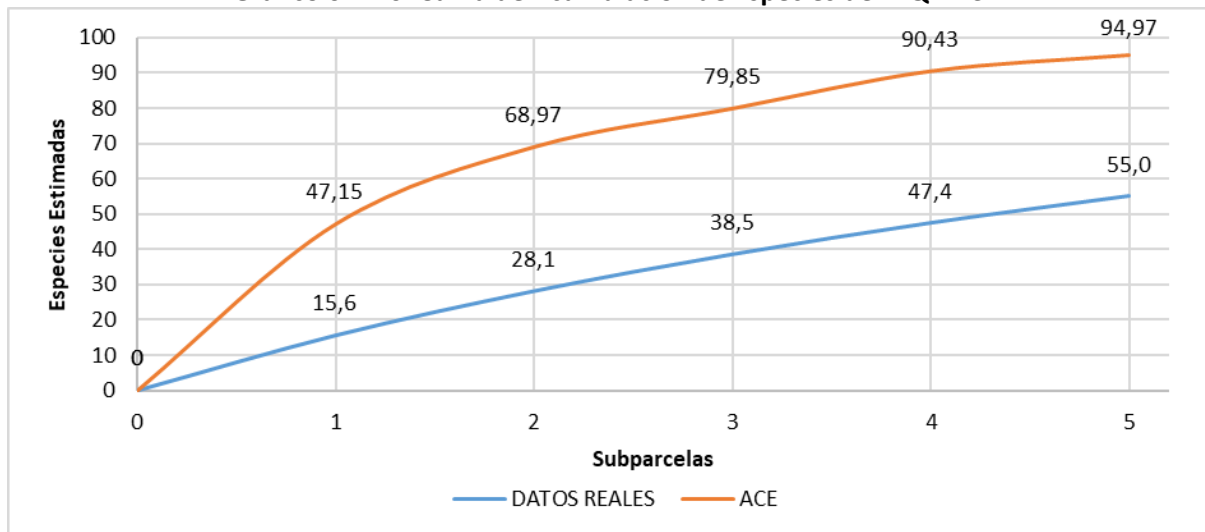
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

Procesamiento: ESSAM, 2022

Parcela LPQ-BI-3

La curva de acumulación de especies aun no es una asíntota, es decir que el número de especies (riqueza), podría aumentar, mientras se incremente el área de estudio y esfuerzo de muestreo. Esto también podría deberse a que solo se muestrearon a los Árboles ≥ 5 cm. DAP y no se incluyeron a especies con otros hábitos (arbustos, arbolito, hierbas, lianas etc.) o individuos con un DAP menor. (gráfico 6.2-20).

Gráfico 6.2-20: Curva de Acumulación de Especies de LPQ-BI-3



Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021
 Procesamiento: ESSAM, 2022

Estimador Chao 1

Como se observa en el cuadro 6.2-31 los valores estimados por Chao 1 son mayores comparando con los datos reales encontrados para cada parcela, por lo que es posible que al aumentar el esfuerzo de muestreo se acerquen a los valores estimados.

En la parcela LPQ-BI-1, el índice de Chao 1 indica que el número total de especies estimado para el área es de 81,6. Esto indica que se registró en el muestreo más de la mitad del número de especies de flora esperadas de acuerdo a este Estimador, lo cual representan el 75,98%.

En la parcela LPQ-BI-2, el índice de Chao 1 indica que el número total de especies estimado para el área es de 92,5. Esto indica que se registró en el muestreo más de la mitad del número de especies de flora esperadas de acuerdo a este Estimador, lo cual representan el 52,97%.

En la parcela LPQ-BI-3, el índice de Chao 1 indica que el número total de especies estimado para el área es de 95,92. Esto indica que se registró en el muestreo más de la mitad del número de especies de flora esperadas de acuerdo a este Estimador, lo cual representan el 57,33%.

Cuadro 6.2-31: Estimadores no paramétricos		
Muestras	S Mean (runs)	Chao 1 Mean
LPQ-BI-1	79,95	81,6
LPQ-BI-2	82,86	92,49
LPQ-BI-3	94,97	95,92

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

D. Transectos Cualitativos

Los diferentes transectos cualitativos desarrollados confirman la estructura de distribución de la cobertura vegetal del área operativa. Todos los transectos comprenden una distancia de 250 m x 2 m de ancho. A continuación, la descripción:

Lpq-BI-01.- El transecto inicia en pastizales, a los 100 m continúa con rastrojo de bosque y termina en bosque natural intervenido con árboles de gran altura y diámetro. El transecto registró 43 individuos que corresponden a 40 especies, 39 géneros y 30 familias. Las especies más abundantes del transecto fueron: *Phytelephas aequatorialis* (Arecaceae), *Chrysochlamys colombiana* (Clusiaceae), *Croton floccosus* (Euphorbiaceae), *Erioteca squamigera* (Malvaceae), *Inga fendleriana* (Fabaceae), *Sloanea multiflora* (Elaeocarpaceae), *Saurauia cf. herthae* (Actidiniaceae), *Persea pseudofasciculata* (Lauraceae), *Protium aff. amplum* (Burseraceae), *Tovomita croatii* (Clusiaceae).

Lpq-BI-02.- El transecto cruza por la vía y corresponde a pastizales a los dos lados y termina en rastrojo de bosque con un pequeño cultivo de plátano. El transecto registró 27 individuos que corresponden a 27 especies, 27 géneros y 20 familias. Las especies más abundantes del transecto fueron: *Setaria sphacelata* (Poaceae), *Piper lanceifolium* (Piperaceae), *Musa x paradisiaca* (Musaceae), *Citrus médica* (Rutaceae), *Cecropia* sp. (Urticaceae), *Persea americana* (Lauraceae).

Lpq-BI-03.- El transecto registró 40 individuos que corresponden 38 especies, 35 géneros y 27 familias. El transecto empieza en pasto con pocos árboles dispersos hasta los 50 m, continúa con pastizales hasta los 180 metros, donde hay cultivos de caña de azúcar, y en los 220 m termina en rastrojo de bosque. Las especies más comunes fueron: *Setaria sphacelata* (Poaceae), *Palicourea demissa* (Rubiaceae), *Inga macrophylla* (Fabaceae), *Phytelephas aequatorialis* (Arecaceae), *Solanum sessiliflorum*, *Cestrum megalophyllum* (Solanaceae),

Alnus acuminata (Betulaceae), *Heliocarpus americanus* (Malvaceae), *Persea americana* (Lauraceae), *Ficus cuatrecasiana* (Moraceae), *Acalypha diversifolia* (Euphorbiaceae).

Lpq-BI-04.- El transecto corresponde en su gran mayoría a pastizales con especies arbóreas dispersas. Registró 21 individuos que corresponden a 21 especies, 21 géneros y 16 familias. Los 200 m del transecto corresponden a pastizales donde inicia cultivo de caña de azúcar y termina en pastizales. Las especies más abundantes del transecto fueron: *Setaria sphacelata*, *Saccharum officinarum* (Poaceae), *Acalypha diversifolia* (Euphorbiaceae), *Asclepias curassavica* (Asclepiadaceae), *Cestrum megalophyllum* (Solanaceae), *Xanthosoma sagittifolium* (Araceae), *Musa x paradisiaca* (Musaceae), *Coffea arabica* (Rubiaceae), *Persea americana* (Lauraceae).

Lpq-BI-05.- El transecto inicia en pastizales en el lado izquierdo y al lado derecho se encuentra una quebrada con vegetación natural, el área presentó una pendiente de 50 grados y en los últimos 50 m termina en bosque natural intervenido. El transecto registró 39 individuos que corresponden a 39 especies, 36 géneros y 28 familias. Las especies representativas de este transecto fueron: *Palicourea acanthacea* (Rubiaceae), *Banara regia* (Salicaceae), *Saurauia* aff. *prainiana* (Actinidiaceae), *Drymonia teuscheri* (Gesneriaceae), *Diospyros* sp. (Ebenaceae), *Croton lechleri* (Euphorbiaceae), *Ficus cuatrecasiana* (Moraceae), *Begonia parviflora* (Begoniaceae), *Otoba gordonifolia* (Myristicaceae).

Lpq-BI-06.- El transecto corresponde a pastizales con árboles que sirven para la separación de linderos, todo el trayecto continúa con pastizales y finaliza al borde de bosque nativo cercano a donde se instaló la parcela PLQ-BI-2. El transecto registró 19 individuos que corresponden a 19 especies, 17 géneros y 16 familias. Las especies más abundantes del transecto fueron: *Setaria sphacelata* (Poaceae), *Phytelephas aequatorialis* (Arecaceae), *Inga nobilis* (Fabaceae), *Pavonia* sp. (Malvaceae), *Palicourea demissa* (Rubiaceae), *Citrus medica* (Rutaceae), *Cedrela montana* (Meliaceae).

Lpq-BI-07.- El transecto inicia en pastizales, el recorrido se realizó por el borde del río San Pablo, la vegetación corresponde a rastrojo de bosque y termina en bosque natural intervenido con especies de gran tamaño y gran altura. El transecto registró 40 individuos que corresponden a 39 especies, 38 géneros y 26 familias. Las especies más abundantes fueron: *Setaria sphacelata* (Poaceae), *Phytelephas aequatorialis* (Arecaceae), *Allophylus* cf. *floribundus* (Salicaceae), *Beilschmiedia costaricensis* (Lauraceae), *Erythrina schimpffii* (Fabaceae), *Croton floccosus* (Euphorbiaceae), *Meriania máxima* (Melastomataceae), *Saurauia* cf. *herthae* (Actinidiaceae).

Lpq-BI-08.- El transecto inicia en un cultivo de balsa donde se desbrozó el bosque nativo para el cultivo de balsa, continúa por un sendero con especies de árboles y arbustos usados

como linderos de las fincas y finaliza en rastrojo de bosque. El transecto registró 34 individuos que corresponden a 33 especies, 32 géneros y 24 familias. Las especies más abundantes del transecto fueron: *Browneopsis* cf. *macrofoliolata* (Fabaceae), *Phytelephas aequatorialis* (Arecaceae), *Bomarea purpurea* (Alstroemeriaceae), *Lilium* sp. (Liliaceae), *Macleania* aff. *rupestris* (Ericaceae), *Geisanthus* sp., *Cybianthus peruvianus* (Primulaceae), *Ochroma pyramidale* (Malvaceae), *Persea pseudofasciculata* (Lauraceae).

Lpq-BI-09.- El transecto corresponde a pastizales y borde de quebrada con especies nativas (no fue posible el acceso hacia la quebrada), al final del transecto se encontró cultivos de caña de azúcar. El transecto registró 43 individuos que corresponden a 42 especies, 36 géneros y 29 familias. Las especies más abundantes del transecto fueron: *Ficus macbridei* (Moraceae), *Siparuna aspera*, *Siparuna guajalitensis* (Siparunaceae), *Persea pseudofasciculata* (Lauraceae), *Miconia calvescens* (Melastomataceae), *Phytelephas aequatorialis* (Arecaceae), *Croton lechleri* (Euphorbiaceae), *Lozanella enantiophylla* (Cannabaceae), *Heliocarpus americanus* (Malvaceae), *Ladenbergia pavonii* (Rubiaceae).

Lpq-BI-10.- El transecto corresponde a pastizales con árboles y arbustos dispersos durante todo el recorrido. El transecto registró 43 individuos que corresponden a 40 especies, 35 géneros y 27 familias. Las especies más abundantes del transecto fueron: *Setaria sphacelata* (Poaceae), *Heliocarpus americanus* (Malvaceae), *Hieronyma oblonga* (Phyllanthaceae), *Ladenbergia pavonii* (Rubiaceae), *Cyathea* (Cyatheaceae), *Vernonanthura patens* (Asteraceae), *Cestrum megalophyllum* (Solanaceae), *Cecropia gabrielis* (Urticaceae), *Lozanella enantiophylla* (Cannabaceae), *Pavonia* sp. (Malvaceae), *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae)

Lpq-BI-11.- El transecto inicia en pastizales, a los 100 m continua con una quebrada que presenta un pequeño riachuelo con vegetación natural intervenida. El transecto registró 27 individuos que corresponden a 27 especies, 26 géneros y 17 familias. Las especies más abundantes del transecto fueron: *Setaria sphacelata* (Poaceae), *Heliocarpus americanus* (Malvaceae), *Erythrina megistophylla* (Fabaceae), *Xanthosoa sagittifolium* (Araceae), *Faramea flavicans* (Rubiaceae), *Pseudolmedia rigida* (Moraceae), *Myrcia fallax* (Myrtaceae), *Schefflera sphaerocoma* (Araliaceae), *Piper obliquum* (Piperaceae), *Croton floccosus* (Euphorbiaceae), *Lozanella enantiophylla* (Cannabaceae), *Sapium glandulosum* (Euphorbiaceae), *Ficus cuatrecasiana* (Moraceae).

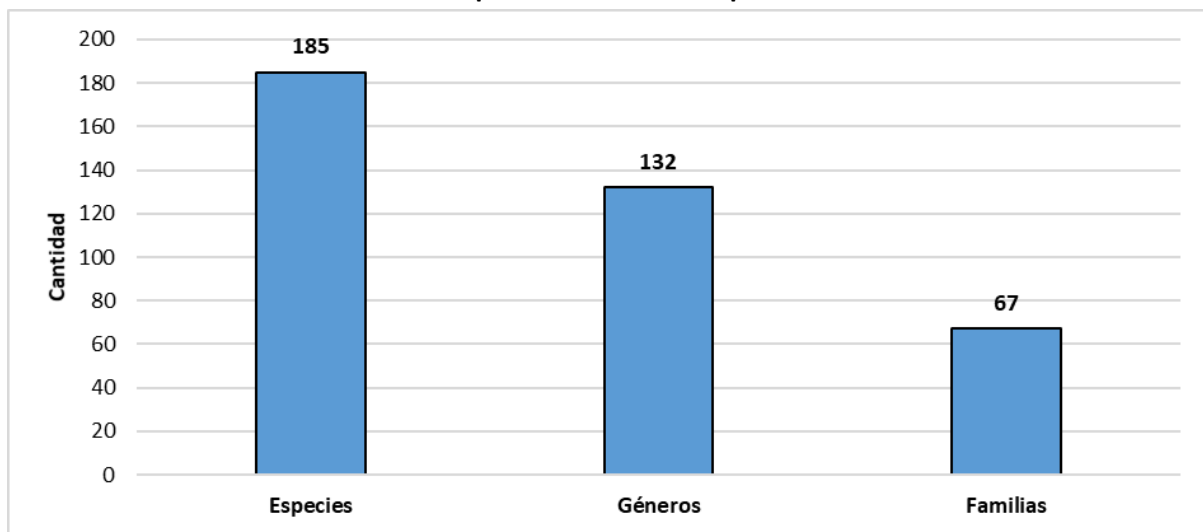
Lpq-BI-12.- El transecto corresponde a una quebrada con vegetación natural intervenida, el recorrido se realizó siguiendo el estero S/N que va hacia la parroquia de Palo Quemado. El transecto registró 33 individuos que corresponden a 33 especies, 31 géneros y 25 familias. Las especies más representativas del transecto fueron: *Monina sodiroana* (Polygonaceae), *Piper lanceifolium* (Piperaceae), *Geissanthus* cf. *vanderwerffii* (Primulaceae), *Cecropia*

gabrielis (Urticaceae), *Graffenrieda cucullata* (Melastomataceae), *Hedyosmum racemosum* (Chloranthaceae), *Equisetum bogotensis* (Equisetaceae), *Heppiella ulmifolia* (Gesneriaceae), *Heliocarpus americanus* (Malvaceae).

❖ **Riqueza**

En los 12 transectos cualitativos se registró un total de 185 especies, 132 géneros y 67 familias. Tal como se muestra en el gráfico 6.2-21

Gráfico 6.2-21: Riqueza de Flora en los puntos cualitativos



Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

Procesamiento: ESSAM, 2022

A continuación, en el cuadro 6.2-32 se presenta la riqueza y abundancia de cada uno de los transectos cualitativos.

Cuadro 6.2-32: Resumen de Riqueza en Transectos cualitativos

N.-	Familia	Especies	LPq-BI-01	LPq-BI-02	LPq-BI-03	LPq-BI-04	LPq-BI-05	LPq-BI-06	LPq-BI-07	LPq-BI-08	LPq-BI-09	LPq-BI-10	LPq-BI-11	LPq-BI-12
1	Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i>	1	1	2	1			1		1			
2	Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> sp.											1	
3	Euphorbiaceae	<i>Acalypha villosa</i>												1
4	Lamiaceae	<i>Aegiphila alba</i>	1				1		1					1
5	Arecaceae	<i>Aiphanes</i> sp.	1				1			1				
6	Sapindaceae	<i>Allophylus floribundus</i> cf.							1					
7	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	1		1						1			

Cuadro 6.2-32: Resumen de Riqueza en Transectos cualitativos

N.-	Familia	Especies	LPq-BI-01	LPq-BI-02	LPq-BI-03	LPq-BI-04	LPq-BI-05	LPq-BI-06	LPq-BI-07	LPq-BI-08	LPq-BI-09	LPq-BI-10	LPq-BI-11	LPq-BI-12
8	Annonaceae	<i>Annona cf. quinduensis</i>										1		
9	Araceae	<i>Anthurium sp.</i>	1		1					1				
10	Fabaceae	<i>Arachis pintoi</i>										1		
11	Rubiaceae	<i>Arachnothryx cf. perezii</i>									1			
12	Asteraceae	<i>Aristeguietia lamifolia</i> aff.			1									
13	Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i>			1	1								
14	Asteraceae	<i>Baccharis trinervis</i>					1							
15	Salicaceae	<i>Banara regia</i>			1		1		1					1
16	Fabaceae	<i>Bauhinia sp.</i>										1		
17	Begoniaceae	<i>Begonia hederacea</i>				1								
18	Begoniaceae	<i>Begonia parviflora</i>	2				1		1		1			1
19	Lauraceae	<i>Beilschmiedia costaricensis</i>		1					2	1				
20	Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>		1										
21	Melastomataceae	<i>Blakea sp.</i>				1								
22	Papaveraceae	<i>Bocconia integrifolia</i>	1							1		1		
23	Alstroemeriaceae	<i>Bomarea purpurea</i>								1				
24	Fabaceae	<i>Browneopsis macrofoliolata</i> cf.								1				
25	Breneliaceae	<i>Brunellia sp.</i>									1			
26	Icacinaceae	<i>Calatola costaricensis</i>									1			
27	Urticaceae	<i>Cecropia gabrielis</i>	1						1		1	2		1
28	Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>		1									1	
29	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>					1	1					1	
30	Campanulaceae	<i>Centropogon granulosus</i>	1											
31	Arecaceae	<i>Ceroxylon echinulatum</i>					1							1
32	Solanaceae	<i>Cestrum megalophyllum</i>	1	1	1	1						1		
33	Rubiaceae	<i>Chimarrhis sp.</i>										2		
34	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys colombiana</i>	1											1
35	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys sp.</i>			1									
36	Clusiaceae	<i>Chrysophyllum sp.</i>					1							
37	Poaceae	<i>Chusquea scandens</i>								1				
38	Rutaceae	<i>Citrus junos</i>									1			
39	Rutaceae	<i>Citrus medica</i>		1				1	1		1			
40	Primulaceae	<i>Clavija eggarsiana</i>											1	
41	Capparaceae	<i>Cleome sp.</i>			1									
42	Clusiaceae	<i>Clusia alata</i>						1		1	1			
43	Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	1											
44	Polygonaceae	<i>Clusia sp. 1</i>							1					

Cuadro 6.2-32: Resumen de Riqueza en Transectos cualitativos

N.-	Familia	Especies	LPq-BI-01	LPq-BI-02	LPq-BI-03	LPq-BI-04	LPq-BI-05	LPq-BI-06	LPq-BI-07	LPq-BI-08	LPq-BI-09	LPq-BI-10	LPq-BI-11	LPq-BI-12
45	Polygonaceae	<i>Coccoloba aff. peruviana</i>										1		
46	Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>				1								
47	Gesneriaceae	<i>Columnea sp.</i>	2							1				1
48	Gesneriaceae	<i>Columnea sp.1</i>		1										
49	Melastomataceae	<i>Conostegia sp.</i>								1				
50	Boraginaceae	<i>Cordia sp.</i>		1					1					
51	Boraginaceae	<i>Cordia sp.</i>					1							
52	Costaceae	<i>Costus sp.</i>												1
53	Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i> aff.					1							
54	Euphorbiaceae	<i>Croton floccosus</i>	1				1		1	1			1	1
55	Euphorbiaceae	<i>Croton lechleri</i>		1			1				1			
56	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp.</i>							1	1		1		1
57	Primulaceae	<i>Cybianthus peruvianus</i>			1					1				
58	Primulaceae	<i>Cybianthus sp.1</i>								1				
59	Cyperaceae	<i>Cyperus sp.</i>			1		1				1			
60	Araliaceae	<i>Dendropanax macrocarpus</i>											1	
61	Ebenaceae	<i>Diospyros sp.</i>					1							
62	Ericaceae	<i>Disterigma humboldtii</i>	1											
63	Gesneriaceae	<i>Drymonia sp.</i>	1	1										
64	Gesneriaceae	<i>Drymonia teuscheri</i>					1							
65	Lauraceae	<i>Endlicheria griseosericea</i>		1		1		1				1		
66	Lauraceae	<i>Endlicheria sp.</i>										1		
67	Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i>												1
68	Malvaceae	<i>Eriotheca squamigera</i>	1		1	1	1							
69	Fabaceae	<i>Erythrina megistophylla</i>					1						1	
70	Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>										1		
71	Fabaceae	<i>Erythrina schimppfii</i>							1		1			
72	Myrtaceae	<i>Eugenia sp.</i>								1				
73	Myrtaceae	<i>Eugenia sp.1</i>							1					
74	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i>			1									
75	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia sinclairiana</i>											1	
76	Rubiaceae	<i>Faramea flavicans</i>											1	
77	Moraceae	<i>Ficus americana</i>				1		1	1	2	1	1		1
78	Moraceae	<i>Ficus americana</i> var. <i>andicola</i>						1				1		
79	Moraceae	<i>Ficus cf. macbridei</i>									1			
80	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasasiana</i>		1	1		1		1		1	1	1	
81	Moraceae	<i>Ficus maxima</i>												1
82	Clusiaceae	<i>Garcinia macrophylla</i>							1					

Cuadro 6.2-32: Resumen de Riqueza en Transectos cualitativos

N.-	Familia	Especies	LPq-BI-01	LPq-BI-02	LPq-BI-03	LPq-BI-04	LPq-BI-05	LPq-BI-06	LPq-BI-07	LPq-BI-08	LPq-BI-09	LPq-BI-10	LPq-BI-11	LPq-BI-12
83	Primulaceae	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> cf.												1
84	Primulaceae	<i>Geissanthus</i> sp.								1			1	1
85	Melastomataceae	<i>Graffenrieda cucullata</i>							1					1
86	Melastomataceae	<i>Graffenrieda</i> sp.									1			
87	Lecythidaceae	<i>Grias</i> aff. <i>peruviana</i>			1					1				
88	Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>									1			
89	Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.						1	1				1	
90	Gunneraceae	<i>Gunnera</i> sp.					1						1	
91	Bromeliaceae	<i>Guzmania</i> sp.			1		1				1	1		
92	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i>												1
93	Heliconiaceae	<i>Heliconia</i> sp.			1		1							
94	Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	1	1	1				1		1	1	1	1
95	Gesneriaceae	<i>Heppiella ulmifolia</i>					1		1					1
96	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	1											
97	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma oblonga</i>						1	1	1	1	1		
98	Fabaceae	<i>Inga densiflora</i>									1			
99	Fabaceae	<i>Inga fendleriana</i>	1							1				1
100	Fabaceae	<i>Inga feuillei</i>			1									
101	Fabaceae	<i>Inga macrophylla</i>			1									
102	Fabaceae	<i>Inga nobilis</i>	1		1			1	1			1		
103	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.		1			1							
104	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.1										1		
105	Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>									1			
106	Rubiaceae	<i>Ladenbergia pavonii</i>		1							2	1		1
107	Liliaceae	<i>Lilium</i> sp.								1				
108	Cannabaceae	<i>Lozanella enantiophylla</i>	1			1	1		1	1	1	1	1	
109	Ericaceae	<i>Macleania</i> aff. <i>rupestris</i>								1				
110	Ericaceae	<i>Macleania</i> sp.		1										
111	Celastraceae	<i>Maytenus macrocarpa</i>			1									
112	Melastomataceae	<i>Meriania maxima</i>				1			1					1
113	Melastomataceae	<i>Miconia calvescens</i>									1			
114	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf. <i>clathrantha</i>					1							
115	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf. <i>lasioalyx</i>									1			
116	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	1		1		1		1	1	1			
117	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.1						1						
118	Polygonaceae	<i>Monnina sodiroana</i>												1
119	Polygonaceae	<i>Monnina</i> sp.			1									
120	Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i>		1		1								
121	Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>								1			1	

Cuadro 6.2-32: Resumen de Riqueza en Transectos cualitativos

N.-	Familia	Especies	LPq-BI-01	LPq-BI-02	LPq-BI-03	LPq-BI-04	LPq-BI-05	LPq-BI-06	LPq-BI-07	LPq-BI-08	LPq-BI-09	LPq-BI-10	LPq-BI-11	LPq-BI-12
122	Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i>											1	
123	Lauraceae	<i>Nectandra purpurea</i>						1				1		
124	Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.				1		1			1	1		
125	Rubiaceae	<i>Notopleura macrophylla</i>					1							
126	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>					1			1				
127	Lauraceae	<i>Ocotea</i> aff. <i>floribunda</i>							1					
128	Araliaceae	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>									1			
129	Myristicaceae	<i>Otoba gordoniiifolia</i>					1					1		1
130	Ochnaceae	<i>Ouratea</i> sp.										1		
131	Malvaceae	<i>Pachira patinoi</i>			1									
132	Rubiaceae	<i>Palicourea acanthacea</i>					1							
133	Rubiaceae	<i>Palicourea demissa</i>	1		2			1			1	1		
134	Malvaceae	<i>Pavonia</i> sp.		1		1		1				1		
135	Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp.								1				
136	Lauraceae	<i>Persea americana</i>		1	1	1								
137	Lauraceae	<i>Persea pseudofasciculata</i>	1							1	1		1	
138	Arecaceae	<i>Phytelephas aequatorialis</i>	1		1	1		1	1	1	1	1		1
139	Piperaceae	<i>Piper lanceifolium</i>	1	1	1		1					1	1	1
140	Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>											1	
141	Urticaceae	<i>Pourouma guianensis</i>		1										
142	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	1											
143	Arecaceae	<i>Prestoea acuminata</i>								1				1
144	Burseraceae	<i>Protium</i> aff. <i>amplum</i>	1											
145	Burseraceae	<i>Protium ecuadorensis</i>								1		1		
146	Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>					1			1			1	
147	Moraceae	<i>Pseudolmedia</i> sp.					1							
148	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>						1	1		1			
149	Zingiberaceae	<i>Renealmia sessilifolia</i>	1											
150	Rosaceae	<i>Rubus</i> sp.			1	1	1							
151	Poaceae	<i>Saccharum officinarum</i>	1		1	1								
152	Celastraceae	<i>Salacia elliptica</i>							1					
153	Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i>											1	
154	Actidiniaceae	<i>Saurauia</i> aff. <i>prainiana</i>					1							
155	Actidiniaceae	<i>Saurauia</i> cf. <i>herthae</i>	1					1	1					
156	Araliaceae	<i>Schefflera</i> sp.												1
157	Araliaceae	<i>Schefflera sphaerocoma</i>	1									1	1	
158	Poaceae	<i>Setaria sphacelata</i>	1	1	1	1	1	1	1		1	2	1	1
159	Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i>			1									
160	Malvaceae	<i>Sida</i> sp.							1		1			

Cuadro 6.2-32: Resumen de Riqueza en Transectos cualitativos

N.-	Familia	Especies	LPq-BI-01	LPq-BI-02	LPq-BI-03	LPq-BI-04	LPq-BI-05	LPq-BI-06	LPq-BI-07	LPq-BI-08	LPq-BI-09	LPq-BI-10	LPq-BI-11	LPq-BI-12
161	Siparunaceae	<i>Siparuna aspera</i>		1	1						1			1
162	Siparunaceae	<i>Siparuna guajalitensis</i>									1		1	
163	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea multiflora</i>	1									1		
164	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.				1								
165	Solanaceae	<i>Solanum sessiliflorum</i>			1									
166	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.							1					
167	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.			1									
168	Moraceae	<i>Sorocea trophoides</i>	1						1					
169	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>									1	1		
170	Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i> sp.			1									
171	Bromeliaceae	<i>Tillandsia cyanea</i>		1										
172	Boraginaceae	<i>Tournefortia</i> sp.					1							
173	Clusiaceae	<i>Tovomita croatii</i>	1											
174	Meliaceae	<i>Trichilia septentrionalis</i> aff.							1					
175	Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	2								1	1		
176	Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i>										1		
177	Urticaceae	<i>Urera baccifera</i>							1				1	1
178	Urticaceae	<i>Urera caracasana</i>	1				1							
179	Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp.			1									
180	Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i>		1								1		
181	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>										1		
182	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>									1			
183	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i>									1			
184	Araceae	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	1	1		1	1		1	1		1	1	1
185	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.		1				1	1					
Total General			43	27	40	21	39	19	40	34	43	43	27	33

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021.

Elaboración: ESSAM, 2022.

❖ **Similitud**

Los transectos cualitativos en general presentan una similitud baja que va desde el 7 al 26%, los transectos con mayor similaridad fueron: Lpq-BI-07 con Lpq-BI-012 que presentan un 26% de semejanza. La baja similaridad de los transectos podría deberse a que cada transecto recorre por áreas diferentes de vegetación donde en algunos casos la diversidad es muy baja debido a que se encuentran en áreas muy intervenidas de pastizales y cultivos.

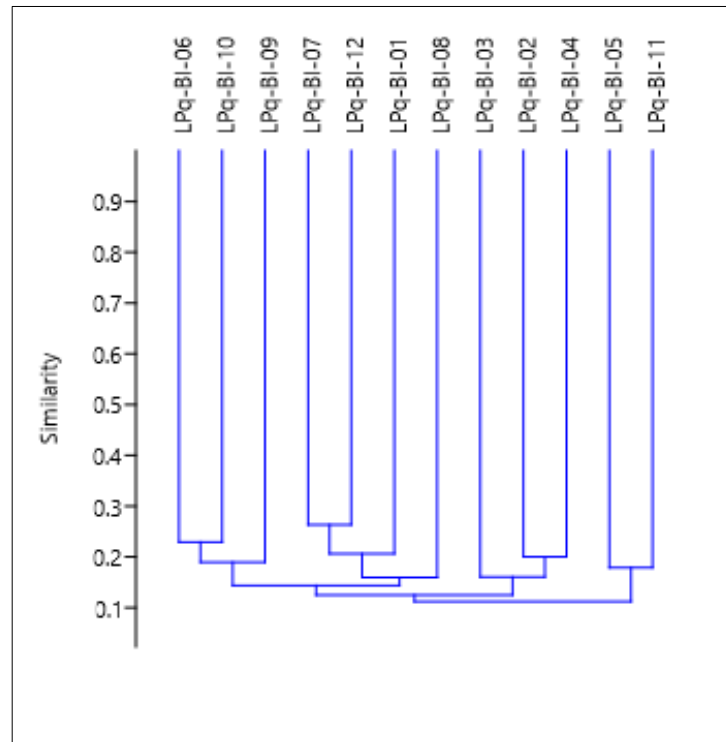
En el cuadro 6.2-33 se detalla los resultados de la similaridad de Jaccard de todos los transectos.

Cuadro 6.2-33: Matriz de proximidad de Jaccard - Transectos

Transectos	LPq-BI-01	LPq-BI-02	LPq-BI-03	LPq-BI-04	LPq-BI-05	LPq-BI-06	LPq-BI-07	LPq-BI-08	LPq-BI-09	LPq-BI-10	LPq-BI-11	LPq-BI-12
LPq-BI-01	1	0,117	0,200	0,151	0,162	0,093	0,215	0,177	0,171	0,212	0,136	0,197
LPq-BI-02	0,117	1	0,140	0,200	0,100	0,122	0,158	0,034	0,131	0,175	0,125	0,111
LPq-BI-03	0,200	0,140	1	0,180	0,149	0,075	0,116	0,076	0,159	0,130	0,066	0,092
LPq-BI-04	0,151	0,200	0,180	1	0,091	0,176	0,132	0,080	0,105	0,173	0,067	0,102
LPq-BI-05	0,162	0,100	0,149	0,091	1	0,036	0,147	0,108	0,110	0,097	0,179	0,161
LPq-BI-06	0,093	0,122	0,075	0,176	0,036	1	0,208	0,083	0,173	0,229	0,070	0,061
LPq-BI-07	0,215	0,158	0,116	0,132	0,147	0,208	1	0,143	0,227	0,162	0,138	0,263
LPq-BI-08	0,177	0,034	0,076	0,080	0,108	0,083	0,143	1	0,103	0,123	0,132	0,158
LPq-BI-09	0,171	0,131	0,159	0,105	0,110	0,173	0,227	0,103	1	0,206	0,095	0,119
LPq-BI-10	0,212	0,175	0,130	0,173	0,097	0,229	0,162	0,123	0,206	1	0,117	0,159
LPq-BI-11	0,136	0,125	0,066	0,067	0,179	0,070	0,138	0,132	0,095	0,117	1	0,132
LPq-BI-12	0,197	0,111	0,092	0,102	0,161	0,061	0,263	0,158	0,119	0,159	0,132	1

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

Gráfico 6.2-22: Similaridad de Jaccard de los transectos cualitativos



Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021
Procesamiento: ESSAM, 2022

E. Endemismo y Estatus de conservación

En toda el área de estudio se registraron 15 especies importantes, de las cuales 11 son endémicas y 4 especies no son endémicas, pero presentan algún tipo de categoría UICN o están protegidas por CITES.

De las 11 especies endémicas siete presentan categoría NT (Casi Amenazada): *Croton floccosus* (Euphorbiaceae), *Erythrina megistophylla*, *Erythrina schimpffii* (Fabaceae), *Ladenbergia pavonii* (Rubiaceae), *Meliosma gracilis* (Sabiaceae), *Phytelephas aequatorialis* (Arecaceae), *Tillandsia cyanea* (Bromeliaceae); tres están en categoría VU (Vulnerable): *Banara regia* (Salicaceae), *Ceroxylon echinulatum* (Arecaceae), *Siparuna guajalitensis* (Siparunaceae); y una especie está EN (En Peligro): *Monina sodiroana* (Polygonaceae).

Adicionalmente *Cedrela montana* se encuentra en categoría Vulnerable y *Chamaedorea linearis* se cataloga como Casi Amenazada. El helecho arbóreo del género *Cyathea* se encuentra protegido por el Apéndice II de CITES.

En el cuadro 6.2-34 se presenta el listado de especies endémicas, amenazadas, protegidas y el punto de muestreo donde fueron registradas.

Cuadro 6.2-34: Especie registradas con algún grado de amenaza o restricción

N°	Familia	Nombre científico	Endemismo (Ecuador)	Categoría	LPQ-BI-1	LPQ-BI-2	LPQ-BI-3	LPq-BI-01	LPq-BI-02	LPq-BI-03	LPq-BI-04	LPq-BI-05	LPq-BI-06	LPq-BI-07	LPq-BI-08	LPq-BI-09	LPq-BI-10	LPq-BI-11	LPq-BI-12	
1	Salicaceae	<i>Banara regia</i>	Si	VU	X		X			X		X		X						X
2	Arecaceae	<i>Ceroxylon echinulatum</i>	Si	VU								X								X
3	Euphorbiaceae	<i>Croton floccosus</i>	Si	NT	X															
4	Fabaceae	<i>Erythrina megistophylla</i>	Si	NT								X							X	
5	Fabaceae	<i>Erythrina schimpffii</i>	Si	NT			X													
6	Rubiaceae	<i>Ladenbergia pavonii</i>	Si	NT		X	X		X							X	X			X
7	Sabiaceae	<i>Meliosma gracilis</i>	Si	NT			X													
8	Polygonaceae	<i>Monnina sodiroana</i>	Si	EN																X
9	Arecaceae	<i>Phytelephas aequatorialis</i>	Si	NT		X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X		X
10	Siparunaceae	<i>Siparuna guajalitensis</i>	Si	VU	X															
11	Bromeliaceae	<i>Tillandsia cyanea</i>	Si	NT					X											
12	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	No	VU		X						X	X						X	
13	Arecaceae	<i>Chamaedorea linearis</i>	No	NT	X															
14	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp.</i>	No	CITES Appendix II	X	X	X							X	X			X		X
15	Arecaceae	<i>Prestoea acuminata</i>	No	LC											X					X

LC: Preocupación menor; **NT:** Casi amenazada, **NE:** No evaluada UICN; **** Colombia:** Reportada en Colombia
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

F. Especies Indicadoras

Las especies indicadoras, tanto de manera individual como agrupadas en comunidades biológicas, reaccionan con el ambiente cambiando sus funciones vitales y/o su composición química, lo que permite obtener conclusiones sobre el estado del ambiente. Es importante resaltar que el conjunto de individuos, especies o comunidades enteras proporcionan a menudo indicadores más seguros que individuos aislados o especies singulares (Calatayud & Sanz 2000). Sin embargo, es fundamental como herramienta para la conservación conocer que especies endémicas, potencialmente nuevas, o en categorías de amenaza, crecen en áreas de influencia del área operativa de la concesión minera La Plata.

Especies indicadoras de bosques disturbadas son las especies pioneras, es decir las que intervienen en el proceso de sucesión vegetal en este caso se registraron en los rastrojos de bosque. Los árboles pioneros son llamados así por su rápido crecimiento y corta vida, por tener una copa en forma de sombrilla formada por hojas heliófitas (requieren de luz solar abundante y directa) estas especies son: *Ochroma pyramidale* (Malvaceae), *Cecropia* sp., *Urera caracasana* (Urticaceae), estas especies se registraron en las áreas disturbadas.

Las especies maderables registradas en el área de estudio como: *Guarea kunthiana* (Meliaceae), *Protium ecuadorensis* (Burseraceae), *Persea pseudofasciculata*, *Nectandra acutifolia*, *Beilschmiedia alloiophylla*, *Beilschmiedia costaricensis* (Lauraceae) son indicadoras de bosques en buen estado de conservación y con bajos niveles de intervención antrópica.

Las especies que sirven como fuente de alimento para la fauna silvestre (guatusos, guantas, ardillas, tucanes, arasaris, etc.) son indicadoras de la presencia de ella, dichas especies son: *Virola sebifera* (Myristicaceae), *Inga fendleriana*, *Inga nobilis*, *Inga densiflora*, *Inga feuillei*, *Inga macrophylla* (Fabaceae).

Las especies indicadoras de suelos con nutrientes ricos en nitrógeno son las especies de la familia Fabaceae.

G. Uso del Recurso

Los usos de las especies registradas en la zona de estudio se basan en los conocimientos ancestrales de los guías de la zona y en la revisión bibliográfica de la enciclopedia de plantas útiles (de la Torre *et al.* 2008). De las 235 especies identificadas, el 28,09% tienen uso como materiales (se usan para diferentes cosas, pero en su mayoría es maderable para la construcción de materiales de construcción para la casa, utensilios, leña, artesanías.), el 25,3% de las especies tiene el uso como alimento para vertebrados (generalmente para la fauna silvestre), el 14,47% de las especies tiene un uso medicinal, el 13,19% tienen un uso

alimenticio (alimento de la gente local), mientras que el 13,19% de las especies no tienen ningún uso.

Es evidente que los pocos bosque existentes en el área de estudio, contienen especies útiles para las comunidades del sector y la parroquia, especialmente la especies maderables, que son utilizadas para construcción y adecuación de las viviendas del sector, el tema medicinal es importante ya que en los bosques aportan con importantes plantas medicinales, sin embargo se aclara que desacuerdo con lo conversado con los guías del sector, la población prefiere obtener remedios caseros de los mercados y no directamente de los bosques del sector. También se debe mencionar que ciertas especies identificadas aportan con la alimentación de la fauna silvestre existente en el sector.

En el cuadro 6.2-35 se encuentra el listado de las especies registradas en toda el área de estudio con sus respectivos nombres comunes, hábito y el uso que brindan.

Cuadro 6.2-35: Usos de las especies registradas en toda el área de estudio

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito	Usos
1	Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i>	Canilla de venado	Arbolito	Materiales
2	Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> sp.	Kwichi	Arbusto	Medicinal
3	Euphorbiaceae	<i>Acalypha villosa</i>	Guatelillo de monte	Arbusto	Medicinal
4	Lamiaceae	<i>Aegiphila alba</i>	Palo blanco	Árbol	Materiales
5	Arecaceae	<i>Aiphanes</i> sp.	Palmita	Arbolito	-
6	Euphorbiaceae	<i>Alchornea leptogyna</i>	Achiote de monte	Árbol	Materiales
7	Sapindaceae	<i>Allophylus</i> cf. <i>floribundus</i>	Capulí	Árbol	Materiales
8	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Árbol	Materiales
9	Annonaceae	<i>Annona</i> cf. <i>quinduensis</i>	Chirimoya de monte	Árbol	-
10	Araceae	<i>Anthurium</i> sp.	Anturio	Epifita	Medicinal
11	Fabaceae	<i>Arachis pintoii</i>	Maní forrajero	Hierba	Forraje
12	Rubiaceae	<i>Arachnothryx</i> cf. <i>perezii</i>	-	Árbol	-
13	Rubiaceae	<i>Arachnothryx</i> sp.	-	Árbol	-
14	Asteraceae	<i>Aristeguietia</i> aff. <i>lamiifolia</i>	-	Liana	Alimento de vertebrados
15	Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	Flor de gallinazo	Hierba	Medicinal
16	Asteraceae	<i>Baccharis trinervis</i>	Chilco	Arbusto	Medicinal
17	Salicaceae	<i>Banara regia</i>	-	Árbol	-
18	Fabaceae	<i>Bauhinia</i> sp.	Pata de vaca	Bejuco	Medicinal
19	Begoniaceae	<i>Begonia hederacea</i>	Begonia	Hierba	Medicinal
20	Begoniaceae	<i>Begonia parviflora</i>	Begonia	Hierba	Medicinal
21	Lauraceae	<i>Beilschmiedia alloiophylla</i>	María	Árbol	Materiales
22	Lauraceae	<i>Beilschmiedia</i> cf. <i>aloiophylla</i>	María	Árbol	Materiales
23	Lauraceae	<i>Beilschmiedia costaricensis</i>	Aguacatillo	Árbol	Materiales
24	Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	Achiote	Árbol	Comestible
25	Melastomataceae	<i>Blakea</i> sp.	Hoja de San Pedro	Arbusto	Alimento de vertebrados

Cuadro 6.2-35: Usos de las especies registradas en toda el área de estudio

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito	Usos
26	Papaveraceae	<i>Bocconia integrifolia</i>	Albarracín	Arbolito	Alimento de vertebrados
27	Alstroemeriaceae	<i>Bomarea purpurea</i>	-	Bejuco	-
28	Fabaceae	<i>Browneopsis cf. macrofoliolata</i>	-	Árbol	-
29	Breneliaceae	<i>Brunellia sp.</i>	Flor blanca	Árbol	Medicinal
30	Icacinaceae	<i>Calatola costaricensis</i>	Huevo de burro	Árbol	Alimento de vertebrados
31	Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	Figueroa	Árbol	Materiales
32	Salicaceae	<i>Casearia cf. cajambrensis</i>	-	Árbol	-
33	Salicaceae	<i>Casearia arborea</i>	Chirimoya de monte	Árbol	Materiales
34	Salicaceae	<i>Casearia sp.</i>	Cedrilla	Árbol	Alimento de vertebrados
35	Urticaceae	<i>Cecropia gabrielis</i>	Guarumo	Árbol	Alimento de vertebrados
36	Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>	Guarumo	Árbol	Alimento de vertebrados
37	Urticaceae	<i>Cecropia sp.1</i>	Guarumo	Árbol	Alimento de vertebrados
38	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Cedro	Árbol	Materiales
39	Campanulaceae	<i>Centropogon granulatus</i>	Flor de quinde	Hierba	Alimento de vertebrados
40	Arecaceae	<i>Ceroxylon echinulatum</i>	Palma de cera	Árbol	Materiales
41	Solanaceae	<i>Cestrum megalophyllum</i>	Sauco	Árbol	Medicinal
42	Arecaceae	<i>Chamaedorea linearis</i>	Palmito	Arbolito	Alimento
43	Rubiaceae	<i>Chimarrhis sp.</i>	-	Árbol	Materiales
44	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys colombiana</i>	-	Árbol	-
45	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys dependens</i>	-	Árbol	Alimenticio
46	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys sp.</i>	Carnicero	Árbol	Materiales
47	Clusiaceae	<i>Chrysophyllum sp.</i>	Curarina	Árbol	Alimento de vertebrados
48	Poaceae	<i>Chusquea scandens</i>	Suro	Hierba	Materiales
49	Rutaceae	<i>Citrus junos</i>	Naranja	Arbusto	Alimenticio
50	Rutaceae	<i>Citrus medica</i>	Limón	Arbusto	Alimenticio
51	Primulaceae	<i>Clavija eggersiana</i>	Huevo de tigre	Arbolito	Alimenticio
52	Capparaceae	<i>Cleome sp.</i>	Barbona	Hierba	Alimenticio
53	Clusiaceae	<i>Clusia alata</i>	Duco blanco	Árbol	Materiales
54	Clusiaceae	<i>Clusia crenata</i>	Duco	Árbol	-
55	Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	Duco	Árbol	Alimento de vertebrados
56	Clusiaceae	<i>Clusia sp. 1</i>	Duco	Árbol	Alimento de vertebrados
57	Polygonaceae	<i>Coccoloba aff. peruviana</i>	-	Árbol	Alimento de vertebrados
58	Polygonaceae	<i>Coccoloba sp.</i>	Añalki	Árbol	Alimento de vertebrados

Cuadro 6.2-35: Usos de las especies registradas en toda el área de estudio

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito	Usos
59	Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	Café	Arbolito	Alimenticio
60	Fabaceae	<i>Cojoba arborea</i>	-	Árbol	-
61	Gesneriaceae	<i>Columnea</i> sp.	Punta de lanza	Epifita	Medicinal
62	Gesneriaceae	<i>Columnea</i> sp.1	Punta de lanza	Epifita	Medicinal
63	Melastomataceae	<i>Conostegia</i> sp.	-	Hierba	-
64	Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	Laurel	Árbol	Materiales
65	Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	Tutumbe	Árbol	Materiales
66	Costaceae	<i>Costus</i> sp.	Caña agria	Hierba	Medicinal
67	Asteraceae	<i>Critoniopsis</i> aff. <i>occidentalis</i>	Negrillo	Árbol	-
68	Euphorbiaceae	<i>Croton floccosus</i>	Sangre de drago	Árbol	Medicinal
69	Euphorbiaceae	<i>Croton lechleri</i>	Sangre de drago	Árbol	Medicinal
70	Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp.	Helecho	Arbolito	Medicinal
71	Primulaceae	<i>Cybianthus peruvianus</i>	Tsanpisu capindo	Árbol	Materiales
72	Primulaceae	<i>Cybianthus</i> sp.	Mortiño	Árbol	Social
73	Primulaceae	<i>Cybianthus</i> sp.1	Mortiño	Árbol	Social
74	Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	Coquito	Hierba	Forraje
75	Araliaceae	<i>Dendropanax macrocarpus</i>	-	Árbol	Alimento de vertebrados
76	Ebenaceae	<i>Diospyros</i> sp.	-	Árbol	-
77	Ericaceae	<i>Disterigma humboldtii</i>	Gualicón	Epifita	Alimento de vertebrados
78	Gesneriaceae	<i>Drymonia</i> sp.	Gallo	Hierba	Medicinal
79	Gesneriaceae	<i>Drymonia teuscheri</i>	-	Hierba	Medicinal
80	Lauraceae	<i>Endlicheria griseosericea</i>	Canelo blanco	Árbol	Materiales
81	Lauraceae	<i>Endlicheria</i> sp.	Canelo	Árbol	Materiales
82	Equisetaceae	<i>Equisetum bogotensis</i>	Cola de caballo	Hierba	Medicinal
83	Malvaceae	<i>Eriotheca squamigera</i>	-	Árbol	Alimento de vertebrados
84	Fabaceae	<i>Erythrina megistophylla</i>	Porotillo	Árbol	Alimenticio
85	Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Porotillo	Árbol	Materiales
86	Fabaceae	<i>Erythrina schimpffii</i>	Porotillo	Árbol	Medioambiental
87	Myrtaceae	<i>Eschweilera caudiculata</i>	Sacha zapote	Árbol	Alimento de vertebrados
88	Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i>	Arrayán	Árbol	Alimenticio
89	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Arrayán	Árbol	Alimento de vertebrados
90	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.1	Arrayán	Árbol	Alimento de vertebrados
91	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Lechero	Árbol	Medioambiental
92	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia sinclairiana</i>	-	Arbusto	-
93	Rubiaceae	<i>Faramea flavicans</i>	Sacha capulí	Árbol	Alimento de vertebrados
94	Moraceae	<i>Ficus americana</i>	Higuerón	Árbol	Alimento de vertebrados
95	Moraceae	<i>Ficus americana</i> var. <i>andicola</i>	Higuerón	Árbol	Alimento de vertebrados

Cuadro 6.2-35: Usos de las especies registradas en toda el área de estudio

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito	Usos
96	Moraceae	<i>Ficus brevibracteata</i>	Higuerón	Árbol	Materiales
97	Moraceae	<i>Ficus cf. macbridei</i>	Higuerón	Árbol	Materiales
98	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasasiana</i>	Higuerón	Árbol	Alimento de vertebrados
99	Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	Higuerón	Árbol	Alimento de vertebrados
100	Moraceae	<i>Ficus mutisii</i>	Higuerón	Árbol	Materiales
101	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	Higuerón	Árbol	Alimento de vertebrados
102	Moraceae	<i>Ficus sp.1</i>	Higuerón	Árbol	Alimento de vertebrados
103	Clusiaceae	<i>Garcinia macrophylla</i>	Madroño	Árbol	Alimento de vertebrados
104	Primulaceae	<i>Geissanthus cf. vanderwerffii</i>	Charmuelán	Árbol	Alimenticio
105	Primulaceae	<i>Geissanthus longistamineus</i>	Capulí	Árbol	Alimenticio
106	Primulaceae	<i>Geissanthus sp.</i>	Capulí	Árbol	Materiales
107	Melastomataceae	<i>Graffenrieda cucullata</i>	Sierrilla hoja ancha	Árbol	Alimento de vertebrados
108	Melastomataceae	<i>Graffenrieda sp.</i>	-	Árbol	Materiales
109	Lecythidaceae	<i>Grias aff. peruviana</i>	Aguacate de monte	Árbol	Alimento de vertebrados
110	Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	Caña guadua	Árbol	Materiales
111	Nyctaginaceae	<i>Solanum sp.</i>	-	Árbol	Alimento de vertebrados
112	Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	Manzano	Árbol	Materiales
113	Meliaceae	<i>Guarea sp.</i>	Manzano	Árbol	Materiales
114	Annonaceae	<i>Guatteria sp.</i>	Caimitillo	Árbol	Alimento de vertebrados
115	Annonaceae	<i>Guatteria sp.1</i>	Caimitillo	Árbol	Alimento de vertebrados
116	Gunneraceae	<i>Gunnera sp.</i>	Pusik	Hierba	Materiales
117	Lecythidaceae	<i>Gustavia johnclarkii</i>	-	Árbol	-
118	Bromeliaceae	<i>Guzmania sp.</i>	Bromelia	Epifita	Alimento de vertebrados
119	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i>	Guayusa de monte	Árbol	Alimenticio
120	Heliconiaceae	<i>Heliconia sp.</i>	Heliconia	Hierba	Materiales
121	Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	Balsa blanca	Árbol	Materiales
122	Gesneriaceae	<i>Heppiella ulmifolia</i>	Chupa flor	Hierba	Medicinal
123	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	Mascarey	Árbol	Alimento de vertebrados
124	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma oblonga</i>	Motilón	Árbol	Materiales
125	Fabaceae	<i>Inga densiflora</i>	Guaba machetona	Árbol	Alimenticio
126	Fabaceae	<i>Inga fendleriana</i>	Guaba lanuda	Árbol	Alimento de vertebrados
127	Fabaceae	<i>Inga feuillei</i>	Guaba	Árbol	Alimento de vertebrados

Cuadro 6.2-35: Usos de las especies registradas en toda el área de estudio

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito	Usos
128	Fabaceae	<i>Inga macrophylla</i>	Guaba	Árbol	Alimento de vertebrados
129	Fabaceae	<i>Inga nobilis</i>	Guaba negra	Árbol	Alimento de vertebrados
130	Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	Guaba	Árbol	Alimento de vertebrados
131	Fabaceae	<i>Inga sp.1</i>	Guaba	Árbol	Alimento de vertebrados
132	Euphorbiaceae	<i>Jatropha sp.</i>	-	Arbusto	Medioambiental
133	Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	Tocte	Árbol	Alimenticio
134	Rubiaceae	<i>Ladenbergia pavonii</i>	Cacarilla	Árbol	Materiales
135	Liliaceae	<i>Lilium sp.</i>	Lirio	Hierba	Materiales
136	Cannabaceae	<i>Lozanella enantiophylla</i>	Ortiguillo	Árbol	Materiales
137	Ericaceae	<i>Macleania aff. rupestris</i>	Gualicón	Bejuco	Alimenticio
138	Ericaceae	<i>Macleania sp.</i>	Gualicón	Bejuco	Alimenticio
139	Anacardiaceae	<i>Mauria sp.</i>	Kupak	Árbol	Combustibles
140	Celastraceae	<i>Maytenus macrocarpa</i>	Chukchuwasu	Árbol	Medicinal
141	Sabiaceae	<i>Meliosma gracilis</i>	-	Árbol	-
142	Melastomataceae	<i>Meriania maxima</i>	Flor de mayo	Árbol	Alimento de vertebrados
143	Melastomataceae	<i>Miconia calvescens</i>	Pepa de pájaro	Árbol	Alimento de vertebrados
144	Melastomataceae	<i>Miconia cf. clathrantha</i>	-	Árbol	-
145	Melastomataceae	<i>Miconia cf. lasiocalyx</i>	-	Árbol	-
146	Melastomataceae	<i>Miconia cf. quadripora</i>	Olla	Árbol	Alimenticio
147	Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	Amarillo	Árbol	Alimento de vertebrados
148	Melastomataceae	<i>Miconia sp.1</i>	Amarillo	Árbol	Alimento de vertebrados
149	Polygonaceae	<i>Monnina sodiroana</i>	Iwilan	Arbusto	Medicinal
150	Polygonaceae	<i>Monnina sp.</i>	Iwilan	Arbusto	Medicinal
151	Moraceae	<i>Morus insignis</i>	Lechero	Árbol	Alimento de vertebrados
152	Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i>	Plátano	Hierba	Alimenticio
153	Myrtaceae	<i>Myrcia aff. fallax</i>	Saca blanca	Árbol	Alimenticio
154	Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	Saca blanca	Árbol	Alimenticio
155	Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	-	Árbol	Materiales
156	Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i>	Hiwa	Árbol	Materiales
157	Lauraceae	<i>Nectandra purpurea</i>	Canelo negro	Árbol	Materiales
158	Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	Canelo	Árbol	Materiales
159	Rubiaceae	<i>Notopleura macrophylla</i>	-	Arbusto	Social
160	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Boya	Árbol	Materiales
161	Lauraceae	<i>Ocotea aff. floribunda</i>	Canelo	Árbol	Materiales
162	Araliaceae	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Puma maki	Árbol	Materiales
163	Araliaceae	<i>Oreopanax floribundus</i>	Puma maki	Árbol	Materiales
164	Myristicaceae	<i>Otoba gordonifolia</i>	Coco	Árbol	Materiales

Cuadro 6.2-35: Usos de las especies registradas en toda el área de estudio

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito	Usos
165	Ochnaceae	<i>Ouratea</i> sp.	-	Árbol	-
166	Malvaceae	<i>Pachira patinoi</i>	Sacha zapote	Árbol	Alimenticio
167	Rubiaceae	<i>Palicourea acanthacea</i>	-	Arbusto	Materiales
168	Rubiaceae	<i>Palicourea demissa</i>	Campanitas	Árbol	Alimento de vertebrados
169	Malvaceae	<i>Pavonia</i> sp.	Malva	Hierba	Forraje
170	Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp.	Congona	Hierba	Medicinal
171	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	Árbol	Alimenticio
172	Lauraceae	<i>Persea pseudofasciculata</i>	Aguacate	Árbol	Materiales
173	Arecaceae	<i>Phytelephas aequatorialis</i>	Tagua	Árbol	Materiales
174	Piperaceae	<i>Piper lanceifolium</i>	Matico	Arbusto	Medicinal
175	Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	Anís de monte	Arbolito	Medicinal
176	Urticaceae	<i>Pourouma guianensis</i>	Uva de monte	Árbol	Alimento de vertebrados
177	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Sapote	Árbol	Materiales
178	Arecaceae	<i>Prestoea acuminata</i>	Palmito	Árbol	Materiales
179	Burseraceae	<i>Protium aff. amplum</i>	Champil	Árbol	Materiales
180	Burseraceae	<i>Protium ecuadorensis</i>	Copal	Árbol	Materiales
181	Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	Sandio	Árbol	Alimenticio
182	Moraceae	<i>Pseudolmedia</i> sp.	-	Árbol	Alimenticio
183	Myrtaceae	<i>Psidium guajaba</i>	Guayaba	Árbol	Alimenticio
184	Myrtaceae	<i>Psidium occidentale</i>	-	Árbol	-
185	Malvaceae	<i>Quararibea castano</i>	-	Árbol	-
186	Zingiberaceae	<i>Renealmia sessilifolia</i>	-	Hierba	-
187	Meliaceae	<i>Ruagea glabra</i>	Cedrillo	Árbol	Materiales
188	Rosaceae	<i>Rubus</i> sp.	Mora	Arbusto	Alimenticio
189	Poaceae	<i>Saccharum officinarum</i>	Caña de azúcar	Hierba	Alimenticio
190	Celastraceae	<i>Salacia elliptica</i>	-	Árbol	-
191	Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i>	Higuerón	Árbol	Alimento de vertebrados
192	Euphorbiaceae	<i>Sapium stylare</i>	Higuerón	Árbol	Alimento de vertebrados
193	Actidiniaceae	<i>Saurauia aff. prainiana</i>	Moquillo	Árbol	Alimenticio
194	Actidiniaceae	<i>Saurauia brachybotrys</i>	Moquillo	Árbol	Materiales
195	Actidiniaceae	<i>Saurauia cf. herthae</i>	Moquillo	Árbol	Alimenticio
196	Araliaceae	<i>Schefflera</i> sp.	Puma maki gigante	Epifita	-
197	Araliaceae	<i>Schefflera sphaerocoma</i>	Puma maki gigante	Arbolito	Alimento de vertebrados
198	Poaceae	<i>Setaria sphacelata</i>	Pasto alemán	Hierba	Forraje
199	Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i>	Hoja blanca	Hierba	Alimento de vertebrados
200	Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	-	Hierba	Alimento de vertebrados
201	Siparunaceae	<i>Siparuna aspera</i>	-	Árbol	Medicinal
202	Siparunaceae	<i>Siparuna guajalitensis</i>	-	Árbol	-
203	Siparunaceae	<i>Siparuna</i> sp.	Guayusa	Árbol	Medicinal

Cuadro 6.2-35: Usos de las especies registradas en toda el área de estudio

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito	Usos
204	Siparunaceae	<i>Siparuna thecaphora</i>	Raposa panka	Árbol	Medicinal
205	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea multiflora</i>	-	Árbol	-
206	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.	Achotillo	Árbol	Materiales
207	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.1	Achotillo	Árbol	Materiales
208	Solanaceae	<i>Solanum sessiliflorum</i>	Naranjilla	Arbusto	Alimenticio
209	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	-	Arbusto	-
210	Moraceae	<i>Sorocea</i> sp.	-	Árbol	Alimento de vertebrados
211	Moraceae	<i>Sorocea trophoides</i>	-	Árbol	Materiales
212	Symplocaceae	<i>Symplocos fuliginosa</i>	-	Árbol	-
213	Symplocaceae	<i>Symplocos</i> sp.	Pava mikuna	Árbol	Alimento de vertebrados
214	Anacardiaceae	<i>Tapirira cf. rubrinervis</i>	-	Árbol	Alimento de vertebrados
215	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	Árbol	Materiales
216	Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium andinum</i>	Pilanso	Árbol	Materiales
217	Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i> sp.	Helecho	Hierba	Medicinal
218	Bromeliaceae	<i>Tillandsia cyanea</i>	Bromelia	Epifita	-
219	Boraginaceae	<i>Tournefortia</i> sp.	Negrillo	Arbusto	Alimento de vertebrados
220	Clusiaceae	<i>Tovomita croatii</i>	-	Arbusto	-
221	Meliaceae	<i>Trichilia aff. septentrionalis</i>	-	Árbol	Alimento de vertebrados
222	Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	Purutillo	Árbol	Materiales
223	Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i>	Sangre de gallina	Árbol	Materiales
224	Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i>	Cedrillo	Árbol	Alimento de vertebrados
225	Urticaceae	<i>Urea baccifera</i>	Ortiguillo	Arbusto	Medicinal
226	Urticaceae	<i>Urea caracasana</i>	Ortiguillo	Arbusto	Medicinal
227	Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp.	Romerillo	Arbusto	Apícola
228	Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i>	Biso	Árbol	Medicinal
229	Asteraceae	<i>Vernonia</i> sp.	Juan negro	Árbol	Medicinal
230	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	Coco	Árbol	Materiales
231	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Achotillo	Árbol	Alimento de vertebrados
232	Hypericaceae	<i>Vismia macrophylla</i>	Achotillo	Árbol	Materiales
233	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i>	Encino	Árbol	Materiales
234	Araceae	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Camacho	Hierba	Alimenticio
235	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.	Tachuelo	Árbol	Materiales

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

6.2.4.6 Resumen de resultados

- En el área de estudio se registraron varios tipos de vegetación: bosque natural intervenido, rastrojo de bosque, pastizales y cultivos.
- En general la cobertura vegetal nativa del área de estudio es escasa, la vegetación arbórea se observa habitualmente como parches de bosque con pendientes pronunciadas o en áreas de quebradas de difícil acceso y al borde de las fuentes hídricas. Además, se registró una fuerte presión antrópica, por ejemplo, se observó que existe extracción de madera, pisoteo del sotobosque y contaminación de las fuentes hídricas por el ganado vacuno, además de las actividades mineras.
- Las parcelas presentan una alta abundancia y una riqueza considerable de especies lo que indica que hay una alta diversidad a nivel florístico, por lo tanto la parcela LPQ-BI-1 registró un total de 178 individuos correspondientes a 62 especies, 47 géneros y 32 familias, la parcela LPQ-BI-2 se registró un total de 114 individuos correspondientes a 49 especies, 41 géneros y 33 familias y la parcela LPQ-BI-3 se registró un total de 101 individuos correspondientes a 55 especies, 48 géneros y 31 familias, a pesar de ser parches aislados de bosques que están rodeados de pastizales y cultivos sin embargo sirven como refugio para las especies de fauna silvestre.
- Los bosques evaluados corresponden a bosques siempreverdes montanos ricos en diversidad y endemismo debido a su ubicación y condiciones climáticas, por lo detallado anteriormente se registró una alta diversidad según los índices de diversidad aplicados (Simpson y Shannon), según el índice de Shannon las tres parcelas presentan una diversidad superior al 3,1: LPQ-BI-1: 3,82, LPQ-BI-2: 3,57, LPQ-BI-3: 3,81 y según el índice de Simpson los valores se acercan a uno: LPQ-BI-1: 0,97, LPQ-BI-2: 0,96, LPQ-BI-3: 0,97, así también se registró un número considerable de especies importantes.
- Se registraron 14 especies importantes; 11 especies endémicas y tres especies que no son endémicas, pero presentan algún tipo de categoría UICN o están protegidas por CITES. De las 11 especies endémicas siete presentan categoría NT (Casi Amenazada): *Croton floccosus* (Euphorbiaceae), *Erythrina megistophylla*, *Erythrina schimpffii* (Fabaceae), *Ladenbergia pavonii* (Rubiaceae), *Meliosma gracilis* (Sabiaceae), *Phytelephas aequatorialis* (Arecaceae), *Tillandsia cyanea* (Bromeliaceae); tres están en categoría VU (Vulnerable): *Banara regia* (Salicaceae), *Ceroxylon echinulatum* (Arecaceae), *Siparuna guajalicensis* (Siparunaceae); y una especie esta EN (En Peligro): *Monina sodiroana* (Polygonaceae). Adicionalmente *Cedrela montana* se encuentra en categoría Vulnerable y *Chamaedorea linearis* se cataloga como Casi Amenazada. El helecho arbóreo del género *Cyathea* se encuentra protegido por el Apéndice II de CITES.

- La estructura horizontal de los bosques en las parcelas demuestra que la mayoría de los individuos se ubican en la categoría de 5 a 9.9 cm de DAP para las parcelas LPQ-BI-02 y LPQ-BI-03 y 10 cm a 19,9 cm de DAP para la parcela LPQ-BI-01, lo que indica que anteriormente los bosques han sufrido intervención antrópica de tala selectiva de madera, por lo que existen gran cantidad de individuos con DAP menores y existen muy pocos individuos que se encuentran en las categorías superiores (40 a 50 cm de DAP).
- El área basal es importante por mostrar la densidad y la dominancia de las especies y la calidad del sitio, debido a que las parcelas muestreadas corresponden a bosques naturales intervenidos el área basal presenta valores significativos: la parcela LPQ-BI-1 registró una AB: 4,797 m², LPQ-BI-2 registró una AB: 5,397 m², LPQ-BI-3 registró una AB: 4,495 m².
- Los transectos cualitativas (12 puntos) registraron un número importante de especies: 185 especies 132 géneros y 67 familias, debido a que son áreas de vegetación de ribera o pequeños parches de bosque donde todavía existen especies importantes, a pesar de que estén rodeadas de pastizales y de cultivos extensos de caña de azúcar.
- Los puntos cualitativos registraron especies importantes y endémicas que no fueron registradas en las parcelas como: *Tillandsia cynea* (Bromeliaceae) registrada en el transecto LPq-BI-03 y *Monnina sodiroana* registrada en el transecto LPq-BI-12.

6.2.4.7 Conclusiones

- El área de estudio presenta un alto grado de intervención antrópica y un bajo nivel de conservación, a consecuencia de esto hay grandes extensiones de pastizales utilizados para el ganado vacuno, cultivos de caña de azúcar y parches de vegetación nativa, por lo tanto se registró 4 tipos de vegetación: bosque natural intervenido, rastrojo de bosque, pastizales y cultivos.
- Los índices de diversidad evaluados: Shannon y Simpson reflejaron una diversidad alta debido a que los bosques siempreverdes montanos presentan una alta diversidad y endemismo por sus características climáticas y por su ubicación, a pesar de su alta intervención.

- El área de estudio presentan una alta abundancia y una riqueza considerable de especies lo que indica que hay una alta diversidad a nivel florístico en estos parches aislados de bosques que están rodeados de pastizales y cultivos sin embargo sirven como refugio para las especies de fauna silvestre.
- El esfuerzo de muestreo realizado en el estudio corresponde a un área mínima utilizada en este tipo de estudios (Evaluaciones ecológicas rápidas), sin embargo según los estimadores Chao 1 la riqueza de especies en las parcelas muestreadas, alcanzaron más de la mitad de las especies esperadas, así también las curvas de acumulación de las parcelas aun no es una asíntota, por lo que al aumentar el esfuerzo de muestreo se podría llegar al número esperado de especies.
- El área de estudio presenta un endemismo importante debido a que se registraron 11 especies endémicas y 4 especies que no son endémicas pero que presentan una categoría UICN. *De las 11 especies endémicas siete presentan categoría NT (Casi Amenazada): Croton floccosus (Euphorbiaceae), Erythrina megistophylla, Erythrina schimpffii (Fabaceae), Ladenbergia pavonii (Rubiaceae), Meliosma gracilis (Sabiaceae), Phytelphas aequatorialis (Arecaceae), Tillandsia cyanea (Bromeliaceae); tres están en categoría VU (Vulnerable): Banara regia (Salicaceae), Ceroxylon echinulatum (Arecaceae), Siparuna guajalitensis (Siparunaceae); y una especie está EN (En Peligro): Monina sodiroana (Polygonaceae).*
- La estructura vertical arbórea de las parcelas, demuestra que la mayoría de los individuos están concentrados entre 5 a 9 m y de 10 a 14 metros de altura, característica distintiva de los bosques montanos.
- Pese a los pocos bosque existentes en el área de estudio, estos contiene especies que son útiles para las comunidades del sector. El principal uso es maderable (28,09%), sin embargo, hay que especificar que en el área de estudio no existe comercialización de madera, sino que los materiales son de uso propio para adecuación o construcción de viviendas del sector y uso de leña; posteriormente el siguiente uso es para alimento de vertebrados (25,30%) debido a que son parches de refugio de fauna silvestre; seguido del uso medicinal (14,47%); finalmente el 13,19% de las especies son utilizadas como alimento de las personas locales.
- Los transectos cualitativos registraron un número importante de especies (185 en total de los 12 puntos), debido a que son áreas de vegetación de ribera o pequeños parches de bosque donde todavía existen especies importantes, a pesar de que estén rodeadas de pastizales y de cultivos extensos de caña de azúcar.

- Los puntos cualitativos registraron especies importantes y endémicas que no fueron registradas en las parcelas como: *Tillandsia cynea* (Bromeliaceae) registrada en el transecto LPq-BI-03 y *Monnina sodiroana* registrada en el transecto LPq-BI-12.
- La similaridad entre los puntos de muestreo es alta alcanzando un 90% entre ellos esto puede deberse a que presentan características parecidas, como tipo de suelo, altitud, tipo de cobertura vegetal.

6.2.4.8 Registro Fotográfico

A. Sitios de Muestreo



Fotografía 6.2-1:

Actividad: Bosque natural intervenido
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 7-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-2:

Actividad: Bosque Natural intervenido
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-02
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 7-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-3:

Actividad: Bosque Natural intervenido
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-03
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-4:

Actividad: Pastizales con rastrojo de bosque
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-01
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 12-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-5:

Actividad: Estero con vegetación de quebrada
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-02
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 12-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-6:

Actividad: Pastizales con especies arbóreas dispersas
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-03
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 9-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-7:

Actividad: Pastizales con árboles dispersos
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-04
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 9-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-8:

Actividad: Pastizales con vegetación en la quebrada
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-05
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 12-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-9:

Actividad: Pastizales con árboles dispersos.
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-06
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 14-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-10:

Actividad: Bosque natural intervenido al fin del transecto
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-07
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 15-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-11:

Actividad: Cultivos de balsa
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-08
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 15-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-12:

Actividad: Pastizales con filo de quebrada
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-09
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 14-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-13:

Actividad: Bosque natural intervenido
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-10
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 7-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-14:

Actividad: Pastizales con especies arbóreas en quebrada
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-11
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 7-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-15:

Actividad: Bosque natural intervenido
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-12
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 7-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo

B. Metodología aplicada



Fotografía 6.2-16:

Actividad: Instalación de la parcela con la brújula
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 7-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-17:

Actividad: Medición de la parcela
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 7-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-18:

Actividad: Etiquetado de los vértices.
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 8-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-19:

Actividad: Toma de coordenadas
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 8-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-20:

Actividad: Medición del DAP
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 8-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-21:

Actividad: Marcaje y numeración de los arboles
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 7-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-22:

Actividad: Colecciones botánicas con la trepadora aérea y podadora extensible
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-03
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 12-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-23:

Actividad: Identificación in situ y toma de datos en puntos cualitativos
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-011
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 12-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo

C. Especies registradas



Fotografía 6.2-24:

Orden: Myrtales
Familia: Rubiaceae
Género: Palicourea
Especie: *Palicourea demissa*
Nombre Común:
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 8-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-25:

Orden: Myrtales
Familia: Salicaceae
Género: Casearia
Especie: *Casearia arborea*
Nombre Común:
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 8-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-26:

Orden: Myrtales
Familia: Chloranthaceae
Género: Hedyosmum
Especie: *Hedyosmum racemosum*
Nombre Común:
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 8-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-27:

Orden: Myrtales
Familia: Moraceae
Género: Ficus
Especie: *Ficus americana*
Nombre Común:
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 8-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-28:

Orden: Myrtales
Familia: Myristicaceae
Género: Otoba
Especie: Otoba gordonifolia
Nombre Común:
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 8-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-29:

Orden: Myrtales
Familia: Rubiaceae
Género: Faramea
Especie: Faramea flavicans
Nombre Común:
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 8-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-30:

Orden: Myrtales
Familia: Lecythidaceae
Género: Grias
Especie: Grias aff. peruviana
Nombre Común:
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-01
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 8-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-31:

Orden: Myrtales
Familia: Siparunaceae
Género: Siparuna
Especie: Siparuna guajalitensis
Nombre Común:
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 8-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-32:

Orden: Arecales
Familia: Arecaceae
Género: Chamaedorea
Especie: *Chamaedorea linearis*
Nombre Común: Palmito
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 9-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-33:

Orden: Myrtales
Familia: Melastomataceae
Género: Meriania
Especie: *Meriania maxima*
Nombre Común:
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 9-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-34:

Orden: Myrtales
Familia: Asclepiadiaceae
Género: Asclepias
Especie: *Asclepias curassavica*
Nombre Común:
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-03
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 9-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-35:

Orden: Polygonales
Familia: Polygonaceae
Género: Monnina
Especie: *Monnina sodiroana*
Nombre Común:
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-05
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 12-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-36:

Orden: Arecales
Familia: Arecaceae
Género: Ceroxylon
Especie: *Ceroxylon echinulatum*
Nombre Común: Palma de ramos
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-01
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 9-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-37:

Orden: Fabales
Familia: Fabaceae
Género: Erythrina
Especie: *Erythrina schimpffii*
Nombre Común:
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-03
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-38:

Orden: Malvales
Familia: Malvaceae
Género: Eriotheca
Especie: *Eriotheca squamigera*
Nombre Común:
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-03
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo



Fotografía 6.2-39:

Orden: Myrtales
Familia: Actinidiaceae
Género: Saurauia
Especie: *Saurauia cf. prainiana*
Nombre Común:
Punto de Muestreo (Código): Lpq-BI-5
Tipo de Registro: Parcela
Fecha: 11-septiembre-2021
Investigador: María Fernanda Collaguazo

6.2.5 Fauna Terrestre

6.2.5.1 Ornitofauna

❖ Antecedentes

Ecuador se ubica en una región donde convergen varias regiones zoogeográficas en un sentido amplio. Al occidente de los Andes se encuentran dos regiones con niveles elevados de endemismo, entre los más importantes del mundo: Chocó hacia el norte y Pacífico Ecuatorial o Tumbes-Manabí hacia el sur. Su diversidad en conjunto excede las 650 especies. La cordillera andina, en su compleja topografía, alberga Ornitofauna distinta entre sus cordilleras oriental y occidental, así como entre los Andes del norte y del sur. En total, son más de 1000 especies las que habitan en los Andes, por sobre 1000 m de altitud. La porción noroccidental de los Andes está asociada biogeográficamente a la región del Chocó, por lo que posee cerca de 50 especies únicas respecto a otras partes de los Andes (Freile & Poveda, 2019).

En los Andes occidentales, comprende algunos bosques remanentes localizados al occidente de la provincia de Cotopaxi, y extremo suroeste de Pichincha. Existen bosques nublados remanentes primarios y secundarios en una matriz dominada por áreas alteradas, en especial pastizales para ganado y zonas agrícolas (caña de azúcar, maíz, café, palma africana, frutales, banano), dentro de esta área se han registrado 257 especies de aves, la mayoría de ellas registradas dentro de la Reserva Ecológica Los Ilinizas, Bosque Integral Otonga y El Bosque Protector Huagrahuasi-Quitasol (BirdLife Internacional,, 2021).

El presente estudio se realizó en la parroquia Palo Quemado, perteneciente al cantón Sigchos, jurisdicción de la provincia Cotopaxi. La zona muestreada pertenece ecosistema Bosque siempre verde montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes BsBn04 según el Ministerio del Ambiente del Ecuador - (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013). Los resultados obtenidos brindan información sobre la riqueza, diversidad y estado de conservación de la Ornitofauna dentro de los puntos evaluados.

❖ Objetivos

A. Objetivo General

Analizar las poblaciones de aves en tres áreas de estudio, en el marco del *Estudio de Impacto Ambiental para las fases de explotación y beneficio de minerales metálicos en el área operativa de la concesión minera La Plata (código 2001.1)*, así como también determinar el estado de conservación y aspectos ecológicos de la Ornitofauna registrada.

B. Objetivos Específicos

- Identificar y evaluar la riqueza, abundancia y diversidad de la ornitofauna en las áreas de estudio.
- Evaluar los aspectos ecológicos, el estado de conservación y endemismo en la zona de estudio.
- Analizar los impactos potenciales de las actividades mineras a desarrollarse en el área sobre las comunidades ornitológicas presentes en el área y proponer medidas de mitigación.

❖ Sitio de muestreo

A. Descripción de los sitios de Muestreo

El área operativa se localiza en la provincia de Cotopaxi, cantón Sigchos, se ubica en una zona de Bosque siempre verde montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes, con una altitud que va desde los 1289 a 1669 m.s.n.m., en el cual se analizaron tres puntos de muestreo cuantitativo y 12 puntos cualitativos.

Para el estudio ornitológico se ubicaron los puntos de muestreo en base a criterios técnicos establecidos previamente: según la unidad de vegetación definida, cobertura vegetal, uso del suelo y hábitats observados (áreas de pastizal, vegetación arbustiva, relictos de bosque, cultivos y zonas pobladas); en tal efecto, se distribuyeron puntos de muestreo tratando de abarcar todos los tipos de hábitats presentes determinando las principales limitantes para el presente estudio:

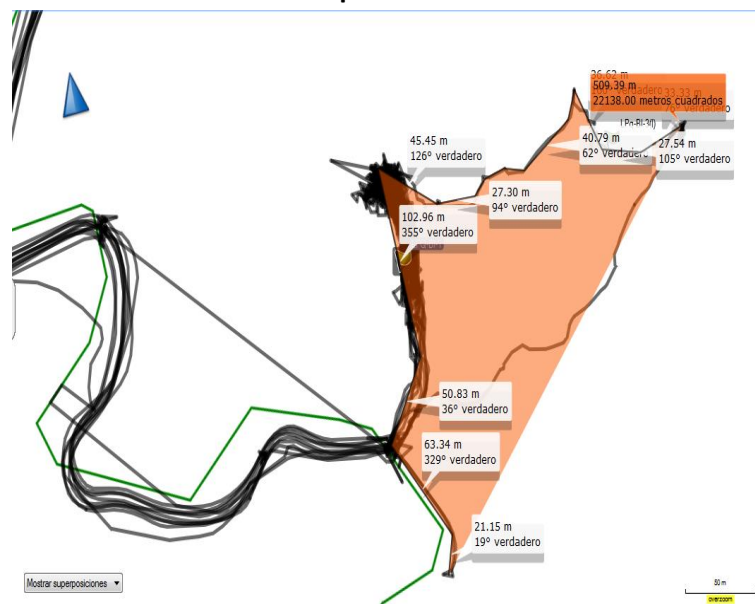
- Una limitada área de estudio debido a la degradación del hábitat ya existente, con predominancia de cultivos y pastizales.
- Las condiciones meteorológicas como la presencia de lluvia y de neblina durante el muestreo influyeron directamente al disminuir la tasa de actividad de las aves, reducir el campo de visión del observador (neblina) y hacer visible las redes (lluvia).
- La escasa cobertura vegetal nativa, los parches de bosque con pendientes pronunciadas, zonas de quebradas de difícil acceso característicos de los sitios de estudio influyeron tanto en una ejecución eficaz de la metodología como en el registro de la Ornitofauna del área.
- Los parches de bosque tuvieron una carencia de especies vegetales con floración y fructificación, lo cual influyó en la riqueza de especies propias de bosque que pertenecen a las familias Trochilidae, Troglodytidae, Tinamidae, Thamnophilidae, entre otras.

- Los puntos de muestreo se ubicaron en terrenos privados, por lo tanto, el permiso para el ingreso condicionó la aplicación de la metodología propuesta.

A continuación, se describen los sectores evaluados (Cuadro 6.2-36).

LPQ-BI-1.- Se localiza en un relicto de bosque secundario colinado bastante pequeño con aproximadamente el 30% de árboles de 25-30 m de altura y el 40% de arbustos rodeado de pastizal, cercano al sitio se observa un riachuelo pequeño, también, se observó una carencia de flores y frutos; la presencia de lluvia, terrenos delimitados con alambre de púas, además los componentes de fauna muestreando en el mismo sitio fueron factores que dificultaron la instalación de mayor número de redes de neblina y por ende del transecto de observación de mayor longitud, los cuales influyeron en el registro de especies, finalmente los métodos empleados para el registro de especies cubrieron un área de 500 m, aproximadamente.

Gráfico 6.2-23: Área recorrida donde se empleó los métodos de muestreo en el punto LPQ-BI-1

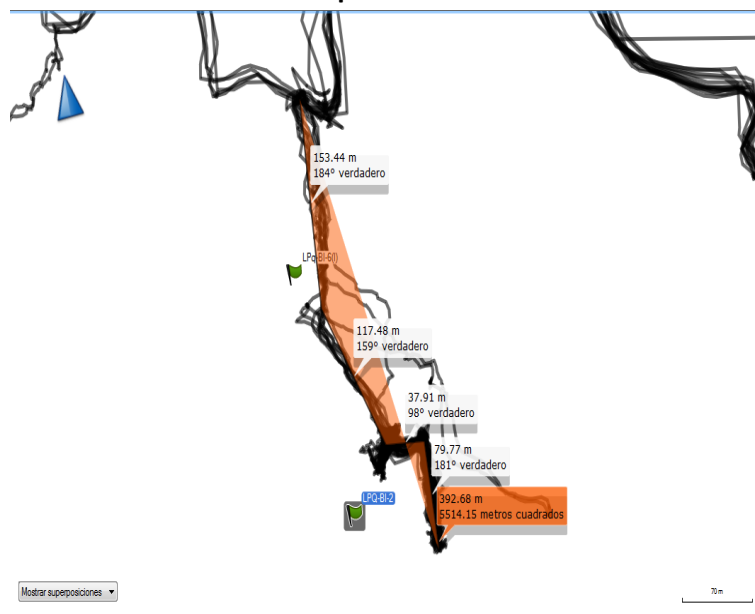


Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

LPQ-BI-2.- Se encuentra en un fragmento de bosque secundario colinado con el 20% de árboles a una altura entre 25-30m y el 20% de arbustos, siendo la cobertura vegetal muy reducida y no se observó especies vegetales en floración y fructificación, además, una quebrada pronunciada que se aproxima a un riachuelo y limita el sitio de estudio, la cual estuvo rodeada de pastizal con presencia de ganado vacuno y viviendas cercanas, así mismo, la presencia de los componentes de fauna estos limitantes dificultaron el registro de especies, el área de estudio comprendió 500 m en donde se aplicó los métodos de registro de especies.

Gráfico 6.2-24: Área recorrida donde se empleó los métodos de muestreo en el punto LPQ-BI-2

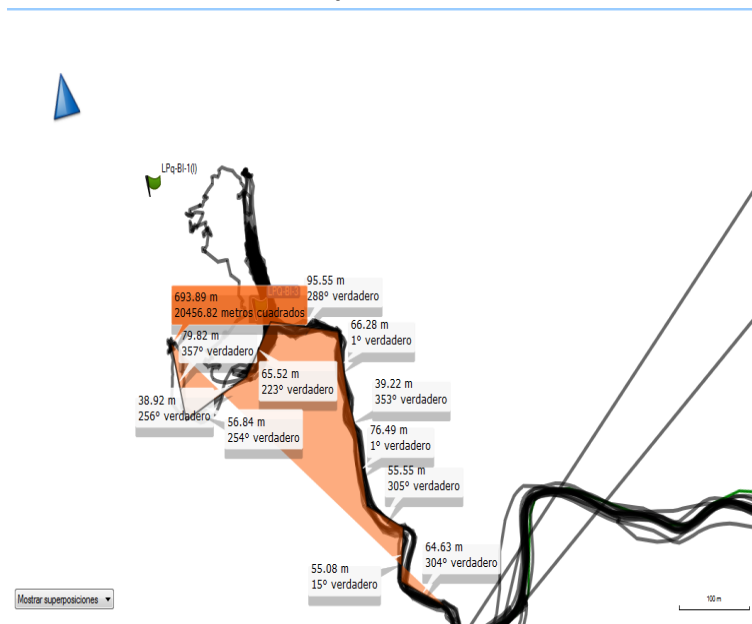


Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

LPQ-BI-3. Se localiza en un relicto de bosque secundario poco colinado con el 50% de árboles de 25 a 30 m de altura y el 30% de arbustos, con escasa presencia de flores y frutos, rodeado de una amplia zona de pastizal, con viviendas cercanas, ganado vacuno y aves de corral; cercano al sitio de estudio se observó un riachuelo pequeño, así mismo, la presencia de los componentes de fauna dificultó el registro de especies, el sitio de muestreo cubrió aproximadamente 500 m en donde se aplicó todos los métodos propuestos.

Gráfico 6.2-25: Área recorrida donde se empleó los métodos de muestreo en el punto LPQ-BI-3



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

El cuadro 6.2-36 se presenta la ubicación y descripción de los puntos de muestreo analizados en los tres sectores del área operativa de la concesión minera La Plata, los cuales pueden apreciarse de mejor manera en el mapa: *Mapa 6.2-4 : Ubicación de sitios de muestreo del Componente Ornitofauna. (Ver 15 Anexos: 1 Cartografía)*

Cuadro 6.2-36: Ubicación de los Puntos de Muestreo de la Ornitofauna en el Área Operativa

Fecha	Sitio de muestreo	Código	Posición	Coordenadas (WGS84)		Altura	Método	Ecosistema	Extensión	Tipo de muestreo
				X	Y					
7-9/09/2021	Las Minas	LPQ-BI-1	Inicio	729212	9956714	1.349	Redes de neblina	Relicto de Bosque secundario	150 m	Cuantitativo
			Fin	729263	9956655	1.352				
			Inicio	729147	9956703	1.529	Recorridos de observación		350 m	
			Fin	729484	9956810	1.457				
			Inicio	729208	9956756	1.348	Puntos de conteo/grabaciones estandarizadas			
			Inicio	729277	9956787	1.484				
			Inicio	729369	9956783	1.476				
8/09/2021		LPq-BI-3	Inicio	729370	9956744	1.531	Transecto de observación/grabaciones esporádicas	Pastizal	500 m	Cualitativo
			fin	729769	9956439					
8/09/2021		LPq-BI-12	Inicio	729934	9956345	1.545	Transecto de observación/grabaciones esporádicas	Pastizal	500 m	Cualitativo
			fin	730187	9956760					
9/09/2021		LPq-BI-4	Inicio	719836	9956809	1.527	Transecto de observación/grabaciones esporádicas	Pastizal	500 m	Cualitativo
			fin	730239	9957085					
10-13/09/2021		LPQ-BI-3	Inicio	729035	9957510	1.543	Redes de neblina	Relicto de Bosque secundario	150 m	Cuantitativo
	Fin		729092	9957604	1.545					
	Inicio		728939	9957497	1.534	Recorridos de observación	350 m			
	Fin		729144	9957789	1.479					
	Inicio		729060	9957572	1.550	Puntos de conteo/grabaciones estandarizadas				
	Inicio		728983	9957516	1.523					
	Inicio		729113	9957680	1.476					
11/09/2021	LPq-BI-1	Inicio	728928	9957737	1.496	Transecto de observación/grabaciones esporádicas	Zona de Quebrada con relictos de bosque	500 m	Cualitativo	
		fin	729011	9957242						

Cuadro 6.2-36: Ubicación de los Puntos de Muestreo de la Ornitofauna en el Área Operativa

Fecha	Sitio de muestreo	Código	Posición	Coordenadas (WGS84)		Altura	Método	Ecosistema	Extensión	Tipo de muestreo
				X	Y					
14/09/2021	Las Minas	LPq-BI-5	Inicio	728398	9957072	1.410	Transecto de observación/grabaciones esporádicas	Pastizal	500 m	Cualitativo
			fin	727930	9957203					
14/09/2021		LPq-BI-11	Inicio	728250	9956567	1.669	Transecto de observación/grabaciones esporádicas	Pastizal	500 m	Cualitativo
			fin	727799	9956750					
14-17/09/2021	San Pablo de la Plata	LPQ-BI-2	Inicio	729436	9958541	1.289	Redes de neblina	Fragmento de Bosque secundario	150 m	Cuantitativo
			Fin	729351	9958431	1.290				
			Inicio	729398	9958796	1.285	Recorridos de observación		350 m	
			Fin	729464	9958452	1.397				
			Inicio	729388	9958493	1.291	Puntos de conteo/grabaciones estandarizadas			
			Inicio	729466	9958520	1.380				
Inicio		729464	9958637	1.344						
14/09/2021		LPq-BI-6	Inicio	729366	9958675	1.347	Transecto de observación/grabaciones esporádicas	Pastizal	500 m	Cualitativo
			fin	729719	9958317					
15/09/2021		LPq-BI-2	Inicio	729271	9959159	1.308	Transecto de observación/grabaciones esporádicas	Pastizal	500 m	Cualitativo
			fin	728920	9958799					
17/09/2021		LPq-BI-8	Inicio	727935	9959546	1.289	Transecto de observación/grabaciones esporádicas	Pastizal	500 m	Cualitativo
	fin		727849	9959050						
17/09/2021	LPq-BI-7	Inicio	728218	9958708	1.359	Transecto de observación/grabaciones esporádicas	Pastizal	500 m	Cualitativo	
		fin	728515	9958303						
17/09/2021	LPq-BI-10	Inicio	730218	9959754	1.368		Pastizal	500 m	Cualitativo	

Cuadro 6.2-36: Ubicación de los Puntos de Muestreo de la Ornitofauna en el Área Operativa

Fecha	Sitio de muestreo	Código	Posición	Coordenadas (WGS84)		Altura	Método	Ecosistema	Extensión	Tipo de muestreo
				X	Y					
	San Pablo de la Plata		fin	729907	9959359		Transecto de observación/grabaciones esporádicas			
17/09/2021		LPq-BI-9	Inicio	722993	9958419	1.327	Transecto de observación/grabaciones esporádicas	Pastizal	500 m	Cualitativo
			fin	729908	9957923					

LPQ-BI-: Punto de Muestreo Cuantitativo
 LPq-BI: Transecto de Muestreo Cualitativo
Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021
Elaborado por: ESSAM, 2022

❖ Metodología

Durante el muestreo de campo las limitantes mencionadas en la sección: descripción de los sitios de muestreo, influyeron en el registro de especies, por tanto, el uso de la combinación de métodos de muestreo: estaciones de redes de neblina/puntos de conteo, registro de vocalizaciones y recorridos de observación directa/aleatoria (recorridos dentro de los transectos definidos y en los alrededores de los sitios de estudio) propuestos por (Bojorges et al., 2006), (Blake & Loiselle, 2001), (Derlindati & Caiziani, 2005), (Estades, Escobar, Tomasevic, Vukasovic, & Páez, 2006), (Ralph, y otros, 1996), (Bibby et al., 1992); (Mikol, 1980) (Cooperrider, 1986 y Villareal et al. 2004) fueron necesarios para disminuir el sesgo de la pérdida de información por los factores antes mencionados; estas metodologías cuantitativas y cualitativas fueron aplicadas de acuerdo con el tipo de hábitat observada en las áreas de estudio.

A. Muestreo Cuantitativo

Para realizar el muestreo cuantitativo según Pérez, 2011 y (Ralph, y otros, 1996) sugieren que los transectos se deben establecerse al azar en el área de estudio de manera representativa de la disponibilidad de diferentes tipos de hábitats, sin embargo, es mejor que se establezcan en áreas de bosque continuo, tomando en consideración las irregularidades en la topografía del terreno, distribución espacial y la proximidad a la actividad humana, en algunos casos se debe evitar ciertas áreas o tipos de vegetación que pueden conducir a tendencias sustanciales y a la probabilidad de registrar especies que no habiten en el sitio, por lo tanto, los transectos deben establecerse preferiblemente en un solo tipo de cobertura forestal, en este sentido, en el actual estudio se tomó el fragmento de bosque más representativo del sitio y técnicamente idóneo para la instalación de las redes de neblina (Ralph, y otros, 1996), mientras que para el resto de métodos empleados se consideró las zonas de pastizal y los fragmentos de bosque, con el fin de registrar la mayor cantidad de especies y poder determinar una riqueza y abundancia que se ajusten a la realidad del área evaluada.

A continuación, se describen los métodos utilizados para el registro de especies.

- **Registros mediante capturas**

Las redes de neblina deben ser ubicadas en áreas de bosque como: el límite entre dos tipos de hábitat (linde entre un bosque y un pastizal), zona de arbustos en el interior del bosque, además, sugiere que en terrenos irregulares o inclinados las redes deben estar más concentradas y cubrir un área menor y se recomienda instalar de 6 a 10 redes de neblina (Ralph, y otros, 1996). En este sentido, las áreas de muestreo presentaron escasas zonas de

bosque lo cual dificultó la instalación de 10 redes de neblina, por tanto, se instalaron solo siete redes de neblina de 12 m longitud y con un tamaño de ojo de 28 a 32mm, con una altura de 2,5 m ubicadas una a continuación de la otra formando una hilera, tratando de ocupar el mayor número de hábitats posibles, estas fueron situadas donde se pueda obtener el mayor número de capturas cubriendo aproximadamente una longitud de 150 m. (Villarreal, y otros, 2004); (Ralph, y otros, 1996). Las redes permanecieron abiertas desde las 06h00 hasta 10:00 y 14:00-18h00 horas siendo visitadas cada 15-20 minutos a una hora. Las especies capturadas fueron identificadas en el campo, fotografiadas e inmediatamente liberadas en el mismo sitio de captura. Las ventajas de esta metodología están que son fáciles de usar y estandarizar, reduciendo el sesgo del observador y capacidad de detectar aves poco vocales, terrestres y crípticas, pero es muy limitado con respecto a determinar riqueza y abundancia de especies y son menos efectivas en bosques de árboles altos sobre todo para aquellas especies que viven en el dosel y sin sotobosque medio (Ralph, y otros, 1996), estas características fueron las que presentaron las áreas de estudio.

Para evitar el recuento los individuos capturados fueron marcados con un pequeño corte en las plumas de las alas primarias (rémiges) para evitar un sesgo al confundir eventualmente a dos o más individuos de la misma especie al ser recapturados. Cada uno de ellos lleva la marca en una de sus primarias, pero no en la misma, así las posibilidades de marcaje son de 20 individuos por especie aproximadamente.

- ***Puntos de conteo***

Los puntos de conteo pueden seleccionarse al azar o a lo largo de transectos, por tanto, se aplicó esta técnica de conteo en tres puntos dentro del área de transecto, en combinación con el uso de redes de neblina (Bibby et al., 1992) grabaciones de cantos y recorridos de observación, tuvieron una duración de 12 minutos por punto con observaciones de hasta aproximadamente 30 m de distancia de la especie hacia el observador (Hutto, Pletschet, Sandra, & Hendricks, 1986), se ubicaron en los fragmentos de bosque y áreas de pastizal en donde se registró todos los individuos vistos o escuchados, con un esfuerzo de muestreo de una hora por día. Las observaciones fueron realizadas en bandas desde una distancia del observador a) < 10m, b) 10-19m y c) 20-30m para reducir el sesgo de registrar un mismo individuo más de una vez, el horario de inicio empieza a partir de las 9h00 hasta las 10h00 y tuvieron tres repeticiones por estación de muestreo.

- ***Registros mediante vocalizaciones y grabaciones estandarizadas***

Para el registro de los cantos de las aves, se realizaron recorridos utilizando los mismos transectos que fueron empleados para los registros de observación directa/aleatoria, redes de neblina/puntos de conteo (Brandes, 2008) (Blake & Loiselle, 2001) (Derlindati & Caiziani,

2005), Estades *et al.* 2006, se utilizó una radio grabadora (Olympus Digital Voice recorder VN701PC). Las grabaciones se realizaron en la mañana a partir de las 05h45 con una duración de 15 minutos hasta una hora, debido a que las aves presentan mayor actividad durante este período de tiempo. Dada las limitaciones ecológicas y factores antrópicas expuestas anteriormente, los registros de cantos fueron escasos y, por tanto, se realizó únicamente un día de grabación por punto cuantitativo con un total de dos grabaciones de aproximadamente 30 minutos cada una.

Los cantos grabados fueron analizados y comparados con otras grabaciones digitales (o digitalizadas previamente) por medio de un programa profesional de edición de sonidos Xeno canto.

- ***Recorridos de observación directa/aleatoria***

Se aplicó el registro de este método en un transecto de 350 m aproximadamente en un horario de 10:00 -11:00 am y 14:00- 15:00 con el fin de no interferir con el resto de métodos aplicados para el registro de especies, el método consistió en realizar recorridos de observación directa en combinación con puntos de conteo/redes de neblina y grabaciones de cantos (Bojorges *et al.*, 2006), dentro del transecto definido con una distancia de 20 m aproximadamente de las estaciones de redes de neblina, además se realizó recorridos aleatorios en la periferia de los sitios de estudio (específicamente en los alrededores de los relictos de bosque evaluados) el método fue aplicado durante una hora por cada día (3 días) de muestreo consecutivo, esto permitió el registro de un mayor número de especies en cada estación de muestreo cuantitativo y consecuentemente en la zona de estudio.

B. Muestreo Cualitativo

- ***Método de Transecto***

La técnica de transectos lineales tendrá una longitud de alrededor de 1000 m continuos o subdivididas en unidades de muestreo cada 100 o 250m, con un distanciamiento entre transecto de 150 a 200m en lugares densos y de 250 a 500m en lugares abiertos con una velocidad determinada, generalmente a 1km/h (Bibby *et al.*, 1992; Mikol, 1980), en este contexto. Para la recolección de datos de la Ornitofauna, se establecieron 12 transectos de aproximadamente 500 m, con una distancia de separación de 300 m uno del otro, donde se realizó observaciones directas y registro de vocalizaciones esporádicas por sitio con una velocidad aproximada de 1 hora por punto cualitativo.

- **Registros mediante vocalizaciones**

Para el registro de los cantos de las aves, se realizaron recorridos utilizando los mismos transectos que fueron empleados para los registros visuales, se utilizó una radio grabadora (Olympus Digital Voice recorder VN701PC). Las grabaciones fueron esporádicas durante el transcurso del día.

Los cantos grabados fueron analizados y comparados con otras grabaciones digitales (o digitalizadas previamente) por medio de un programa profesional de edición de sonidos Xeno canto.

- **Entrevistas**

Se realizaron entrevistas a los colonos y guías nativos sobre la presencia de aves en la zona y su importancia como fuente de proteína, comercio y artesanal. Esta información únicamente fue utilizada para determinar el uso del recurso avifaunístico del área, mas no para enriquecer el listado de especies.

- **Identificación de los ejemplares**

Los individuos registrados mediante los métodos empleados fueron identificados mediante la guía de campo de Aves del Ecuador de (Ridgely & Greenfield, 2006), el listado oficial de aves del Ecuador más reciente de la página de la PUCE BIO WEB Freile y Poveda (2019).

- **Recuento de especies**

Con el fin de evitar el doble conteo es importante que los transectos se encuentren razonablemente separados, con una distancia entre 150-200m y de 250-300m en hábitats cerrados y abiertos, respectivamente, entre más alejados más datos independientes serán generados (Bibby et al.1992). En este contexto se establece que las tres estaciones cuantitativas tuvieron una distancia aproximada de más de 800 m entre ellas, por tanto, los registros obtenidos en cada estación son independientes, así mismo se consideró que para evitar que un individuo pueda ser contabilizado más de una vez, es importante que el periodo de observación sea de 20 minutos o menos para evitar que se cuente la misma ave dos veces (Taylor, 2003).

C. Esfuerzo de Muestreo

El estudio de la Ornitofauna se realizó durante 11 días efectivos de campo en los tres puntos cuantitativos y 12 puntos cualitativos. El tiempo y área de muestreo para cada punto son detallados en el cuadro 6.2-37, en donde se observa que para cada punto cualitativo se emplearon dos horas de muestreo en un área aproximada de 500 m, y en cada punto cuantitativo se emplearon un total de 168 horas mediante el muestreo con redes de neblina (24 horas cada red) y siete horas mediante puntos de conteo, grabaciones y recorridos de observación.

El esfuerzo de muestreo según la metodología fue calculado de la siguiente manera: puntos de conteo se midió el tiempo (12 min) por punto de conteo por día; captura con red de neblina se mide en horas-red, donde 1 hora-red equivale a una red de 12 x 2 m abierta por una hora según (Villarreal, y otros, 2004) y se realizó dos grabaciones de cantos con un total de una hora en un solo día de muestreo (Cuadro 6.2-37).

Cuadro 6.2-37: Esfuerzo de Muestreo- Ornitofauna								
Código	Método	Tipo de muestreo	Nº (Puntos de conteo, recorridos y	Nº observadores	Nº de días	Horas por día	Área de muestreo	Horas totales
LPQ-BI-1	Red de neblina	Cuantitativo	7	1	3	8	150 m	168 horas
	Puntos de conteo		1	1	3	1	350 m	3 horas
	Grabaciones estandarizadas		2	1	1	1		2 hora
	Recorridos de observación directa/aleatoria		1	1	3	1		3 horas
LPq-BI-3	Recorridos de observación	Cualitativo	1	1	1	1	500 m	1 hora
	Grabaciones de cantos		1	1	1	1		1 hora
LPq-BI-12	Recorridos de observación	Cualitativo	1	1	1	1	500 m	1 hora
	Grabaciones de cantos		1	1	1	1		1 hora
LPq-BI-4	Recorridos de observación	Cualitativo	1	1	1	1	500 m	1 hora
	Grabaciones de cantos		1	1	1	1		1 hora
LPQ-BI-3	Red de neblina	Cuantitativo	7	1	3	8	150 m	168 horas
	Puntos de conteo		1	1	3	1	350 m	3 horas

Cuadro 6.2-37: Esfuerzo de Muestreo- Ornitofauna

Código	Método	Tipo de muestreo	Nº (Puntos de conteo, recorridos y	Nº observadores	Nº de días	Horas por día	Área de muestreo	Horas totales
	Grabaciones estandarizadas		2	1	1	1		1 hora
	Recorridos de observación directa/aleatoria		1	1	3	1		3 horas
LPq-BI-1	Recorridos de observación	Cualitativo	1	1	1	1	500 m	1 hora
	Grabaciones de cantos		1	1	1	1		1 hora
LPq-BI-5	Recorridos de observación	Cualitativo	1	1	1	1	500 m	1 hora
	Grabaciones de cantos		1	1	1	1		1 hora
LPq-BI-11	Recorridos de observación	Cualitativo	1	1	1	1	500 m	1 hora
	Grabaciones de cantos		1	1	1	1		1 hora
LPQ-BI-2	Red de neblina	Cuantitativo	7	1	3	8	350 m	168 horas
	Puntos de conteo		1	1	3	1		1 hora
	Grabaciones estandarizadas		2	1	1	1		1 hora
	Recorridos observación directa/aleatoria		1	1	3	1		3 horas
LPq-BI-6	Recorridos de observación	Cualitativo	1	1	1	1	500 m	1 hora
	Grabaciones de cantos		1	1	1	1		1 hora
LPq-BI-2	Recorridos de observación	Cualitativo	1	1	1	1	500 m	1 hora
	Grabaciones de cantos		1	1	1	1		1 hora
LPq-BI-8	Recorridos de observación	Cualitativo	1	1	1	1	500 m	1 hora
	Grabaciones de cantos		1	1	1	1		1 hora
LPq-BI-7	Recorridos de observación	Cualitativo	1	1	1	1	500 m	1 hora
	Grabaciones de cantos		1	1	1	1		1 hora
LPq-BI-10	Recorridos de observación	Cualitativo	1	1	1	1	500 m	1 hora

Cuadro 6.2-37: Esfuerzo de Muestreo- Ornitofauna

Código	Método	Tipo de muestreo	Nº (Puntos de conteo, recorridos y	Nº observadores	Nº de días	Horas por día	Área de muestreo	Horas totales
	Grabaciones de cantos		1	1	1	1		1 hora
LPq-BI-9	Recorridos de observación	Cualitativo	1	1	1	1	500 m	1 hora
	Grabaciones de cantos		1	1	1	1		1 hora

Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

D. Analisis de Datos

Con la información obtenida durante el trabajo de campo se consideró la información sobre el número de especies, géneros, familias y órdenes registrados en el área operativa de la concesión minera La Plata, además se analizó la información obtenida en relación con el número de especies existentes en el país y el piso zoogeográfico subtropical occidental.

- **Riqueza y Abundancia Relativa**

El cálculo de la abundancia relativa se obtuvo dividiendo el número de individuos de cada especie (sp/t) para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica (Magurran, 1988). Las categorías de abundancia o abundancia relativa se determinaron de acuerdo con el número de individuos registrados para cada especie (Álava *et al.* 2007) así: Raro 1 individuo, Poco Común de 2-4, Común de 5-9, y Abundante más de 10 individuos.

- **Curvas rango abundancia**

La abundancia relativa en las áreas de muestreo, se la determinó a través del porcentaje que representa los individuos de una especie con respecto al total de individuos registrados. El cálculo se realizó empleando la fórmula:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Ecu. 6.2-11

Dónde:

n_i = es el número de individuos de una especie

N = el número total de individuos de la muestra

En base a p_i se construirán curvas Rango-Abundancia (curva de Whittaker) en función logarítmica base X_0 ($\log-X_0$); estas curvas son herramientas empleadas para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica y reflejan todos aspectos ecológicamente importantes de la diversidad como: número de especies, la proporción de los individuos de cada especie (p_i), la igualdad o si inverso la dominancia de cada especie, permitiendo identificar especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales o especie abundantes que representen un interés especial de conservación (Feisinger, 2004); (Magurran, 1988).

- **Diversidad**

Para el análisis de diversidad se utilizaron los índices de Simpson y Shannon-Wiener (dominancia y equidad respectivamente) mediante la utilización del programa estadístico PAST-Palaeontological STatistics.

Índice de Simpson (1-D): Es un índice de dominancia D más que diversidad y representa la probabilidad de que dos *individuos* escogidos al azar pertenezcan a la misma especie (Moreno, 2001) Su inverso (1-D) se considera como un buen indicador de diversidad (Feisinger, 2004).

$$D = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

Ecu. 6.2-12

Donde:

S : número de especies y p_i es la proporción de cada especie

La aplicación de estos dos índices es comparativa, es decir se analizó sobre las diferencias obtenidas entre los índices para corroborar la diversidad de cada sitio de muestreo.

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener – El índice de Shannon-Wiener (H') se basa en la abundancia proporcional de especies, considerando que una comunidad es más diversa mientras mayor sea la riqueza y menor la dominancia de una o pocas especies (Franco-López, y otros, 1985; Moreno, 2001). Puede verse fuertemente influenciado por las especies más abundantes (Magurran, 1988). Su ecuación utilizando logaritmos de base natural es:

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

Ecu. 6.2-13

Dónde:

p_i = abundancia relativa

ln = logaritmo natural.

Este índice asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados al azar. Puede adquirir valores entre cero (0) cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Villareal, y otros, 2004). Según los criterios de Magurran (2004) valores iguales o inferiores a 1,5 se consideran de baja diversidad, mientras que iguales o superiores a 3,2 se consideran de alta diversidad.

Índice de Similitud de Jaccard: El coeficiente de similitud de Jaccard relaciona el número de especies compartidas, con el número total de especies exclusivas. Es un método cualitativo, debido a que no toma en cuenta las abundancias registradas para cada especie; por lo tanto, no hace comparaciones de biodiversidad entre las áreas de estudio para esto se aplicó la fórmula:

$$IJ = \frac{C}{A + B - C} * 100\%$$

Ecu. 6.2-14

Dónde:

IJ = Índice de Jaccard

A = Número de especies en la comunidad uno

B = Número de especies en la comunidad dos

C = Número de especies comunes en ambas comunidades.

Índice de Bray curtis: Es una medida de similitud que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo, toma valores entre 0 (ninguna especie en común) y 1 (muestras idénticas). Este método es cuantitativo y se refiere a la diferencia total en la abundancia de especies entre dos sitios, dividido para la abundancia total en cada sitio. La fórmula de Bray Curtis es la siguiente:

$$CN = \frac{2jN}{aN + bN}$$

Ecu. 6.2-15

Dónde:

aN = Individuos del sitio A

bN = Individuos del sitio B

jN = Suma de las abundancias menores de los dos sitios (Magurran, 1987)

CN = Índice de Similitud

- **Estimadores no paramétricos de la riqueza**

Chao 1- basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una muestra determinada. Es decir, se requiere saber cuántas especies están representadas por un solo individuo en la muestra (singletons), y cuántas especies están representadas por exactamente dos individuos (doubletons) (Moreno 2001):

$$S_{est} = S_{obs} + \frac{F^2}{2G}$$

Ecu. 6.2-16

Donde:

S_{est}= es el número de clases (en este caso número de especies)

S_{obs}= es el número de especies observado en una muestra

F= es el número de un solo individuo

G= es el número de dos individuos

Chao2- es el estimador basado en la incidencia. Esto quiere decir que necesita datos de presencia-ausencia de una especie en una muestra dada, es decir, sólo si está la especie y cuántas veces está esa especie en el conjunto de muestras (Moreno 2001).

$$S_{est} = S_{obs} + \frac{L^2}{2M}$$

Ecu. 6.2-17

Donde:

S_{est}= es el número de clases (en este caso número de especies)

S_{obs}= es el número de especies observado en una muestra

L= es el número de especies que ocurren sólo en una muestra

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

Jacknife 1 y 2- considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras.

$$Jack1 = S + L (m - 1m)$$

Ecu. 6.2-18

Donde:

$m =$ es el número de censos.

Jack2 de segundo orden, tiene la formula (Moreno 2001)

$$Jack2 = S + \frac{L(2M - 3)}{m} - M(m - 2)^2 m(m - 1)$$

Ecu. 6.2-19

Los valores de los estimadores se calcularon con el software EstimateS 9.0. El número de especies de una comunidad se computa junto con log-lineales e intervalos de confianza del 95%. Estos intervalos de confianza asimétricos tienen la propiedad de sentido común que el límite inferior de confianza no puede ser menor que el número observado de las especies. (Chao, 2005).

- **Curva de acumulación de especies**

Representa el número de especies acumulado en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado; cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas, esto permite: 1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación; 2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y 3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

E. Aspectos Ecológicos

- **Gremios tróficos.**

Se tomó en cuenta el gremio trófico al que pertenecen las especies de aves, basado en la literatura de Feinsinger (2003) y Ridgely y Greenfield (2006) y observación en el campo.

La determinación de los nichos tróficos se ha considerado como la principal fuente alimenticia a nivel de familia. Las especies fueron agrupadas así: Insectívoras (Ins), todas las especies que se alimentan de pequeños insectos y artrópodos, que pueden o no complementar su dieta con frutos; frugívoras (Fru), las que se alimentan de frutos carnosos y semillas; nectarívoras (Nec), las que se alimentan de néctar esencialmente; granívoras (Gra), las que se alimentan de peces (Psc), las que se alimentan principalmente de semillas; omnívoras (Omn), las que tienen una dieta amplia incluyendo los hábitos antes descritos; carnívoras (Rap), las que se alimentan de carne que cazan activamente; y, carroñeros (Carr),

que se alimentan de animales muertos.

- **Hábito y distribución vertical**

Para determinar el hábito y distribución vertical se consideró dos opciones: actividad diurna y nocturna; para la distribución vertical se tomó en cuenta cinco niveles: terrestre, sotobosque, medio, dosel y aéreo, datos tomados desde The Birds of Ecuador (Ridgely *et al.*, 2006).

- **Estado de conservación y endemismo**

Los datos del estado de conservación mundial se basó en las categorías de amenaza de la IUCN² (2019) y son: En Peligro Crítico (CR), están incluidas las especies que enfrentan un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en un futuro inmediato; En Peligro (EN), las especies que tienen un muy alto riesgo de extinción en un futuro inmediato en vida silvestre; Vulnerables (VU), las especies que tienen un alto riesgo de extinción en un futuro inmediato en vida silvestre; y Casi Amenazada (NT), las especies que pueden calificar dentro de alguna categoría de amenaza en un futuro próximo.

La información de especies amenazadas a nivel nacional fue en base al Libro Rojo de las Aves del Ecuador (Granizo *et al.*, 2002 y la lista actualizada de Freile *et al.*, 2019). Las especies de distribución restringida y el endemismo se revisó de Bird Life Internacional (2019), Ridgely y Greenfield (2006) y Stotz *et al.* (1996).

Se menciona la presencia de especies incluidas en la convención CITES³ (2019) en cualquiera de sus apéndices. En el apéndice I se incluyen las especies en peligro de extinción que pueden ser afectadas por actividades comerciales, especies cuyo control debe ser estricto; el apéndice II incluye las especies que aún no se encuentran amenazadas, pero podrían llegar a esta situación a menos que exista un estricto control en el comercio; finalmente, en el apéndice III se incluyen a las especies cuyo comercio se encuentra restringido en cada país.

- **Especies migratorias**

Para determinar el estado migratorio de las aves registradas en el área operativa se revisó la información presentada en Ridgely y Greenfield (2006).

² UICN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

³ CITES Convención sobre el Comercio Internacional de especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

- **Especies sensibles**

Para determinar la respuesta de las aves a los cambios en su hábitat, se utilizó tres categorías de sensibilidad: Alta, Media y Baja (Stotz *et al.* 1996), además se consideró las categorías de amenaza UICN, Libro rojo, CITES y migración.

- **Especies indicadoras**

Para determinar las especies indicadoras se utilizaron los siguientes criterios:

- Estado de Conservación
- Endemismo
- Distribución geográfica
- Especialización a un hábitat y susceptibilidad de muestreo
- Facilidad de determinación, manipulación en campo
- Grado de conocimiento de su biología e historia natural y posibilidad de que refleje información del hábitat (Cooperrider *et al.* 1986, EcoNatura 1998).

- **Áreas sensibles**

Para establecer las áreas sensibles se consideró el estado de conservación del hábitat, el tipo de bosque, la presencia de especies sensibles (Stotz *et al.* 1996) y su estado de conservación (UICN 2019), Freile y Poveda 2019).

- **Uso del recurso**

Para determinar el uso del recurso que las comunidades presentes en el área evaluada le dan a la Ornitofauna local tal como: alimentación, mascotas, medicina tradicional, entre otros, se consideró la información obtenida mediante entrevistas informales a pobladores de la zona y asistentes locales.

- **Especies importantes**

Para determinar las especies importantes se consideró las categorías de amenaza según la UICN (2019) y Freile *et al.* (2019), endemismo y su sensibilidad (Stotz *et al.* 1996) en hábitats en buen estado y alteradas.

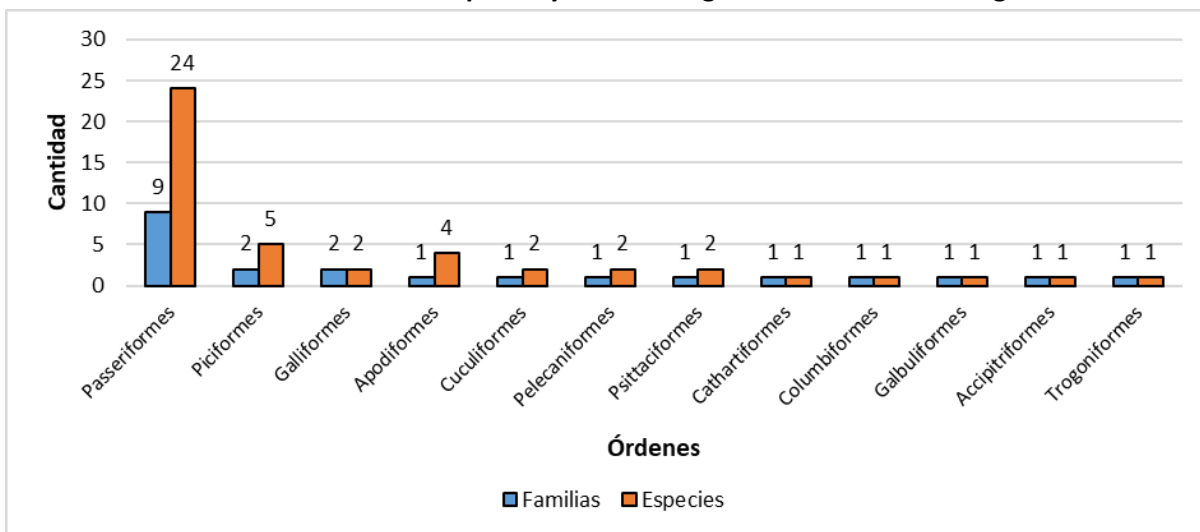
❖ **Análisis de Resultados**

A. Riqueza Global

El área de estudio registró una riqueza de 46 especies mediante los métodos cuantitativos/cualitativos. Las especies se agrupan en 12 órdenes y 22 familias; representando el 2,7% del total registrado para Ecuador (n=1691 spp.) según (Freile & Poveda, 2019); y el 17,8% de las 257 especies que se distribuyen al occidente de la provincia de Cotopaxi y al extremo suroeste de Pichincha (BirdLife Internacional, 2021) (Cuadro 6.2-38).

El orden más representativo fue Passeriformes, con 24 especies y nueve familias, lo que equivale al 52,17% del total de aves registradas en el estudio (Gráfico 6.2-26). El orden, Piciformes con dos familias y cinco especies; Galliformes con dos familias y dos especies; Apodiformes, con una familia y cuatro especies; Cuculiformes, Pelecaniformes, Psittaciformes con una familia y dos especies respectivamente; los órdenes Cathartiformes, Columbiformes, Galbuliformes, Accipitriformes y Trogoniformes con una familia y una especie cada una.

Gráfico 6.2-26: Número de Especies y Familias según el Orden de Aves registrados



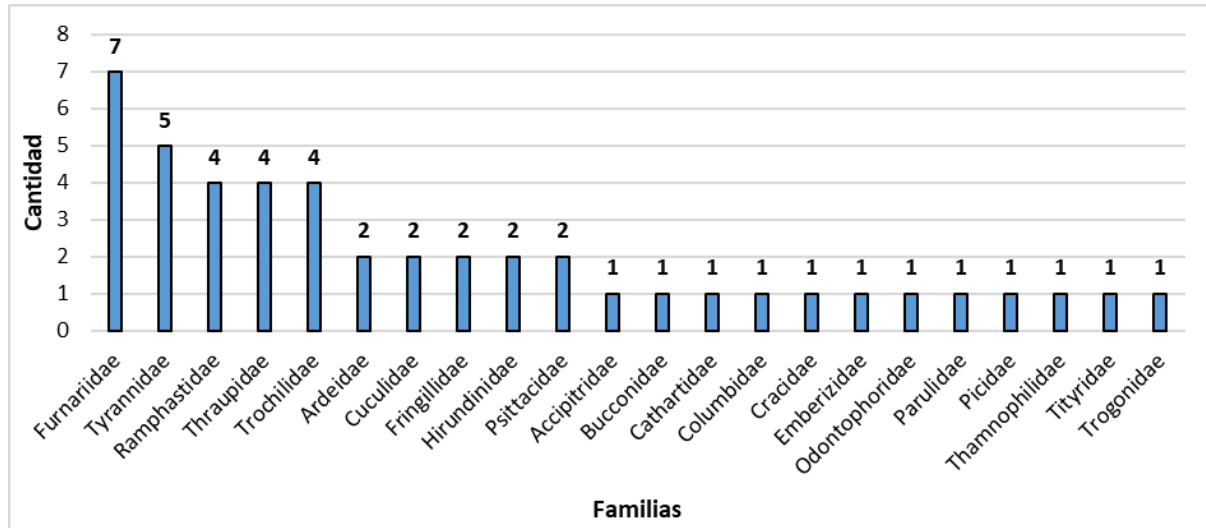
Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

En el gráfico 6.2-27 se muestra la relación entre el número total de especies con las familias registradas. Las familias más representativas fueron Furnariidae (Passeriformes) con siete especies (15,2%); seguida de la familia Tyrannidae (Passeriformes) con cinco especies (10,8%), Ramphastidae (Piciformes), Thraupidae (Passeriformes), Trochilidae (Apodiformes) con cuatro especies (8,6%) cada una; Ardeidae (Pelecaniformes), Cuculidae (Cuculiformes), Fringillidae y Hirundinidae (Passeriformes), Psittacidae (Psittaciformes) con dos especies (4,3%) respectivamente; las familias Accipitridae (Accipitriformes), Bucconidae

(Galbuliformes), Cathartidae (Cathartiformes), Columbidae (Columbiformes), Cracidae (Galliformes), Emberizidae (Passeriformes) Odontophoridae (Galliformes), Parulidae (Passeriformes), Picidae (Piciformes), Thamnophilidae (Passeriformes), Tityridae (Passeriformes) y Trogonidae (Trogoniformes) con una especie (2,17%) respectivamente.

Gráfico 6.2-27: Relación número de Especies con Familias registradas en el estudio.



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

Cuadro 6.2-38: Lista de aves registradas en los puntos de muestreo

Orden/Familia/Especie	LPQ-BI-1	LPQ-BI-2	LPQ-BI-3	LPq-Bi-1	LPq-Bi-2	LPq-Bi-3	LPq-Bi-4	LPq-Bi-5	LPq-Bi-6	LPq-Bi-7	LPq-Bi-8	LPq-Bi-9	LPq-Bi-10	LPq-Bi-11	LPq-Bi-12
Pelecaniformes (Pelícanos)															
Ardeidae															
<i>Bubulcus ibis</i>					X	X	X	X	X	X	X		X		X
<i>Tigrisoma fasciatum</i>												X			
Cathartiformes (Gallinazos)															
Cathartidae															
<i>Coragyps atratus</i>		2	2	X				X	X	X	X				X
Accipitriformes (Gavilanes, Elanios)															
Accipitridae															
<i>Rupornis magnirostris</i>			1		X		X							X	
Galliformes (Pavas)															
Cracidae															
<i>Penelope ortonii</i>												X			
Odontophoridae															
<i>Odontophorus melanonotus</i>			1												

Cuadro 6.2-38: Lista de aves registradas en los puntos de muestreo

Orden/Familia/Especie	LPQ-BI-1	LPQ-BI-2	LPQ-BI-3	LPq-BI-1	LPq-BI-2	LPq-BI-3	LPq-BI-4	LPq-BI-5	LPq-BI-6	LPq-BI-7	LPq-BI-8	LPq-BI-9	LPq-BI-10	LPq-BI-11	LPq-BI-12
Columbiformes (Palomas y Tórtolas)															
Columbidae															
<i>Patagioenas subvinacea</i>						X									
Psittaciformes (Guacamayos y Loros)															
Psittacidae															
<i>Pionus chalcopterus</i>															X
<i>Pionus sordidus</i>			2												
Cuculiformes (Cucos y Garrapateros)															
Cuculidae															
<i>Crotophaga ani</i>		1													
<i>Piaya cayana</i>		1		X		X		X	X		X	X	X		
Apodiformes (Vencejos)															
Trochilidae															
<i>Amazilia tzacatl</i>		1							X						
<i>Phaethornis syrmatorphorus</i>	1														
<i>Phaethornis yaruqui</i>	1														
<i>Thalurania colombica</i>	2														
Trogoniformes (Trogones)															
Trogonidae															
<i>Pharomachrus auriceps</i>	1	1	2							X		X			
Piciformes (Carpinteros)															
Picidae															
<i>Dryocopus lineatus</i>						X	X		X				X		
Ramphastidae															
<i>Aulacorhynchus haematopygus</i>	2		1							X					
<i>Pteroglossus torquatus</i>	1														
<i>Ramphastos brevis</i>		2													
<i>Ramphastos ambiguus</i>															X
Galbuliformes (Jacamares)															
Bucconidae															
<i>Malacoptila panamensis</i>	2														
Passeriformes (Satarines y Picogrueso)															
Fringillidae															
<i>Euphonia saturata</i>					X										

Cuadro 6.2-38: Lista de aves registradas en los puntos de muestreo

Orden/Familia/Especie	LPQ-BI-1	LPQ-BI-2	LPQ-BI-3	LPq-Bi-1	LPq-Bi-2	LPq-Bi-3	LPq-Bi-4	LPq-Bi-5	LPq-Bi-6	LPq-Bi-7	LPq-Bi-8	LPq-Bi-9	LPq-Bi-10	LPq-Bi-11	LPq-Bi-12
<i>Euphonia xanthogaster</i>	1	1	3												
Furnariidae															
<i>Anabacerthia variegaticeps</i>			1												
<i>Cranioleuca erythrops</i>			1												
<i>Dendrocicla fuliginosa</i>	1														
<i>Furnarius leucopus</i>	1														
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>			1												
<i>Philydor rufum</i>		1													
<i>Xiphocolaptes promeropirhynchus</i>	2		1												
Hirundinidae															
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>														X	
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>														X	
Thamnophilidae															
<i>Dysithamnus mentalis</i>	2		1												
Thraupidae															
<i>Tangara arthus</i>			1												
<i>Thraupis episcopus</i>													X	X	X
<i>Thraupis palmarum</i>					X		X				X				
<i>Volatinia jacarina</i>					X										
Tityridae															
<i>Tityra semifasciata</i>			2							2					
Parulidae															
<i>Basileuterus tristriatus</i>	3		1												
Tyrannidae															
<i>Mionectes olivaceus</i>	3		3											X	
<i>Mionectes striaticollis</i>		1													
<i>Myiobittacus ornatus</i>		1		X	X			X							
<i>Myiozetetes similis</i>					X	X				X				X	
<i>Tyrannus melancholicus</i>						X	X	X	X		X	X			
Emberizidae															

Cuadro 6.2-38: Lista de aves registradas en los puntos de muestreo

Orden/Familia/Especie	LPQ-BI-1	LPQ-BI-2	LPQ-BI-3	LPq-Bi-1	LPq-Bi-2	LPq-Bi-3	LPq-Bi-4	LPq-Bi-5	LPq-Bi-6	LPq-Bi-7	LPq-Bi-8	LPq-Bi-9	LPq-Bi-10	LPq-Bi-11	LPq-Bi-12
<i>Arremon brunneinucha</i>	1														
Total	24	12	24	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

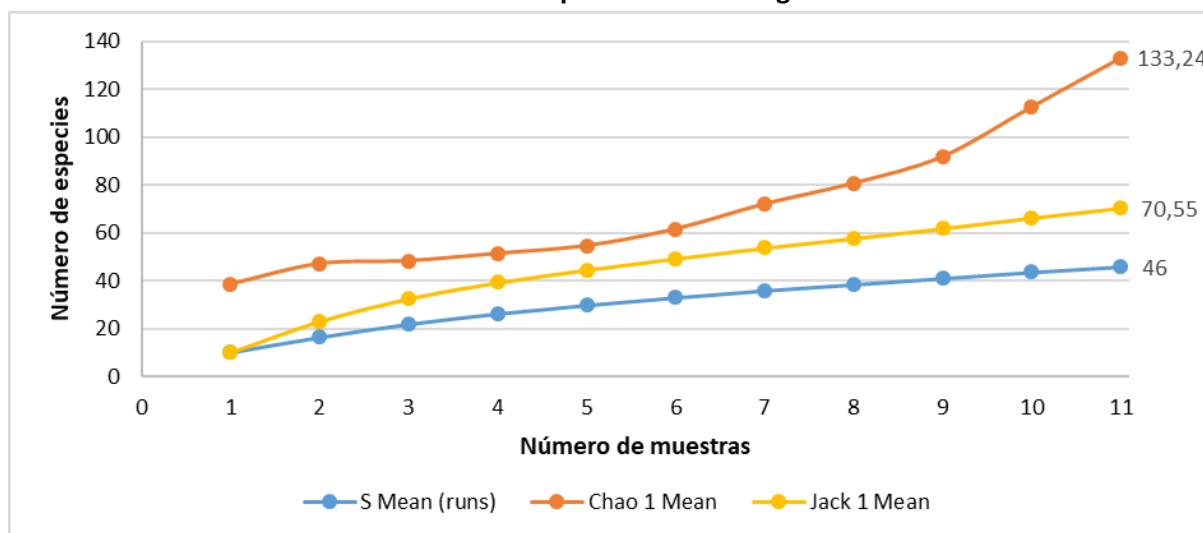
Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

B. Curva de acumulación de especies

Mediante el análisis de la curva de acumulación de especies se puede observar que se incrementa el número de especies, durante los 11 días efectivos de muestreo, por tanto, es probable que en futuros estudios se registren mayor número de especies si se incrementa el esfuerzo de muestreo. Por otro lado, los sitios de estudio tuvieron limitaciones ecológicas, meteorológicas y antrópicas lo cual, afectó considerablemente el registro de especies (Gráfico 6.2-28).

Gráfico 6.2-28: Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

El estimador de Jack 1 predice que el área de estudio se pueden registrar 70 especies, con el 65% del nivel de confianza, mientras que el estimador de Chao 1 predice que se pueden registrar 133 especies con el 34,5 % de confianza, lo cual indica que las condiciones del área de estudio tuvieron limitantes que influyeron en el registro de especies (Cuadro 6.2-39).

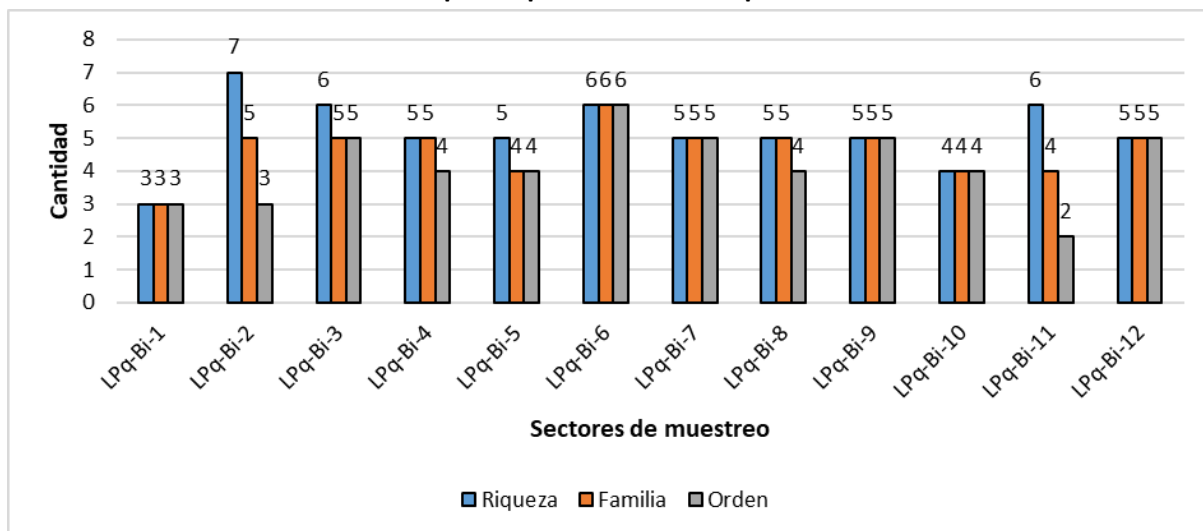
Cuadro 6.2-39: Estimadores no paramétricos					
	S Mean (runs)	Jack1 Mean	Jack 2 Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
Valores obtenidos	46	70,55	90,43	133,24	156,45
% alcanzado	-	65,2%	50,8%	34,5%	36,5%

Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021
 Elaborado: ESSAM, 2022

C. Análisis Cualitativo

Los puntos fueron ejecutados, mediante registros visuales y auditivos, la riqueza más representativa en la zona corresponde al sector LPq-BI-2 (San Pablo de la Plata) con siete especies, cinco familias y tres órdenes registrados; este sitio es seguido en riqueza por los puntos LPq-BI-3 (Las Minas) con seis especies, cinco familias y cinco ordenes; LPq-BI-6 (San Pablo de la Plata) con seis especies, seis familias y seis ordenes respectivamente y LPq-BI-11 (Las Minas) con seis especies, cuatro familias y dos órdenes. Mientras que el sector que presentó la riqueza más baja fue LPq-BI -1 (Las Minas) con tres especies, tres familias y tres órdenes (Gráfico 6.2-29).

Gráfico 6.2-29: Número de especies por familia en los puntos de Muestreo Cualitativo



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

- **Similitud**

La similitud entre los puntos de muestreo cualitativos fue determinada comparando la riqueza de cada punto de muestreo, para lo cual se utilizó el índice de Jaccard. El gráfico 6.2-30 y el cuadro 6.2-40 muestran que los puntos LPq-BI-5 y LPq-BI-8 comparten el mayor

número de especies (*Bubulcus ibis*, *Coragyps atratus*, *Piaya cayana* y *Tyrannus melancholicus*), poseen un hábitat con pastizal y terreno colinado con el 66,6% de similitud; seguidos por LPq-BI-5 y LPq-BI-6 comparten especies el hábitat con pastizal y el terreno es poco colinado corresponde al 57,14% de similitud. Mientras que los datos con menores similitudes se presentan entre los puntos LPq-BI-1 (quebrada), LPq-BI-4 (pastizal), LPq-BI-1 (quebrada), LPq-BI-11 (pastizal), LPq-BI-2 (pastizal), LPq-BI-9 (pastizal), LPq-BI-5 (quebrada), LPq-BI-6 (pastizal), LPq-BI-8 (pastizal) y LPq-BI-12 (pastizal) son sectores que a pesar de tener similitud entre sus hábitats no presentan especies que compartan su registro.

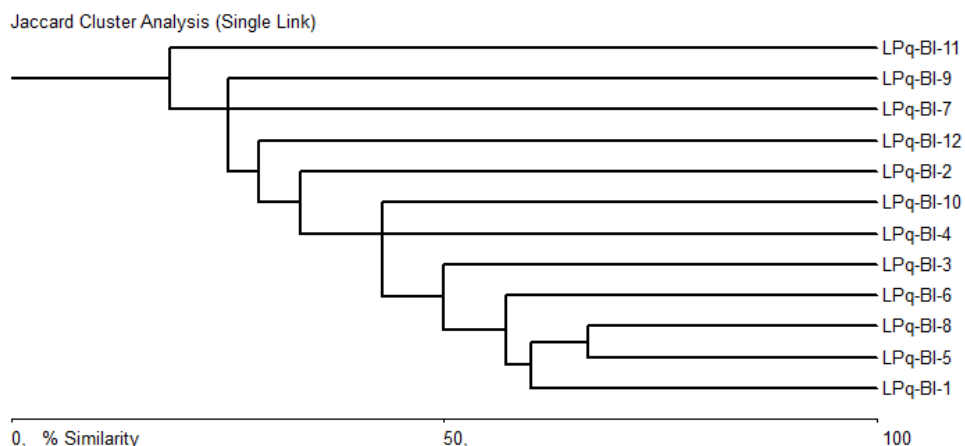
Cuadro 6.2-40: Matriz de similitud entre los puntos cualitativos

	LPq-BI-1	LPq-BI-2	LPq-BI-3	LPq-BI-4	LPq-BI-5	LPq-BI-6	LPq-BI-7	LPq-BI-8	LPq-BI-9	LPq-BI-10	LPq-BI-11	LPq-BI-12
LPq-BI-1	*	11,11	12,50	0	60	28,57	14,28	33,33	14,28	16,66	0	14,28
LPq-BI-2	*	*	18,18	33,33	20	8,33	20	20	0	10	18,18	9,09
LPq-BI-3	*	*	*	37,50	37,50	50	22,22	37,50	22,22	42,85	9,09	10
LPq-BI-4	*	*	*	*	25	37,50	11,11	42,85	11,11	28,57	10	11,11
LPq-BI-5	*	*	*	*	*	57,14	25	66,66	25	28,57	0	25
LPq-BI-6	*	*	*	*	*	*	22,22	57,14	22,22	42,85	0	22,22
LPq-BI-7	*	*	*	*	*	*	*	25	11,11	12,50	10	25
LPq-BI-8	*	*	*	*	*	*	*	*	25	28,57	0	25
LPq-BI-9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12,50	0	0
LPq-BI-10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	11,11	28,57
LPq-BI-11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10
LPq-BI-12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

Gráfico 6.2-30: Índice de Similitud de Jaccard entre los Puntos de Muestreo Cualitativos



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

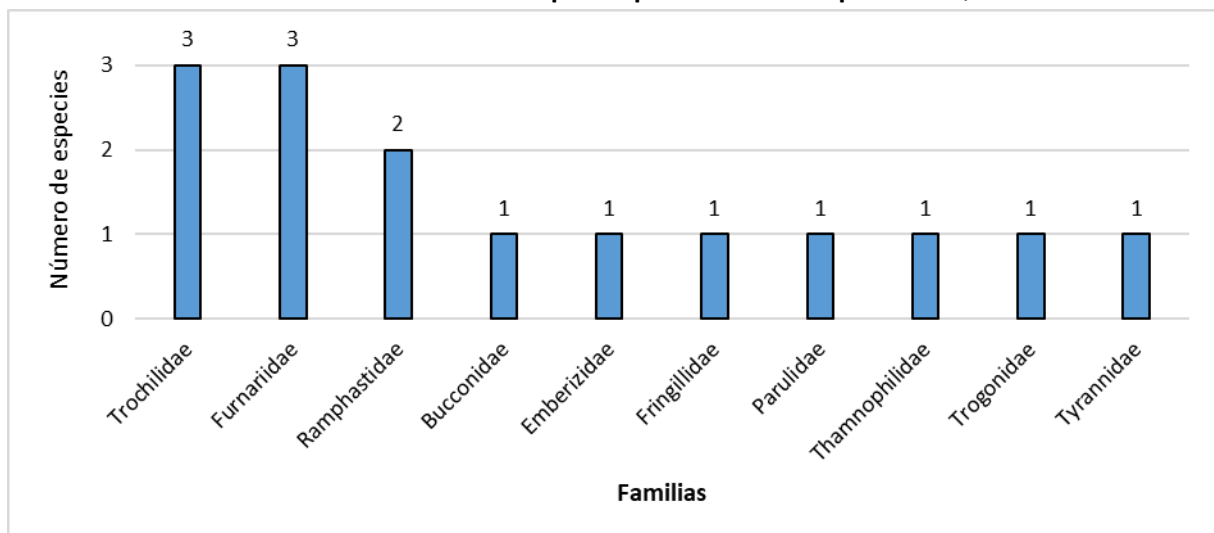
D. Análisis Cuantitativo

- LPQ-BI-1

Riqueza

El área presentó un total de 15 especies, pertenecientes a diez familias y cinco órdenes; Furnariidae y Trochilidae con tres especies registradas respectivamente; Ramphastidae con dos especies, y finalmente las familias Bucconidae, Emberizidae, Fringillidae, Parulidae, Thamnophilidae, Trogonidae y Tyrannidae con una especie cada una (Gráfico 6.2-31).

Gráfico 6.2-31: Número de especies por familia en el punto LPQ-BI-1



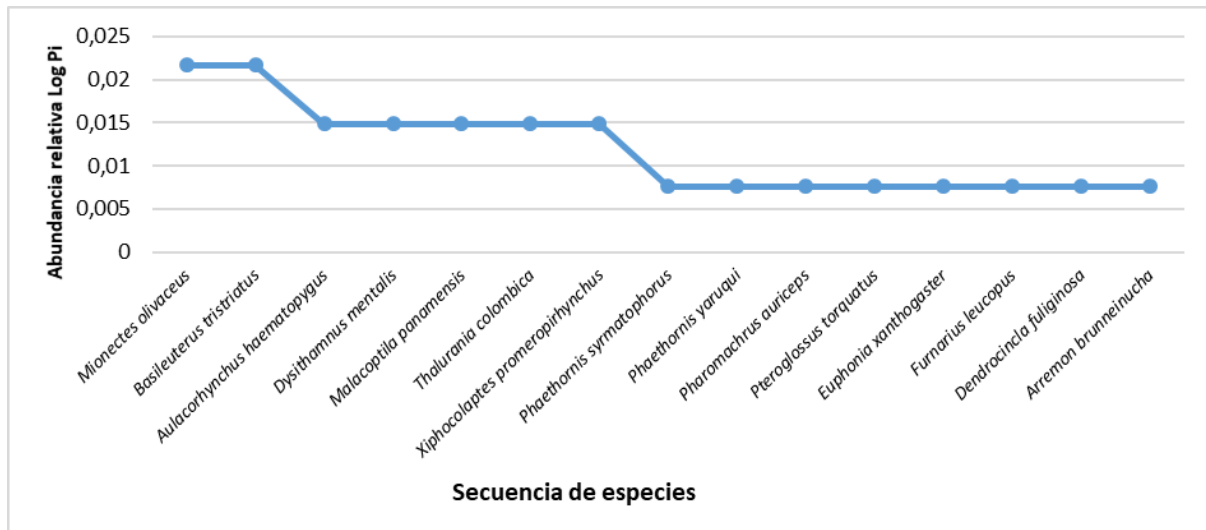
Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

Abundancia

El punto de muestreo registró 24 individuos; las especies más representativas fueron *Mionectes olivaceus* y *Basileuterus tristriatus* con tres individuos cada una; *Aulacorhynchus haematopygus*, *Dysithamus mentalis*, *Malacoptila panamensis*, *Thalurania colombica* y *Xiphocolaptes promeropirhynchus* con dos individuos cada una; finalmente las especies *Phaethornis symatophorus*, *Phaethornis yaruqui*, *Pharomachrus auriceps*, *Pteroglossus torquatus*, *Euphonia xanthogaster*, *Furnarius leucopus*, *Dendrocincla fuliginosa*, *Arremon brunneinucha* con una especie cada una (Gráfico 6.2-32).

Gráfico 6.2-32: Curva de rango de abundancia LPQ-BI-1



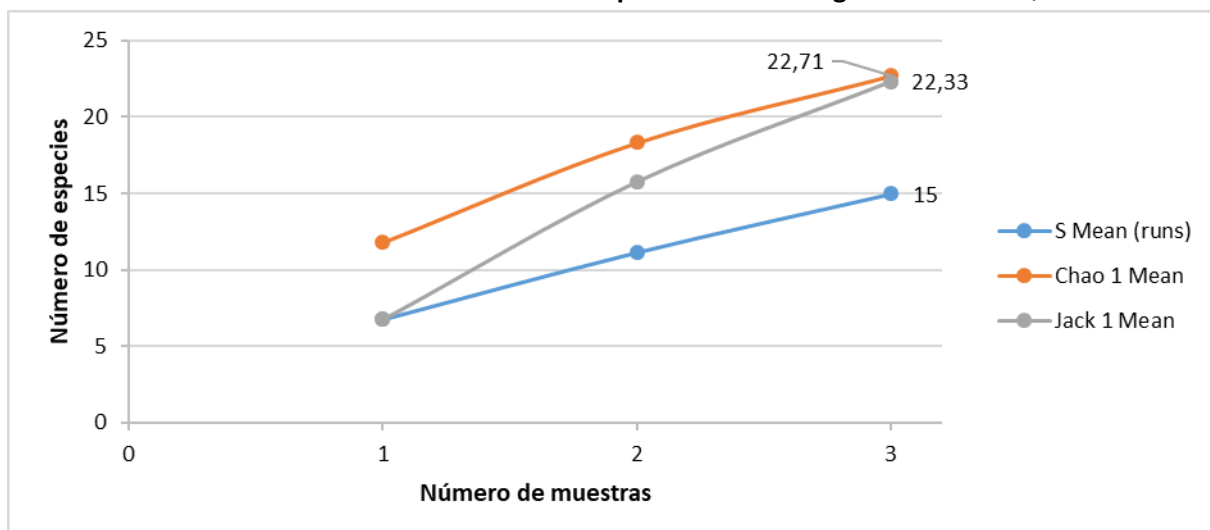
Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

Curva de acumulación de especies

Mediante el análisis de la curva de acumulación, donde cada muestra representa a cada día de muestreo (total tres días), se observa que no se estabiliza y probablemente a futuros estudios se incrementen el número de especies si aumenta el esfuerzo de muestreo (Gráfico 6.2-33).

Gráfico 6.2-33: Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en LPQ-BI-1



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

Los estimadores paramétricos indican que se puede encontrar un número máximo de 22 especies según el estimador de Chao 1 con el 66% de confianza, mientras que el estimador de Jack1 muestra un nivel de confianza del 67% lo cual muestra que el trabajo de campo y la metodología aplicada fue eficaz para el área de estudio (Cuadro 6.2-41).

Cuadro 6.2-41: Estimadores no paramétricos				
Muestras	S Mean (runs)	Jack1	Jack 2	Chao 1
1	6,76	6,76	0	11,8
2	11,16	15,77	15,77	18,33
3	15	22,33	25,5	22,71
% alcanzado	-	67,1%	58,8%	66%

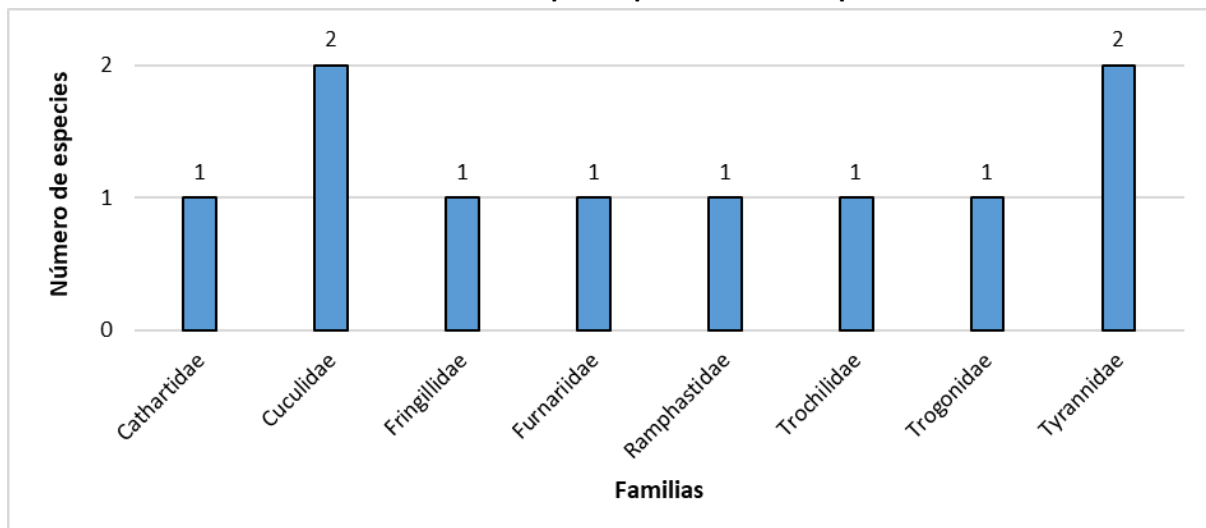
Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021
Elaborado por: ESSAM, 2022

- LPQ-BI-2

Riqueza

El área presentó un total de 10 especies, pertenecientes a ocho familias y seis órdenes; las familias Cuculidae y Tyrannidae con dos especies; y las familias Cathartidae, Fringillidae, Furnariidae, Ramphastidae, Trochilidae y Trogonidae registraron una especie cada una (Gráfico 6.2-34).

Gráfico 6.2-34: Número de especies por familia en el punto LPQ-BI-2



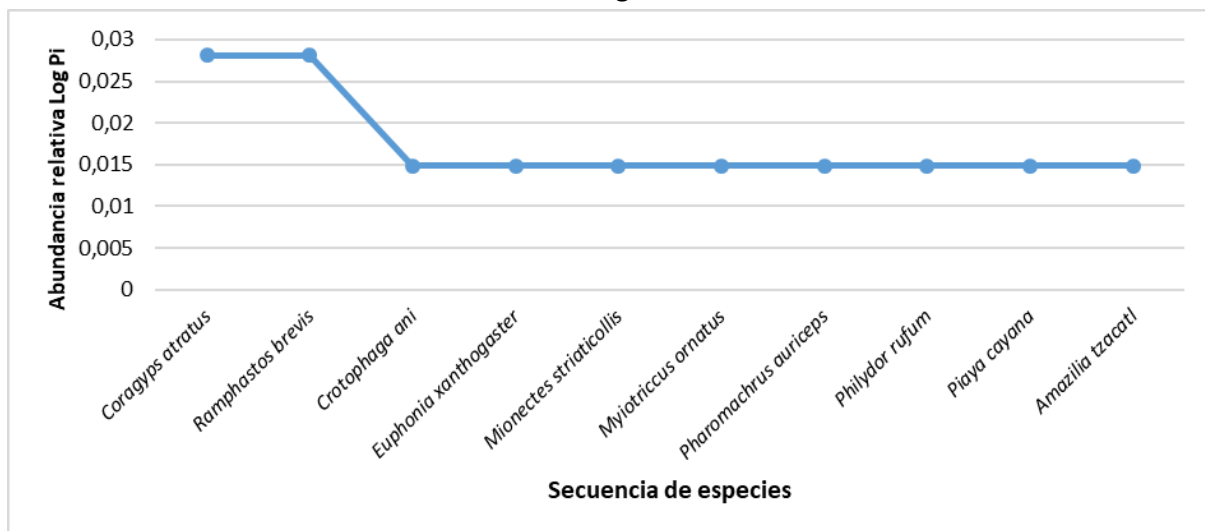
Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

Abundancia

El área de estudio presentó un total de 12 individuos; las especies más representativas fueron *Coragyps atratus* y *Ramphastos brevis* con dos individuos cada una; y las especies *Amazilia tzacatl*, *Crotophaga ani*, *Euphonia xanthogaster*, *Mionectes striaticollis*, *Myiotriccus ornatus*, *Pharomachrus auriceps*, *Philydor rufum* y *Piaya cayana* con un individuo cada una (Gráfico 6.2-35)

Gráfico 6.2-35: Curva de rango de abundancia LPQ-BI-2



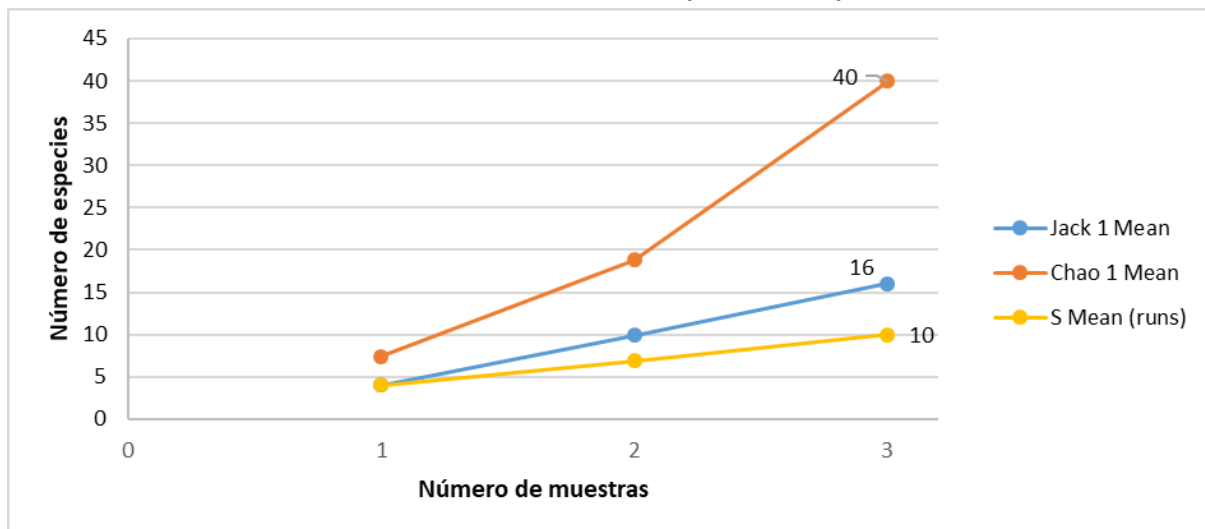
Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

Curva de acumulación de especies

Mediante el análisis de la curva de acumulación se observa que se mantiene en incremento y es probable que aumente el número de especies si se extiende el esfuerzo de muestreo (Gráfico 6.2-36).

Gráfico 6.2-36: Curva acumulación de especies en el punto LPQ-BI-2



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

Los estimadores paramétricos indican la posibilidad de encontrar un número máximo de 40 de especies en el área según el estimador de Chao 1 al 25% de confianza, esto se debe a las características de la zona que presentó un relicto de bosque con árboles de altura y con escasas zonas arbustivas y vegetación con poca presencia de flores y frutos, además de la predominancia de pastizal, potrero y delimitada con una quebrada que se presentó el área de estudio probablemente interfirieron en el registro de especies; mientras que el estimador de Jack 1 muestra un nivel de confianza del 62,5% (Cuadro 6.2-42).

Cuadro 6.2-42: Estimadores no paramétricos				
Muestras	S Mean (runs)	Jack1	Jack 2	Chao 1
1	4,04	4,04	0	7,38
2	6,91	9,87	9,87	18,8
3	10	16	19	40
% alcanzado		62,5%	52,6%	25%

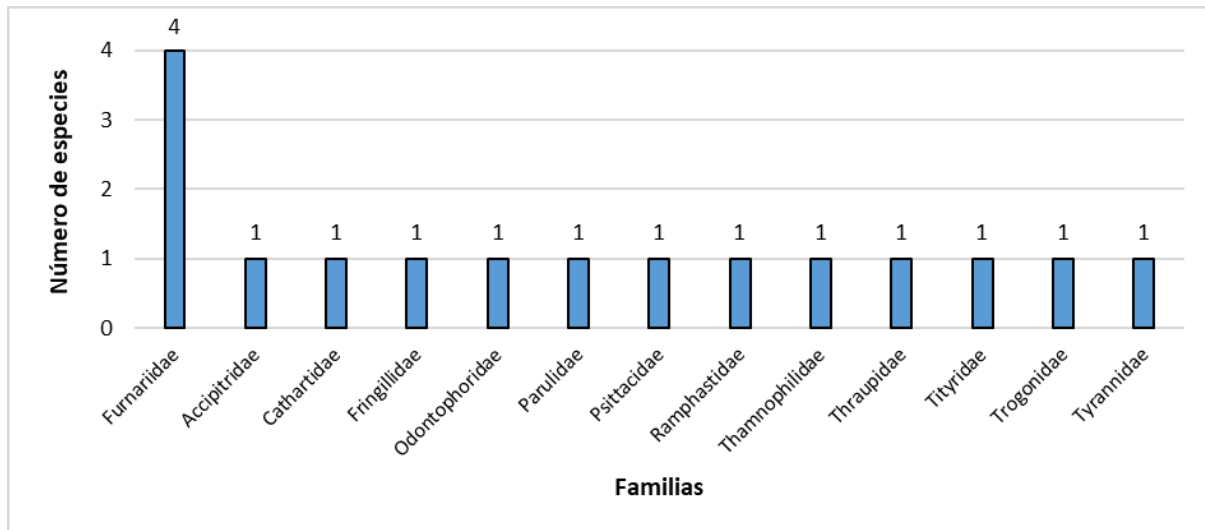
Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021
Elaborado por: ESSAM, 2022

- LPQ-BI-3

Riqueza

El área presentó un total de 16 especies, pertenecientes a 13 familias y siete órdenes; todas las familias registraron 1 especie a excepción de la familia Furnariidae que registró cuatro especies. (Gráfico 6.2-37).

Gráfico 6.2-37: Número de especies por familia en el punto LPQ-BI-3



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

Abundancia

El área de estudio registró 24 individuos; las especies más representativas fueron *Euphonia xanthogaster* y *Mionectes olivaceus* con tres individuos cada una; seguidas por *Coragyps atratus*, *Pharomachrus auriceps*, *Pionus sordidus* y *Tityra semifasciata* con dos individuos; finalmente *Anabacerthia variegaticeps*, *Aulacorhynchus haematopygus*, *Basileuterus tristriatus*, *Cranioleuca erythrops*, *Dysithamnus mentalis*, *Lepidocolaptes souleyetii*, *Odontophorus melanonotus*, *Rupornis magnirostris*, *Tangara arthus*, *Xiphocolaptes promeroprihynchus* con una especie cada una (Gráfico 6.2-38).

Gráfico 6.2-38: Curva de rango de abundancia LPQ-BI-3



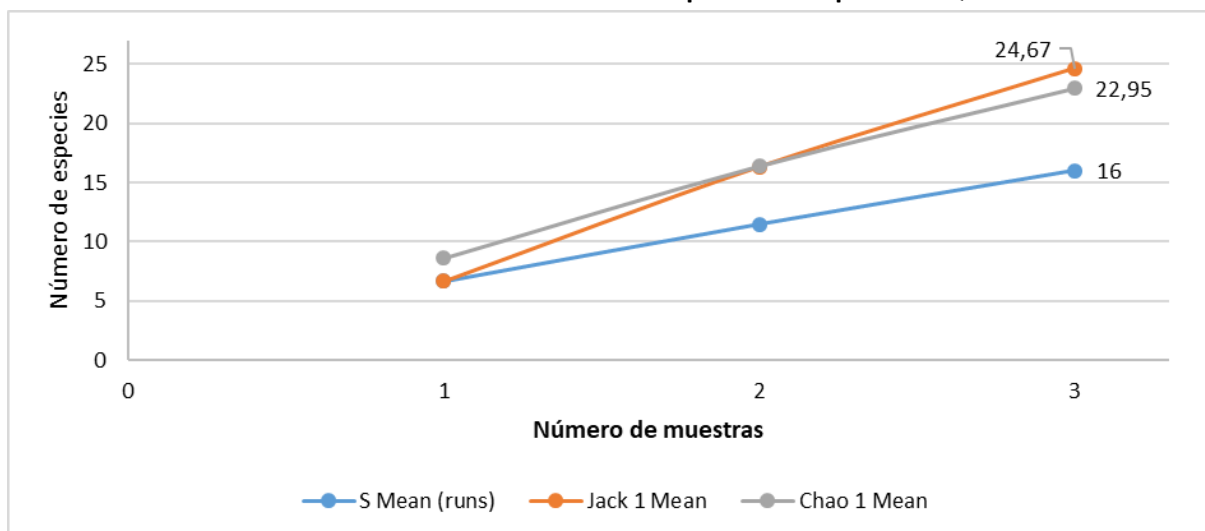
Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

Curva de acumulación de especies

Mediante el análisis de la curva de acumulación se observa que no es estable, por tanto, es probable que aumente el número de especies si se extiende el esfuerzo de muestreo (Gráfico 6.2-39).

Gráfico 6.2-39: Curva acumulación de especies en el punto LPQ-BI-3



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

Los estimadores paramétricos indican la posibilidad de encontrar un número de máximo de 25 especies según el estimador de Jack1 al 64% del nivel de confianza, mientras que el estimador de Chao 1 muestra un nivel de confianza del 69,7% lo cual muestra que el trabajo de campo y la metodología aplicada fue apropiada para el área de estudio (Cuadro 6.2-43).

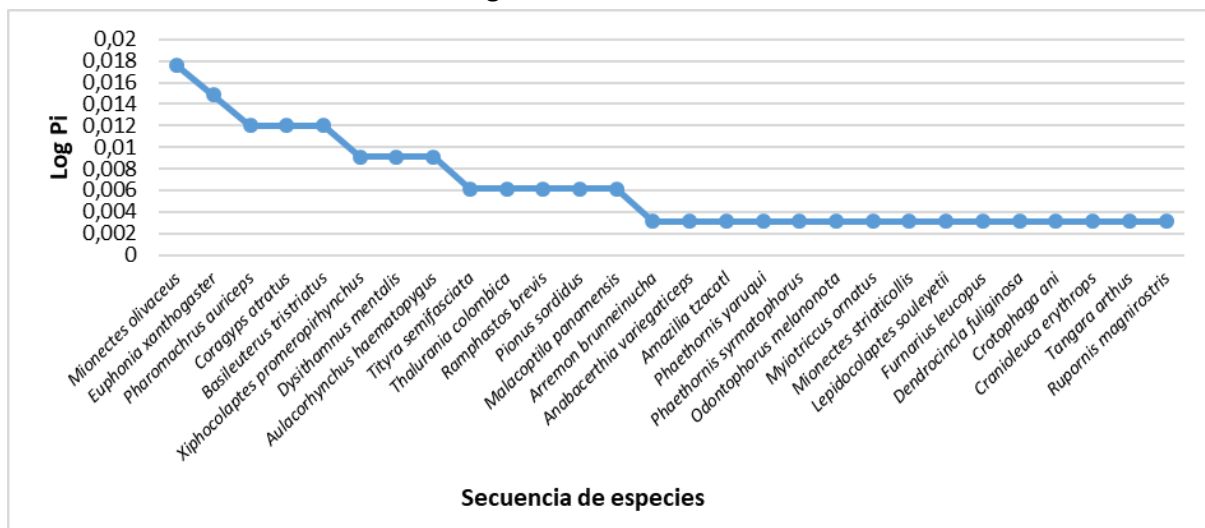
Cuadro 6.2-43: Estimadores no paramétricos				
Muestras	S Mean (runs)	Jack 1	Jack 2	Chao 1
1	6,68	6,68	0	8,64
2	11,49	16,36	16,36	16,4
3	16	24,67	28,67	22,9
% alcanzado		64,8%	55,8%	69,7%

Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021
Elaborado por: ESSAM, 2022

E. Abundancia relativa general

El área de estudio presenta una abundancia de 60 individuos. Se registraron 28 especies, entre las más representativas están *Mionectes olivaceus* y *Euphonia xanthogaster* (Gráfico 6.2-40).

Gráfico 6.2-40: Curva de rango de Abundancia Relativa en el área de estudio



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

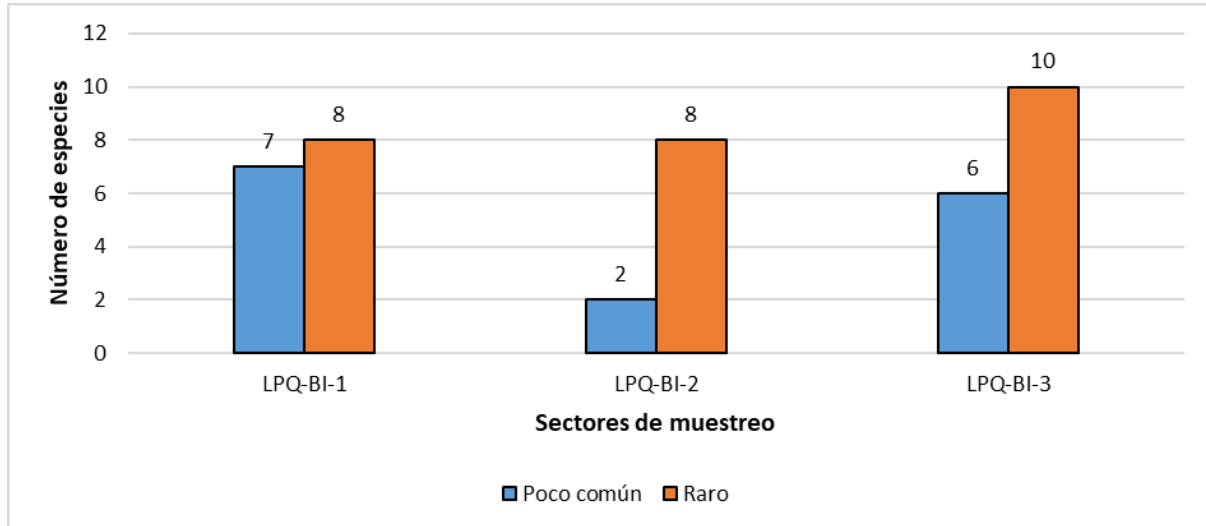
Elaborado por: ESSAM, 2022

- **Abundancia relativa por punto de muestreo**

Las áreas de estudio LPQ-BI-3 registró en la categoría raro 10 especies y poco común a seis especies; en el punto LPQ-BI-2 se registró ocho especies en la categoría de raro y dos especies

en la categoría de poco común y LPQ-BI-1 se registró ocho especies en la categoría de raro y siete especies en la categoría de poco común (Gráfico 6.2-41).

Gráfico 6.2-41: Abundancia Relativa en el área de estudio



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

F. Diversidad

- Diversidad Shannon- Wiener**

Para calcular la diversidad de especies, se tomó como base los datos obtenidos en campo y se aplicó la fórmula de diversidad de Shannon-Wiener. La diversidad general es alta con un valor de 3,22, para cada punto de muestreo cuantitativo la diversidad se considera como media, el detalle de los valores obtenidos se presenta en el cuadro 6.2-44.

Cuadro 6.2-44: Índices de Diversidad				
Índices	LPQ-BI-1	LPQ-BI-2	LPQ-BI-3	Total
Taxa_S	15	10	16	31
Individuals	24	12	24	60
Shannon_H	2,615	2,254	2,672	3,223

Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021
Elaborado por: ESSAM, 2022

- Diversidad Simpson (1-D)**

Este índice se basa en la dominancia D, para este caso se aplicó el inverso del índice de

Simpson (1-D). Los valores obtenidos reflejan una alta diversidad según el con valores que superan 0,88 (Cuadro 6.2-45).

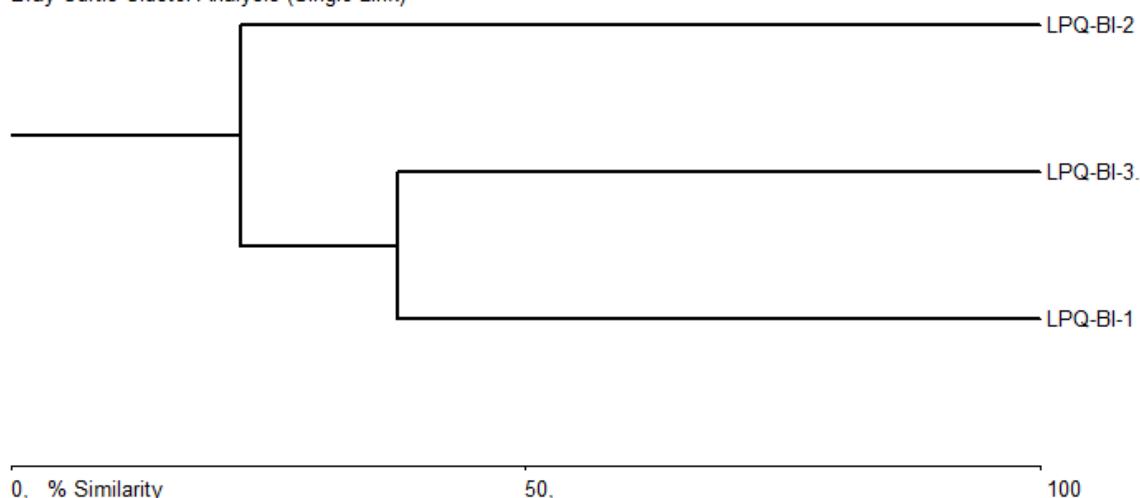
Cuadro 6.2-45: Índices de Simpson (1-D)				
Índices	LPQ-BI-1	LPQ-BI-2	LPQ-BI-3	Total
Taxa S	15	10	16	31
Individuals	24	12	24	60
Simpson 1-D	0,9201	0,8889	0,9236	0,9517
Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021				
Elaborado por: ESSAM, 2022				

- Diversidad Beta**

La diversidad beta, calculada como la tasa de reemplazo de especies entre los sitios de estudio, muestra que los sitios LPQ-BI-1 y LPQ-BI-3 comparten una similitud del 37,5%; entre las especies registradas (Cuadro 6.2-46), mientras los sitios con menor similitud entre sí fueron LPQ-BI-1 y LPQ-BI-2 con apenas un 11,11% de similitud (Gráfico 6.2-42).

Cuadro 6.2-46: Matriz de similitud entre los puntos cuantitativos			
	LPQ-BI-1	LPQ-BI-2	LPQ-BI-3
LPQ-BI-1	*	11,1111	37,5
LPQ-BI-2	*	*	22,2222
LPQ-BI-3	*	*	*
Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021			
Elaborado por: ESSAM, 2022			

Gráfico 6.2-42: Dendrograma del Análisis de Similitud (Índice de Bray Curtis) Puntos cuantitativos.
Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021
Elaborado por: ESSAM, 2022

Los valores de similitud entre los sectores LPQ-BI-1 y LPQ-BI-3 se debe principalmente por el registro común de la especie *Mionectes olivaceus*, que es localista en los parches de bosque localizados en las zonas de estudio. Esta baja similitud refleja una alta diversidad beta, y puede deberse a que los sitios son bastante heterogéneos, lo cual permite una mayor diversificación de las aves.

G. Especies sensibles

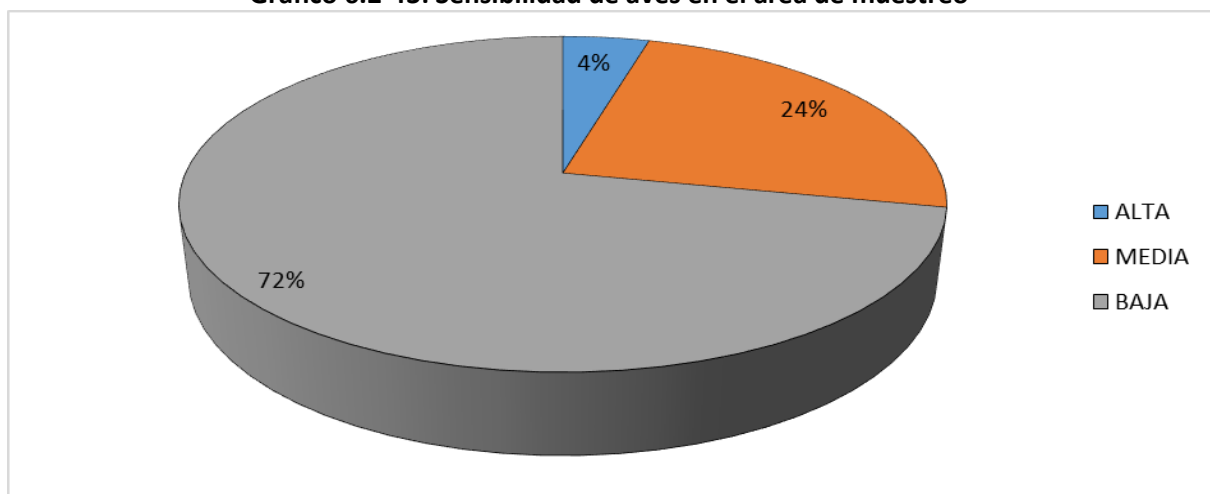
Para el análisis de sensibilidad se consideró las categorías de amenaza, CITES, especies importantes y la preferencia de hábitat.

Las especies que se registraron con sensibilidad alta son: *Odontophorus melanonotus* y *Penelope ortonii*. Estas especies dependen de las áreas de bosque en buen estado de conservación y raramente son observadas en bosques con presión antrópica y representan el 4% de los registros.

Se registraron con sensibilidad media a las especies, *Patagioenas subvinacea*, *Phaethornis symatophorus*, *Phaethornis yaruqui*, *Pionus chalcopterus*, *Pionus sordidus*, *Pteroglossus torquatus*, *Ramphastos brevis*, *Ramphastos ambiguus*, *Rupornis magnirostris*, *Thalurania colombica* y *Tigrisoma fasciatum*. Estas especies son observadas en parches y bordes de bosque secundario, y representan al 24% de los registros.

El área de muestreo indica que el 72% de las especies poseen sensibilidad baja (33 especies) son especies generalistas y soportan la presión antrópica, principalmente las especies pertenecen a las familias Cuculidae, Thraupidae, Tyrannidae, entre otras (Gráfico 6.2-43) (Cuadro 6.2-47).

Gráfico 6.2-43: Sensibilidad de aves en el área de muestreo

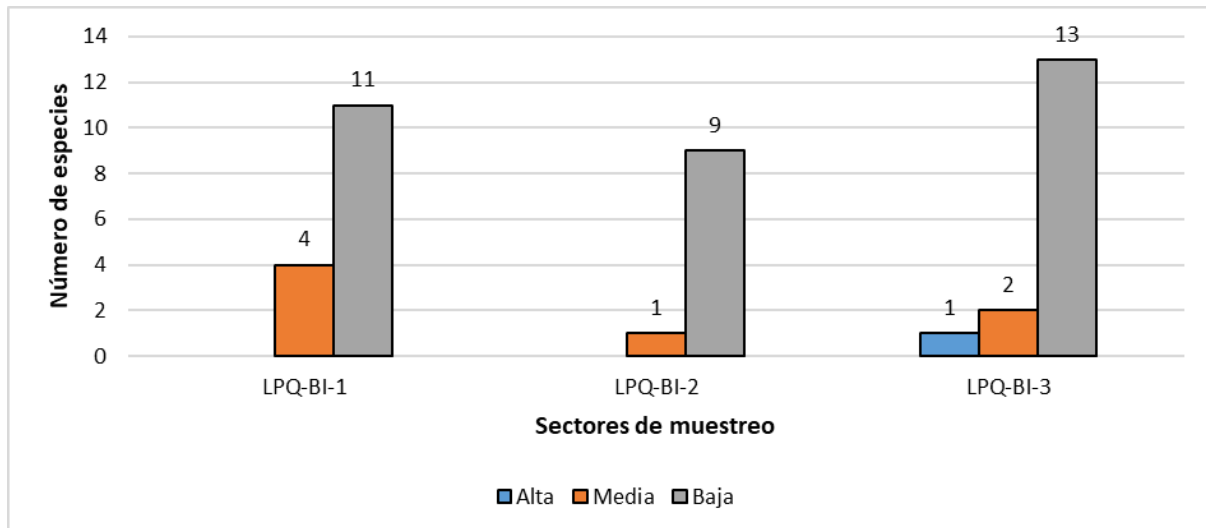


Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

El análisis de la sensibilidad en los tres sectores de muestreo muestra un dominio de la sensibilidad baja, seguida de la sensibilidad media y alta. Los puntos LPQ-BI-1 y LPQ-BI-3 registran un número mayor de especies con sensibilidad baja (Gráfico 6.2-44).

Gráfico 6.2-44: Sensibilidad de aves en las tres estaciones de muestreo



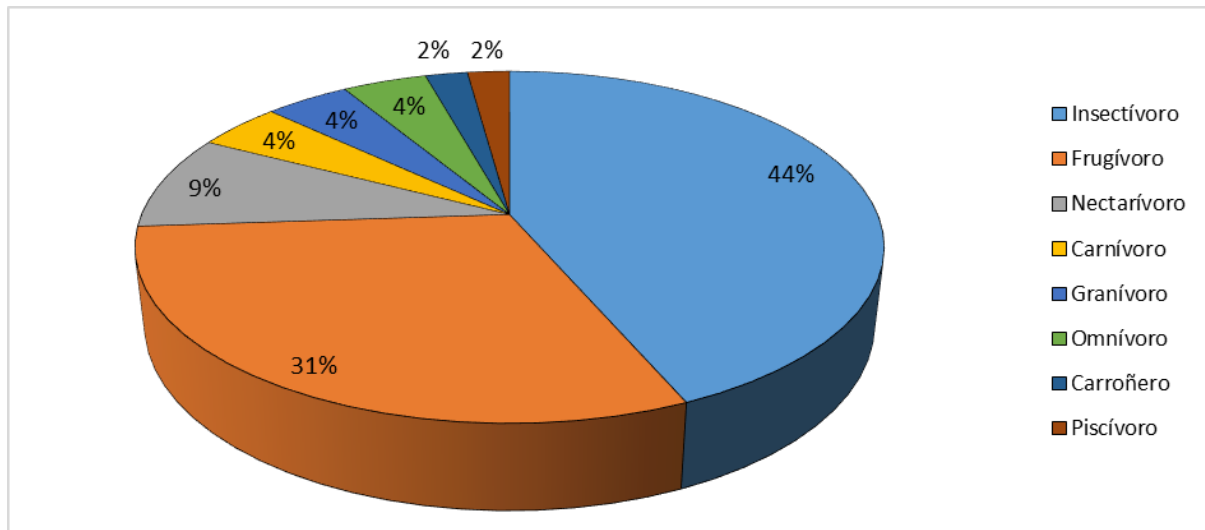
Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

H. Nichos Tróficos y Aspectos Ecológicos

Los grupos alimenticios analizados en el estudio, muestra ocho grupos tróficos: 20 especies (44%) corresponden al gremio insectívoro, con *Mionectes olivaceus* (n= 6 ind.) como la especie predominante en esta grupo; seguido del gremio frugívoro (31%) teniendo como la especie predominante a *Euphonia xanthogaster* (n=5 ind.); el gremio nectarívoro posee el 9% de especies registradas, con la especie representativa *Thalurania colombica* (n= 2 ind.); los gremio carnívoro, granívoro y omnívoro con el 4%, con las especies predominantes *Bubulcus ibis* (n= 9 ind), *Patagioenas subvinacea* y *Crotophaga ani* (n= 1 ind) respectivamente; finalmente los gremios carroñero (2%) con la especie *Coragyps atratus* (n= 4 ind) y piscívoro (2%) con la especie representativa *Tigrisoma fasciatum* (n=1 ind) (Gráfico 6.2-45) (Cuadro 6.2-47).

Gráfico 6.2-45: Gremios alimenticios de las especies registradas



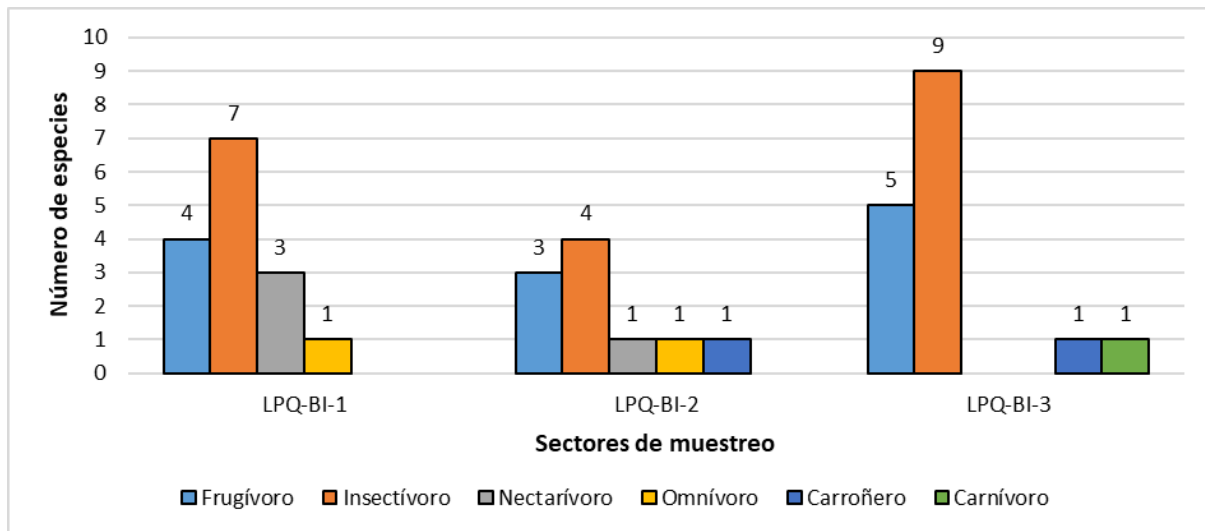
Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

Las zonas de muestreo presentaron un dominio de las especies insectívoras, que en su mayoría son aves típicas de zonas con actividades antrópicas (cultivos pastizales) y se benefician por los recursos alimenticios del área. Por otro lado, las especies del gremio frugívoro dependen de la proporción de los frutos y bayas que encuentren en los relictos bosques de las áreas de estudio.

El análisis del gremio trófico en los sectores analizados muestra que los puntos LPQ-BI-3 (n=9 spp), LPQ-BI-1 (n=7 spp), y LPQ-BI-2 (n=4 spp) tienen un dominio del gremio insectívoro respectivamente. En segundo lugar, en los puntos LPQ-BI-3 (n= 5 spp), LPQ-BI-1 (n= 4 spp) y LPQ-BI-2 (n=3 spp), se encuentra el gremio frugívoro. El detalle porcentual de todos los gremios en cada punto se presenta en el gráfico 6.2-46.

Gráfico 6.2-46: Estructura trófica de la Ornitofauna en las tres estaciones de muestreo



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021
 Elaborado por: ESSAM, 2022

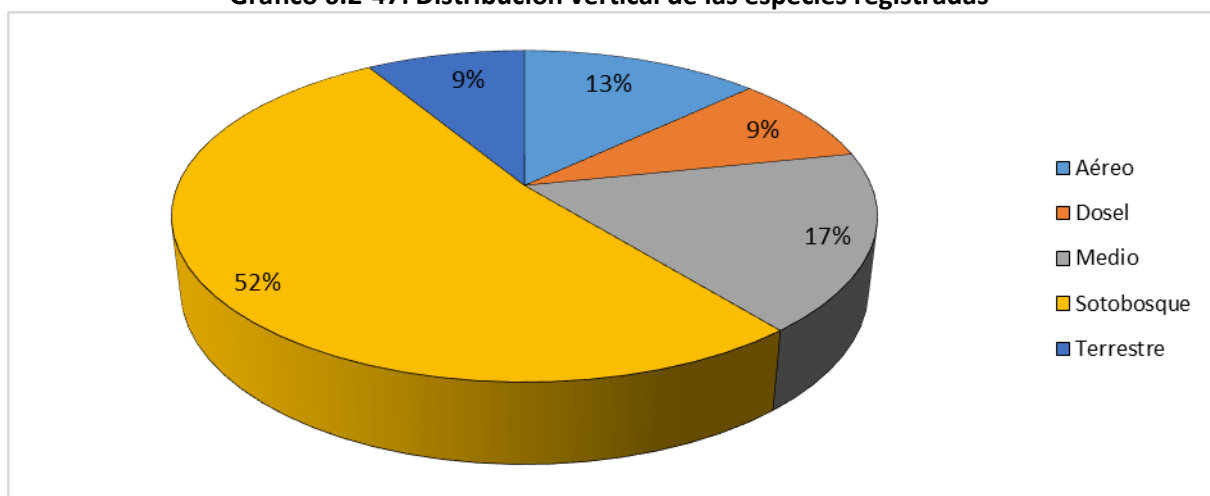
I. Distribución Vertical, hábito de las especies y Sociabilidad

Durante el estudio se clasificó para las aves en cinco categorías según el estrato de vegetación que utilizan, dos categorías según su período de actividad y sociabilidad.

- **Distribución vertical**

Se observa que los estratos más utilizados por las especies registradas, el estrato sotobosque con el 52% (n=24 spp), medio con el 17% (n=8 spp), aéreo con el 13% (n=6 spp), el estrato dosel y terrestre con el 9% (n=4 spp) (Gráfico 6.2-47).

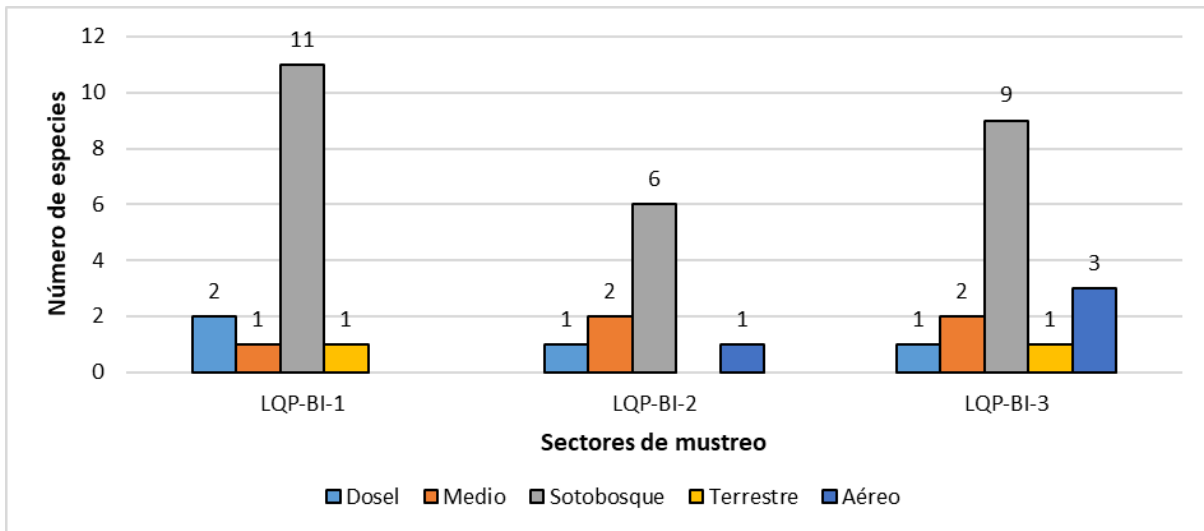
Gráfico 6.2-47: Distribución vertical de las especies registradas



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021
 Elaborado por: ESSAM, 2022

Mediante el análisis de la distribución vertical, se observa que en LQP-BI-1 (n=11 spp), LQP-BI-2 (n=6 spp) y LQP-BI-3 (n= 9 spp) dominan las aves que utilizan el estrato sotobosque. Los otros grupos son variables, en LQP-BI-1 no se registraron especies aéreas y en LQP-BI-3 no se registraron especies terrestres. El detalle de la distribución porcentual por punto se presenta en el gráfico 6.2-48.

Gráfico 6.2-48: Distribución Vertical de la Ornitofauna en los tres sectores de muestreo



Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

- **Hábito y Sociabilidad**

Se determinó el hábito de las especies registradas de acuerdo con su período de actividad, y se determinó que el 100% de las especies de aves registradas son diurnas. Lo cual se relaciona en gran medida al tipo de método utilizado.

Se determinó la sociabilidad de las especies registradas y se determinó que el 61% de especies registradas se las observa solitarias o en pareja, mientras que el 39% fueron gregarias, es decir que fueron observadas en bandadas de la misma especie o mixtas.

J. Especies indicadoras

Se determinó cinco especies que se pueden considerar como indicadoras debido a que cumplen con los parámetros para establecerlas como tal.

Euphonia xanthogaster-se encuentra en preocupación menor (LC), a nivel nacional o internacional se distribuyen en la provincia de Cotopaxi, su abundancia es significativa, y su presencia determina parches de bosque medianamente alterado, se ubicó en los puntos LQP-BI-1, LQP-BI-2 y LQP-BI-3.

Penelope ortonii- se encuentra en estado de En peligro (EN) a nivel nacional e internacional, se distribuye en la provincia de Cotopaxi, es endémica de las Bajuras del Chocó y es raramente observado en los fragmentos de bosque. Esta especie fue registrada en el LPq-BI-9.

Phaethornis yaruqui- se encuentra en la categoría de preocupación menor (LC) a nivel nacional e internacional, es endémica de las Bajuras del Chocó, está en la categoría II CITES, su presencia determina borde de bosque fragmentado. Esta especie fue localizada en el punto LQP-BI-1

Las especies *Piaya cayana* y *Tyrannus melancholicus* se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC) a nivel nacional e internacional, *T. melancholicus* es además migratorio austral, se distribuyen en la provincia de Cotopaxi y su presencia determina áreas antropizadas, estas especies fueron fácilmente observadas en los sitios LPq-BI-3, LPq-BI-4,, LPq-BI-5, LPq-BI-6,, LPq-BI-8,, LPq-BI-9 y LPq-BI-10.

K. Estado de Conservación

El muestreo ornitológico registró un total de 46 especies, de las cuales siete especies se encuentran en alguna categoría. La especie *Odontophorus melanonotus* está en la categoría de vulnerable (VU) según los criterios de la lista roja de aves del Ecuador y la UICN; *Patagioenas subvinacea* está en la categoría de vulnerable (VU) según los criterios de la UICN y en Preocupación menor (LC) según la lista roja de aves del Ecuador; *Penelope ortonii* se encuentran en la categoría En peligro (EN) según los criterios de la UICN y la lista roja de aves del Ecuador; *Pteroglossus torquatus* está en la categoría preocupación menor (LC) según los criterios de la UICN y casi amenazada (NT) según la lista roja de aves del Ecuador; *Ramphastos ambiguus* está en la categoría de casi amenazada (NT) según los criterios de la UICN y la lista roja de aves del Ecuador; y *Tigrisoma fasciatum* casi amenazada (NT) según los criterios de la UICN y preocupación menor (LC) según la lista roja de aves del Ecuador.

Según la base de datos CITES se determinaron siete especies que se encuentran en el apéndice II (Cuadro 6.2-47).

L. Endemismo

No se registraron especies de aves endémicas para Ecuador, sin embargo, se registraron tres especies endémicas de las Bajuras del Chocó, región comprendida entre el norte de Ecuador y sur de Colombia, estas fueron *Penelope ortonii*, *Phaethornis yaruqui* y *Ramphastos brevis*. En el cuadro 6.2-47 se presenta la información ecológica y aspectos relacionados al estado de conservación, protección, sensibilidad y endemismo de las especies de aves registradas en el estudio.

Cuadro 6.2-47: Aspectos ecológicos de las aves registradas

Nombre científico	Nombre común	UICN	Lista Roja	CITES	Endemismo	Sensibilidad	Gremios	Estratos	Habito	Sociabilidad
<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia Colirrufa	LC	LC	II		Baja	Nectarívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Anabacerthia variegaticeps</i>	Limpiafronda Goliescamosa	LC	LC			Baja	Insectívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Arremon brunneinucha</i>	Matorralero GorrICASTAÑO	LC	LC			Baja	Insectívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Aulacorhynchus haematopygus</i>	Tucanete Lomirrojo	LC	LC			Baja	Frugívoro	Dosel	Diurna	Gregario
<i>Basileuterus tristriatus</i>	Reinita Cabecilistada	LC	LC			Baja	Insectívoro	Sotobosque	Diurna	Gregario
<i>Bubulcus ibis</i>	Garceta Bueyera	LC	LC			Baja	Carnívoro	Terrestre	Diurna	Gregario
<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro	LC	LC			Baja	Carroñero	Aéreo	Diurna	Gregario
<i>Cranioleuca erythropus</i>	Colaespina Carirroja	LC	LC			Baja	Insectívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero Piquiliso	LC	LC			Baja	Omnívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Trepatroncos Pardo	LC	LC			Baja	Insectívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Lineado		LC			Baja	Frugívoro	Medio	Diurna	Solitario
<i>Dysithamnus mentalis</i>	Batarito Cabecigrís	LC	LC			Baja	Insectívoro	Sotobosque	Diurna	Gregario
<i>Euphonia saturata</i>	Euphonia Coroniranja	LC	LC			Baja	Frugívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia Ventrinaranja	LC	LC			Baja	Frugívoro	Sotobosque	Diurna	Gregario
<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero Patipálido	LC	LC			Baja	Omnívoro	Terrestre	Diurna	Solitario
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepatroncos Cabecilistado	LC	LC			Baja	Insectívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Malacoptila panamensis</i>	Buco Bigotiblanco	LC	LC			Baja	Insectívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Mionectes olivaceus</i>	Mosquerito olivaceus	LC	LC			Baja	Insectívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Mionectes striaticollis</i>	Mosquerito Cuellislistado	LC	LC			Baja	Insectívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario

Cuadro 6.2-47: Aspectos ecológicos de las aves registradas

Nombre científico	Nombre común	UICN	Lista Roja	CITES	Endemismo	Sensibilidad	Gremios	Estratos	Habito	Sociabilidad
<i>Myiotriccus ornatus</i>	Mosquerito Adornado	LC	LC			Baja	Insectívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquerito Social	LC	LC			Baja	Insectívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Odontophorus melanonotus</i>	Corcovado Dorsioscuro	VU	VU			Alta	Insectívoro	Terrestre	Diurna	Solitario
<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma Rojiza	VU	LC			Media	Granívoro	Sotobosque	Diurna	Gregario
<i>Penelope orton</i>	Pava del Chocó	EN	EN		Bajuras del Chocó	Alta	Frugívoro	Medio	Diurna	Solitario
<i>Phaethornis syrmatophorus</i>	Ermitaño Ventrileonado	LC	LC	II		Media	Nectarívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Phaethornis yaruqui</i>	Ermitaño Bigotiblanco	LC	LC	II	Bajuras del Chocó	Media	Nectarívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Pharomachrus auriceps</i>	Quetzal Cabecidorado	LC	LC			Baja	Frugívoro	Medio	Diurna	Solitario
<i>Philydor rufum</i>	Limpiafronda Frentianteada	LC	LC			Baja	Insectívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Piaya cayana</i>	Cucul Ardilla	LC	LC			Baja	Insectívoro	Medio	Diurna	Solitario
<i>Pionus chalcopterus</i>	Loro Alibronceado	LC	LC	II		Media	Frugívoro	Aéreo	Diurna	Gregario
<i>Pionus sordidus</i>	Loro Piquirrojo	LC	LC	II		Media	Frugívoro	Aéreo	Diurna	Gregario
<i>Pteroglossus torquatus</i>	Arasari Collarejo	LC	NT			Media	Frugívoro	Dosel	Diurna	Gregario
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azuliblanca	LC	LC			Baja	Insectívoro	Aéreo	Diurna	Gregario
<i>Ramphastos brevis</i>	Tucán del Chocó	LC	NT		Bajuras del Chocó	Media	Frugívoro	Dosel	Diurna	Gregario
<i>Ramphastos ambiguus</i>	Tucán Goliamarillo	NT	NT			Media	Frugívoro	Dosel	Diurna	Solitario
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán Campestre	LC	LC	II		Media	Carnívoro	Aéreo	Diurna	Solitario
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina Alirasposa	LC	LC			Baja	Insectívoro	Aéreo	Diurna	Gregario

Cuadro 6.2-47: Aspectos ecológicos de las aves registradas

Nombre científico	Nombre común	UICN	Lista Roja	CITES	Endemismo	Sensibilidad	Gremios	Estratos	Habito	Sociabilidad
<i>Tangara arthus</i>	Tangara Dorada	LC	LC			Baja	Frugívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Thalurania colombica</i>	Ninfa Coronada	LC	LC	II		Media	Nectarívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario
<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja	LC	LC			Baja	Frugívoro	Medio	Diurna	Gregario
<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara Palmera	LC	LC			Baja	Frugívoro	Medio	Diurna	Gregario
<i>Tigrisoma fasciatum</i>	Garza Tigre Barreteada	NT	LC			Media	Piscívoro	Terrestre	Diurna	Solitario
<i>Tityra semifasciata</i>	Tityra Enmascarada	LC	LC			Baja	Insectívoro	Medio	Diurna	Gregario
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	LC	LC			Baja	Insectívoro	Medio	Diurna	Gregario
<i>Volatinia jacarina</i>	Espiguero Negriazulado	LC	LC			Baja	Granívoro	Sotobosque	Diurna	Gregario
<i>Xiphocolaptes promeropirhynchus</i>	Trepatroncos Piquifuerte	LC	LC			Baja	Insectívoro	Sotobosque	Diurna	Solitario

Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021

Elaborado por: ESSAM, 2022

A continuación, se describen las especies localizadas en alguna categoría descrita según la UICN y la lista roja a nivel nacional:

Amazilia tzacatl - está en la categoría de (LC) preocupación menor según los criterios de la lista roja de aves del Ecuador y la UICN y está registrada en el apéndice II CITES. Fue registrada en los puntos LQP-BI-2 y LPq-BI-6.

Odontophorus melanonotus - está en la categoría de (VU) a nivel nacional e internacional, Fue registrada en los puntos LQP-BI-3.

Patagioenas subvinacea- se encuentra en la categoría de (VU) vulnerable según los criterios de la UICN y en preocupación menor (LC) según la lista roja de aves del Ecuador se encuentra registrada en el punto LPq-BI-3.

Penelope ortonii- se encuentra en la categoría de (EN) en peligro según los criterios de la UICN y la lista roja de aves del Ecuador, es endémica de las Bajuras del Chocó y fue registrada en el punto LPq-BI-9

Phaethornis syrmatorphorus- está en la categoría de (LC) preocupación menor según los criterios de la lista roja de aves del Ecuador y la UICN y está registrada en el apéndice II en el CITES. Fue registrada en el punto LPQ-BI-1.

Phaethornis yaruqui- está en la categoría de (LC) preocupación menor según los criterios de la lista roja de aves del Ecuador y la UICN y está registrada en el apéndice II en el CITES, es endémica de las bajuras del Chocó. Fue registrada en el punto LPQ-BI-1.

Pionus chalcopterus- está en la categoría de (LC) preocupación menor según los criterios de la lista roja de aves del Ecuador y la UICN y está registrada en el apéndice II en el CITES. Fue registrada en el punto LPq-BI-12.

Pionus sordidus- está en la categoría de (LC) preocupación menor según los criterios de la lista roja de aves del Ecuador y la UICN y está registrada en el apéndice II en el CITES. Fue registrada en el punto LPQ-BI-3.

Pteroglossus torquatus- está en la categoría de (LC) preocupación menor según los criterios de la UICN y en casi amenazada (NT) según la lista roja de aves del Ecuador. Fue registrada en el punto LPQ-BI-1.

Ramphastos brevis- está en la categoría de (LC) preocupación menor según los criterios de la UICN y en casi amenazada (NT) según la lista roja de aves del Ecuador. Fue registrada en los

puntos LPQ-BI-2

Ramphastos ambiguus- está en la categoría de (NT) en casi amenazada a nivel nacional e internacional. Fue registrada en los puntos LPq-BI-12.

Thalurania colombica- está en la categoría de (LC) preocupación menor según los criterios de la lista roja de aves del Ecuador y la UICN y está registrada en el apéndice II en el CITES. Fue registrada en el punto LPQ-BI-1.

Tigrisoma fasciatum- está en la categoría de casi amenazada (NT) según los criterios de la UICN y (LC) preocupación menor según la lista roja de aves del Ecuador. Fue registrada en el punto LPq-BI-9.

M. Especies Importantes Registradas

Se realizó un análisis en base a la información de sensibilidad, estados de conservación, frecuencia de observación y se determinaron cuatro especies que pueden ser consideradas como importantes para el área y que deben ser consideradas para futuros monitoreos. En el cuadro 6.2-48 se describen estas especies.

Cuadro 6.2-48: Matriz de selección de especies para futuros monitoreos			
Especies	Características de selección	Indicador de registro	Sitio de registro
<i>Odontophorus melanonotus</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Está catalogada como Vulnerable - Tienen una sensibilidad alta. - Su registro fue escaso en los sitios. 	Su presencia determina áreas de bosque medianamente alterados.	LPQ-BI-3
<i>Tyrannus melancholicus</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Se encuentra en la categoría de preocupación menor LC - Es migratorio. - Es frecuentemente observado 	Su presencia determina áreas antropizadas.	LPq-BI-3-LPq-BI6, LPq-BI-8, LPq-BI-9
<i>Phaethornis yaruqui</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Está catalogada en el apéndice II CITES - Su registro fue bajo. - Tiene sensibilidad media. 	Su presencia determina áreas de borde de bosque medianamente conservados.	LPQ-BI-1
<i>Ramphastos brevis</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Está catalogada como casi amenazada - Es endémica de las bajuras de Chocó - Tiene sensibilidad media 	Su presencia determina áreas bosque medianamente conservados.	LPQ-BI-2
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021			
Elaboración: ESSAM, 2022			

N. Especies migratorias

El área de muestreo registró un total tres especies migratorias, una migratoria boreal y dos migratorias australes que corresponden al 6,5 % del total de las especies registradas.

La especie *Bubulcus ibis* fue registrada en los puntos: LPq-BI-2, LPq-BI-3, LPq-BI-4, LPq-BI-5, LPq-BI-6, LPq-BI-7, LPq-BI-8, LPq-BI-10, LPq-BI-12; *Pygochelidon cyanoleuca* fue registrada en el punto cualitativo LPq-BI-11 y *Tyrannus melancholicus* fue registrada en los puntos cualitativo: LPq-BI-3, LPq-BI-4, LPq-BI-5, LPq-BI-6, LPq-BI-8, LPq-BI-9. (Cuadro 6.2-49).

Cuadro 6.2-49: Especies migratorias registradas

Nombre Científico	Migración	LPq-BI-1	LPq-BI-2	LPq-BI-3	LPq-BI-4	LPq-BI-5	LPq-BI-6	LPq-BI-7	LPq-BI-8	LPq-B-9	LP-BI-10	LPq-BI-11	LPq-BI-12
<i>Bubulcus ibis</i>	Boreal	-	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	x
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Austral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Austral	-	-	x	x	x	x	-	x	x	-	-	-

Fuente: Trabajo de campo, ESSAM, 2021
Elaborado por: ESSAM, 2022

O. Determinación de Áreas sensibles

Las áreas evaluadas presentaron una evidente presión antrópica y pocas zonas de bosque secundario, por tanto, se registró únicamente una especie altamente sensible por su estado de conservación y fue *Odontophorus melanonotus* registrada en el sector LPQ-B-3. El área presenta un parche de bosque secundario poco colinado y aledaño al sitio se encuentra un riachuelo, sector propicio para el registro de esta especie.

P. Uso del Recurso

En base a entrevistas a los guías que dieron soporte durante el trabajo de campo y que habitan en la zona, no existe cacería de aves en las zonas de estudio.

❖ Resumen de resultados

- El estudio analizó tres puntos de muestreo cuantitativos y 12 puntos de muestreo cualitativo, todas las áreas estudiadas están influenciadas por actividades antropogénicas, los relictos de bosque secundario, evidencia de procesos intensivos de deforestación, y pastizales, fueron predominantes en la zona, en consecuencia, estos factores determinaron la riqueza y diversidad de aves registrada en el área de la concesión minera La Plata.
- El registro de especies estuvo influenciado principalmente por las condiciones ecológicas, topográficas, meteorológicas y factores antrópicos que presentaron los sitios de estudio, por tanto, los métodos cuantitativos y cualitativos fueron empleados según la experiencia y el criterio técnico del biólogo especialista, los datos obtenidos fueron un estimado de la riqueza y abundancia relativa de especies localizadas en la zona.
- Acorde a los índices aplicados, según Shannon- Wiener, la diversidad general es alta con un valor promedio de 3,22, diversidad que se confirma con el índice de Simpson donde la diversidad general alcanzo un valor de 0,951.
- La curva de acumulación de especies indica que la asíntota no se estabiliza, por tanto, es posible que se registren a futuro más especies de aves, así mismo, el estimador Jack 1 muestra que la efectividad del muestreo alcanzó un 65%, esto significa que pese a la influencia de los factores antrópicos y climáticos, la combinación de metodologías directas e indirectas fueron eficaces para el registro de especies, además permitieron obtener resultados acerca de la estructura y composición de las poblaciones de aves. Por otro lado, el índice de Jaccard muestra una similitud baja entre las áreas analizadas, lo que refleja una considerable diversidad beta, demostrando así que los relictos de vegetación y las áreas intervenidas albergan una comunidad de aves representativa, aunque en su mayoría la conforman especies de baja sensibilidad.
- El área de estudio presentó relictos de bosque, cultivos, pastizales y riachuelos, esta variabilidad de hábitats influye en la distribución horizontal y vertical de las comunidades de aves, las que a su vez pueden ser indicadoras del estado de los sitios de muestreo. Es así como se reportaron cinco grupos de aves según su distribución vertical, siendo dominantes las aves de sotobosque registradas dentro de los remanentes de vegetación o en sus cercanías, las especies que se observaron con frecuencia en estos sitios fueron *Mionectes olivaceus* y *Euphonia xanthogaster*. El área en general mostró un dominio de aves insectívoras, especialmente por la

presencia de pastizal, monocultivos y potreros en los alrededores de estos sitios. Se observa que las áreas de estudio (relictos de bosque) continúan brindando recursos alimenticios para el mantenimiento de varios grupos tróficos de la Ornitofauna que habita el área.

- Las especies registradas en el área de estudio tuvieron el hábito diurno, debido principalmente al tipo de metodología utilizada, y en su mayoría son especies solitarias o en pareja. El estudio registró cinco especies indicadoras (*Euphonia xanthogaster*, *Penelope orton*, *Phaethornis yaruqui*, *Piaya cayana* y *Tyrannus melancholicus*) de bosques medianamente alterados, de borde de bosque fragmentado y zonas antropizadas; paisajes frecuentes en el área de estudio y evidentes en la mayoría de los puntos analizados.
- Se registraron además varias especies catalogadas en algún grado de amenaza (*Odontophorus melanotus* (VU), *Patagioenas subvinacea* (VU), *Penelope orton* (EN), *Pteroglossus torquatus* (LC), *Ramphastos ambiguus* (NT) y *Tigrisoma* (NT)), especies endémicas para las bajuras del Chocó (*Penelope orton*, *Phaethornis yaruqui* y *Ramphastos*) y cuatro especies importantes para ser monitoreadas en futuros estudios que son: *Odontophorus melanotus*, *Tyrannus melancholicus*, *Phaethornis yaruqui* y *Ramphastos brevis*. Esto demuestra que el área, a pesar de los niveles considerables de intervención antrópica previa al desarrollo de las actividades mineras, alberga especies de aves de importancia local y desde el punto de vista de la conservación.
- Por otro lado, la actividad minera provocaría impactos significativos sobre la Ornitofauna del lugar principalmente por la remoción de la capa vegetal, las vibraciones, el sonido, polución y contaminación de los riachuelos, por tanto, es necesario mantener los pequeños parches de bosque y evitar en lo posible la contaminación del agua, además de realizar un rescate de aves antes, durante y después de las actividades mineras con el fin de preservar la Ornitofauna de los sitios de estudio.
- Se registró tres especies migratorias, una migratoria boreal (*Bubulcus ibis*) y dos migratorias australes (*Pygochelidon cyanoleuca* y *Tyrannus melancholicus*) que corresponden al 6,5 % del total de las especies registradas.
- En última instancia, las comunidades de aves registradas se encuentran influenciadas por la alteración en la estructura de los bosques, por la presencia de ganado y un creciente incremento de la frontera agrícola; las aves habitan en un paisaje de hábitats altamente fragmentados y con tamaños cada vez menores que puede

provocar que ciertas especies se adapten, otras por su amplia movilidad migran a zonas mejores conservadas, mientras que algunas desaparecen, en este contexto, es importante preservar y reforestar las áreas antropizadas y los relictos de bosque promoviendo la conectividad biológica.

❖ Conclusiones

- El área de estudio se encuentra influenciada por problemas ecológicos preexistentes como la alteración en la estructura de los bosques, la presencia de ganado, un creciente incremento de la frontera agrícola, factores que no han sido causados y que no corresponden en ninguna forma a la actividad minera de la empresa; las aves registradas actualmente varían entre especies generalistas y especialistas, básicamente por habitar en un paisaje de hábitats altamente fragmentados y con tamaños cada vez menores que puede provocar que ciertas especies se adapten, otras por su amplia movilidad migran a zonas mejores conservadas, mientras que algunas desaparecen, en este contexto, es importante preservar y reforestar las áreas antropizadas y los relictos de bosque promoviendo la conectividad biológica y los recursos necesarios para mantener a la avifauna del lugar.
- A pesar de observar la presión antrópica en los sitios de estudio se registró especies importantes: dos especies altamente sensibles (*Odontophorus melanonotus* y *Penelope ortonii*), tres especies catalogadas como amenazadas (*Odontophorus melanonotus*, *Penelope ortonii* y *Patagioenas subvinacea*), tres especies endémicas para las bajuras del Chocó (*Penelope ortonii*, *Phathornis yaruqui* y *Ramphastus brevis*) y tres especies migratorias (*Bubulcus ibis*, *Pygochelidon cyanoleuca* y *Tyrannus melancholicus*), por tanto, estos registros demuestran la existencia de pequeños fragmentos de bosque que pueden mantener especies ecológicamente importantes.
- Por otro lado, la actividad minera provocaría impactos significativos sobre la Ornitofauna del lugar principalmente por la remoción de la capa vegetal, las vibraciones, el sonido, polución y contaminación de los riachuelos, por tanto, es necesario mantener los pequeños parches de bosque y evitar en lo posible la degradación de estos hábitats, además de realizar un rescate de aves antes, durante y después de las actividades mineras con el fin de preservar la Ornitofauna de los sitios de estudio.

❖ **Registro fotográfico**

A. Sitios de Muestreo



Fotografía 6.2-40:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPQ-BI-1
Coordenadas Geográficas:
X: 729212; **Y:** 9956714
Altitud: 1349
Fecha: 08-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-41:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPQ-BI-2
Coordenadas Geográficas:
X: 729388; **Y:** 9958493
Altitud: 1289
Fecha: 14-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-42:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-BI-10
Coordenadas Geográficas:
X: 730218; **Y:** 9959754
Altitud: 1368
Fecha: 17-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-43:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-BI-12
Coordenadas Geográficas:
X: 729934; **Y:** 9956345
Altitud: 1545
Fecha: 08-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-44:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-BI-9
Coordenadas Geográficas:
X: 722993; **Y:** 9958419
Altitud: 1327
Fecha: 17-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-45:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-BI-9
Coordenadas Geográficas:
X: 722993; **Y:** 9958419
Altitud: 1327
Fecha: 17-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-46:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-BI-7
Coordenadas Geográficas:
X: 728218; **Y:** 9958708
Altitud: 1359
Fecha: 17-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-47:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-BI-6
Coordenadas Geográficas:
X: 729366; **Y:** 9958675
Altitud: 1347
Fecha: 14-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

B. Metodología aplicada



Fotografía 6.2-48:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Método de muestreo: Redes de neblina
Punto de muestreo: LPq-BI-2
Coordenadas Geográficas:
X: 729388 **Y:** 9958493
Altitud: 1347
Fecha: 14-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-49:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Método de muestreo: Identificación de las especies capturadas (redes de neblina)
Punto de muestreo: LPQ-BI-1 cantos
Coordenadas Geográficas:
X: 729212 **Y:** 9956714
Altitud: 1349
Fecha: 09-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-50:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Método de muestreo: Grabaciones de cantos
Punto de muestreo: LPq-BI-11 cantos
Coordenadas Geográficas:
X: 728250 **Y:** 9956567
Altitud: 1669
Fecha: 13-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-51:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Método de muestreo: Observación directa.
Punto de muestreo: LPq-BI-4 cantos
Coordenadas Geográficas:
X: 719836 **Y:** 9956809
Altitud: 1527
Fecha: 09-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

C. Especies registradas



Fotografía 6.2-52:

Orden: Passeriformes
Familia: Parulidae
Género: *Basileuterus*
Especie: *tristriatus*
Nombre común: Reinita Cabecilistada
Punto de muestreo: LPQ-BI-3
Tipo de registro: Red de neblina
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: Tania Panchi



Fotografía 6.2-53:

Orden: Passeriformes
Familia: Tyrannidae
Género: *Mionectes*
Especie: *olivaceus*
Nombre común: Mosquerito Olivirrayado
Punto de muestreo: LPQ-BI-3
Tipo de registro: Red de neblina
Fecha: 11-septiembre-2021
Investigador: Tania Panchi



Fotografía 6.2-54:

Orden: Passeriformes
Familia: Fringillidae
Género: *Euphonia*
Especie: *xanthogaster*
Nombre común: Eufonia Ventrinaranja
Punto de muestreo: LPQ-BI-3
Tipo de registro: Red de neblina
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: Tania Panchi



Fotografía 6.2-55:

Orden: Passeriformes
Familia: Furnariidae
Género: *Lepidocolaptes*
Especie: *souleyetii*
Nombre común: Trepatroncos Cabecilistado
Punto de muestreo: LPQ-BI-3
Tipo de registro: Red de neblina
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: Tania Panchi



Fotografía 6.2-56:

Orden: Passeriformes
Familia: Thraupidae
Género: *Tangara*
Especie: *arthus*
Nombre común: Tangara Dorada.
Punto de muestreo: LPQ-BI-3
Tipo de registro: Red de neblina
Fecha: 11-septiembre-2021
Investigador: Tania Panchi



Fotografía 6.2-57:

Orden: Passeriformes
Familia: Tyrannidae
Género: *Myiotriccus*
Especie: *ornatus*
Nombre común: Mosquerito Adornado
Punto de muestreo: LPQ-BI-2
Tipo de registro: Red de neblina
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: Tania Panchi



Fotografía 6.2-58:

Orden: Passeriformes
Familia: Tyrannidae
Género: *Myiotriccus*
Especie: *ornatus*
Nombre común: Mosquerito Adornado
Punto de muestreo: LPQ-BI-2
Tipo de registro: Red de neblina
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: Tania Panchi



Fotografía 6.2-59:

Orden: Galbuliformes
Familia: Bucconidae
Género: *Malacoptila*
Especie: *panamensis*
Nombre común: Buco Bigotiblanco
Punto de muestreo: LPQ-BI-2
Tipo de registro: Red de neblina
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: Tania Panchi



Fotografía 6.2-60:

Orden: Passeriformes
Familia: Thamnophilidae
Género: *Dysithamnus*
Especie: *mentalis*
Nombre común: Batarito Cabecigrís
Punto de muestreo: LPQ-BI-3
Tipo de registro: Red de neblina
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: Tania Panchi



Fotografía 6.2-61:

Orden: Passeriformes
Familia: Furnariidae
Género: *Cranioleuca*
Especie: *erythroptera*
Nombre común: Colaespina Carirroja
Punto de muestreo: LPQ-BI-3
Tipo de registro: Red de neblina
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: Tania Panchi



Fotografía 6.2-62:

Orden: Passeriformes
Familia: Furnariidae
Género: *Anabacerthia*
Especie: *variegaticeps*
Nombre común: Limpiafronda Goliescamosa
Punto de muestreo: LPQ-BI-3
Tipo de registro: Red de neblina
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: Tania Panchi



Fotografía 6.2-63:

Orden: Apodiformes
Familia: Trochilidae
Género: *Phaethornis*
Especie: *yaruqui*
Nombre común: Ermitaño Bigotiblanco
Punto de muestreo: LPQ-BI-2
Tipo de registro: Red de neblina
Fecha: 7-septiembre-2021
Investigador: Tania Panchi

6.2.5.2 Mastofauna

❖ Antecedentes

Desde el punto de vista ecológico la información sobre diversidad y abundancia de mamíferos es esencial para entender procesos como: polinización, competencia, dinámica de poblaciones, estructura de comunidades y patrones biogeográficos de distribución, dispersión y endemismo. Esta información también es importante desde el punto de vista de la conservación ya que permite identificar localidades con alta diversidad de mamíferos y ayuda a entender efectos de la deforestación, la fragmentación, la pérdida de especies “clave” y el impacto de la cacería (Emmons & Feer 1999; Galo Zapata-Ríos *et al.* 2006; Arcos *et al.* 2007; G. Zapata-Ríos *et al.* 2009).

Los mamíferos se encuentran entre los grupos de animales con mayor distribución a nivel global. Actualmente se registran 457 especies de mamíferos en Ecuador (Tirira, 2021). Los órdenes con mayor diversidad son Chiroptera con 178 especies, que representa el 38,4% y Roedores con 126 especies, representando el 27,6% de los mamíferos presentes en Ecuador respectivamente (Tirira, 2021). Los pisos zoogeográficos con mayor diversidad son: el piso Tropical Oriental con 219 especies el cual representa el 47,9% de las especies registradas en el país y el piso Tropical Occidental con 186 especies registradas, este piso registra el 40%7 de los mamíferos del ecuador (Tirira, 2021).

❖ Objetivos

A. Objetivo General

- Evaluar la riqueza, abundancia relativa y diversidad de especies de mamíferos existentes en el área operativa de la concesión minera La Plata.

B. Objetivos Específicos

- Valorar la riqueza de especies de mamíferos por hábitat.
- Identificar los diferentes nichos tróficos y otros aspectos ecológicos del grupo.
- Reconocer las especies indicadoras, sensibles y endémicas dentro del área de estudio.
- Determinar el estado de conservación de las especies encontradas.
- Establecer áreas biológicamente sensibles como saladeros, comederos, abrevaderos, madrigueras y otros.
- Definir el uso del recurso dentro del área.

- Identificar los impactos potenciales de la actividad minera sobre las poblaciones de mamíferos en el área.

❖ Sitios de Muestreo

El área operativa de la concesión minera La Plata (Cód. 2001.1), se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Sigchos, parroquia Palo Quemado. El área de estudio se encuentra dentro del piso zoogeográfico Subtropical occidental (Tirira et al. 2021), entre los 1300 a 1700 msnm. En términos de formaciones vegetales (ecosistemas), el área de muestreo cuantitativo se distribuye dentro del Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes-BsBn04 (MAE 2013). En términos de uso del suelo, todos los puntos se encuentran dentro de un área intervenida y altamente fragmentada por deforestación extensiva y selectiva, pastizales para ganado vacuno, plantaciones de caña de azúcar, y se observó nuevas plantaciones de balsa. Ver cuadro 6.2-50.

A. Descripción de los Sitios de Muestreo

LPQ-BI-1.- Este punto presenta pequeños parches de bosque nativo intervenido en regeneración por deforestación extensiva y selectiva. Presenta quebradas con pequeños riachuelos cubiertos de vegetación nativa remanente intervenida, también en regeneración. Los parches de bosque se encuentran rodeados de pastizal, ganado vacuno, plantaciones de caña de azúcar y pequeñas zonas de minería artesanal de hace 40 años.

LPQ-BI-2.- Este punto presenta pequeños parches de bosque nativo intervenido en regeneración por deforestación extensiva y selectiva. Presenta quebradas con pequeños riachuelos cubiertos de vegetación nativa remanente intervenida, también en regeneración. Los parches de bosque se encuentran rodeados de pastizal, ganado vacuno, plantaciones de caña de azúcar y nuevas plantaciones de balsa.

LPQ-BI-3.- Este punto presenta pequeños parches de bosque nativo intervenido en regeneración por deforestación extensiva y selectiva. Presenta quebradas con pequeños riachuelos cubiertos de vegetación nativa remanente intervenida, también en regeneración. Los parches de bosque se encuentran rodeados de pastizal y ganado vacuno.

El cuadro 6.2-50 se presenta la ubicación y descripción de los puntos de muestreo de mastofauna en el área operativa de la concesión minera La Plata, los cuales se aprecian en el mapa: *Mapa 6.2-5: Ubicación de sitios de muestreo del Componente Mastofauna. (Ver 15 Anexos: 1 Cartografía)*

Cuadro 6.2-50: Ubicación Puntos Muestreo Mastofauna - Área operativa

Área de Estudio	Código	Fecha	Coordenadas WGS84 Zona 17S		Hábitat	Metodología	Extensión Unidad Muestreal	Tipo de Muestreo	
			Este (X)	Norte (Y)					
Sector del LPQ-BI-1 (Las Minas)	LPQ-BI-1	7- 9/09/2021	729182	9956661	Bosque nativo intervenido	Redes	250 m	Cuantitativo	
			729183	9956905		Trampas	200 m		
	LPq-BI-3		729343	9956728	Pastizal con ganado vacuno	Recorrido de observación Inicio	500 m	Cualitativos	
			729654	9956347		Recorrido de observación Fin			
	LPq-BI-12		729908	9956329	Estero con vegetación nativa ribereña remanente rodeado por pastizal	Recorrido de observación Inicio	500 m		
			729517	9956625		Recorrido de observación Fin			
	LPq-BI-4		729809	9956794	Pastizal con ganado vacuno, vivienda y sombríos de caña de azúcar	Recorrido de observación Inicio	500 m		
			730183	9957110		Recorrido de observación Fin			
Sector del LPQ-BI-2 (San Pablo de la Plata-Norte de la concesión)	LPQ-BI-2	10- 12/09/2021	729436	9958440	Bosque nativo intervenido	Redes	250 m		Cuantitativo
			729217	9958332		Trampas	200 m		
	LPq-BI-2		729241	9959148	Pastizal con viviendas, ganado vacuno y sembrío de caña de azúcar	Recorrido de observación Inicio	500 m	Cualitativos	
			728907	9958797		Recorrido de observación Fin			
	LPq-BI-6		729338	9958663	Pastizal con viviendas y ganado vacuno y un parche remanente boscoso de 50 m de ancho	Recorrido de observación Inicio	500 m		
			729644	9958282		Recorrido de observación Fin			
	LPq-BI-7		728187	9958695	Quebrada abrupta con bosque nativo remanente (Parche). Rodeada por pastizal con viviendas y ganado vacuno	Recorrido de observación Inicio	500 m		
			728381	9958235		Recorrido de observación Fin			
	LPq-BI-8		727903	9959534	Pastizal con ganado vacuno	Recorrido de observación Inicio	500 m		
			727818	9959049		Recorrido de observación Fin			
	LPq-BI-9		729930	9958385	Quebrada con bosque nativo remanente, rodeada por pastizal, ganado vacuno y cultivo de caña de azúcar	Recorrido de observación Inicio	500 m		
			729875	9957895		Recorrido de observación Fin			
LPq-BI-10	730189	9959744		Recorrido de observación Inicio	500 m				

Cuadro 6.2-50: Ubicación Puntos Muestreo Mastofauna - Área operativa

Área de Estudio	Código	Fecha	Coordenadas WGS84 Zona 17S		Hábitat	Metodología	Extensión Unidad Muestreal	Tipo de Muestreo
			Este (X)	Norte (Y)				
			729908	9959335	Pastizal con viviendas y ganado vacuno	Recorrido de observación Fin		
Sector del LPQ-BI-3 (Vía Las Minas-La Florida)	LPQ-BI-3	13/9/2021 -15/9/2021	729024	9957646	Bosque nativo intervenido	Redes	250 m	Cuantitativo
			728991	9957398		Trampas	200 m	
	LPq-BI-1		728899	9957723	Parche de bosque nativo intervenido, con quebrada de bosque chaparro, rodeado por pastizal con ganado	Recorrido de observación Inicio	500 m	Cualitativos
			728987	9957250		Recorrido de observación Fin		
	LPq-BI-5		728461	9957039	Parche de bosque nativo intervenido, con quebrada de bosque chaparro, rodeado por pastizal con ganado	Recorrido de observación Inicio	500 m	
			728020	9957274		Recorrido de observación Fin		
	LPq-BI-11		728174	9956861	Parche de bosque nativo intervenido, con quebrada de bosque chaparro, rodeado por pastizal con ganado	Recorrido de observación Inicio	500 m	
727866		9957253	Recorrido de observación Fin					

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

Cuadro 6.2-51: Coordenadas de Cámaras Trampa instaladas				
Sitio	Código Cámara	Coordenadas WGS84 Zona 17S		Altitud
		Este (X)	Norte (Y)	
LPQ-BI-1	C7	729691	9956655	1519,5
	C13	729809	9956813	1481,3
LPQ-BI-2	C1	730173	9958711	1344,9
	C9	730067	9958455	1392,4
	C8	729971	9958694	1301,7
	C10	730097	9958789	1305,4
LPQ-BI-3	C3	729632	9957457	1515,5
	C5	729542	9957442	1519,7
	C6	729666	9957467	1508,3

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

❖ Metodología

Generalmente la fauna silvestre es muy heterogénea, y se distribuyen en el ecosistema por: alimentación, reproducción y refugio tanto espacial como temporalmente (Mijail 2014). Con base en esa heterogeneidad, se utilizarán diferentes metodologías, técnicas y materiales estandarizados de muestreo para la caracterización de mamíferos en estudios de investigación científica y estudios de Evaluación Ecológica Rápida (Moreno 2001; Rabinowitz 2003; Villareal *et al.* 2004a).

A continuación, se detallan las técnicas y materiales utilizados para el estudio de mamíferos, agrupados en cinco categorías principales: 1) micromamíferos no voladores (pequeños marsupiales y roedores); 2) micromamíferos voladores (murciélagos); 3) mesomamíferos (marsupiales, ciertos carnívoros y roedores); 4) macromamíferos (ungulados, edentados, carnívoros y primates); y, 5) mamíferos acuáticos (ciertos carnívoros, ciertos roedores y cetáceos).

A. Fase de Campo

Las técnicas aplicadas en el campo se basan en las metodologías de Evaluación Ecológica Rápida (Moreno 2001; Rabinowitz 2003; Villareal, Álvarez, Córdoba, Escobar, Fagua, Gast, Mendoza, Ospina, y A. Umaña 2004) y se describen a continuación.

- **Macromamíferos y Mesomamíferos**

Los mamíferos grandes y muchos de los medianos pudieron ser identificados a simple vista, por lo cual el método habitual para su estudio es su registro directo o indirecto mediante

recorridos por transectos. El estudio se llevó a cabo mediante el uso simultáneo de dos técnicas: la observación directa y la búsqueda e identificación de huellas y otros rastros. Para los recorridos se realizaron caminatas por senderos previamente determinados.

Según las características de movilidad de este grupo de mamíferos, se establecieron tres transectos en los sectores cercanos a LPQ-BI-1 y LPQ-BI-3, y seis transectos en el sector de LPQ-BI-2, cada transecto con una longitud aproximada de 500 m. El número y tamaño de los transectos por punto cuantitativo de muestreo, obedece a la alta fragmentación del hábitat, el reducido tamaño de los parches de bosque nativo remanente en el área de estudio y la necesidad de poder registrar la mayor cantidad de especies de fauna en estas áreas.

Cada transecto fue recorrido durante dos horas en jornadas matutinas, vespertinas o nocturnas, con base en el patrón de actividad de las especies de fauna silvestre (Rabinowitz 2003; Villareal *et al.* 2004a).

Los recorridos fueron dirigidos, tratando de que cubran las diferentes características ecológicas y físicas de cada zona estudiada, buscando con esta metodología registrar la presencia de especies de mamíferos que utilizan diferentes estratos, como: terrestre, acuático, arborícola, entre otros (Rabinowitz 2003; Gallina & López 2011). Las técnicas utilizadas dentro de los transectos fueron:

- **Observación directa.** Es una de las técnicas más elementales en cuanto a tiempo y equipo técnico requerido. EL objetivo de esta metodología consiste en visualizar e identificar la mayor cantidad posible de mamíferos en su medio natural y los ecosistemas relacionados (Gallina y López 2011; Rabinowitz 2003; Tirira 2017; Villareal, Álvarez, Córdoba, Escobar, Fagua, Gast, Mendoza, Ospina, y A. Umaña 2004). Todos los mamíferos observados dentro de los transectos de estudio fueron registrados en la libreta de campo, tomando en cuenta datos complementarios como: tipo de hábitat (bosque, borde de bosque, río) donde fue observada la especie, características, abundancia, hora de observación, estrato donde fue observada dentro del bosque (Gallina y López 2011; Rabinowitz 2003; Tirira 2017; Villareal, Álvarez, Córdoba, Escobar, Fagua, Gast, Mendoza, Ospina, y A. Umaña 2004). Estas técnicas fueron usadas por un lapso de un día en cada punto de muestreo cuantitativo.
- **Identificación de huellas y otros rastros.** Con esta técnica se busca identificar especies de mamíferos sin la necesidad de visualizarlas directamente, mediante de huellas (pisadas) y otros rastros como: madrigueras, comederos, huesos, heces fecales y vocalizaciones etc., que determinen la presencia de una especie de mamífero (Gallina y López 2011; Rabinowitz 2003; Villareal, Álvarez, Córdoba, Escobar, Fagua, Gast, Mendoza, Ospina, y A. Umaña 2004). La metodología de observación directa e

identificación de huellas y otros rastros, se efectuaron de forma simultánea en los transectos para observación directa.

Para evitar el recuento de rastros y huellas, estos son borrados en cada recorrido, para independencia entre rastros en un recorrido, cada huella o grupo de huellas es tomado como uno (Rabinowitz, 2003).

- **Cámara Trampa.** Esta técnica para estudios de vida silvestre se basa en el uso de cámaras fotográficas con sensores de movimiento y térmicos que permiten fotografiar animales que pasen frente de este dispositivo. El método consiste en colocar cámaras trampa en estaciones de muestreo (una cámara por estación) preseleccionadas (al azar o sistemáticamente), sobre transectos o senderos que utilizan los animales. Las cámaras permiten registrar la presencia/ausencia especies inconspicuas y elusivas, además, nos permite evaluar el comportamiento, patrones de actividad, estimación de abundancia poblacional, mediante la identificación de especies por medio de fotografías, entre otros análisis (Kelly, 2008; O'Connell et al., 2011). Esta es una metodología estandarizada por muchos estudios y abalada por publicaciones científicas (Rovero & Marshall, 2009a, 2009b; Ahumada et al., 2013).
- **Establecer áreas biológicamente sensibles.** Con el objetivo de identificar áreas biológicamente sensibles como: saladeros, comederos, abrevaderos, madrigueras y otros. Se utiliza una combinación de técnicas, observación directa mediante transectos, entrevistas a gente local y retroalimentación de otros investigadores al momento del estudio (Gallina y López 2011; Rabinowitz 2003; Tirira 2017; Villareal., et al 2004)
- **Micromamíferos no voladores**

Para el estudio de mamíferos terrestres pequeños se utilizaron trampas tipo Sherman y Tomahawk (capturas vivas). En cada punto de muestreo se colocaron 40 trampas tipo Sherman y 10 tipos Tomahawk. Estas fueron ubicadas de manera sistemática en 10 estaciones. Cada estación está compuesta por cinco trampas (cuatro trampas tipo Sherman y una trampa tipo Tomahawk), separadas entre si a 25 m, cubriendo un transecto de 200 m de longitud. Las trampas se ubicaron en sitios que se consideraron potencialmente frecuentados por roedores (Rabinowitz 2003; Villareal, Álvarez, Córdoba, Escobar, Fagua, Gast, Mendoza, Ospina, y A. Umaña 2004).

Las trampas permanecieron activas las 24 horas del día por un período de 3 días consecutivos, con un total de 50 trampas/día. Como cebo para las trampas se utilizó una mezcla de: mantequilla de maní, avena, almendras, atún y esencia de vainilla. Las trampas

fueron cebadas una vez por día en la mañana (Rabinowitz 2003; Villareal, Álvarez, Córdoba, Escobar, Fagua, Gast, Mendoza, Ospina, y A. Umaña 2004).

Con el objetivo de reconocer especímenes previamente capturados versus nuevos animales capturados, y evitar el recuento por capturas incidentales; estos fueron marcados de manera que no dañen al espécimen capturado, o afecten el comportamiento de este. El marcado puede incluir etiquetas en las orejas, cortes de pelo a lo largo del lomo con patrones diferentes, o marcas de pintura (una gota) de un color diferente al pelaje del espécimen capturado. Cualquier técnica que mutile al animal fue evitada (Rabinowitz, 2003).

- ***Micromamíferos voladores***

Para el estudio de murciélagos se emplearon redes de neblina (12 m x 3 m). En cada punto de muestreo se usaron 10 redes de neblina a una distancia de 25 a 50 m. Estas se colocaron a nivel del suelo a lo largo de senderos existentes y en sitios considerados apropiados para el cruce de quirópteros. Las redes permanecieron abiertas entre las 18h00 y las 22h00 (cuatro horas red/noche) durante tres noches consecutivas y revisadas cada 20 minutos. Los murciélagos fueron registrados, identificados, y liberados en el campo de manera definitiva (Gallina y López 2011; Rabinowitz 2003; Villareal, Álvarez, Córdoba, Escobar, Fagua, Gast, Mendoza, Ospina, y A. Umaña 2004).

Para evitar el recuento de individuos por capturas incidentales, se utilizó un marcaje temporal para los murciélagos capturados mediante una pequeña línea vertical en el antebrazo derecho con marcador permanente. La identificación de los murciélagos en el campo se utilizó la guía ilustrada de campo mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017).

- ***Entrevistas***

De manera adicional a las técnicas descritas, se realizaron entrevistas finqueros residentes y guías de las comunidades Palo Quemado, Las Minas y San Pablo. Esta actividad tuvo la finalidad de completar e identificar ciertas especies de mamíferos no registradas durante el trabajo de campo, así como conocer el uso e importancia de las especies de fauna conocidas por los pobladores. Se utilizaron libros especializados con láminas a color y/o fotografías (Emmons & Feer 1999; Rabinowitz 2003; Villareal et al. 2004a; Gallina & López 2011; D. Tirira 2017; Urgilés-Verdugo & Gallo 2018) que facilitaron la identificación de las especies por parte de las personas entrevistadas.

- ***Fuentes Bibliográficas***

La ubicación de especies en peligro de extinción o endémicas se basó en la publicación del Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira 2017), Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales (Albuja, 2002 y 1999), la guía de campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira 2017) y los listados más recientes de las especies de mamíferos del Ecuador (Tirira *et al.* 2021). El estado de conservación de las especies a nivel internacional se determinó utilizando la información publicada por la (UICN 2020).

Se determinó el nivel de sensibilidad de las especies registradas, a través de la publicación, Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira 2017). El nicho trófico se determinó considerando la dieta principal de la especie. El estrato, la sociabilidad, actividad, preferencia de hábitat y abundancia se analizó en base a la Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira 2017) y Mamíferos de los Bosques Húmedos de América Tropical (Emmons y Feer 1999).

B. Esfuerzo de muestreo

La evaluación de la comunidad de mamíferos del área operativa de la concesión minera La Plata se la realizó de forma diferenciada tanto en las técnicas, herramientas y tiempo utilizado para el muestreo. Por lo tanto, los esfuerzos de muestreo también son diferenciados. Los transectos se midieron en metro recorridos (m/día); la técnica de foto trampeo se mide por trampas/noche, ya que estas son colocadas en sitios diferentes y permanecen activas durante 24 horas consecutivas en cada sitio de muestreo; las redes de neblina, trampas Sherman y Tomahawk se medirán por número de horas activas por noche (00:00). El esfuerzo de muestro invertido por punto de muestreo y técnica, y el esfuerzo de muestreo global se visualiza en el cuadro 6.2-52; en el caso de las trampas cámara se coloca en promedio, ya que las trampas presentan diferencias entre días de muestreo.

Entre el 8 al 16 de septiembre del 2021, se utilizaron las técnicas de: caminatas en transectos, redes de neblina, trampas fotográficas, Sherman, Tomahawk y entrevistas con tres días efectivos de muestreo por punto.

Para el levantamiento de la información de campo para mamíferos durante los días efectivos de campo, se realizaron muestreos cuantitativos: redes de neblina, trampas Sherman, Tomahawk, nueve cámaras trampa y observaciones directas de fauna. Muestreos cualitativos: recorridos de transectos para registro directos e indirectos de fauna silvestre y entrevistas.

Cuadro 6.2-52: Esfuerzo de Muestreo Mastofauna

Área de Estudio	Metodología	Nº Redes, Trampas y Transectos	Nº de Días	Horas/Día	Total Horas	Área de Muestreo	Área Total (m)
Sector LPQ-BI-1	Captura con Trampas Sherman	40	3	24	2.880 horas	200 m	320 m
	Captura con Trampas Tomahawk	10	3	24	720 horas		
	Redes (12x2,5m)	10	3	4	120 horas (1.440 m red/hora)	120 m	
	Transectos: Observación Directa / Identificación de Huellas y Otros Rastros	3 LPq-BI-3 LPq-BI-12 LPq-BI-4	1	2	6 horas	500 m/ transecto	1.500 m
Sector LPQ-BI-2	Captura con Trampas Sherman	40	3	24	2.880 horas	200 m	320 m
	Captura con Trampas Tomahawk	10	3	24	720 horas		
	Redes (12x2,5m)	10	3	4	120 horas (1.440 m red/hora)	120 m	
	Transectos: Observación Directa / Identificación de Huellas y Otros Rastros	6 LPq-BI-2 LPq-BI-6 LPq-BI-7 LPq-BI-8 LPq-BI-9 LPq-BI-10	1	2	12	500 m/ transecto	3.000 m
Sector LPQ-BI-3	Captura con Trampas Sherman	40	3	24	2880 horas	200 m	320 m
	Captura con Trampas Tomahawk	10	3	24	30 trampas/día (720 horas)		
	Redes (12x2,5m)	10	3	4	120 horas (1.440 m red/hora)	120 m	
	Transectos: Observación Directa / Identificación de Huellas y Otros Rastros	3 LPq-BI-1 LPq-BI-5 LPq-BI-11	1	2	6	500 m/ transecto	1.500 m

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Cuadro 6.2-53: Esfuerzo de muestreo – Cámaras Trampa instaladas

Sitio	Código Cámara	Horas/día	Nº días	Total área/horas
LPQ-BI-1	C7	24	9	216
LPQ-BI-1	C13	24	9	216
LPQ-BI-2	C1	24	9	216
LPQ-BI-2	C9	24	9	216
LPQ-BI-2	C8	24	9	216
LPQ-BI-2	C10	24	9	216
LPQ-BI-3	C3	24	9	216
LPQ-BI-3	C5	24	9	216
LPQ-BI-3	C6	24	9	216
Total Trampas/noche			81	1.944

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

C. Análisis de Datos

En el inventario de Mastofauna se contabiliza y enumera taxonómicamente a las especies de mamíferos reportadas a nivel general en los sitios de muestreo. Se emplea los términos de Riqueza (S), Abundancia (N) y frecuencias, abundancia relativa o P_i (porción de individuos de una especie en relación con la abundancia) para expresar la presencia o ausencia de especies y el grado de frecuencia de encuentro en una determinada área. Todos ellos son términos válidos para evaluar la diversidad de las comunidades, y realizar comparaciones estadísticas con base a pruebas de las mismas (Moreno, 2001; Escalante Espinosa, 2003; Mandujano-Rodríguez, 2011). En el análisis de la composición, se contabiliza y enumera taxonómicamente las especies que conforman cada orden de mamíferos.

Los análisis se realizaron para la totalidad de especies e individuos registrados en los puntos de muestreo cuantitativos. Para los análisis se usaron los programas estadísticos EstimateS (Colwell 2013) y Past (Hammer, Harper, y Ryan 2001).

- **Abundancia relativa**

Se analiza la abundancia relativa y la riqueza específica del sitio con el objetivo de caracterizar las especies a través de la curva de abundancia relativa – diversidad. El empleo de esta curva es considerado como una herramienta para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y seminaturales (Moreno, 2001; González-Oreja et al., 2010). Se basa en el cálculo de la abundancia relativa dividiendo el número de

individuos de la especie i para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica.

Se estimó la riqueza de las especies y la abundancia relativa, éstas se categorizaron en cuatro grupos (Común, Frecuente, No común y Raro), de acuerdo con el número de especies y número de individuos, (Tirira, 2017), así:

Cuadro 6.2-54: Riqueza de especies		
No	Categorización	Descripción
1	Común	más de 10 individuos
2	Frecuente	5 – 9 individuos
3	No común	2 – 4 individuos
4	Raro	1 individuo
Fuente: Stotz, 1996.		
Elaboración: ESSAM, 2022		

Finalmente, el análisis de datos secundarios constituyó la adhesión de las especies e información rescatada del muestreo no intensivo, de la información bibliográfica, encuestas y trabajos realizados en el área de estudio. Esta información sirvió para fortalecer los resultados obtenidos en el muestreo intensivo.

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Ecu. 6.2-20

Donde:

n_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos de la muestra

- **Diversidad alfa**

Índice de Diversidad de Shannon–Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001; Escalante Espinosa, 2003; Villareal et al., 2004b).

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

Ecu. 6.2-21

Donde:

H' = contenido de la información de la muestra o índice de diversidad

Σ = sumatoria

p_i = proporción de la muestra

$(n_i/n) \ln$ = logaritmo natural

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001; Escalante Espinosa, 2003).

Con base en Magurran (2004) donde se puntualiza que los valores del índice de Shannon a partir de datos empíricos usualmente están entre 1.5 y 3.5, se estandariza los límites inferiores y superiores de diversidad. Entendida como la expresión de la riqueza o equitabilidad o ambas características (Jost & González-Oreja 2012). Esta estandarización se realiza con la necesidad de tener una interpretación de los valores reportados en cada componente biótico de forma simultánea a su lectura.

Cuadro 6.2-55: Índice Shannon – Wiener	
< 1.5	Diversidad baja
1.6 a 3.5	Diversidad media
≥ 3.6	Diversidad alta
Fuente: Magurran, 2004	
Elaboración: ESSAM, 2022	

Prueba de diversidad t

El uso de un análisis estadístico no significa que no haya concordancia, ya que los resultados son por componente biótico. Dado el ámbito hogareño (Home Range) y el rango de movimiento diario de los mamíferos, la tasa de recambio de especies es un factor de importancia para determinar si la diferencia de la diversidad estimada entre cada punto de muestreo es estadísticamente significativa o no. Este análisis refuerza la capacidad de tomar decisiones con respecto al manejo de los recursos naturales.

Se aplicó la “prueba de t” (Hutchenson, 1970) a los valores de H' obtenidos para conocer si existen diferencias significativas entre las muestras, con la siguiente fórmula:

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{\frac{\sqrt{varH'_1 + varH'_2}}{2}}$$

Ecu. 6.2-22

$$varH' = \frac{\sum p_i (\ln p_i)^2 - (\sum p_i \ln p_i)^2}{N} + \frac{S - 1}{2N^2}$$

Ecu. 6.2-23

$$g.l. = \frac{(varH'_1 + varH'_2)2}{\frac{(varH'_1)^2}{N1} + \frac{(varH'_2)^2}{N2}}$$

Ecu. 6.2-24

Donde:

H'_1 = diversidad de la muestra 1

H'_2 = diversidad de la muestra 2

$varH'_1$ = varianza de la diversidad calculada para la muestra 1

$varH'_2$ = varianza de la diversidad calculada para la muestra 2

$g.l.$ = grados de libertad que se deben utilizar para obtener el valor de t calculada (t_c)

Una vez obtenidos el valor de t y los grados de libertad se comparó t calculada (t_c) con t de tabla (t_t). Cuando t_t es mayor que t_c , las diversidades de las muestras (es decir de cada sitio) no difieren significativamente entre sí, mientras que si t_t es menor que t_c las diversidades de las muestras son significativamente diferentes. Se utilizó la probabilidad del 95% (0.05 en tabla) para la comparación y análisis de datos (Moreno, 2001).

Número efectivo de especies

Mide la diversidad que tendrá una comunidad integrada por i especies igualmente comunes.

$$D = \exp(H') = e^H$$

Ecu. 6.2-25

Donde D es el número de especies igualmente comunes, $\exp(H')$ es el exponencial del índice de entropía de Shannon (García-Morales et al., 2011; Jost & González-Oreja, 2012)

Índice de Diversidad de Simpson (1-D)

Este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población de N individuos provengan de la misma especie. Si una especie dada i ($i=1,2,\dots, S$) es representada en la comunidad por P_i (Proporción de individuos), la probabilidad de extraer al azar dos individuos pertenece a la misma especie, es la probabilidad conjunta $[(P_i)(P_i), o P_i^2]$ (Moreno, 2001; Escalante Espinosa, 2003; Villareal et al., 2004b).

$$\lambda = \sum pi^2$$

Ecu. 6.2-26

Donde:

\sum = Sumatoria

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

Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Moreno, 2001; Escalante Espinosa, 2003). Como el índice de Simpson (λ) refleja el grado de dominancia en una comunidad, la diversidad de esta puede calcularse como:

$$D = \frac{1}{\lambda}$$

Ecu. 6.2-27

Cuadro 6.2-56: Índice Simpson (1-D)	
< 0,33	diversidad baja
0,34 a 0,66	diversidad media
> 0,66	diversidad alta
Fuente: Yáñez 2014, Magurran 2004	
Elaboración: ESSAM, 2022	

- **Diversidad beta β**

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972). A diferencia de las diversidades alfa y gamma que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988).

Retirar este tipo de análisis debilita la inferencia estadística de los resultados y reduce la capacidad de toma de decisiones con base en análisis robustos de los resultados.

Índice de Wittaker

A partir de la presencia/ausencia de las especies en un conjunto de muestras, contrasta el promedio del número de especies por muestra versus el número total de especies. También muestran el número de especies que se pierden o se ganan a medida que se comparan muestras.

$$\beta = \frac{S}{\alpha - 1}$$

Ecu. 6.2-28

Donde

S = número de especies registradas en un conjunto de muestras (diversidad amma)

α = número de promedio de especies en las muestras (alfa promedio)

Este índice describe la diversidad gamma a partir de la integración de las diversidades beta y alfa. Parece ser muy conveniente y robusto en sus resultados para medir el reemplazo de especies o cambio biótico entre comunidades (Villareal et al., 2004b; Halffter & Moreno, 2005; Calderón-patrón & Moreno, 2012).

Curva de acumulación de especies

Con el objetivo de evaluar cuál fue el registro de especies en el área de estudio, la curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. La gráfica define en el eje Y el número de especies acumuladas y en el eje X las unidades de muestreo (sitios de muestreo o días de muestreo), o el incremento de individuos (Jiménez-Valverde & Hortal, 2001; Moreno, 2001; Escalante Espinosa, 2003; Villareal et al., 2004a; González-Oreja et al., 2010).

Índice de Chao 1

Este índice realiza un ajuste de las especies que podrían encontrarse en el sitio de muestreo, haciendo una relación entre el número de especies encontradas y el número de especies representadas por uno o dos individuos (“sigleton” y “doubleton”) (Jiménez-Valverde & Hortal, 2001; Moreno, 2001; Escalante Espinosa, 2003).

$$Chao1 = S + a2$$

Ecu. 6.2-29

Donde:

S = Número de especies en una muestra.

a = Número de especies que están representas solamente por un único individuo en esa muestra (“sigleton”).

b = Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (“doubleton”).

Finalmente, el análisis de datos secundarios constituyó la adhesión de las especies e información rescatada del muestreo no intensivo, de la información bibliográfica, encuestas

y trabajos realizados (anteriores monitoreos) al área de estudio. Esta información sirvió para fortalecer los resultados obtenidos en el muestreo intensivo.

D. Aspectos ecológicos

El análisis de la sensibilidad de especies y su uso como indicadores biológicos, permite inferir que variedad de animales son considerablemente más vulnerables a perturbaciones humanas que otras. Hay dos grandes grupos de especies que se pueden encontrar: las que demuestran un buen nivel de conservación del hábitat y las que indican una degradación del ecosistema. Especies altamente vulnerables a perturbaciones humanas son buenas indicadoras de la salud del ambiente, revelan el estado actual de conservación de la zona, y podrían ser empleadas a futuro como una herramienta de control sobre la calidad ambiental.

- **Nichos Tróficos y Aspectos Ecológicos**

Se define como nicho ecológico al conjunto de condiciones físicas bajo las cuales una especie puede explotar un recurso energético de forma efectiva, tal que permita reproducirse y colonizar otros ambientes de condiciones físicas similares (Jarrín, 2001). Las especies reparten los recursos en el ambiente en tres formas básicas: trófica, espacial y temporalmente, conocidas como dimensiones de nicho (Pianka, 1973). Los diferentes nichos tróficos (tipos de alimentación) para mamíferos se determinaron con base en (Emmons & Feer, 1999; Tirira, 2017) y se describen en el cuadro 6.2-57.

Cuadro 6.2-57: Aspectos Ecológicos Mastofauna		
Nicho Trófico	Criterio	Tipo de animales
Carnívora	Dieta de carne sea de otros mamíferos o demás vertebrados.	Felinos, cánidos, y mustélidos
Frugívora	Dieta de frutas o semillas que se toman directamente de las plantas o del suelo.	Murciélagos, primates, roedores, cérvidos y ungulados
Hematófaga	Dieta de sangre de otros mamífero o aves.	Murciélagos (subfamilia Desmodontinae)
Herbívora	Dieta de hierbas en general, hojas u otras partes vegetales tomadas del sotobosque, del dosel o de plantas acuáticas.	Ungulados, primates, cérvidos y manatí
Insectívora	Dieta de insectos, se incluye en este apartado también especies que se alimentan de artrópodos.	Didélfidos, armadillos, osos hormigueros
Malacófago	Dieta de moluscos	Procyonidos
Nectarívora	Dieta de néctar (y polen)	Murciélagos

Cuadro 6.2-57: Aspectos Ecológicos Mastofauna		
Nicho Trófico	Criterio	Tipo de animales
Omnívora	Cuando presenta dos o más tipos de dieta	Primates, marsupiales, pecaríes, algunos roedores, unos pocos carnívoros y murciélagos

Fuente: Emmons & Feer, 1999 y Tirira, 2017

- **Costumbres**

Los mamíferos se clasifican de acuerdo con las costumbres o tipo de vida, en tres clases: nocturnos, diurnos y variable. Esta clasificación se realizó con base en (Emmons & Feer, 1999; Tirira, 2017).

Cuadro 6.2-58: Costumbres		
Nicho Trófico	Criterio	Tipo de animales
Diurnos	Patrón de actividad mayormente diurno entre la 06h00 a 18h00	Úrsidos, algunos felinos, cánidos, mustélidos, primates y ungulados
Nocturno	Patrón de actividad mayormente nocturno entre la 19h00 a 05h00	Murciélagos, felinos, algunos primates, roedores, cérvidos, ungulados, didélfidos
Variable (Catemeral)	Presenta patrón de actividad tanto en el día como en la noche con picos de actividad en la mañana, períodos de descanso y picos de actividad en la noche	Algunos felinos, oso hormigueros, ungulados, didélfidos, roedores, cérvidos

Fuente: Emmons & Feer, 1999 y Tirira, 2017

- **Especies Indicadoras**

Los indicadores biológicos son aquellas especies sensibles a las actividades humanas o aquellas que juegan un papel esencial en sus ecosistemas (Larrea *et al.* 2015). A menudo son usadas como monitor de las condiciones ambientales para representar a una colección de especies con requerimientos similares (Noss, 1999; Sarmiento, 2001).

- **Sensibilidad y especies indicadoras**

Las especies bioindicadoras no necesariamente se encontrarán amenazadas o en peligro de extinción. Para tomar en consideración como especies bioindicadoras y su sensibilidad se utilizará además información y criterios presentados en (Stotz *et al.* 1996; Emmons y Feer, 1999; Tirira, 2017; Ridgely y Greenfield, 2001). Las variables: alta, media y baja, se usan según Stotz y colaboradores (1996) así:

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

- **Estado de Conservación**

El Estado de Conservación de las especies de mamíferos del presente estudio se detalla de acuerdo con el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011) y la Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES (Inskipp & Gillett, H. J. (Eds.) 2005). El apéndice I incluye especies amenazadas con la extinción, el comercio de estas especies se permite bajo circunstancias excepcionales. El apéndice II incluye especies no necesariamente amenazadas con la extinción, pero su comercio es controlado, a fin de evitar el uso incompatible con la supervivencia de la especie.

- **Endemismo**

Especies propias del Ecuador, que no han sido registradas en ningún otro país, para identificar a estas especies se utiliza la publicación *Mamíferos del Ecuador: lista actualizada de especies* de Diego G. Tirira publicada en el año 2018⁴.

- **Uso del recurso**

La información del uso del recurso será obtenida mediante la metodología de entrevistas a la gente local y guías en cada uno de los puntos de muestreo. Para definir el uso de las especies se utiliza los criterios:

- **Especies utilizadas para cacería (como fuente de alimentación)**

⁴ Tomado de la publicación Mammals of Ecuador: updated checklist species. DOI: 10.13140/RG.2.2.16053.58080. Recuperado el 15 de noviembre del 2021 de <http://mamiferosdeecuador.com>

- Especies utilizadas como mascotas
- Especies consideradas como dañinas (afectación a cultivos y a animales de corral)
- Especies utilizadas con un concepto medicinal

❖ **Análisis de Resultados**

A. Riqueza Total

Las especies registradas en los puntos de muestreo cuantitativos LQP-BI-1, LQP-BI-2 y LQP-BI-3 corresponden a registros de: captura por redes de neblina, trampas de caída viva, trampas cámara, observaciones directas (visto) e indirectas (huellas, fecas, madrigueras, ruidos, camas, pelos, huesos, caminos). A continuación, se presenta los resultados de las especies registradas en los tres puntos de muestreo donde se registraron un total 24 especies de mamíferos correspondientes a 20 géneros, 11 familias y seis órdenes (Cuadro 6.2-59).

Cuadro 6.2-59: Riqueza de la Mastofauna registrada en los puntos de muestreo cuantitativos y cualitativos – Área operativa

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	LPQ-BI-1	LPQ-BI-2	LPQ-BI-3	Abundancia	Abundancia	Tipo de registro	Gremio Trófico	Sensibilidad	Endemismo	UICN Ecuador	UICN	CITES
1	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Chironectes minimus</i>	Zarigüeya de agua			1	1	No común	Hu	Carnívora	Alta		NE	LC	
2			<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya común	1		1	2	Común	Hu	Omnívoro	Baja		LC	LC	
3			<i>Didelphis sp.</i>	Zarigüeya	6		1	7	Común	CT	Omnívoro	Baja		LC	LC	
4			<i>Marmosa ishtmica</i>	Marmosa de Panamá	1			1	No común	TR	Insectívoro	Alta		NE	LC	
5			<i>Philander opossum</i>	Zarigüeya gris de cuatro ojos	2		1	3	Frecuente	CT	Insectívoro	Medi a		NE	LC	
6	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	4	8	3	15	Común	CT, Od, Ma	Omnívoro	Baja		LC	LC	
7	Pilosa	Megalonychidae	<i>Choloepus Hoffmanni</i>	Perezoso de dos dedos de Hoffmann	2			2	No común	CT	Folívoro	Alta		VU	LC	III
8	Rodentia	Sciuridae	<i>Microsciurus simonsi</i>	Ardilla enana de Simons			1	1	No evaluado	Od	Frugívoro	Medi a	x	NT	N E	
9			<i>Notosciurus granatensis versicolor</i>	Ardilla de cola roja	1			1	Común	Od	Frugívoro	Baja		NE	N E	
10		Cricetidae	<i>Handleyomys alfaroi</i>	Ratón de Alfaro			1	1	Común	TR	Frugívoro	Baja		NE	LC	
11		Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Agutí centroamericano	2		1	3	Común	CT, Od	Frugívoro	Baja		LC	LC	III
12		Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Guanta	5	1		6	Común	Od, Hu	Frugívoro	Baja		NT	LC	III
13	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura peruana</i>	Murciélago rabón peruano	2			2	Frecuente	RN	Nectarívoro	Medi a		NE	LC	

Cuadro 6.2-59: Riqueza de la Mastofauna registrada en los puntos de muestreo cuantitativos y cualitativos – Área operativa

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	LPQ-BI-1	LPQ-BI-2	LPQ-BI-3	Abundancia	Abundancia	Tipo de registro	Gremio Trófico	Sensibilidad	Endemismo	UICN Ecuador	UICN	CITES
14			<i>Miconycteris megalotis</i>	Murciélago orejudo pequeño			1	1	Frecuente	RN	Insectívoro	Medi a		NE	LC	
15			<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta	5			5	Común	RN	Frugívoro	Baja		NE	LC	
16			<i>Carollia castanea</i>	Murciélago castaño de cola corta	2			2	Común	RN	Frugívoro	Baja		NE	LC	
17			<i>Carollia perspiciata</i>	Murciélago común de cola corta			1	1	Común	RN	Frugívoro	Baja		NE	LC	
18			<i>Sturnira bogotensis</i>	Murciélago de hombros amarillos de Bogotá	3		2	5	No común	RN	Frugívoro	Alta		NE	LC	
19			<i>Sturnira ludovici</i>	Murciélago de hombros amarillos de Ludovico	3		1	4	Frecuente	RN	Frugívoro	Medi a		NE	LC	
20			<i>Artibeus lituratus palmarum</i>	Murciélago frutero grande	1			1	Común	RN	Frugívoro	Baja		NE	LC	
21			Vepertilionidae	<i>Eptesicus andinus</i>	Murciélago marrón andino		1		1	No común	RN	Insectívoro	Alta		DD	LC
22	Carnívora	Felidae	<i>Leopardos spp.</i>	Tigrina norteña/Margay			1	1	No común	Hu	Carnívora	Alta		VU	N T	I
23		Procyonidae	<i>Bassaricyon medius</i>	Olingo de occidente	3		1	4	Raro	Od	Carnívora	Alta		EN	LC	

Cuadro 6.2-59: Riqueza de la Mastofauna registrada en los puntos de muestreo cuantitativos y cualitativos – Área operativa

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	LPQ-BI-1	LPQ-BI-2	LPQ-BI-3	Abundancia	Abundancia	Tipo de registro	Gremio Trófico	Sensibilidad	Endemismo	UICN Ecuador	UICN	CITES
24			<i>Nasua nasua</i>	Cuchucho			1	1	Frecuente	Hu	Carnívora	Medi a		LC	LC	
TOTAL					43	10	18	71								

Tipo de registro: **Od**= Observación directa; **Ca**= Camino; **Hu**= Huella; **Ma**= Madriguera; **RN**= Red neblina; **TR**= Trampa caída; **CT**= Cámara trampa

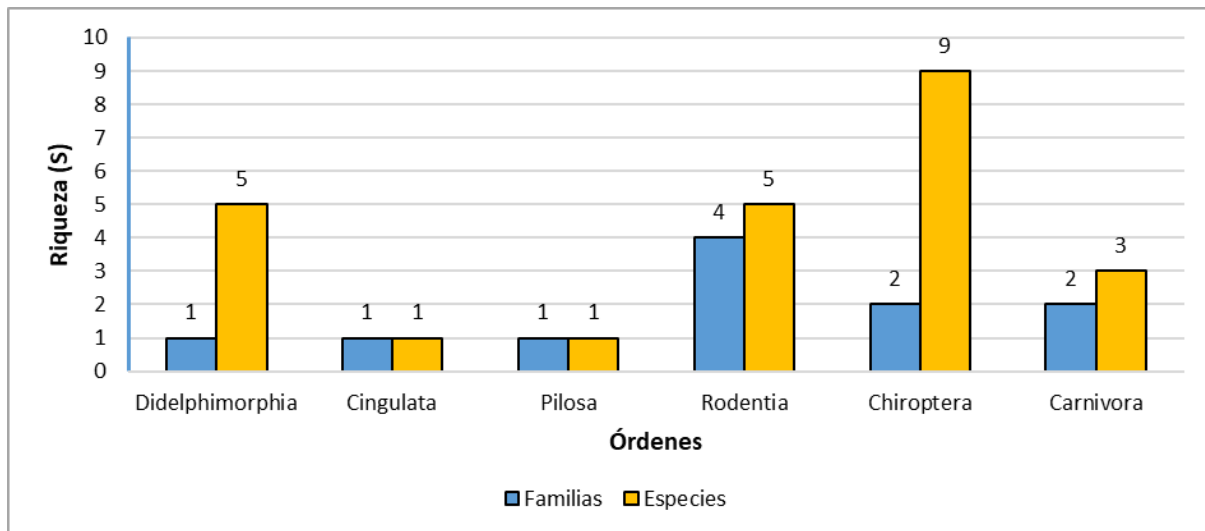
Categorías de conservación: **NT**= casi amenazada, **EN**= en peligro; **LC**= preocupación menor, **VU**= vulnerable, **DD**=Datos Insuficientes, **NE**= No evaluado

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Esta diversidad representó el 14.29% de los mamíferos presentes en piso zoogeográfico Subtropical occidental y el 5.25% del total de especies de mamíferos del Ecuador (Tirira *et al.* 2021). Los órdenes con mayor número de especies registradas fueron: Chiroptera, Rodentia y Didelfimorfia (Gráfico 6.2-49).

Gráfico 6.2-49: Número de especies por órdenes y familias de mamíferos registrados – área operativa concesión minera La Plata



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Los órdenes más representativos con mayor cantidad de especies registradas fueron: Chiroptera con dos familias, cuatro subfamilias, seis géneros y nueve especies, Rodentia con cuatro familias, cinco géneros y cinco especies, y Didelphimorfia con una familia, cuatro géneros y cinco especies. Por el contrario, los órdenes con menor registro de especies fueron: Cingulata y Pilosa con una familia un género y una especie respectivamente (Cuadro 6.2-60).

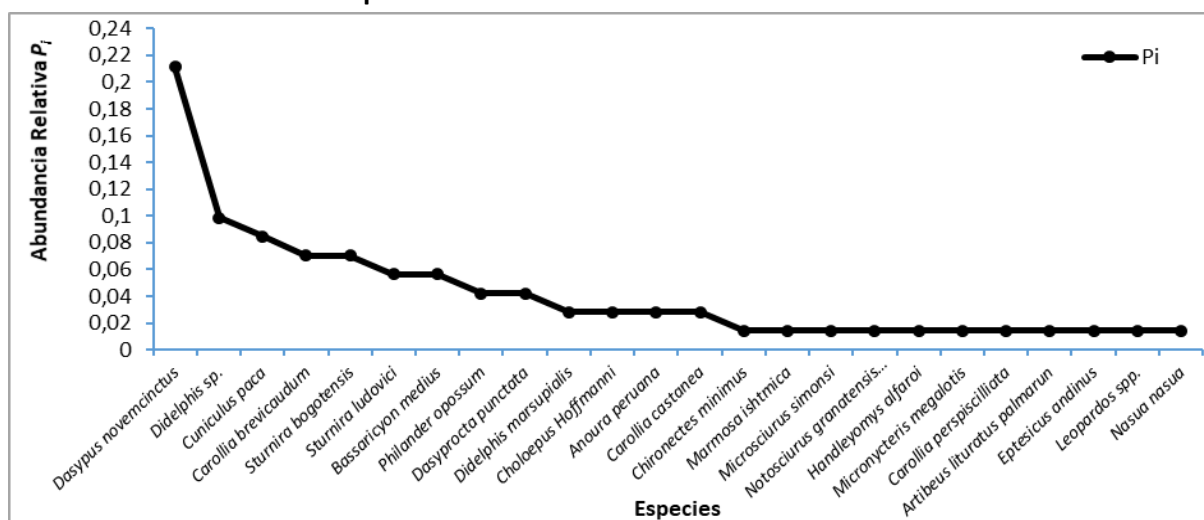
Cuadro 6.2-60: Riqueza de especies de mastofauna registrada en los puntos de muestreo cuantitativos y cualitativos					
No	Orden	Nº Familias/Orden	Nº Especies/Familia	Abundancia	% S/especies
1	Didelphimorphia	1	5	14	20,83
2	Cingulata	1	1	15	4,17
3	Pilosa	1	1	2	4,17
4	Rodentia	4	5	12	20,83
5	Chiroptera	2	9	22	37,50
6	Carnivora	2	3	6	12,50
Total		11	24	71	100

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

B. Abundancia relativa

En términos de abundancia relativa, las especies más abundantes fueron: *Dasyopus novemcinctus* ($P_i = 0.21$), *Didelphis* sp. ($P_i = 0.10$), esta especie podía pertenecer a *D. pernigra* o *marsupialis* por distribución y rango altitudinal, sin embargo, no se logró su plena identificación; *Cuniculus paca* ($P_i = 0.08$) y *Carollia brevicaudum* ($P_i = 0.07$). Las especies menos representadas 11 presentan un solo registro con ($P_i = 0.01$) de la abundancia relativa con respecto a todas las especies (Gráfico 6.2-50).

Gráfico 6.2-50: Curva de abundancia relativa (P_i) de las especies de mamíferos registrados en los puntos cuantitativos del Área de Estudio



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Con base en los rangos de abundancia relativa de Tirira (2017) se identificaron cuatro grupos de especies (Común, Frecuente, No común y Raro). La abundancia se compuso de la siguiente manera: una especie fue rara con cuatro individuos registrados, seis especies fueron no comunes con 11 individuos registrados, cinco especies fueron frecuentes y 11 especies fueron comunes (Cuadro 6.2-61).

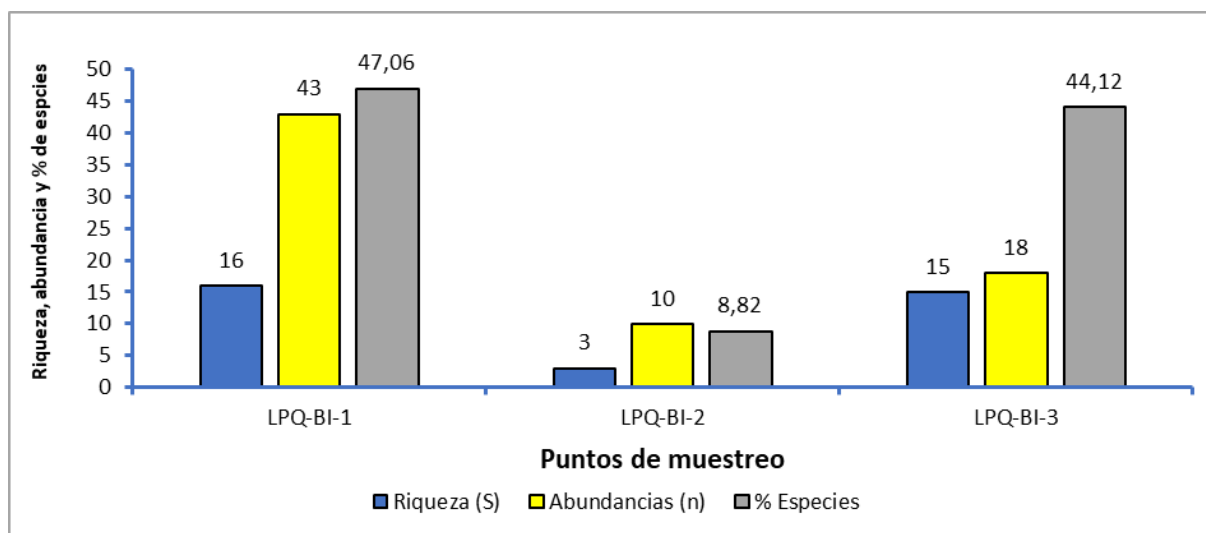
Cuadro 6.2-61: Riqueza de especies de mastofauna registrada en los puntos de muestreo cuantitativos y cualitativos			
Abundancia	Nº Individuos	Nº Especies	% S/especies
Común	44	11	46
Frecuente	11	5	21
No común	11	6	25
Raro	4	1	4
No evaluado	1	1	4
TOTAL	71	24	100

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

C. Relación entre riqueza y abundancia por estación de muestreo cuantitativa/cualitativa

El gráfico 6.2-51 muestra la riqueza, abundancia y el porcentaje de especies registradas por estación cuantitativa/cualitativa. Se observa un mayor número de especies en el punto LPQ-BI-1 con 16 especies, 43 individuos y un 47.06 % del total de especies registradas; seguida por el punto LPQ-BI-3 con 15 especies, 18 individuos y el 44.12 % de la riqueza registradas en la zona de estudio. Mientras que, el punto LPQ-BI-2 solo registró tres especies, 10 individuos y representa apenas el 8.82 % de la riqueza del área de estudio.

Gráfico 6.2-51: Número de especies por órdenes y familias de mamíferos registrados por punto de muestreo



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

D. Diversidad

- Diversidad α

Índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson (1-D)

Los resultados para los tres puntos de muestreo cuantitativos: LPQ-BI-1,2 y 3, sugieren una comunidad de mamíferos con poca dominancia en la cual un 24% del total de especies registradas son dominantes según el índice de Simpson (1-D). El índice de Shannon muestra en general una diversidad media. El punto de muestreo con menor diversidad fue LPQ-BI-2.

Estas comunidades son representativas de bosques nativos con un alto rango de intervención y fragmentación, áreas con actividades productivas agropecuarias y mineras. Los

valores obtenidos por los índices de diversidad se detallan en el cuadro 6.2-62. Los índices se calcularon usando todos los registros directos e indirectos de mamíferos, ya que evidencian la presencia de las especies identificadas. No se tomaron en cuenta aquellas especies que fueron registradas mediante información secundaria (encuestas).

Cuadro 6.2-62: Valores de riqueza, abundancia y diversidad por sitio de muestreo.

Diversidad	Puntos de Muestreo	Riqueza (S)	IC 95%	No individuos (n)	Simpson (1-D)	IC 95%	Shannon (H')	IC 95%	¹ D	Whittaker
α	LPQ-BI-1	16	15-17	43	0,94	0,91-0,96	2,79	2,64-2,95	16	
	LPQ-BI-2	3	-	10	0,38	0,22-0,53	0,74	0,54-0,93	2	
	LPQ-BI-3	15	12-18	18	0,97	0,93-1,02	3,02	2,64-3,40	20	
μ	Todos los puntos	11	-	23.7	0,76	-	2,18	-	-	
β	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.120
γ	TOTAL	24	23-25	71	0,93	0,90-0,96	2,96	2,78-3,13	-	-

α = riqueza de especies local; β = medida de intercambio de especies entre localidades; γ = rique total de especies de todos los puntos de muestreo; ¹D= número efectivo de especies de una comunidad

IC 95%= Intervalos de Confianza al 95%

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Diversidad beta β**

Índice de diversidad de Whittaker

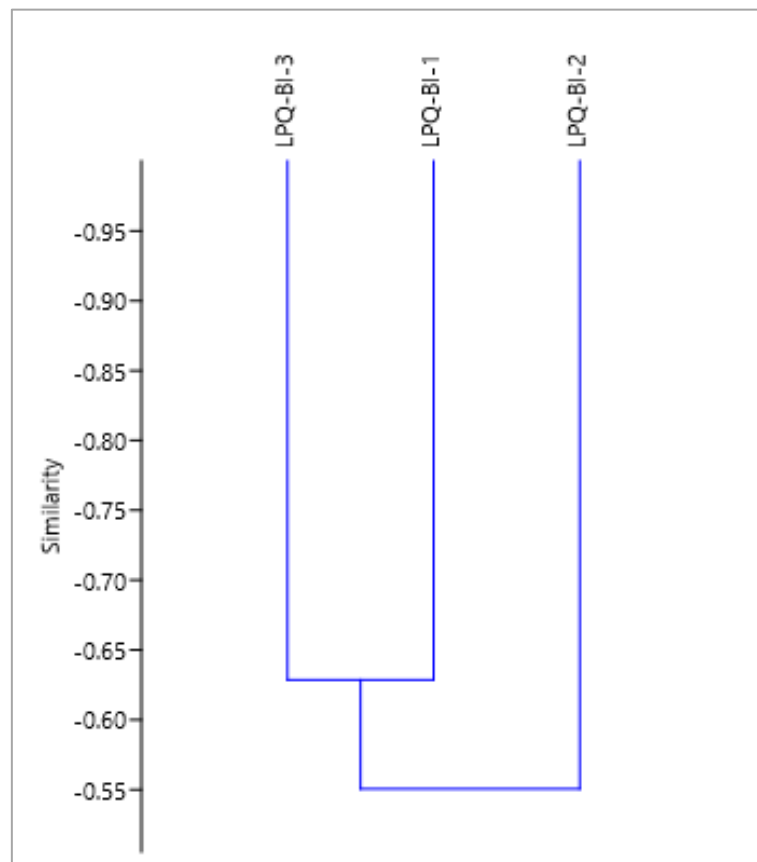
En términos de diversidad beta que mide la diferencia (el recambio) de especies entre puntos, comunidades o paisajes (Halffter y Moreno 2005) muestra que la tasa de recambio o reemplazo de especies entre sectores es baja $\beta= 1.2$.

Índices de similitud de Jaccard

El índice de Jaccard muestra que los tres puntos de muestreo dentro del área operativa en general presentan baja similaridad 55 % (Gráfico 6.2-52). El dendrograma forma dos grupos afines, el grupo más similar es el grupo formado por los puntos LPQ-BI-1 y LPQ-BI-3 que comparten un 64 % de similaridad. El punto más disímil es el LPQ-BI-2 que comparte apenas el 55% con el resto de los puntos.

Con base en las observaciones de campo y los mapas de cobertura vegetal del área de estudio, los resultados muestran que el punto LPQ-BI-2 se encuentra rodeado de plantaciones de caña de azúcar, pastizal, plantaciones de balsa recientes con un historial de tala extensiva y selectiva y actividades de cacería anteriores. En este contexto, estas variables pueden ser las causantes de esta disimilitud entre puntos de muestreo.

Gráfico 6.2-52: Dendrograma de Similitud



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Prueba t

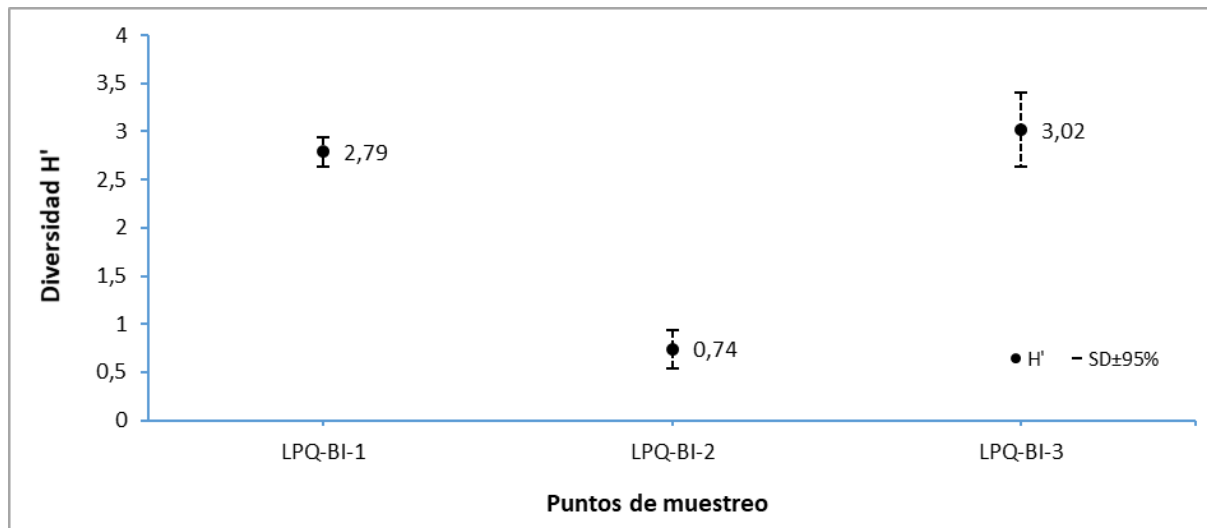
En términos comparativos, la prueba *t* de diversidad muestra que no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de la diversidad de Shannon (H') entre los puntos de LPQ-BI-1 y LPQ-BI-3. El punto que presenta diferencias estadísticamente significativas es LPQ-BI-2 con respecto a los demás (cuadro 6.2-63 y gráfico 6.2-53).

Esta variabilidad del punto LPQ-BI-2 con menor riqueza, abundancia ya se evidencia en el análisis de similitud de Jaccard y se confirma con la prueba *t* de diversidad, esto puede estar explicado por variables que afectan de forma negativa a este punto de muestreo como: plantaciones de caña de azúcar, pastizal, plantaciones de balsa, historial de tala extensiva y selectiva y actividades de cacería anteriores.

Cuadro 6.2-63: Valores de prueba t para cada punto de muestreo							
Prueba de diversidad t	Puntos de muestreo	H'	Varianza	t _c	t _t	gl	p valor
Shannon índice	LPQ-BI-1	2,62	0,01	6,60	1,77	13	<0,05
	LPQ-BI-2	0,64	0,08				
	LPQ-BI-1	2,62	0,01	0,07	1,70	31	>0,05
	LPQ-BI-3	2,63	0,03				
	LPQ-BI-2	0,64	0,08	5,97	1,73	18	<0,05
	LPQ-BI-3	2,63	0,03				
Prueba de diversidad t	Puntos de muestreo	D	Varianza	t _c	t _t	gl	p valor
Simpson índice	LPQ-BI-1	0,08	0,00	3.17	1,81	10,13	<0,05
	LPQ-BI-2	0,66	0,03				
	LPQ-BI-1	0,08	0,00	0.08	1,70	27,24	>0,05
	LPQ-BI-3	0,08	0,00				
	LPQ-BI-2	0,66	0,03	3.16	1,80	10,52	<0,05
	LPQ-BI-3	0,08	0,00				

H'= índice de diversidad de Shannon, D= índice de diversidad de Simpson, t_c= valor de t calculado, t_t= valor de t de la tabla de t, gl= grados de libertad
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

Gráfico 6.2-53: Comparación de la diversidad (Shannon H') de mamíferos registrados en los puntos cuantitativos del Área de Estudio



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

E. Curva de acumulación de especies y Chao 1

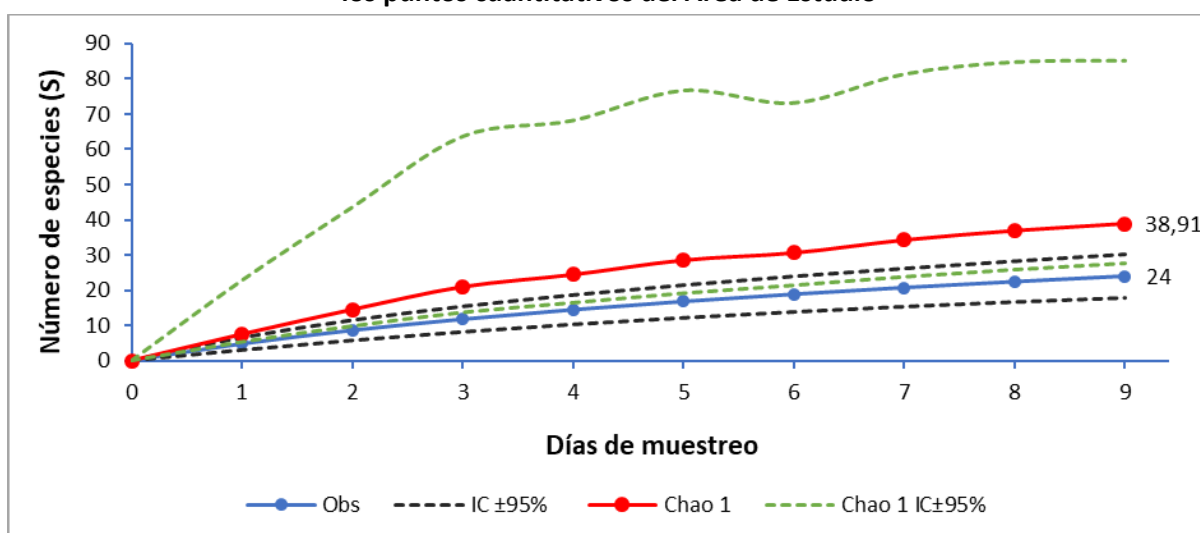
Para el análisis de la curva de acumulación de especies se determinó como unidad de muestreo a cada día de levantamiento de información en campo. Con un total de nueve días de trabajo efectivo la curva muestra una fase de crecimiento sin llegar a estabilizarse en la

asíntota (Gráfico 6.2-54).

De acuerdo con las proyecciones de los índices de riqueza basados en el número de especies observadas en los muestreos de campo, la totalidad de especies inventariadas (24) se alcanzó el día nueve del muestreo (Gráfico 6.2-54).

Con base en el número de especies esperadas encontrar, los estimadores de la riqueza alfa Chao 1 muestra que se podían registrar hasta 38.91 especies. Esta estimación, no es estadísticamente significativa ya que los intervalos de confianza al 95 % del número de especies observadas se solapan con los intervalos de confianza al 95 % del estimador Chao 1. Usando los estimadores no paramétrico Chao 1 se estimó la eficiencia del muestreo, el cual indica que hemos registrado el 62 % de las especies presentes en el área de estudio según Chao 1.

Gráfico 6.2-54: Curva de acumulación de especies y estimador Chao 1 de mamíferos registrados en los puntos cuantitativos del Área de Estudio



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

F. Análisis Cualitativo

- Análisis de Similitud

La similitud de la composición faunística entre los puntos de muestreo fue determinada comparando la riqueza de cada punto de muestreos cualitativos, para lo cual se utilizó el índice de Jaccard. En el cuadro 6.2-64 se observa los puntos con una similitud del 100%: LPQ-BI-2—8, LPQ-BI-3-4-12, LPQ-BI-4-12 y LPQ-BI-6-9-10, que comparten las mismas especies de mamíferos registrados. Los demás puntos no comparten ninguna especie y el valor de

similitud es cero.

Cuadro 6.2-64: Índice de similitud de la composición de la mastofauna entre puntos de muestreo cualitativos										
Estaciones cualitativas	LPQ-BI-1-cuali	LPQ-BI-2-cuali	LPQ-BI-3-cuali	LPQ-BI-4-cuali	LBQ-BI-5-cuali	LPG-BI-6-cuali	LPQ-BI-8-cuali	LPQ-BI-9-cuali	LPQ-BI-10-cuali	LPQ-BI-12-cuali
LPQ-BI-1-cuali	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LPQ-BI-2-cuali	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
LPQ-BI-3-cuali	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
LPQ-BI-4-cuali	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
LBQ-BI-5-cuali	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
LPG-BI-6-cuali	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
LPQ-BI-8-cuali	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
LPQ-BI-9-cuali	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
LPQ-BI-10-cuali	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
LPQ-BI-12-cuali	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

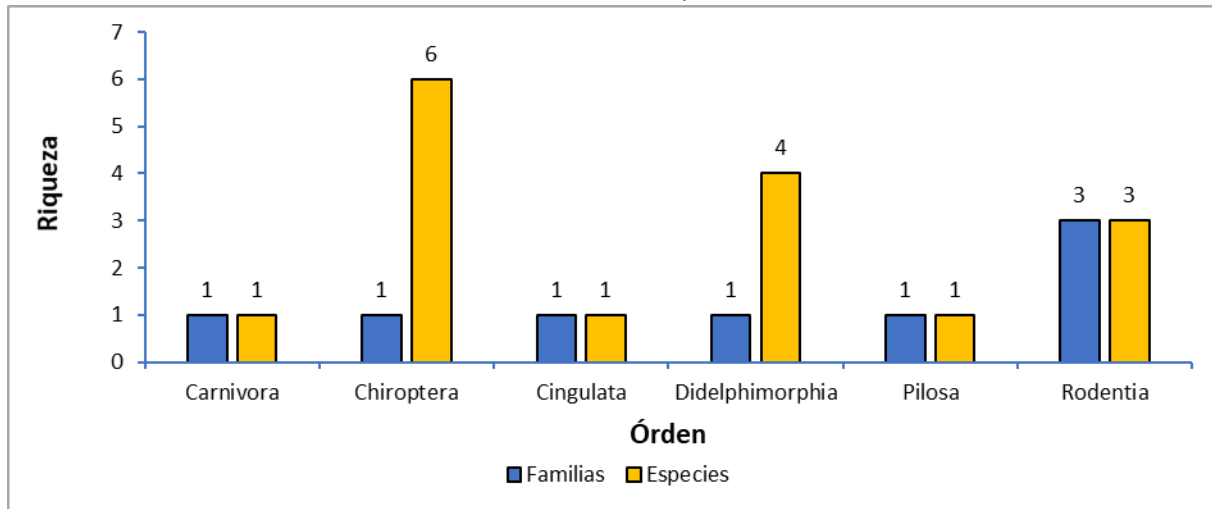
G. Análisis Cuantitativo

- LPQ-BI-1

Riqueza

El punto de muestreo se registraron 16 especies pertenecientes a ocho familias y seis órdenes; los órdenes más representativos fueron: Chiroptera con seis especies; Didelphimorfia con cuatro especies y Rodentia con tres especies. Los órdenes con menos especies registradas fueron: Carnívora, Cingulata y Pilosa con una especie respectivamente (Gráfico 6.2-55).

Gráfico 6.2-55: Número de especies por órdenes y familias de mamíferos registrados en el punto de muestreo PLQ-BI-1



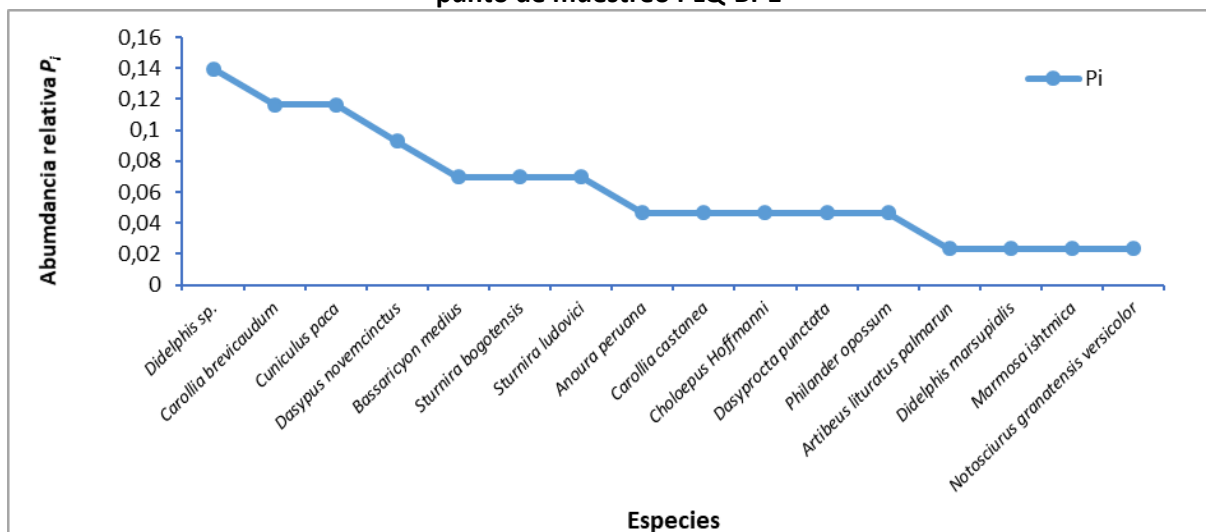
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Abundancia relativa

En términos de abundancia relativa, las especies más abundantes fueron: *Didelphis* sp., esta especie podía pertenecer a *D. pernigra* o *marsupialis* por distribución y rango altitudinal, sin embargo, no se logró su plena identificación; *Carollia brevicaudum*, *Cuniculus paca* y *Dasyurus novemcinctus*. Las especies menos representadas fueron cuatro, con un solo registro de la abundancia relativa con respecto a todas las especies del punto LPQ-BI-1 (Gráfico 6.2-56).

Gráfico 6.2-56: Curva de abundancia relativa (Pi) de las especies de mamíferos registrados en el punto de muestreo PLQ-BI-1



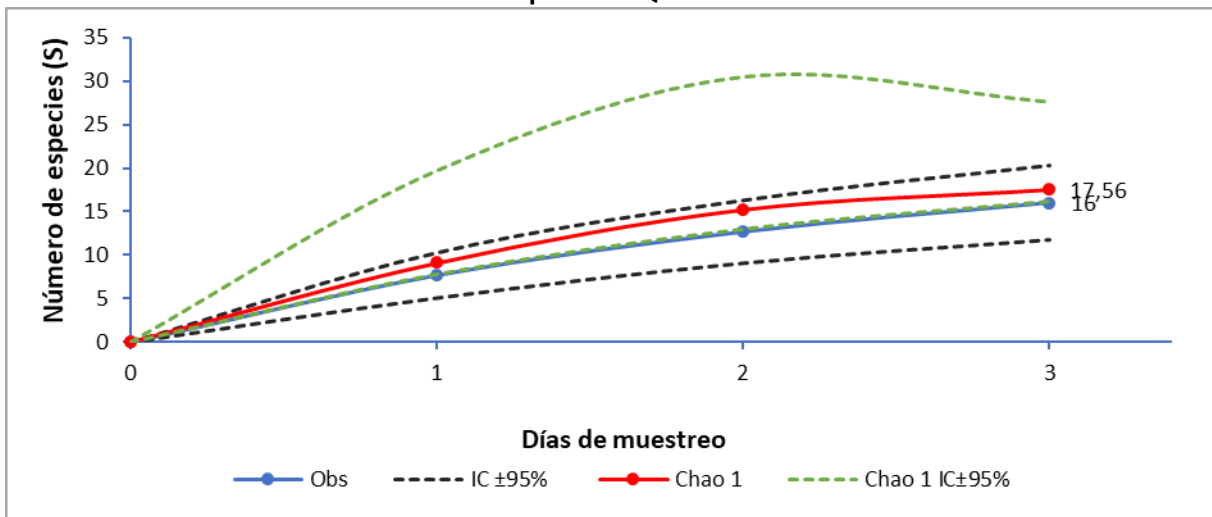
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Curva de acumulación de especies

Con un total de tres días efectivos de levantamiento de información, la curva muestra una fase de crecimiento sin llegar a estabilizarse en la asíntota (Gráfico 6.2-57). Con base en el número de especies esperadas encontrar, los estimadores de la riqueza alfa Chao 1 muestra que se podían registrar 17.56 especies. Esta estimación, no es estadísticamente significativa ya que los intervalos de confianza al 95 % del número de especies observadas (16) se solapan con los intervalos de confianza al 95 % del estimador Chao 1. Usando los estimadores no paramétrico Chao 1 se estimó la eficiencia del muestreo, el cual indica que hemos registrado el 91 % de las especies presentes en el punto LPQ-BI-1.

Gráfico 6.2-57: Curva de acumulación de especies y estimador Chao 1 de mamíferos registrados en el punto LPQ-BI-1



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **LPQ-BI-2**

Riqueza

En este punto de muestreo se registraron tres especies pertenecientes a tres familias y tres órdenes (Cuadro 6.2-65).

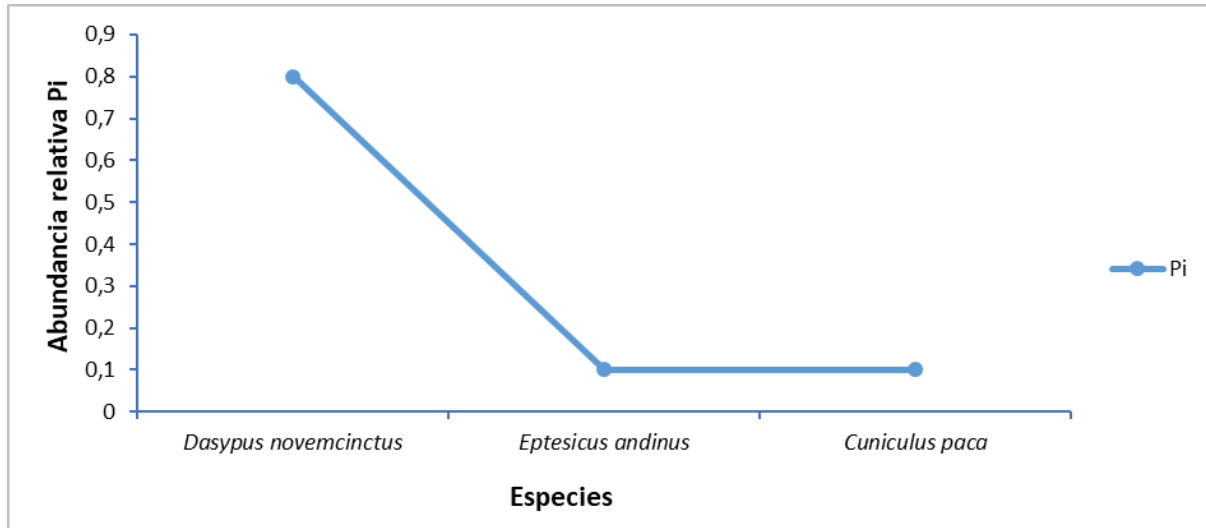
Orden	N° Familias/Orden	N° Especies/Familia	Abundancia
Chiroptera	1	1	1
Cingulata	1	1	8
Rodentia	1	1	1

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

Abundancia relativa

En términos de abundancia relativa, la especie más abundante fue: *Dasyopus novemcinctus*. Las especies menos representadas fueron dos, con un solo registro de la abundancia relativa con respecto a todas las especies del punto LPQ-BI-2 (Gráfico 6.2-58).

Gráfico 6.2-58: Número de especies por órdenes y familias de mamíferos registrados en el punto de muestreo PLQ-BI-2



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

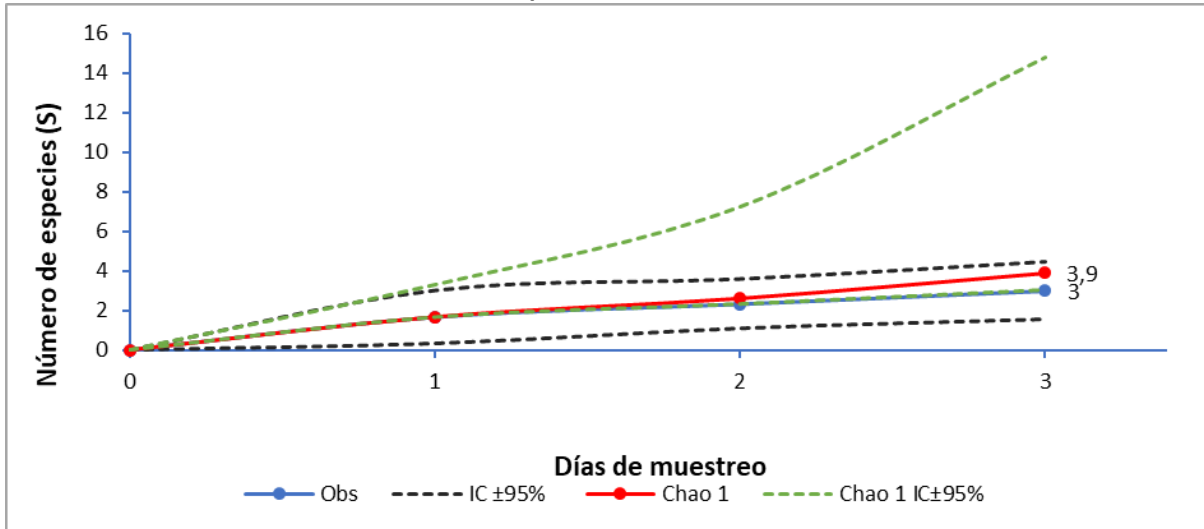
Elaboración: ESSAM, 2022

Curva de acumulación de especies

Con un total de tres días efectivos de levantamiento de información, la curva muestra una fase de crecimiento sin llegar a estabilizarse en la asíntota (Gráfico 6.2-59). Con base en el número de especies esperadas encontrar, los estimadores de la riqueza alfa Chao 1 muestra que se podrían registrar 3,9 especies.

Esta estimación, no es estadísticamente significativa ya que los intervalos de confianza al 95 % del número de especies observadas (3) se solapan con los intervalos de confianza al 95 % del estimador Chao 1. Usando los estimadores no paramétrico Chao 1 se estimó la eficiencia del muestreo, el cual indica que hemos registrado el 77 % de las especies presentes en el punto LPQ-BI-1.

Gráfico 6.2-59: Curva de acumulación de especies y estimador Chao 1 de mamíferos registrados en el punto LPQ-BI-2



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

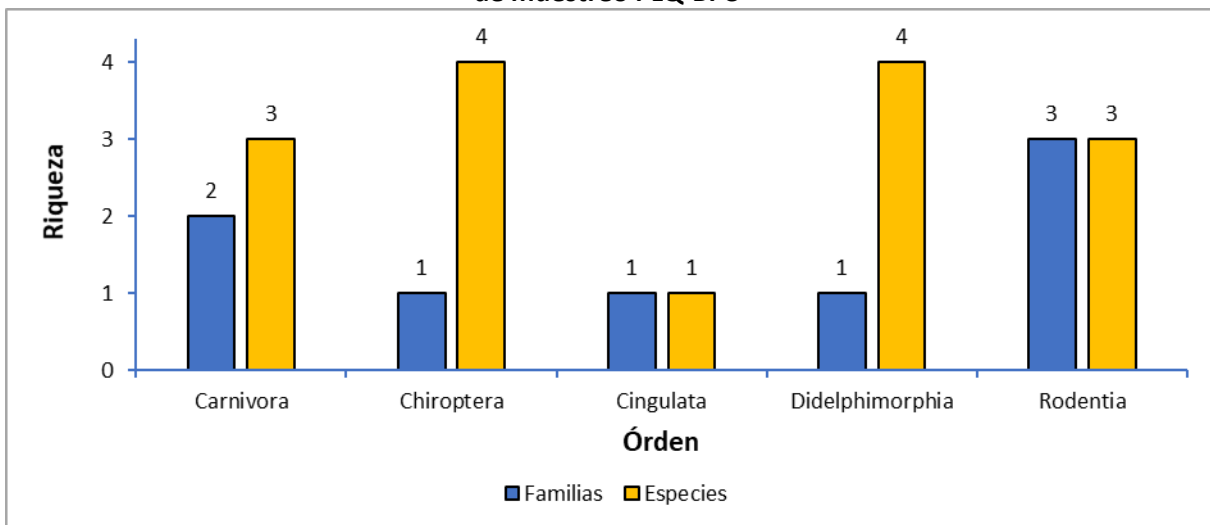
Elaboración: ESSAM, 2022

- **LPQ-BI-3**

Riqueza

En el punto de muestreo se registraron 15 especies pertenecientes a ocho familias y cinco órdenes; los órdenes más representativos fueron: Chiroptera y Didelphimorfia con cuatro especies, seguidos de Rodentia y Carnívora con tres especies. El orden con menos especies registradas fue Cingulata con una especie (Gráfico 6.2-60).

Gráfico 6.2-60: Número de especies por órdenes y familias de mamíferos registrados en el punto de muestreo PLQ-BI-3



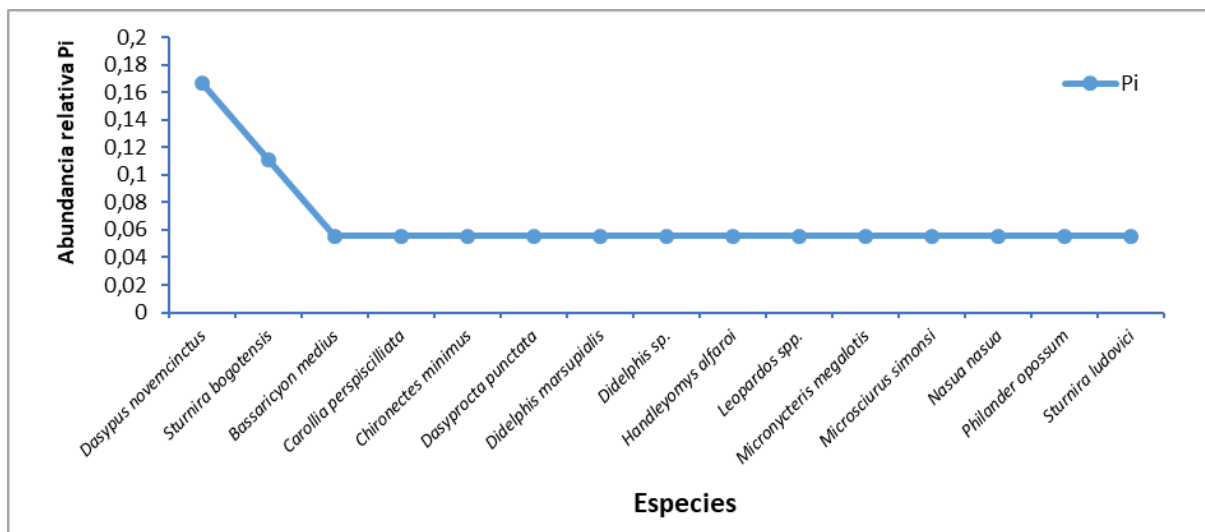
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Abundancia relativa

En términos de abundancia relativa, las especies más abundantes fueron: *Dasypus novemcinctus* seguido por *Sturnira bogotensis*. Las especies menos representadas fueron 13 con un solo registro de la abundancia relativa con respecto a todas las especies del punto LPQ-BI-3 (Gráfico 6.2-61).

Gráfico 6.2-61: Número de especies por órdenes y familias de mamíferos registrados en el punto de muestreo PLQ-BI-3



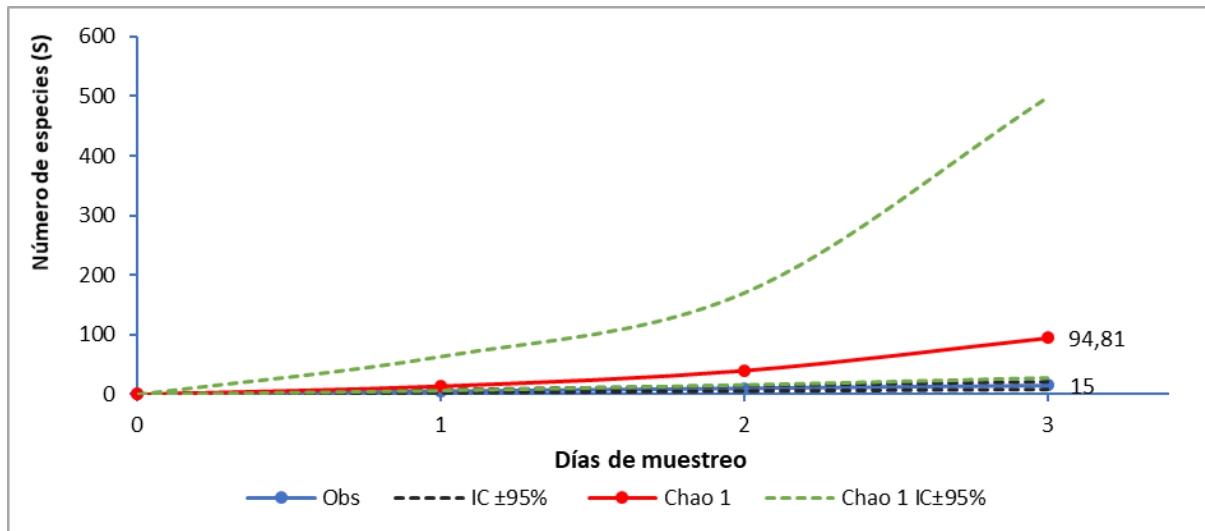
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Curva de acumulación de especies

Con un total de tres días efectivos de levantamiento de información, la curva muestra una fase de crecimiento sin llegar a estabilizarse en la asíntota (Gráfico 6.2-62). Con base en el número de especies esperadas encontrar, los estimadores de la riqueza alfa Chao 1 muestra que se podían registrar 94.81 especies. Esta estimación, no es estadísticamente significativa ya que los intervalos de confianza al 95 % del número de especies observadas (15) se solapan con los intervalos de confianza al 95 % del estimador Chao 1. Usando los estimadores no paramétrico Chao 1 se estimó la eficiencia del muestreo, el cual indica que hemos registrado el 16 % de las especies presentes en el punto LPQ-BI-1.

Gráfico 6.2-62: Curva de acumulación de especies y estimador Chao 1 de mamíferos registrados en el punto LPQ-BI-3



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

H. Aspectos Ecológicos

- Nicho trófico**

Con base en los registros obtenidos se identificaron seis gremios tróficos (Cuadro 6.2-66). De las 24 especies de mamíferos registrados, los gremios con mayor cantidad de especies fueron: frugívoros, representados en su mayoría por especies de murciélagos; insectívoros, carnívoros y omnívoros. Los gremios menos representados fueron folívoros y nectarívoros.

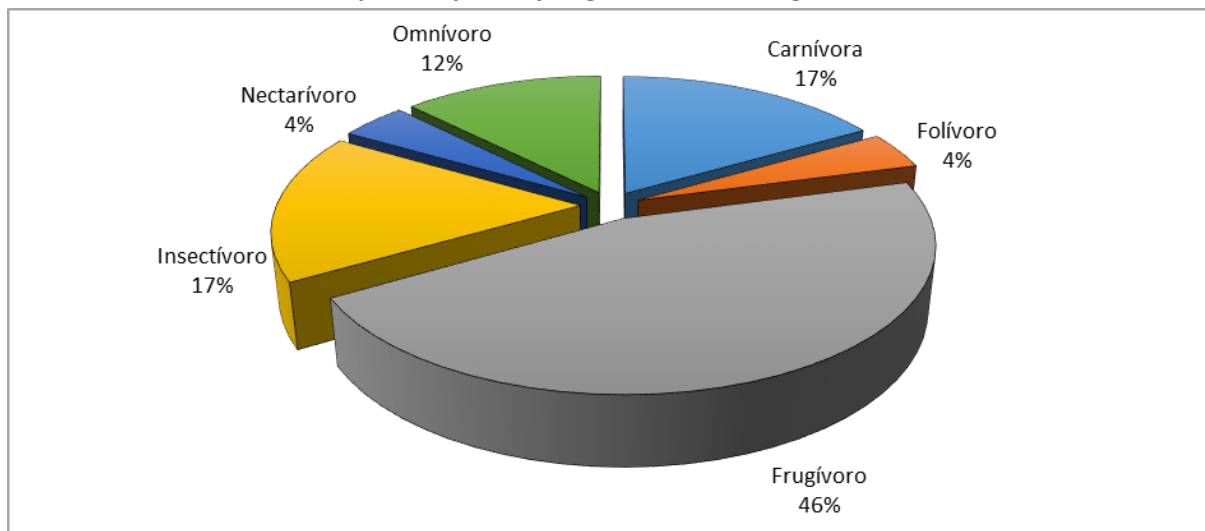
Cuadro 6.2-66: Preferencias alimenticias de los mamíferos registrados en el Área de Estudio			
Gremio trófico	N°/ind.	N°/Especies	% especies
Carnívora	7	4	16.67
Folívoros	2	1	4.17
Frugívoro	30	11	45.83
Insectívoro	6	4	16.67
Nectarívoro	2	1	4.17
Omnívoro	24	3	12.50
TOTAL	71	24	100

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

De todas las especies registradas el 46% corresponde a frugívoros, el 17% a carnívoros e insectívoros y un 12% a omnívoros. El 4% corresponde a folívoros y nectarívoros (Gráfico 6.2-

63).

Gráfico 6.2-63: Porcentaje de especies por gremio trófico registrado en el Área de Estudio



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Hábito y distribución vertical**

En términos de uso espacial de los mamíferos, se registró cinco dimensiones espaciales. Los estratos están representados de la siguiente manera: el 38%, es decir nueve especies son mamíferos voladores, el 33% corresponde a mamíferos terrestres representados por ocho especies, seguidos de mamíferos arborícolas con el 21% con cinco especies, terrestre-arborícola con el 4% y una especie semiacuática (Cuadro 6.2-67).

Cuadro 6.2-67: Distribución dimensional de los mamíferos registrados en el Área de Estudio			
Hábito	N/ind.	Especies	% especies
Arborícola	9	5	21
Semi acuática	1	1	4
Terrestre	38	8	33
Terrestre/Arborícola	1	1	4
Volador	22	9	38
TOTAL	71	24	100

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

- **Costumbres**

De acuerdo con los resultados obtenidos, se registraron dos tipos de patrón de actividad, diurno y nocturno. Estos patrones se distribuyeron de la siguiente manera: 20 especies registradas son de actividad nocturna y cuatro especies son de actividad diurna (Cuadro 6.2-68).

Cuadro 6.2-68: Patrón de actividad de los mamíferos registrados en el Área de Estudio			
Actividad	N/ind.	Especies	% especies
Diurno	6	4	16,67
Nocturno	65	20	83,33
TOTAL	71	24	100,0
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021			
Elaboración: ESSAM, 2022			

I. Análisis de Sensibilidad

Todas las especies registradas se ubicaron dentro de alguna categoría de sensibilidad, como resultados se obtuvo que el 46% de las especies presenta baja sensibilidad frente a los cambios y alteraciones del hábitat, mientras que el 25% de las especies presentan sensibilidad media, y unas 29% de especies muestran alta sensibilidad a los cambios y alteraciones del hábitat (Cuadro 6.2-69).

Cuadro 6.2-69: Sensibilidad de los mamíferos registrados – Área operativa		
Sensibilidad	Especies	% especies
Alta	<i>Bassaricyon medius</i>	29
	<i>Chironectes minimus</i>	
	<i>Choloepus Hoffmanni</i>	
	<i>Eptesicus andinus</i>	
	<i>Leopardos spp.</i>	
	<i>Marmosa ishtmica</i>	
Media	<i>Sturnira bogotensis</i>	25
	<i>Anoura peruana</i>	
	<i>Micronycteris megalotis</i>	
	<i>Microsciurus simonsi</i>	
	<i>Nasua</i>	
	<i>Philander opossum</i>	
Baja	<i>Sturnira ludovici</i>	46
	<i>Artibeus lituratus palmarum</i>	
	<i>Carollia brevicaudum</i>	
	<i>Carollia castanea</i>	
	<i>Carollia perspiciillata</i>	
	<i>Cuniculus paca</i>	
	<i>Dasyprocta punctata</i>	

Cuadro 6.2-69: Sensibilidad de los mamíferos registrados – Área operativa		
Sensibilidad	Especies	% especies
	<i>Dasypus novemcinctus</i>	
	<i>Didelphis marsupialis</i>	
	<i>Didelphis sp.</i>	
	<i>Handleyomys alfaroi</i>	
	<i>Notosciurus granatensis versicolor</i>	
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021		
Elaboración: ESSAM, 2022		

En el área de estudio no se identificaron áreas sensibles como saladeros, abrevaderos o comederos de importancia para la fauna de la zona.

J. Especies indicadoras

Se identificaron siete especies de mamíferos como indicadoras de buena calidad ambiental, esto representa el 28% de todas las especies registradas en el área de estudio (Cuadro 6.2-70). De las especies identificadas el 8% corresponde al orden Chiroptera, Carnívora, Didelfimorfia respectivamente y el 4% al orden Pilosa. La presencia de estas especies no muestra que la cadena trófica este completa, si no, que el registro de estas especies son rezagos de pocos individuos en pequeños parches de bosque nativo intervenido en regeneración, que por la topografía de los sitios no han sido deforestado, pero, se ha extraído madera de forma selectiva. Sin embargo, estos pequeños parches de bosque se siguen deforestando para la plantación de balsa como monocultivo, esto se observó al momento de realización del estudio.

Para determinar las especies indicadoras se usó todos los registros directos e indirectos de mamíferos, ya que se evidencia la presencia de las especies identificadas. No se tomaron en cuenta aquellas especies que fueron registradas mediante información secundaria (encuestas).

Cuadro 6.2-70: Órdenes y especies indicadoras de la buena calidad ambiental en el Área de Estudio			
Orden	Familia	Especies	Sensibilidad
Carnívora	Felidae	<i>Leopardus spp.</i>	Alta
	Procyonidae	<i>Bassaricyon medius</i>	
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira bogotensis</i>	
	Vepertilionidae	<i>Eptesicus andinus</i>	
Didelphimorfia	Didelphidae	<i>Chironectes minimus</i>	
		<i>Marmosa ishtmica</i>	
Pilosa	Megalonychidae	<i>Choloepus Hoffmanni</i>	
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021			

Elaboración: ESSAM, 2022

K. Estado de conservación

De las 24 especies registradas en este estudio, el 8% de las especies están dentro de la categoría de Casi Amenazada (NT) y Vulnerables (VU), respectivamente; el 4% están en Peligro (EN) o tienen Datos Insuficientes (DD). La mayoría de las especies se encuentran en No Evaluadas (NE) 54% y un 24% son de Preocupación Menor (LC) (Cuadro 6.2-71).

Cuadro 6.2-71: UICN de los mamíferos registrados – área operativa				
UICN Ecuador	N/ind.	Especies	% especies	Especies
DD – Datos Insuficientes	1	1	4	<i>Eptesicus andinus</i>
EN – En Peligro	4	1	4	<i>Bassaricyon medius</i>
LC – Preocupación Menor	28	5	21	<i>Dasyprocta punctata</i> , <i>Dasyprocta novemcinctus</i> , <i>Didelphis marsupialis</i> , <i>Didelphis sp.</i> , <i>Nasua</i>
NE – No Evaluado	28	13	54	<i>Anoura peruana</i> , <i>Artibeus lituratus palmarum</i> , <i>Carollia brevicaudum</i> , <i>Carollia castanea</i> , <i>Carollia perspiciata</i> , <i>Chironectes minimus</i> , <i>Dasyprocta punctata</i> , <i>Handleyomys alfaroi</i> , <i>Marmosa ishtmica</i> , <i>Micronycteris megalotis</i> , <i>Notosciurus granatensis versicolor</i> , <i>Philander oposum</i> , <i>Sturnira bogotensis</i> , <i>Sturnira ludovici</i>
NT – Casi Amenazado	7	2	8	<i>Cuniculus paca</i> , <i>Microsciurus simonsi</i>
VU - Vulnerable	3	2	8	<i>Choloepus Hoffmanni</i> , <i>Leopardus spp.</i>
TOTAL	71	24	100	--

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

De acuerdo con el tratado CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), el 13% de las especies se encuentran dentro del apéndice III, que incluye especies que están protegidas al menos en un país, y que han solicitado a otras partes de la CITES ayuda para controlar su comercio. El 4% están dentro del apéndice I, que incluye todas las especies en peligro de extinción; y finalmente un 83% de las especies que no han sido evaluadas o no cumplen con los parámetros para incluirlas dentro de algún apéndice (Cuadro 6.2-72).

Cuadro 6.2-72: CITES de los mamíferos registrados – Área operativa				
CITES	N/ind.	Especies	% especies	Especie
I	1	1	4	<i>Tigrina norteña/Margay</i>

Cuadro 6.2-72: CITES de los mamíferos registrados – Área operativa

CITES	N/ind.	Especies	% especies	Especie
III	11	3	13	<i>Agutí centroamericano, Guanta, Perezoso de dos dedos de Hoffmann</i>
NE	59	20	83	--
TOTAL	71	24	100	--

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

L. Especies Endémicas

En el punto de muestreo LPQ-BI-3 se registró la especie *Microsciurus simonsi* (Ardilla enana de Simons), la cual es endémica de Ecuador, distribuida en la Costa y estribaciones occidentales al sur de los ríos Esmeraldas y Guayllabamba (Tirira, 2017).

M. Uso del recurso

La información del uso del recurso se obtuvo mediante la metodología de entrevistas que se realizaron a gente local y guías en cada uno de los puntos de muestreo. No se registran uso alguno de especies en el área de estudio. Esto debido a los escasos de especies en la zona y las extensivas e intensivas actividades de cacería en años pasados.

❖ Resumen de resultados

- Las especies registradas en el área de estudio: armadillos, zarigüeyas y guantas, como las especies más abundantes en los puntos de muestreo, así como la ausencia de primates, ungulados y depredadores; son características de áreas intervenidas, en regeneración y altamente fragmentadas.
- El número de especies registradas en este estudio (24) muestra el alto grado de alteración antrópica del área operativa de la concesión minera La Plata.
- Los procesos continuos y sostenidos de cambio en el uso del suelo, de bosques nativos a áreas de pastizales, cañaverales y sembríos de balsa, muestra una composición faunística con diversidad media. Es decir, una comunidad de mamíferos que empieza a presentar especies dominantes y una comunidad medianamente equitativa en términos de diversidad. Esta comunidad se encuentra dentro de parches de bosque que se constituyen en refugios e islas de diversidad. Sin embargo, la falta de conectividad de estas islas solo fomentará la reducción en la diversidad de especies a largo plazo.

- Los parches de bosque nativo intervenido del área de estudio sirven como reservorios de diversidad biológica, y, al mismo tiempo están altamente amenazados por el cambio en el uso del suelo, si no existe una planificación sobre el uso y conservación de sus recursos naturales.
- Con base en el número de especies esperadas encontrar, los estimadores de la riqueza Chao 1 muestran que sería posible registrar 15 especies más que las actualmente registradas. Sin embargo, estas especies corresponderían a pequeños roedores, didelfidos, perezosos, osos hormigueros, murciélagos y pequeños carnívoros de la familia mustelidae y procyonidae propios de áreas degradadas. La probabilidad de registrar grandes carnívoros, primates y ungulados en el área de estudio es extremadamente remota.
- En términos del estado de conservación y sensibilidad de las especies registradas, según el libro rojo de mamíferos del Ecuador, el 46% de especies registradas (11) son resistentes a cambios en el ambiente, las cuales requieren menos recursos críticos de hábitat y alimentación para su presencia. Versus el 29% (7) especies que son altamente sensibles a cambios en el medio que los rodea y las cuales requieren de amplitud de hábitat y dietas específicas para su subsistencia.

❖ Conclusiones

- Se identificaron siete especies indicadoras del relativo buen estado del hábitat de los parches de bosque remanentes: *Bassaricyon medius*, *Chironectes minimus*, *Choloepus hoffmanni*, *Eptesicus andinus*, *Leopardus spp.*, *Marmosa ishtmica* y *Sturnira bogotensis*. Corresponden a dos familias de carnívoros: Felidae y Procyonidae, dos familias de quirópteros: Phyllostomidae y Vepertilionidae, una familia de didelfidos: Didelphidae y un oso perezoso Megalonychidae.
- En el caso del perezoso de dos dedos de Hoffmann (*Choloepus hoffmanni*), su escaso movimiento tanto en el suelo como en el dosel del bosque, estar en categoría vulnerable VU según el libro rojo de mamíferos de Ecuador, y ser de alta sensibilidad, lo convierte en una especie extremadamente sensible al momento de la implementación del proyecto en el área operativa de la concesión minera La Plata. Por lo cual, es una de las especies claves para el rescate, traslocación o reubicación de fauna silvestre.
- Otra especie clave para el rescate, traslocación o reubicación de fauna silvestre es: *Microsciurus simonsi* (Ardilla enana de Simons), la cual es endémica de Ecuador,

distribuida en la Costa y estribaciones occidentales al sur de los ríos Esmeraldas y Guayllabamba.

- En términos de amenazas según el libro rojo de mamíferos de Ecuador, *Choloepus hoffmanni* y *Leopardus spp.*, se encuentran Vulnerables (VU); *Cuniculus paca*, *Microsciurus simonsi* están Casi amenazadas (NT) y *Bassaricyon medius* En peligro (EN).
- En el área de estudio no se identificaron áreas sensibles como saladeros, abrevaderos o comederos de importancia para la fauna de la zona.
- Como consecuencia de los altos niveles de deforestación, fragmentación del hábitat y las intensivas y extensivas actividades de cacería de hace al menos 20 años (según entrevistados); en el área de estudio no se registró uso alguno del recurso faunístico. Por otro lado, los moradores del área de estudio se enfocan en varias actividades económicas como: ganadería (de carne y leche), la producción de caña de azúcar y mano de obra para las compañías mineras.
- Como potenciales impactos a la fauna de mamíferos silvestre del área de estudio se observó una alta fragmentación del hábitat, incremento de la frontera agrícola, procesos de deforestación para plantaciones de balsa como actividad económica y actividades mineras anteriores.

❖ **Registro Fotográfico**

A. Metodología aplicada



Fotografía 6.2-64: Trampas Sherman y Tomahack

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-2, LPQ-BI-3
Coordenadas Geográficas:
X: 234.105 **Y:** 9'889.939
Altitud: 300 msnm
Fecha: 7-16-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-65: Cámaras trampa

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-2, LPQ-BI-3
Coordenadas Geográficas:
X: 61032.21 **Y:** 99956654.65
Altitud: 1519.5msnm
Fecha: 8-16-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-66: Captura de murciélagos

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-2, LPQ-BI-3
Coordenadas Geográficas:
X: 61178.35 **Y:** 9956602.75
Altitud: 1519.5msnm
Fecha: 7-16-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-67: Trampas Sherman

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-2, LPQ-BI-3
Coordenadas Geográficas:
X: 61156.28 **Y:** 9956818.68
Altitud: 1519.5msnm
Fecha: 7-16-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-68: Trampa

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-2, LPQ-BI-3
Coordenadas Geográficas:
X: 61156.28 **Y:** 9956818.68
Altitud: 1519.5msnm
Fecha: 7-16-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-69: Entrevistas

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-2, LPQ-BI-3
Coordenadas Geográficas:
X: 61156.28 **Y:** 9956818.68
Altitud: 1519.5msnm
Fecha: 7-16-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-70: Transectos de observación directa e indirecta

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-2, LPQ-BI-3
Coordenadas Geográficas:
X: 61338.83 **Y:** 9956306.68
Altitud: 1519.5msnm
Fecha: 7-16-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

B. Sitios de muestreo



Fotografía 6.2-71: Punto de muestreo cuantitativo LPQ-BI-1, presencia de fincas con pastos y ganado vacuno.

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos **Parroquia:** Palo Quemado

Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1

Coordenadas Geográficas:

X: 61156.28

Y: 9956818.68

Altitud: 1519.5msnm

Fecha: 7-9-septiembre-2021

Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-72: Punto de muestreo cuantitativo LPQ-BI-2, presencia de fincas con plantaciones de caña de azúcar, pastos y ganado vacuno.

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos **Parroquia:** Palo Quemado

Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-2

Coordenadas Geográficas:

X: 61336.05

Y: 9958332.32

Altitud: 1508.3 msnm

Fecha: 10-12-septiembre-2021

Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-73: Punto de muestreo cuantitativo LPQ-BI-3, presencia de fincas con plantaciones de caña de azúcar, pastos y ganado vacuno.

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos **Parroquia:** Palo Quemado

Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-3

Coordenadas Geográficas:

X: 60957.79

Y: 9957424.08

Altitud: 1519.7 msnm

Fecha: 10-12-septiembre-2021

Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

C. Especies registradas



Fotografía 6.2-74: *Didelphis marsupialis*

Orden: Didelphimorphia
Familia: Didelphidae
Género: *Didelphis*
Especie: *marsupialis*
Nombre Común: Zarigüeya común
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1-LPQ-BI-3
Tipo de Registro: Cámara trampa
Fecha: 11-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-75: *Philander opossum*

Orden: Didelphimorphia
Familia: Didelphidae
Género: *Philander*
Especie: *opossum*
Nombre Común: Zarigüeya gris de cuatro ojos
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1-LPQ-BI-3
Tipo de Registro: Cámara trampa
Fecha: 11-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-76: *Choloepus hoffmanni*

Orden: Pilosa
Familia: Megalonychidae
Género: *Choloepus*
Especie: *hoffmanni*
Nombre Común: Perezoso de dos dedos de Hoffmann
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1
Tipo de Registro: Cámara trampa
Fecha: 12-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-77: *Dasyprocta punctata*

Orden: Rodentia
Familia: Dasyproctidae
Género: *Dasyprocta*
Especie: *punctata*
Nombre Común: Agutí centroamericano
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1-LPQ-BI-3
Tipo de Registro: Cámara trampa
Fecha: 15-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-78: *Dasypus novemcinctus*

Orden: Cingulata
Familia: Dasypodidae
Género: *Dasypus*
Especie: *novemcinctus*
Nombre Común: Armadillo de nueve bandas
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-2, LPQ-BI-3
Tipo de Registro: Cámara trampa
Fecha: 11-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-79: *Chironectes minimus*

Orden: Didelphimorphia
Familia: Didelphidae
Género: *Chironectes*
Especie: *minimus*
Nombre Común: Zarigüeya de agua
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-3
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-80: *Didelphis* sp.

Orden: Didelphimorphia
Familia: Didelphidae
Género: *Didelphis*
Especie: sp.
Nombre Común: Zarigüeya
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1-LPQ-BI-3
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-81: *Marmosa ishtmica*

Orden: Didelphimorphia
Familia: Didelphidae
Género: *Marmosa*
Especie: *ishtmica*
Nombre Común: Marmosa de Panamá
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1
Tipo de Registro: Trampa Sherman
Fecha: 12-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-83: *Handleyomys alfaroi*

Orden: Rodentia
Familia: Cricetidae
Género: *Handleyomys*
Especie: *alfaroi*
Nombre Común: Ratón de Alfaro
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-3
Tipo de Registro: Trampa Sherman
Fecha: 13-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-84: *Cuniculus paca*

Orden: Rodentia
Familia: Cuniculidae
Género: *Cuniculus*
Especie: *paca*
Nombre Común: Guanta
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-2
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 14-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-85: *Anoura peruana*

Orden: Chiroptera
Familia: Phyllostomidae
Género: *Anoura*
Especie: *peruana*
Nombre Común: Murciélago rabón peruano
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1,
Tipo de Registro: Red de neblina
Fecha: 09-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-86: *Micronycteris megalotis*

Orden: Chiroptera
Familia: Phyllostomidae
Género: *Micronycteris*
Especie: *megalotis*
Nombre Común: Murciélago orejudo pequeño
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-3,
Tipo de Registro: Red de neblina
Fecha: 11-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-87: *Carollia brevicaudum*

Orden: Chiroptera
Familia: Phyllostomidae
Género: *Carollia*
Especie: *brevicaudum*
Nombre Común: Murciélago sedoso de cola corta
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-3,
Tipo de Registro: Red de neblina
Fecha: 09-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-88: *Carollia perspicillata*

Orden: Chiroptera
Familia: Phyllostomidae
Género: *Carollia*
Especie: *perspicillata*
Nombre Común: Murciélago común de cola corta
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-3,
Tipo de Registro: Red de neblina
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-89: *Carollia castanea*

Orden: Chiroptera
Familia: Phyllostomidae
Género: *Carollia*
Especie: *castanea*
Nombre Común: Murciélago castaño de cola corta
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1,
Tipo de Registro: Red de neblina
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-90: *Sturnira bogotensis*

Orden: Chiroptera
Familia: Phyllostomidae
Género: *Sturnira*
Especie: *bogotensis*
Nombre Común: Murciélago de hombros amarillos de Bogota
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-3
Tipo de Registro: Red de neblina
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-91: *Sturnira ludovici*

Orden: Chiroptera
Familia: Phyllostomidae
Género: *Sturnira*
Especie: *ludovici*
Nombre Común: Murciélago de hombros amarillos de Ludovico
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-3
Tipo de Registro: Red de neblina
Fecha: 10-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-92: *Eptesicus andinus*

Orden: Chiroptera
Familia: Vespertilionidae
Género: *Eptesicus*
Especie: *andinus*
Nombre Común: Murciélago marrón andino
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-2
Tipo de Registro: Red de neblina
Fecha: 15-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-93: *Leopardos* spp.

Orden: Carnivora
Familia: Felidae
Género: *Leopardus*
Especie: spp.
Nombre Común: Tigrina norteña/Margay
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-3
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés



Fotografía 6.2-94: *Nasua*

Orden: Carnivora
Familia: Procyonidae
Género: *Nasua*
Especie: *nasua*
Nombre Común: Cuchucho
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-2
Tipo de Registro: Transecto
Fecha: 11-septiembre-2021
Investigador: Carlos Urgilés

6.2.5.3 Herpetofauna

❖ Antecedentes

El área de estudio se ubica en la parroquia Palo Quemado, perteneciente al cantón Sigchos, en la provincia de Cotopaxi, cerca del límite provincial con Pichincha y Santo Domingo de los Tsáchilas. Oscila en un rango altitudinal de 1215 a 1693 msnm, los escasos remanentes de vegetación nativa pertenecen al ecosistema Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes (1400-2000 msnm) (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013), bajo la cota altitudinal de 1400 msnm no se registran remanentes de bosque original; adicionalmente el área se encuentra en el piso Zoogeográfico Subtropical occidental según (Albuja, y otros, 2012). Este piso zoogeográfico se caracteriza por presenta un alto endemismo de especies de herpetofauna con rangos de distribución muy limitados, aquí se han reportado 49 especies de anfibios y 84 especies de reptiles (Albuja, y otros, 2012). Esta área pertenece a la región del Chocó biogeográfico, un área que, por sus características geológicas, climáticas y ecológica, se considera de importancia para la conservación de la biodiversidad (Rodríguez, y otros, 2005).

Esta zona prioritaria para la conservación de la vida silvestre ha sido constantemente afectada y fragmentada por actividades humanas desarrolladas desde hace décadas, como la extracción maderera y la transformación de paisajes naturales en áreas agrícolas y ganaderas. Estos factores han reducido notablemente los ecosistemas naturales a fragmentos aislados de bosques remanentes (Yáñez-Muñoz & Morales-Mite, 2013).

Estudios herpetológicos se han realizado en bosques en buen estado de conservación dentro de áreas protegidas privadas cercanas al área de estudio. En la zona de San Francisco de las Pampas en el Bosque Integral Otonga, se han reportado al menos 41 especies de anfibios (21 endémicas) y 23 especies de reptiles (9 endémicas), con el registro de varias especies en peligro crítico de extinción, además de un notable endemismo local, según los reportes de Bioweb Ecuador (Ron, Merino-Viteri, & Ortiz, 2021; Torres-Carvajal, Pazmiño-Otamendi, & Salazar-Valenzuela, 2021), muchos son registros históricos de especies que no han sido reportadas en varios años.

Las actividades antrópicas están fuertemente ligadas a los cambios en la diversidad de los anfibios y reptiles, especialmente aquellas que producen fragmentación y pérdida de hábitat y degradación de la calidad en coberturas nativas, derivando en el aislamiento ecológico de muchas poblaciones y ocasionando fuertes impactos en la estructura y composición de la herpetofauna (Urbina-Cardona, Bernal, Giraldo-Echeverry, & Echeverry-Alcendra, 2015).

Los anfibios y los reptiles poseen necesidades biológicas y ecológicas particulares que los hacen sensibles a los cambios microclimáticos y de la estructura vegetal en su hábitat y, por lo tanto, vulnerables a la transformación o degradación de los ecosistemas en los cuales habitan (Cortés-Gómez, Castro-Herrera, & Urbina-Cardona, 2013).

El principal propósito del presente estudio es determinar las posibles alteraciones que podrían producir las diferentes actividades en el área operativa de la concesión minera La Plata, sobre el componente herpetológico del “Estudio de Impacto Ambiental para las fases de explotación y beneficio de minerales metálicos en el área operativa de la concesión minera La Plata (Código 2001.1)”

❖ **Objetivos**

A. Objetivo General

- Caracterizar el componente herpetofauna en el área de influencia para el EIA de las Fases de Explotación y Beneficio de minerales Metálicos en el área operativa de la concesión minera La Plata, mediante la aplicación de métodos estandarizados de muestreo y análisis de datos.

B. Objetivos Específicos

- Evaluar la riqueza, abundancia, diversidad, composición y aspectos ecológicos de la herpetofauna en el área de estudio.
- Describir la diversidad del componente herpetofauna de manera cuantitativa y cualitativa; abarcando un análisis de indicadores, especies sensibles y estado de conservación de las especies y hábitats.
- Analizar el estado de conservación de la herpetofauna local por medio de la evaluación de especies endémicas, en peligro de extinción y sensibles.
- Identificar las posibles amenazas derivadas las actividades mineras hacia las poblaciones de herpetofauna, y sugerir medidas de mitigación y conservación específicas para el componente.

❖ **Sitios de muestreo**

Se analizaron tres puntos de muestreo cuantitativo y 12 puntos de muestreo cualitativo para el componente herpetofauna. Los puntos se distribuyen en ambientes naturales representativos y diferentes cotas altitudinales presentes en la concesión La Plata.

Los sitios específicos de muestreo para la herpetofauna se seleccionaron según las características del grupo biótico y del ecosistema, dentro de bosques nativos, bosques regenerados, cuerpos de agua y áreas intervenidas. Esto permitió abarcar la mayor variación ambiental dentro del área operativa de la concesión minera La Plata.

A. Descripción de los sitios de muestreo

En el cuadro 6.2-73 se presenta la ubicación y descripción general de los tres puntos de muestreo cuantitativo y los 12 puntos de muestreo cualitativo. Las coordenadas son presentadas en UTM, Datum WGS84, y corresponden a la zona 17S. Los puntos de muestreo se ilustran en el mapa: *Mapa 6.2-6: Ubicación de sitios de muestreo del Componente Herpetofauna. (Ver 15 Anexos: 1 Cartografía)*

Cuadro 6.2-73: Ubicación y descripción de sitios de muestreo para la Herpetofauna

Punto de Muestreo	Fecha	Coordenadas WGS84, Zona 17S				Altitud msnm	Hábitat	Método/	Extensión Unidad Muestral	Tipo de Muestreo
		Inicio		Fin						
		X	Y	X	Y					
LPQ-BI-1	7-9/09/2021	729416	9957037	729023	9956732	1455	Bosque nativo colinado, altamente fragmentado en el margen de pequeños esteros. Vegetación riparia pionera dominante.	Transecto IEV y Auditivo	500 x 4 m	Cuantitativo
LPQ-BI-2	13-15/09/2021	729274	9958605	729435	9958149	1339	Franjas aisladas de bosque nativo alterado, con dominancia de vegetación arbustiva pionera densa. Relieve colinado y presencia de pequeños esteros. Zonas de cultivo y pastizales circundantes.	Transecto IEV y Auditivo	500 x 4 m	Cuantitativo
LPQ-BI-3	10-12/09/2021	728925	9957896	729090	9957427	1404	Bosque nativo colinado en la ribera de un estero de bajo caudal. Dominancia de arbustos, sotobosque denso y dosel abierto. Presencia de abundantes lianas y enredaderas, escasas de epífitas.	Transecto IEV y Auditivo	500 x 4 m	Cuantitativo
LPq-B1-1	08/09/2021	728956	9957444	728997	9957256	1531	Pastizal en terreno colinado, cultivos de caña y árboles frutales dispersos.	REV-IA	200 x 4 m	Cualitativo
LPq-B1-2	04/09/2021	729268	9959146	729160	9958990	1265	Pastizal posterior a una vivienda, vegetación secundaria al borde de la vía.	REV-IA	200 x 4 m	Cualitativo
LPq-B1-3	9/9/2021	729371	9956744	729464	9956590	1552	Pastizal en terreno colinado, cultivos de caña y árboles frutales dispersos.	REV-IA	200 x 4 m	Cualitativo
LPq-B1-4	9/9/2021	729836	9956810	729973	9956945	1394	Pastizal en terreno colinado, cultivos de caña y árboles frutales dispersos.	REV-IA	200 x 4 m	Cualitativo
LPq-B1-5	12/9/2021	728132	9957211	728310	9957155	1508	Pastizal en terreno colinado y estero de bajo caudal. Vegetación riparia nativa con árboles dispersos, sotobosque denso.	REV-IA	200 x 4 m	Cualitativo
LPq-B1-6	14/9/2021	729622	9958380	729473	9958496	1381	Pastizal en terreno colinado, cultivos de caña y árboles frutales dispersos.	REV-IA	200 x 4 m	Cualitativo

Cuadro 6.2-73: Ubicación y descripción de sitios de muestreo para la Herpetofauna

Punto de Muestreo	Fecha	Coordenadas WGS84, Zona 17S				Altitud msnm	Hábitat	Método/	Extensión Unidad Muestral	Tipo de Muestreo
		Inicio		Fin						
		X	Y	X	Y					
LPq-B1-7	15/9/2021	728312	9958694	728375	9958511	1305	Pastizal en terreno colinado, estero con escasa vegetación riparia nativa.	REV-IA	200 x 4 m	Cualitativo
LPq-B1-8	15/9/2021	727877	9959294	727856	9959102	1285	Pastizal en terreno fuertemente colinado, pequeño remanente de bosque secundario con estero de bajo caudal. Cultivos de plátano.	REV-IA	200 x 4 m	Cualitativo
LPq-B1-9	14/9/2021	729782	9958288	729906	9958427	1293	Pastizal con áreas pantanosas, árboles frutales y palmas nativas dispersas.	REV-IA	200 x 4 m	Cualitativo
LPq-B1-10	14/9/2021	730086	9959595	729979	9959437	1244	Pastizal en terreno colinado, piscinas para cría de peces exóticos. Estero de bajo caudal con escasa vegetación riparia nativa.	REV-IA	200 x 4 m	Cualitativo
LPq-B1-11	12/9/2021	728392	9956740	728253	9956882	1693	Pastizal en terreno colinado, cultivos de caña y árboles frutales dispersos.	REV-IA	200 x 4 m	Cualitativo
LPq-B1-12	9/09/2021	729953	9956334	730026	9956502	1403	Esteros de bajo caudal, con vegetación riparia nativa y pionera en una franja de 3 m. Pastizales circundantes.	REV-IA	200 x 4 m	Cualitativo

Simbología: I: Inicio; F: Final. REV-IA: Relevamiento por encuentro visual e Inspección Auditiva (Metodología cualitativa). Transecto IEV: Transecto para Inspección por Encuentro Visual.

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

En el cuadro 6.2-74 se indican las condiciones ambientales registradas durante el muestreo de la herpetofauna en el área de estudio. La precipitación y nubosidad se registraron por un mismo observador al finalizar cada muestreo (diurno y nocturno) por punto. Se presentan los valores promedio obtenidos para cada día de muestreo.

A pesar de las condiciones climáticas, que pudieron incidir durante el muestreo de la herpetofauna, se logró cumplir con todo el esfuerzo de muestreo propuesto. La repetición del muestreo (réplicas por tres días consecutivos) permitió reducir los sesgos de temporalidad en las muestras obtenidas.

Cuadro 6.2-74: Condiciones ambientales durante el muestreo de puntos Cuantitativos de la Herpetofauna

Punto Muestreo	Fecha	Precipitación	Nubosidad (%)	Fase Lunar
LPQ-BI-1	7/09/2021	Lluvias dispersas	100	Menguante (gibosa)
	8/09/2021	Sin lluvia	30	Menguante (gibosa)
	9/09/2021	Ligera llovizna	100	Menguante (gibosa)
LPQ-BI-2	13/09/2021	Lluvias dispersas	100	Menguante
	14/09/2021	Lluvia moderada	100	Menguante
	04/09/2021	Ligera llovizna	100	Menguante
LPQ-BI-3	10/09/2021	Sin lluvia	30	Menguante
	11/09/2021	Sin lluvia	10	Menguante
	01/09/2021	Ligera llovizna	100	Menguante

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

❖ Metodología

El levantamiento de información sobre anfibios y reptiles en el área de estudio, se llevó a cabo mediante la aplicación de métodos de campo estandarizados, propuestos por especialistas (Angulo, Rueda-Almonacid, J, & La Marca, 2006; Lips, Reaser, Young, & Ibáñez, 2001) y aplicados a varios estudios ambientales. Estos métodos se emplearon para optimizar el registro de especies; según el tiempo de búsqueda, tipo de ambiente y personal disponible.

El análisis de la información obtenida en campo, así como su interpretación cuantitativa, se realizó bajo los parámetros establecidos para mediciones estandarizadas de la diversidad en ambientes tropicales, considerando los criterios de Moreno y Magurran (Moreno, 2001; Magurran, 1988).

La fase de campo se llevó a cabo del 7 al 15 de septiembre de 2021. El levantamiento de información se realizó por un equipo técnico, conformado por dos observadores

(investigador y guía asistente local). Debido a que el muestreo consiste en búsqueda activa, el aporte de cada observador es importante para el esfuerzo total empleado.

En cada recorrido de muestreo se tomaron datos geográficos y se realizó la caracterización del hábitat. Con el fin de establecer la distribución espacio-temporal de las especies se registró: hora de captura, tipo de vegetación donde fue capturado, posición vertical, sustrato y actividad.

Adicionalmente en cada muestreo se tomaron datos sobre las condiciones climáticas que podrían incidir en el registro de la herpetofauna, como son: fase lunar, precipitación y nubosidad (porcentaje).

Los métodos aplicados para el muestreo de la herpetofauna se describen a continuación:

A. Muestreo Cuantitativo

- ***Transecto para Inspección por Encuentro Visual (IEV)***

Los IEV son una de las técnicas de muestreo más utilizadas para medir la composición de especies, la abundancia relativa y nivel de actividad de la herpetofauna (Lips, Reaser, Young, & Ibáñez, 2001). Es una técnica altamente eficaz para la detección de ejemplares en períodos limitados de tiempo y en diferentes tipos de ambientes (Crump & Scott, 1994). Con el fin de estandarizar el esfuerzo de muestreo y que los resultados entre las muestras sean comparables entre sí, este método puede ser aplicado como un transecto de banda fija (TBF), el cual define una línea de recorrido con una banda de observación determinada por el investigador, acorde a la cobertura vegetal, topografía y densidad de animales (Rueda, Castro, & Cortez, 2006)

En cada punto de muestreo cuantitativo, se estableció un transecto de 500 m de longitud con una banda de observación de 4 m, en donde se realizó la búsqueda de anfibios y reptiles en diferentes estratos de vegetación, suelo y hojarasca; con recorridos diurnos (9h00-12h00) y nocturnos (19h00-23h00) durante tres días consecutivos en cada punto. La repetición de muestreo permite conseguir el poder estadístico necesario para los análisis cuantitativos (Lips, Reaser, Young, & Ibáñez, 2001; Rueda, Castro, & Cortez, 2006). En el recorrido de cada transecto se intentó abarcar la mayor variación ambiental y altitudinal.

Con la finalidad de evitar el recuento de ejemplares, todos los individuos observados fueron capturados con datos referentes a su ubicación dentro del transecto. Al finalizar la

tercera noche de muestreo, los ejemplares capturados fueron liberados cerca de su sitio de captura.

- ***Transecto Auditivo***

De manera simultánea a los recorridos de los IEV, se efectuó la detección de las vocalizaciones de anuros macho (ranas y sapos). Este método permite registrar especies de anfibios que son difíciles de registrar con metodologías de observación directa (Zimmerman, 1994), como aquellas que habitan en dosel o que se ocultan para vocalizar en las orillas de cuerpos de agua. Su utilidad está limitada a las especies vocalizadoras y puede estar influenciada fuertemente por las condiciones climáticas y de temporalidad (Lips, Reaser, Young, & Ibáñez, 2001).

La cuantificación de ranas macho vocalizando, se estimó mediante los rangos recomendados por Bishop (Bishop, 1994): 1: para un individuo macho, 2: para un coro de 2-5 machos, 3: para un coro de 6-10 machos y 4: para coros de >10 machos.

Con la finalidad de evitar el recuento de individuos, el primer día y noche de muestreo se contabilizaron todos los anuros que vocalizaban, durante la segunda y tercera jornada, únicamente se contabilizaron las vocalizaciones de especies que no habían sido escuchadas previamente.

B. Muestreo Cualitativo

- ***Relevamiento por Encuentros Visuales e Inspección Auditiva (REV-IA)***

Búsqueda limitada por unidad de tiempo de esfuerzo (Rueda, Castro, & Cortez, 2006), este método se utilizó para complementar el listado de especies de anfibios y reptiles del área. Se efectuaron recorridos para el registro visual (REV) y auditivo (IA) de la herpetofauna. Para este método se estandarizó un tiempo de muestreo de una hora en cada punto (Rueda, Castro, & Cortez, 2006), cubriendo un área aproximada de 200 m por una banda de muestreo de 4 m. Los datos obtenidos fueron analizados descriptivamente y no de manera estadística.

C. Esfuerzo de Muestreo

Para el cálculo del esfuerzo de muestreo de la herpetofauna, se recomienda cuantificar el período de tiempo gastado para registrar la riqueza, el número de observadores y el número de horas muestreadas (Angulo et al. 2006).

En el cuadro 6.2-75 se presenta el esfuerzo de muestreo empleado para el levantamiento de información herpetológica durante la fase de campo. El muestreo cuantitativo se efectuó en 126 horas (63 h cada observador) y se cubrió un área de 6.000 m²; el muestreo cualitativo se efectuó en 24 horas (12 h cada observador) y se cubrió un área aproximada de 9.600 m².

Cuadro 6.2-75: Esfuerzo y Área de Muestreo para cada punto de la Herpetofauna						
Código	Método	Nº transectos/ recorridos	Nº observadores	Nº días	Nº horas/ día	Total horas
LPQ-BI-1	Cuantitativo	1	2	3	7	42
LPQ-BI-2	Cuantitativo	1	2	3	7	42
LPQ-BI-3	Cuantitativo	1	2	3	7	42
LPq-B1-1	REV-IA	1	2	1	1	2
LPq-B1-3	REV-IA	1	2	1	1	2
LPq-B1-4	REV-IA	1	2	1	1	2
LPq-B1-12	REV-IA	1	2	1	1	2
LPq-B1-5	REV-IA	1	2	1	1	2
LPq-B1-11	REV-IA	1	2	1	1	2
LPq-B1-7	REV-IA	1	2	1	1	2
LPq-B1-8	REV-IA	1	2	1	1	2
LPq-B1-2	REV-IA	1	2	1	1	2
LPq-B1-6	REV-IA	1	2	1	1	2
LPq-B1-9	REV-IA	1	2	1	1	2
LPq-B1-10	REV-IA	1	2	1	1	2
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021						
Elaboración: ESSAM, 2022						

D. Análisis de Datos

Todos los individuos observados durante el muestreo fueron capturados y transportados en fundas plásticas (anfibios) y de tela (reptiles) hacia el campamento. Se procedió a la examinación, registro fotográfico e identificación de cada ejemplar, mediante el uso de bibliografía especializada, guías digitales (Ron, Merino-Viteri, & Ortiz, 2021; Torres-Carvajal, Pazmiño-Otamendi, & Salazar-Valenzuela, 2021) y la experticia del investigador. Posterior a su identificación los ejemplares fueron liberados cerca de su sitio de captura.

Todos los ejemplares capturados fueron preliminarmente identificados en campo, por lo cual no fue necesaria la colecta de material científico. Una vez en gabinete, todo el material fotográfico fue revisado y las identificaciones corroboradas por medio de bibliografía especializada (Yáñez-Muñoz & Morales-Mite, 2013; Lynch & Duellman, 1997).

Los cantos grabados fueron identificados mediante la plataforma digital de vocalizaciones del portal AmphibiaWebEcuador (Ron, Merino-Viteri, & Ortiz, 2021).

- **Datos Cuantitativos**

Riqueza y abundancia – Se organizaron y analizaron los datos obtenidos en campo, tabulando la información por punto de muestreo para determinar la riqueza (número de especies) y abundancia (número de individuos) de la herpetofauna registrada en el área de estudio. Los nombres científicos de las especies fueron actualizados revisando información especializada (Ron, Merino-Viteri, & Ortiz, 2021; Torres-Carvajal, Pazmiño-Otamendi, & Salazar-Valenzuela, 2021).

Tanto cuadros como gráficos se realizaron utilizando hojas de cálculo de Microsoft Excel Versión 2016.

Índice de Margalef - Expresa la riqueza específica de una muestra teniendo en cuenta simultáneamente el número de taxas y el número de individuos. Este índice transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra (Moreno, 2001). Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1988). Se expresa:

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

Ecu. 6.2-30

Dónde:

S = número de especies; N = número total de individuos

Valores por debajo de 2 denotan una baja riqueza de especies y por el contrario valores cercanos o mayores a 5 reflejan una riqueza de especies alta (Montero Saiz, 2011). El índice se calculó con ayuda del paquete estadístico Past Program Versión 1.24.

Abundancia Relativa – Se graficaron curvas de Dominancia-Diversidad, que representan la abundancia relativa, proporción con la que cada especie contribuye a la abundancia total en una comunidad. La abundancia relativa se expresa como:

$$P_i = \frac{N_i}{\sum N_i}$$

Ecu. 6.2-31

Dónde:

N_i = número de individuos.

Este modelo permite analizar la composición herpetológica de un sitio y según su ensamblaje para definir el estado de conservación del hábitat analizado.

Adicionalmente se clasificaron rangos de abundancia relativa para la herpetofauna, según los criterios sugeridos por Rueda *et al.* (Rueda, Castro, & Cortez, 2006), calculados en función de la tasa de encuentro de individuos por 100 horas de observación, con la fórmula: N_i / N° horas de muestreo por cada observador. Los resultados se catalogaron en: Raro: $<0,1$; Poco común $0,1-2$; Frecuente $2.1-10$; Común: $10,1-40$; y Abundante: más de 40.

Curva de Acumulación de Especies – La curva de acumulación representa el número de especies acumulado durante el muestreo en cada una de las unidades seleccionadas (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003). Se realizó la curva de acumulación considerando como unidad muestral a cada punto analizando, teniendo así un total de cinco unidades de muestreo para el cálculo de la curva.

Estimador de riqueza Chao 1 – Se determinó el número máximo posible de especies que podrían ser registradas con el estimativo Chao 1, el cual es un estimativo no paramétrico que permite determinar el número máximo posible de especies basado en el número de especies raras en la muestra obtenida (Moreno, 2001). La fórmula de cálculo es:

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

Ecu. 6.2-32

Dónde:

S= número de especies registradas en la muestra

a= número de especies con un solo individuo en esa muestra (singletons)

b= número de especies con dos individuos en la muestra (doubletons).

Se calculó mediante Estimates los valores para la curva de acumulación de especies obtenida y la estimación según Chao 1. Se graficó la curva utilizando Microsoft Excel 2010.

Índice de Diversidad de Simpson (1-D)– El índice de Simpson calcula la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$. Este índice manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie y se expresa:

$$\lambda = \sum pi^2$$

Ecu. 6.2-33

Dónde:

\sum = Sumatoria

pi = Es el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Este índice, en su forma inversa a la equidad, asume valores entre cero (0) y uno (1), donde la diversidad alcanza su máxima expresión con valores cercanos a 1 (Villareal, y otros, 2004).

El índice se calculó con ayuda del paquete estadístico Past Program Versión 1.24.

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener – El índice de Shannon-Wiener (H') se basa en la abundancia proporcional de especies, considerando que una comunidad es más diversa mientras mayor sea la riqueza y menor la dominancia de una o pocas especies (Franco-López, y otros, 1985; Moreno, 2001). Puede verse fuertemente influenciado por las especies más abundantes (Magurran, 1988).

Su ecuación utilizando logaritmos de base natural es:

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

Ecu. 6.2-34

Dónde:

p_i = abundancia relativa

\ln = logaritmo natural.

Este índice asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados al azar. Puede adquirir valores entre cero (0) cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Villareal, y otros, 2004).

La cuantificación de la biodiversidad será apreciada en tanto pueda utilizarse con fines comparativos y por ello el énfasis está en la construcción de intervalos de confianza según el tipo de organismo, las condiciones climáticas y otros factores (Pla, 2006; Magurran, 1988). En la mayoría de los ecosistemas naturales el índice varía entre 0,5 y 5, en algunos estudios efectuados en áreas tropicales y subtropicales, se propone que valores inferiores o iguales a 1,5 se consideran bajos en diversidad y valores iguales o superiores a 3,1 son altos en diversidad de especies (Mora-Donjuán, Burbano-Vargas, Méndez-Osorio, & Castro-Rojas, 2017). El índice se calculó con ayuda del paquete estadístico Past Program Versión 1.24.

Índice de Equidad de Pielou – Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Moreno, 2001). El índice se expresa:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Ecu. 6.2-35

Dónde:

$H' =$ índice de Shannon

$H'_{max} = \ln(S)$.

Su valor va de 0 a 1, donde 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Un valor alto del índice indica un grado considerable de equilibrio y madurez dentro de la comunidad, también sugiere una mayor y mejor adaptación al medio por parte de las comunidades, que cuando estas se hallan en ecosistemas alterados que se están estabilizando.

Con base en Magurran (2004) donde se puntualiza que los valores del índice de Shannon a partir de datos empíricos usualmente están entre 1.5 y 3.5, se estandariza los límites inferiores y superiores de diversidad, así, valores menores a 1.5 se consideran de diversidad baja, valores entre 1.6 a 3.5 de diversidad media y valores superiores a 3.6 se consideran de diversidad alta.

El índice se computó en hojas de cálculo de Microsoft Excel, Versión 2016.

Coefficiente de similitud de Jaccard – Expresa el grado en que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. Mientras los valores de similitud sean menores se considera que mayor es la diversidad beta de una comunidad, es decir, la diversidad aumenta a mayor disimilitud (Moreno, 2001). A partir del valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras: $d=1-s$.

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

Ecu. 6.2-36

Dónde:

IJ = índice de Jaccard

a = número de especies para la muestra 1

b = número de especies para la muestra 2

c = número de especies compartidas entre la muestra 1 y 2.

El intervalo de los valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 (100%) cuando los sitios tienen la misma composición de especies. El índice se expresó mediante un clúster realizado con el paquete BioDiversity PRO.

- **Datos Cualitativos**

Riqueza – Número total de especies obtenido por punto de muestreo cualitativo. Representado en una tabla de presencia-ausencia, utilizando hojas de cálculo de Microsoft Excel Versión 2010.

Estimador de Riqueza Chao 2– Estimador no-paramétrico en el sentido estadístico, ya que no asume el tipo de distribución del conjunto de datos, requiere solamente datos de presencia-ausencia (Moreno, 2001). El valor de Chao 2 provee el estimador menos sesgado para muestras pequeñas, ideal para el análisis en muestras de origen cualitativo. Se expresa:

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

Ecu. 6.2-37

Dónde:

L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)

M = número de especies que ocurren en exactamente dos muestras.

Los valores acumulativos de Chao 2 y los valores obtenidos durante el muestreo para todas las muestras cualitativas se calculó mediante Estimates Versión 9.1, posteriormente la curva de acumulación comparativa se graficó utilizando Microsoft Excel 2016.

E. Aspectos Ecológicos

En áreas tropicales la herpetofauna es diversa por la disponibilidad para aprovechar los recursos de los diferentes microhábitats (Almendáriz, 2011). Los diferentes estratos que utilizan, así como su patrón de actividad y estrategias de reproducción, reflejan la diversidad de ambientes disponibles en el ecosistema, así como también su estado de conservación.

Para comprender los patrones de diversidad y ensamblaje de la herpetofauna en el área de estudio, se analizaron los siguientes aspectos ecológicos, mediante la revisión de bibliografía especializada (Lynch & Duellman, 1997; Arteaga, Bustamante, & Guayasamin, 2013; Ron, Merino-Viteri, & Ortiz, 2021; Torres-Carvajal, Pazmiño-Otamendi, & Salazar-Valenzuela, 2021; Wells, 2007) y las notas de campo recopiladas.

Nicho Trófico – La mayoría de los anfibios y reptiles son consumidores secundarios, permitiendo el flujo e incorporación de nutrientes a varios niveles tróficos. Las fases larvianas (renacuajos) consumen algas y detritus; la mayoría de los anfibios y lagartijas se alimentan de

insectos y otros invertebrados; las serpientes consumen gran variedad de presas, acorde a su tamaño pueden consumir desde pequeños invertebrados, aves, anfibios, reptiles y mamíferos. La dieta y tamaño de la presa está directamente relacionada con el tamaño del animal (Zug, Vitt, & Caldwell, 2001). Según el tipo de presa que consumen y a la especialidad, se definieron los siguientes grupos:

Insectívoros generalistas. – especies que consumen variedad de invertebrados, incluidos insectos, artrópodos, larvas, etc.

Insectívoros especialistas. – especies que tienen preferencia por el consumo de un específico grupo de invertebrados, el cual puede representar más del 80% de su dieta.

Carnívoros generalistas. – especies que consumen variedad de vertebrados, incluidos anfibios, reptiles, peces, aves y mamíferos; en estadios juveniles estas especies también consumen invertebrados. Se consideran generalistas aquellas cuya dieta la conforman al menos dos de los grupos mencionados.

Carnívoros especialistas. – especies que tienen preferencia por el consumo de un específico grupo de vertebrados, el cual puede representar más del 80% de su dieta.

Hábito y Distribución Vertical – Los anfibios y reptiles ocupan la mayoría de los estratos disponibles en el ecosistema, incluyendo el estrato arbóreo, arbustivo, suelo (hojarasca), subterráneo (especies fosoriales), orillas de los cursos de agua o pantanos y los cuerpos de agua propiamente dichos (especies acuáticas) (Zug, Vitt, & Caldwell, 2001). La composición de las especies en estos microhábitats difiere notablemente del día a la noche (Almendáriz, 2011). De esta manera, en el área de estudio se distinguieron los siguientes grupos:

Diurnos Terrestres – Son especies forrajeadoras activas, que realizan su actividad a nivel del suelo del bosque, durante el día. Usualmente se esconden bajo la hojarasca o troncos. La mayoría son especies umbrófilas, es decir que prefieren la sombra.

Nocturnos Terrestres – Realizan su actividad a nivel del suelo del bosque durante la noche.

Nocturnos Arbóreos – Realizan su actividad en sustrato herbáceo, arbustivo o arbóreo durante la noche.

Modos Reproductivos – Según la publicación de Wells (Wells, 2007), basado en Duellman y Trueb (Duellman & Trueb, 1986); se estableció el tipo de estrategia reproductiva utilizada por las diferentes especies de anfibios registrados. Cada estrategia descrita para las especies registradas es descrita a continuación:

Huevos en agua

1 = Huevos en pozas, desarrollo de renacuajos en el agua.

Huevos no en agua

20 = Nido terrestre, renacuajos acarreados al agua por un adulto.

23 = Nido terrestre, desarrollo directo sin fase larvaria.

25 = Huevos en hojas sobre el agua, desarrollo de larvas en cuerpos lóaticos.

En el caso de los reptiles, su reproducción puede ser de dos tipos: ovípara y ovovivípara. Las especies ovíparas colocan los huevos en cavidades de troncos, raíces o suelo, donde nacen crías que se desarrollan sin cuidado parental. En las especies ovovivíparas, los huevos permanecen dentro del cuerpo de la hembra hasta que el embrión está completamente desarrollado, la eclosión se produce inmediatamente antes del parto y las crías nacen ya totalmente formadas.

Sensibilidad – Los anfibios y reptiles son sensibles a los cambios o disturbios en su hábitat, respondiendo negativa o positivamente a las actividades antrópicas en los ecosistemas (Dale & Beyeler, 2001; Dixon, Alford, & Pechmann, 2011).

Varias especies son vulnerables a la transformación o degradación de los ecosistemas que habitan (Cortés-Gómez et al., 2013). Las especies de anfibios y reptiles más vulnerables a la pérdida y fragmentación del hábitat, consideradas de alta sensibilidad, son aquellas que se distribuyen preferencialmente en el interior de los bosques y son muy dependientes de la calidad del hábitat, evitando los bordes y la matriz antropogénica (Urbina-Cardona, Bernal, Giraldo-Echeverry, & Echeverry-Alcendra, 2015). Entre ellas se pueden citar a varias especies de las familias Strabomantidae, Centrolenidae y Gymnophthalmidae, que han sido registradas preferentemente en bosques maduros.

La sensibilidad disminuye según el grado de tolerancia las especies a la degradación de su hábitat; de esta manera, se consideran de baja sensibilidad a las especies colonizadoras de ambientes intervenidos y aquellas generalistas entre ambientes forestales y alterados. Entre ellas, se pueden citar algunas especies de las familias Hylidae, Bufonidae y Teiidae.

Especies Indicadoras – Son especies o grupos de especies utilizados para medir cambios ambientales o la influencia antrópica sobre las comunidades. La selección de indicadores suele ser controvertida en cuanto a la selección de criterios adecuados. Considerando las propuestas de varios autores (Dale & Beyeler, 2001; Noss, 1990; Pearman, 1997; Carignan & Villard, 2002), la selección de indicadores se puede definir con base en los siguientes parámetros:

- Especies que proporcionan una alerta temprana de las respuestas naturales a los impactos ambientales. Ser especies de taxonomía e historia natural bien conocida.

Por ejemplo, ranas que colonizan áreas abiertas con pozas artificiales (p.e. algunas especies de Hylidae y Bufonidae).

- Especies de fácil detección, visual o auditiva, cuyo registro sea rentable y pueda ser estimado por personal especialista o no. Varias especies de anfibios y reptiles amazónicos son de fácil detección e identificación, siempre que se apliquen los métodos adecuadamente.
- Especies de dispersión limitada, que tienen poca capacidad para moverse de un parche a otro. Por ejemplo, especies restringidas a zonas de bosque que no se encuentran en áreas intervenidas.
- Las especies fuertemente asociadas con características particulares del hábitat. Por ejemplo, especies que dependen de cuerpos de agua lóticos en buen estado para su reproducción y/o supervivencia como las ranas de cristal (Centrolenidae), ranas de torrentes (género Hyloscirtus) y ranas nodrizas (Hyloxalus).

Las categorías mencionadas no son mutuamente excluyentes. Las especies indicadoras que poseen varias de las características antes mencionadas son más deseables para fines de monitoreo y evaluación.

Estado de conservación y endemismo de la herpetofauna- se definió en base al Global Amphibians Assessment (IUCN, 2021), y a las listas rojas nacionales de Ortega *et al.* (Ortega-Andrade, y otros, 2021) y Carrillo *et al.* (Carrillo, y otros, 2005).

Adicionalmente, se revisó información de las especies protegidas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (UNEP-WCMC, 2021).

Los patrones de distribución, y endemismo de las especies fueron revisados en la base de datos del BIOWEB Ecuador (Ron, Merino-Viteri, & Ortiz, 2021; Torres-Carvajal, Pazmiño-Otamendi, & Salazar-Valenzuela, 2021) y bases digitales internacionales, como la del Amphibians Species of the World del AMHN (Frost, 2021) y el Reptile Database (Uetz & Hallerman, 2021). Se determina el endemismo bajo dos parámetros “Endémico Ecuador” para especies que habitan únicamente Ecuador, y “Endémico Regional” para especies con distribución restringida a máximo dos países (Ecuador-Perú o Ecuador-Colombia).

- **Uso del recurso**

La información del uso del recurso será obtenida mediante la metodología de entrevistas a la gente local y guías en cada uno de los puntos de muestreo. Para definir el uso de las especies se utiliza los criterios:

- Especies utilizadas para cacería (como fuente de alimentación)

- Especies utilizadas como mascotas
- Especies consideradas como dañinas (afectación a cultivos y a animales de corral)
- Especies utilizadas con un concepto medicinal

❖ **Análisis de Resultados**

A. Caracterización General

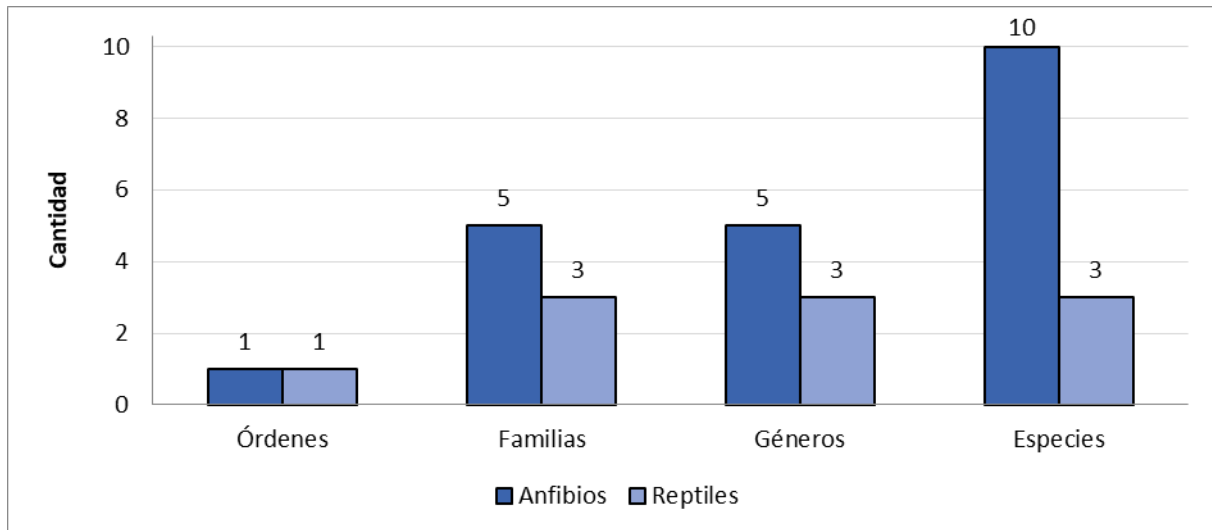
• **Riqueza Total**

Mediante la aplicación de los métodos cuantitativos y cualitativos propuestos, se reportó un total de diez especies de anfibios y tres especies de reptiles para toda el área de estudio.

Los anfibios se agruparon en cinco familias del orden Anura (sapos y ranas). Los reptiles se agruparon en una familia del suborden Sauria (lagartijas) y dos familias del suborden Serpentes (serpientes), ambos pertenecientes al orden Squamata.

En el gráfico 6.2-64 se presenta la composición taxonómica de la herpetofauna registrada.

Gráfico 6.2-64: Composición Taxonómica de la Herpetofauna



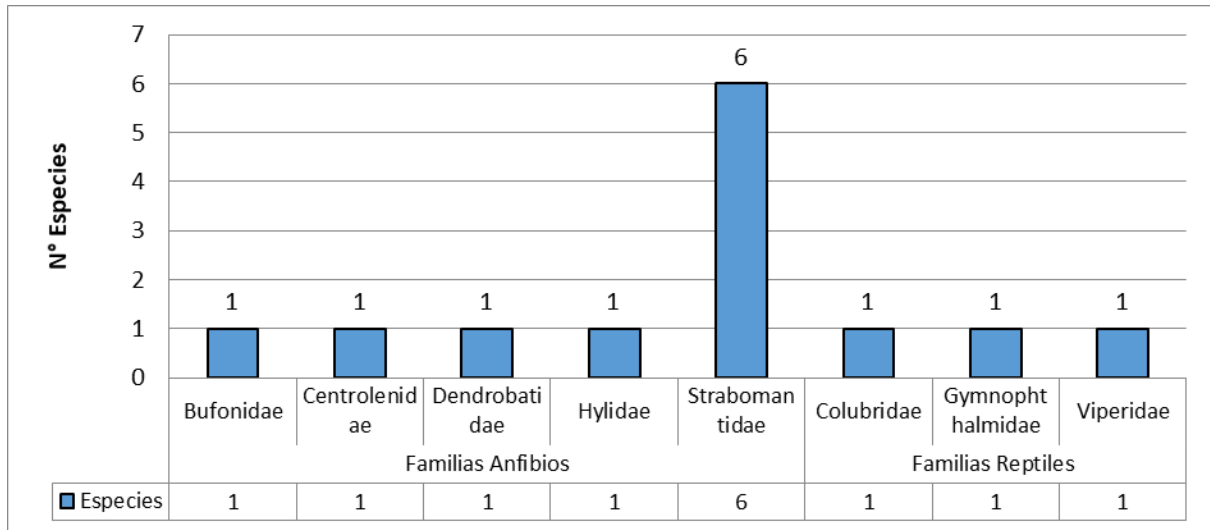
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

La mayor riqueza de anfibios se concentró en la familia Strabomantidae (ranas cutines) con seis especies. Las familias Bufonidae (sapos), Centrolenidae (ranas de cristal), Dendrobatidae (ranas cohete) e Hylidae (ranas arbóreas), reportaron una sola especie. El detalle de riqueza por familia de anfibios se presenta en el gráfico 6.2-65.

Las familias registradas de reptiles fueron: Gymnophthalmidae (lagartijas terrestres), Colubridae (culebras no venenosas) y Viperidae (víboras), todas las familias registraron una sola especie. El detalle de riqueza por familia de reptiles se presenta en el gráfico 6.2-65.

Gráfico 6.2-65: Riqueza por familia de anfibios y reptiles registrados en el área general de estudio



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

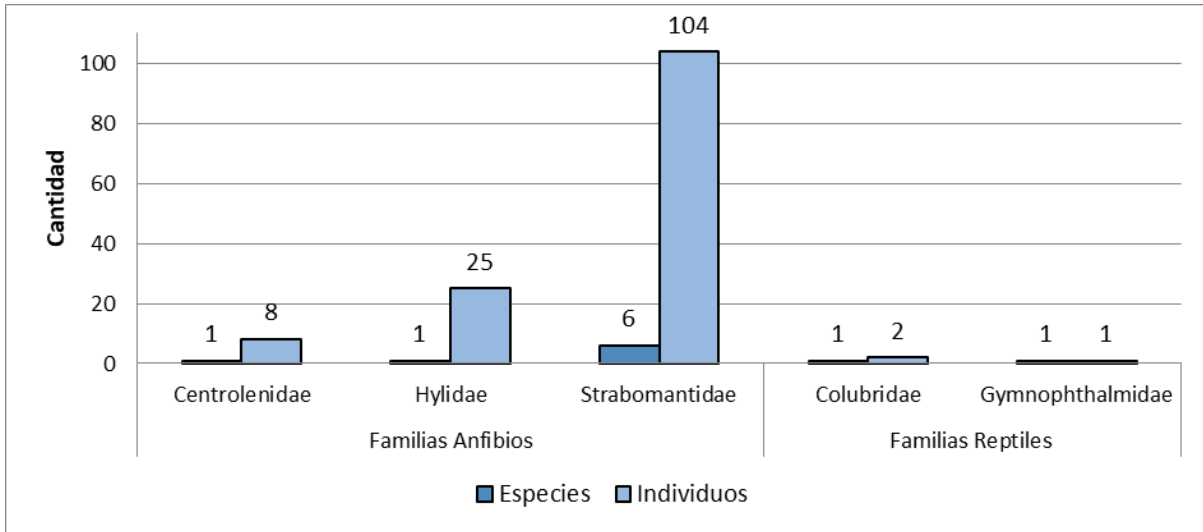
B. Caracterización Cuantitativa

- **Riqueza y Abundancia**

Para los tres puntos de muestreo cuantitativo, se reportó un total de 140 individuos pertenecientes a ocho especies de anfibios y dos especies de reptiles.

De los anfibios, la familia Strabomantidae domina en riqueza y abundancia, con seis especies y 104 individuos, es seguida en abundancia por Hylidae con 25 individuos y Centrolenidae con ocho individuos registrados. De los reptiles, la familia Colubridae registró dos individuos de una especie. Los demás grupos taxonómicos están representados por una especie. El detalle de riqueza y abundancia se presenta en el Gráfico 6.2-66.

Gráfico 6.2-66: Riqueza y Abundancia por familia de anfibios y reptiles registrados en punto cuantitativos



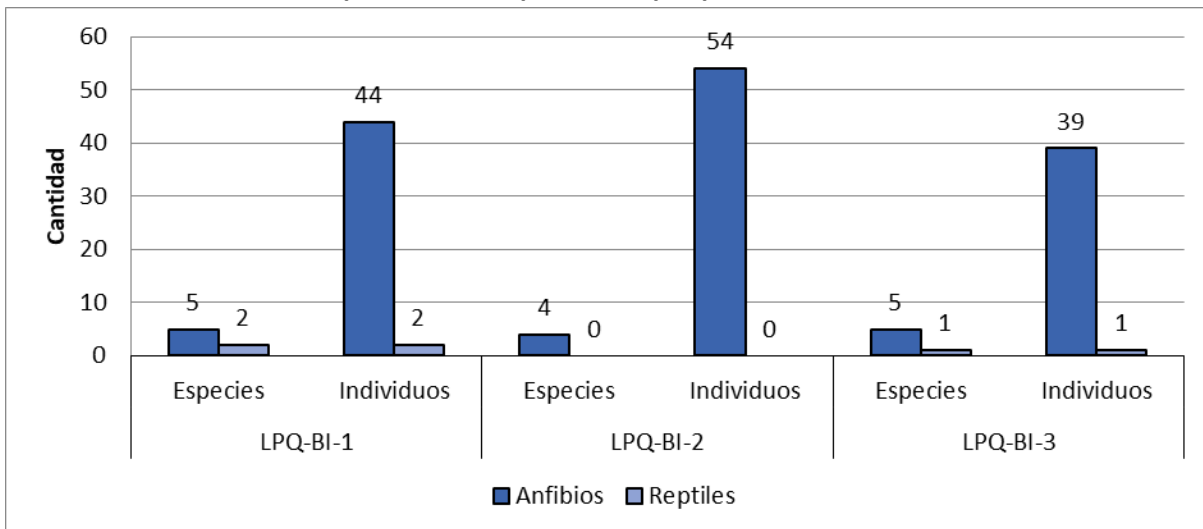
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

LPQ-BI-1 registra la mayor riqueza de herpetofauna con siete especies y 46 individuos, es seguido en riqueza por LPQ-BI-3 que registra seis especies y 40 individuos. El punto LPQ-BI-2 registra la mayor abundancia de herpetofauna con 54 individuos y la menor riqueza con cuatro especies.

En el gráfico 6.2-67 se presenta la riqueza y abundancia absoluta de anfibios y reptiles registrados en los puntos cuantitativos.

Gráfico 6.2-67: Riqueza de la herpetofauna por punto de muestreo cuantitativo



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

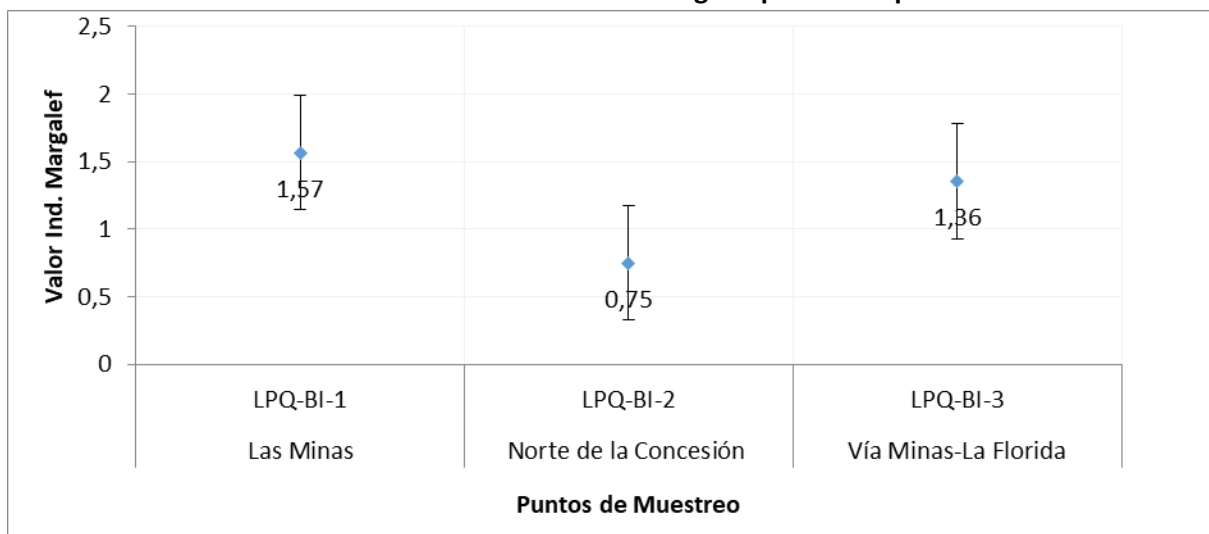
Elaboración: ESSAM, 2022

- **Índice de Margalef**

El índice de Margalef arrojó valores por debajo de 2, lo que denota una baja riqueza de especies en el área; especialmente en LPQ-BI2 donde apenas alcanza 0,75. Estos valores reflejan también una relativa homogeneidad de los ambientes, que han limitado una mayor diversificación de la herpetofauna.

Los valores obtenidos para el índice de Margalef en cada punto se grafican a continuación.

Gráfico 6.2-68: Valores del Índice de Margalef para la Herpetofauna



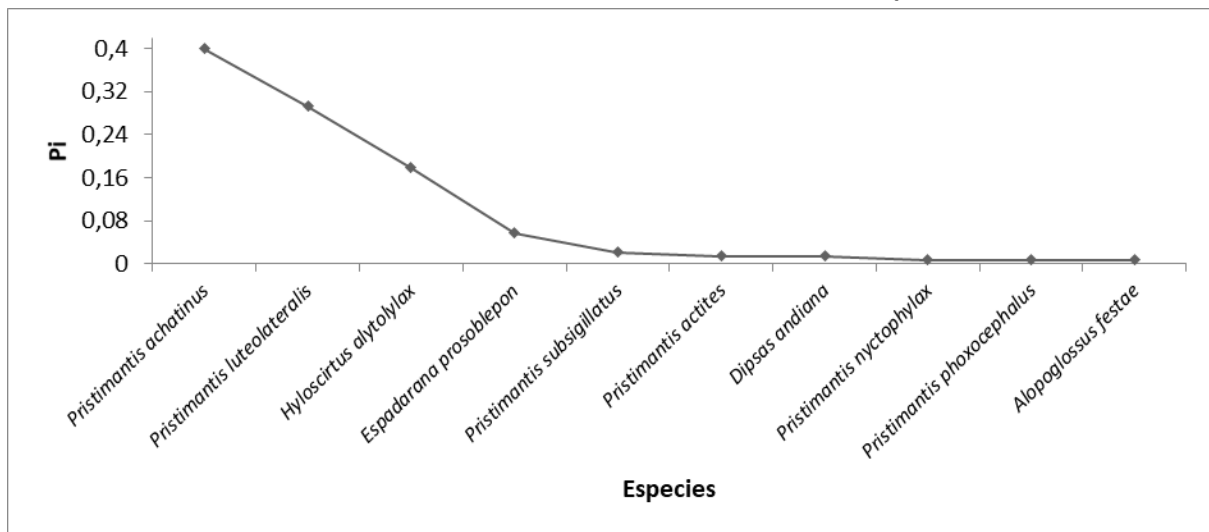
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Abundancia Relativa**

La especie más frecuente en el área de muestreo fue *Pristimantis achatinus* ($\pi=0,40$); seguida por *Pristimantis luteolateralis* ($\pi=0,29$) e *Hyloscirtus alytolylax* ($\pi=0,18$), entre las tres especies concentran el 87% de todos los registros. El reptil más frecuente fue la culebra *Dipsas andiana* ($\pi=0,01$). El gráfico 6.2-69 muestra la abundancia relativa de la herpetofauna reportada en el área de estudio.

Gráfico 6.2-69: Curva de dominancia-diversidad de la Herpetofauna

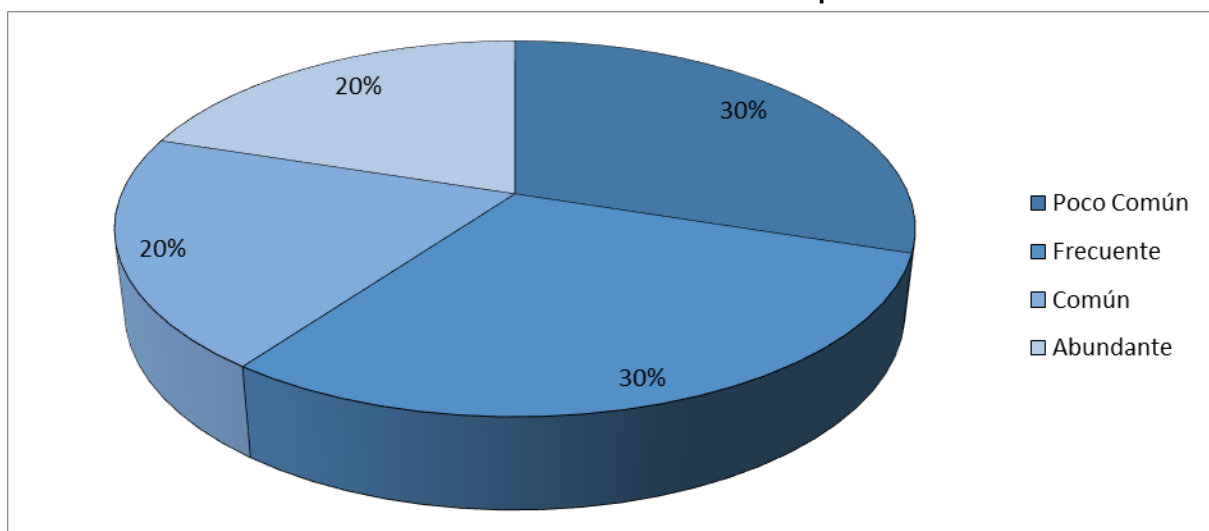


Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Según los criterios propuestos por Rueda *et al.*, (2006) para la clasificación de los rangos de abundancia relativa, se registró dos especies abundantes (20%), dos especies comunes (20%), tres especies frecuentes (30%) y tres especies son poco comunes (30%). No se registraron especies raras. El detalle de la distribución porcentual de la abundancia relativa de la herpetofauna se muestra en el gráfico 6.2-70.

Gráfico 6.2-70: Abundancia relativa de la herpetofauna



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Composición de la Herpetofauna por Punto de Muestreo**

En el cuadro 6.2-76, se presenta la frecuencia (número de individuos) y la abundancia relativa de las especies reportadas en cada punto de muestreo cuantitativo.

Cuadro 6.2-76: Lista de especies de anfibios y reptiles, frecuencia y Pi en puntos cuantitativos

Clase	Familia	Especie	LPQ-BI-1		LPQ-BI-2		LPQ-BI-3	
			Nº ind.	Pi	Nº ind.	Pi	Nº ind.	Pi
Amphibia	Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	2	0,04	-	-	6	0,15
	Hylidae	<i>Hyloscirtus alytolylax</i>	22	0,48	-	-	3	0,08
	Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	17	0,37	27	0,50	12	0,30
		<i>Pristimantis actites</i>	-	-	-	-	2	0,05
		<i>Pristimantis luteolateralis</i>	2	0,04	23	0,43	16	0,40
		<i>Pristimantis nyctophylax</i>	1	0,02	-	-	-	-
		<i>Pristimantis phoxocephalus</i>	-	-	1	0,02	-	-
<i>Pristimantis subsigillatus</i>	-	-	3	0,06	-	-		
Reptilia	Colubridae	<i>Dipsas andiana</i>	1	0,02	-	-	1	0,03
	Gymnophthalmidae	<i>Alopoglossus festae</i>	1	0,02	-	-	-	-

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

En el gráfico 6.2-71, se presentan las curvas de Dominancia-Diversidad de los tres puntos de muestreo cuantitativos analizados. Los datos de Pi por especie para cada punto de muestreo se presentaron en el cuadro 6.2-76.

En LPQ-BI-1 se registraron 46 individuos, el 48% de los registros lo constituye la especie *Hyloscirtus alytolylax*, seguida por *Pristimantis achatinus* con el 37%. Las especies registradas son representativas de bosques nativos a orillas de riachuelos en las estribaciones occidentales andinas, como los géneros *Hyloscirtus* y *Espadarana*. Además, se registró dos especies del género *Pristimantis*, la serpiente *Dipsas andiana* y la lagartija *Alopoglossus festae*, que son especies consideradas sensibles.

En LPQ-BI-2 se registraron 54 individuos, el 50% de los registros lo constituye la especie *Pristimantis achatinus*, seguida por *Pristimantis luteolateralis* con el 43%. Además, este sitio registra otras dos especies del género *Pristimantis*.

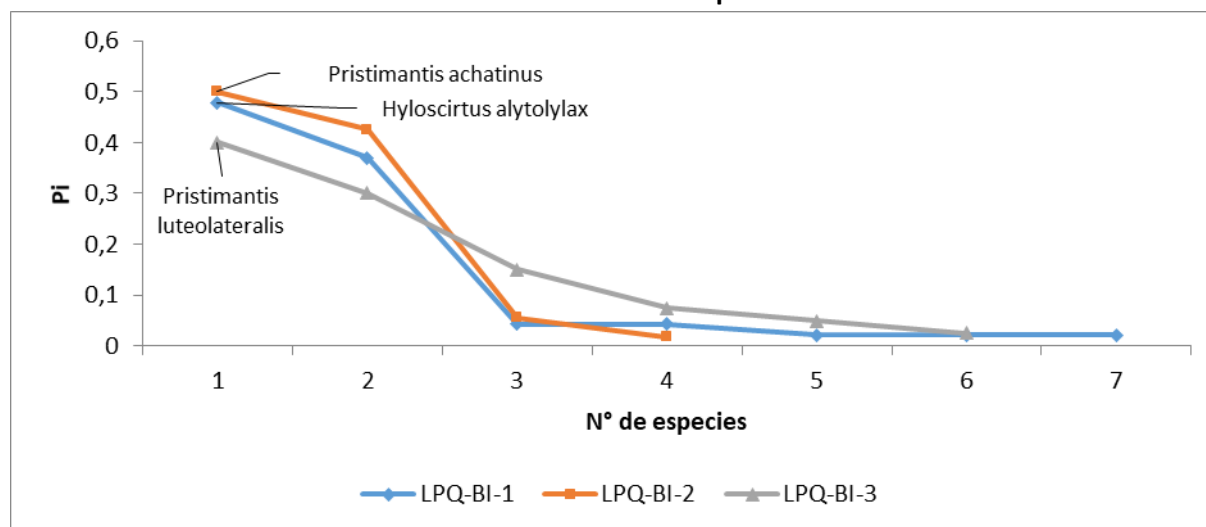
En LPQ-BI-3 se registraron 40 individuos, la especie dominante fue *Pristimantis luteolateralis* que alberga el 40% de los registros, seguida por *Pristimantis achatinus* que representa el 30%. Se reportaron dos especies típicos de vegetación ribereña *Espadarana*

prosolepon y *Hyloscirtus alytolylax*, también se registró *Pristimantis actites* y *Dipsas andiana*, especies típicas de bosques nativos.

A manera comparativa, en el gráfico 6.2-71 se observa que el punto LPQ-BI-1, registra la mayor riqueza con siete especies, y una dominancia representativa con valores de hasta 0.48 de Pi. Sigue este patrón de riqueza-dominancia LPQ-BI-3, con seis especies y valores de dominancia de especies que alcanzan 0.4 de Pi. El punto LPQ-BI-2 registra la menor riqueza (4 spp.) y la mayor dominancia de especies, con valores que alcanzan 0.5 de Pi. La mitad de las especies registradas en cada punto, registran una baja dominancia con valores que no supera 0.1 de Pi.

Según se muestra en el gráfico 6.2-71, cada punto presenta una especie dominante distinta, la cual se relaciona al tipo de ambiente. *Pristimantis achatinus*, dominante en LPQ-BI-2, es una especie generalista que domina ambientes intervenidos; *Hyloscirtus alytolylax*, dominante en LPQ-BI-1, es una especie representativa de la vegetación ribereña en cuerpos de agua lóticos; y *Pristimantis luteolateralis* es dominante en LPQ-BI-3, esta especie es típica de bosques nativos y secundarios.

Gráfico 6.2-71: Curva Dominancia-Diversidad de herpetofauna en Puntos Cuantitativos



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

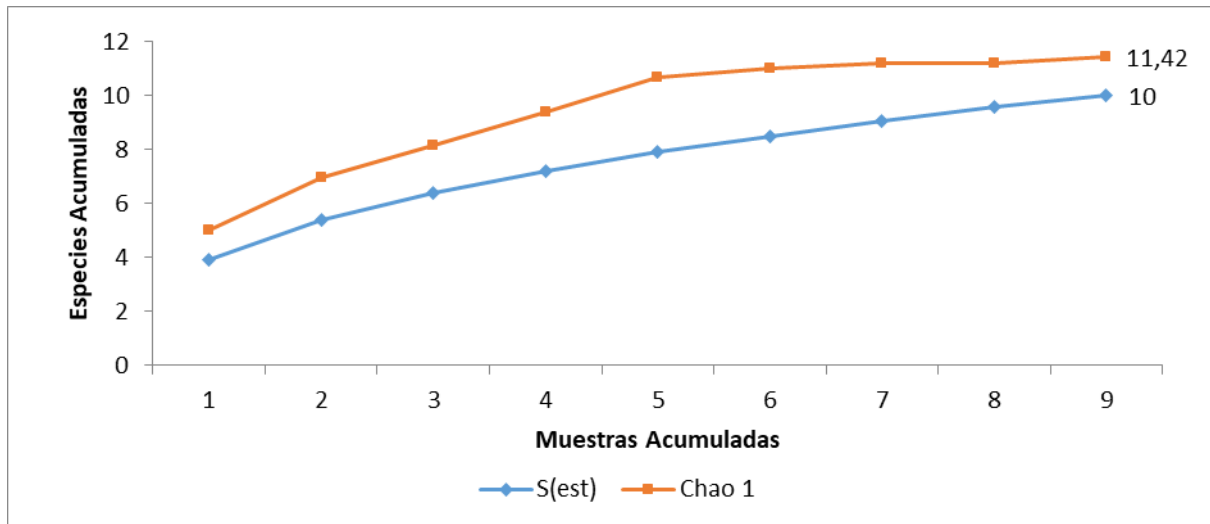
Elaboración: ESSAM, 2022

- Acumulación de Especies**

La curva de acumulación de especies de herpetofauna, reúne un total de nueve muestras (una por cada día de muestreo). La riqueza acumulada alcanzada con diez especies forma una curva que aún no logra la asíntota; por lo que se presume que, con un incremento de muestras, la riqueza de la herpetofauna del área también se incrementaría.

El gráfico 6.2-72 representa la curva de acumulación de especies alcanzada y la estimada según Chao 1.

Gráfico 6.2-72: Curva de acumulación de especies vs Chao 1, de la herpetofauna en puntos cuantitativos



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Estimación de Especies Chao 1**

El número de especies de herpetofauna probables en el área de estudio según la estimación del Índice Chao 1 fue de 11,42 (Gráfico 6.2-72). La riqueza alcanzada en el muestreo actual (10 especies) correspondería al 88% del total de especies esperadas.

Los valores de Chao 1 para cada punto de muestreo se presentan en el cuadro 6.2-77, donde se estima que el porcentaje de riqueza alcanzada por punto oscila de 61% en el punto LPQ-BI-1, al 92% en LPQ-BI-3.

Cuadro 6.2-77: Valor de chao 1 para la herpetofauna en puntos cuantitativos						
Sector	Punto de Muestreo	Riqueza (s)	Singletons	Doubletons	Chao 1	% Alcanzado
Las Minas	LPQ-BI-1	7	3	1	11,50	61
Norte del área operativa	LPQ-BI-2	4	1	1	4,50	89
Vía Minas-La Florida	LPQ-BI-3	6	1	1	6,50	92

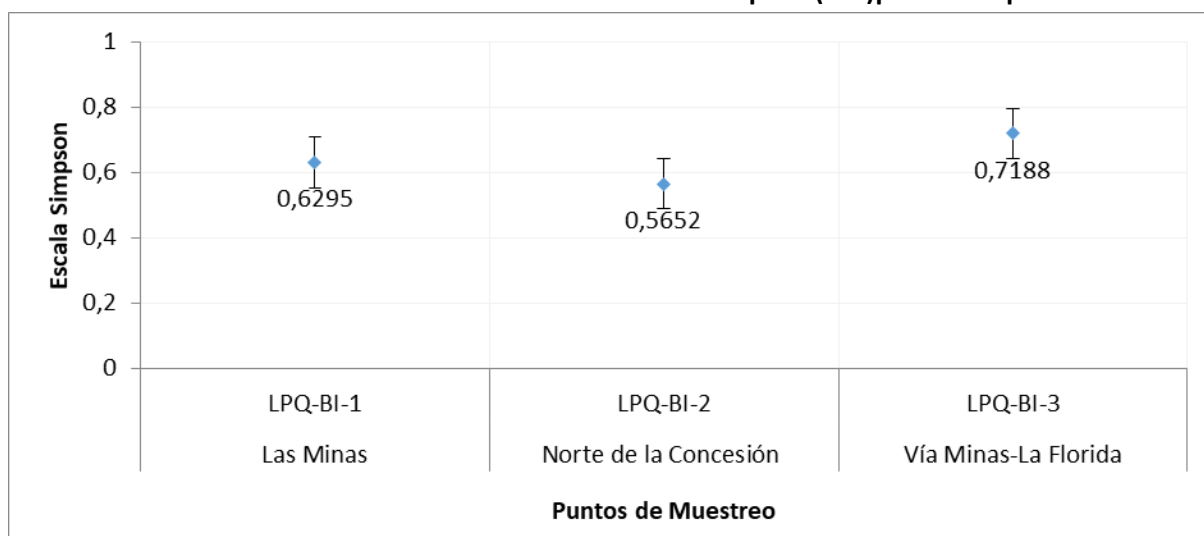
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

- **Índice de Diversidad de Simpson (1-D)**

El índice de Simpson, basado en la dominancia, refleja la menor diversidad para el punto LPQ-BI-2 (0,57), este punto presenta la menor riqueza y la mayor dominancia de especies, y junto al punto LPQ-BI-1 (0,63) alcanzan un valor de diversidad media. El punto LPQ-BI-3 (0,72) presenta un valor de diversidad considerado alto.

Los valores obtenidos para el índice de Simpson en cada punto se grafican en el gráfico 6.2-73.

Gráfico 6.2-73: Valores del índice de diversidad de Simpson (1-D) para la herpetofauna



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

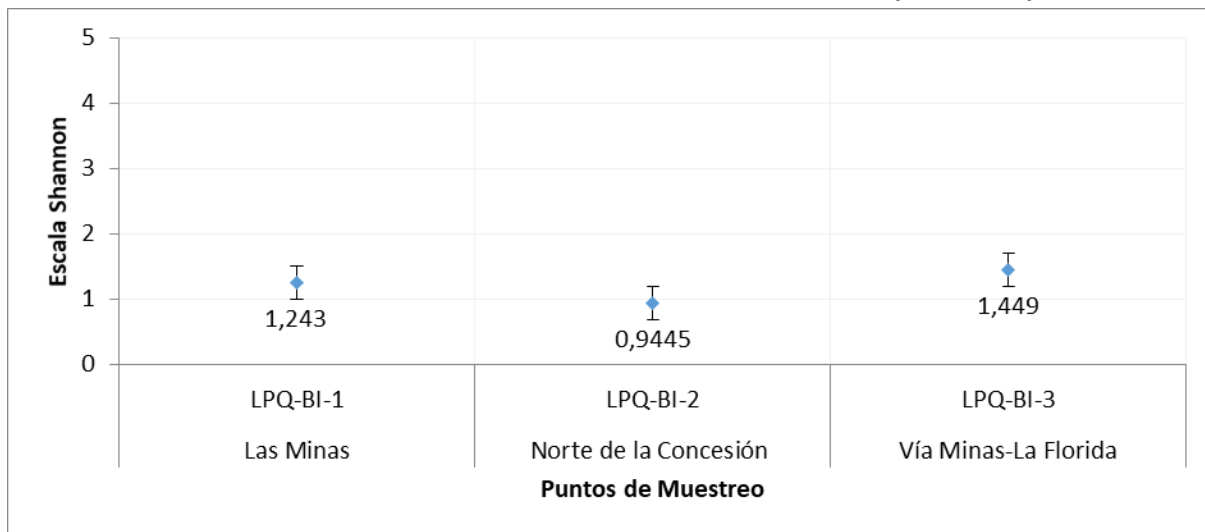
- **Índice de Diversidad de Shannon-Wiener**

El índice de Shannon-Wiener, basado en la abundancia proporcional de especies, refleja una diversidad baja para los tres puntos analizados, con valores que no superan el 1,5 bit.

Este índice es moderadamente sensible al tamaño de la muestra (Magurran, 1988), por lo que su interpretación para muestras menores a diez especies puede resultar poco confiable. Por este motivo, se han calculado otros índices complementarios, como Simpson, Margalef y Pielou, con la finalidad de tener un mejor panorama sobre la diversidad herpetológica real del área de estudio.

Los valores obtenidos para el índice de Shannon en cada punto se grafican en el gráfico 6.2-74.

Gráfico 6.2-74: Valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener para la herpetofauna



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

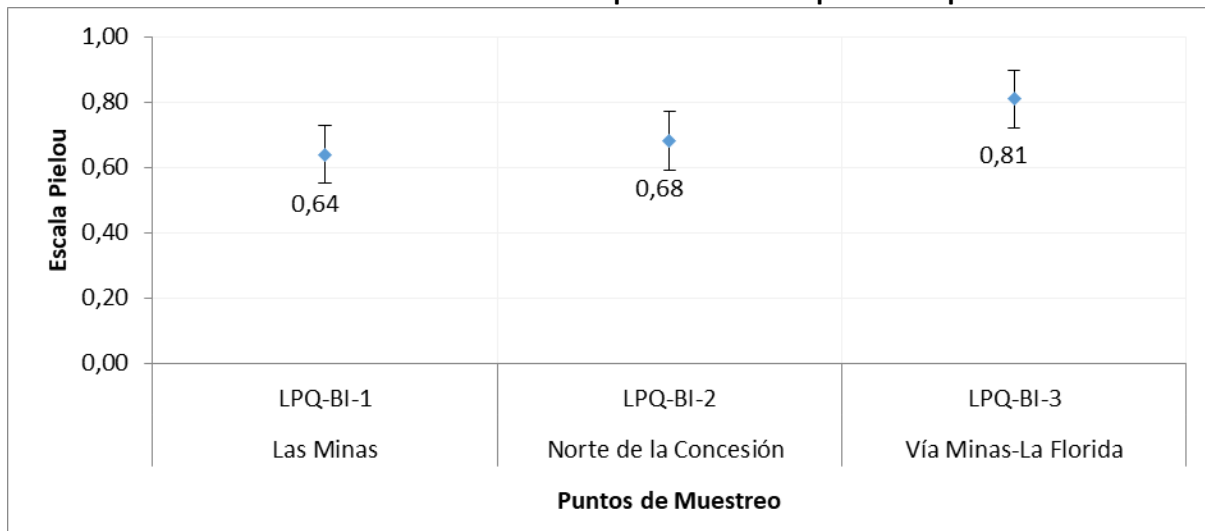
- **Índice de Equidad de Pielou**

Los valores obtenidos para los puntos LPQ-BI-1 y LPQ-BI-2, han alcanzado valores del 64 al 68% de la capacidad de expresión de las especies en el ecosistema. Esto puede interpretarse como un ecosistema alterado, con varias especies que están en proceso de adaptación a los cambios ambientales.

En el punto LPQ-BI-3 ubicado en el sector de la vía Minas-La Florida, la capacidad de expresión del ecosistema original alcanza un 81%, lo cual indica un mejor estado de conservación.

Los valores obtenidos para el índice de Pielou en cada punto se grafican en el gráfico 6.2-75.

Gráfico 6.2-75: Valores del índice de equidad de Pielou para la herpetofauna



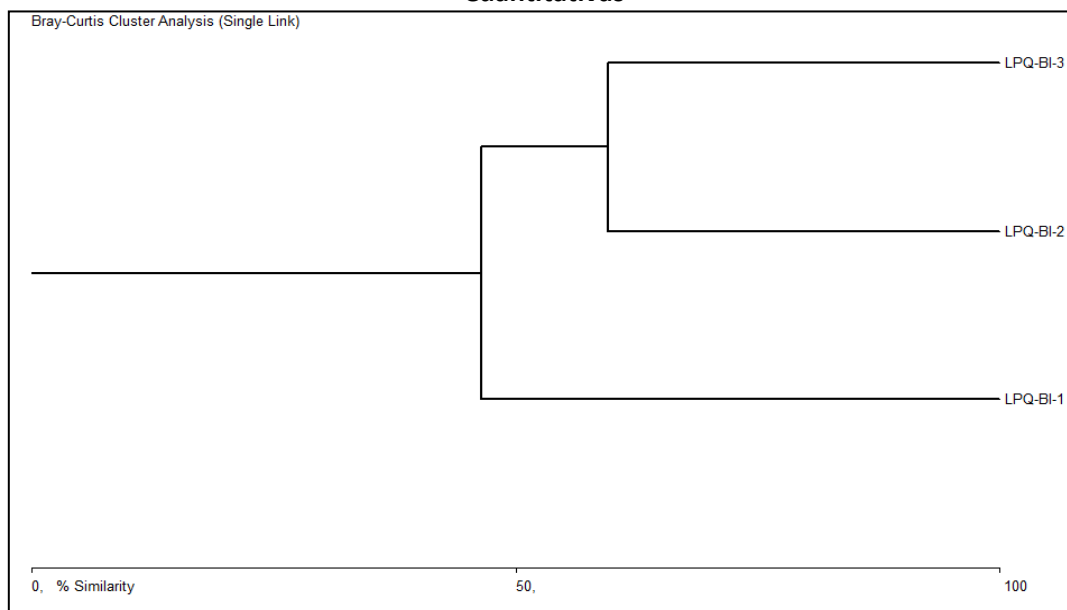
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Coefficiente de similitud de Jaccard**

La similitud de la composición herpetofaunística para los puntos analizados cuantitativamente fue media, con valores que alcanzan hasta el 59,6%, según se muestra en el análisis clúster del gráfico 6.2-76. Este valor refleja una diversidad beta media para el área de estudio.

Gráfico 6.2-76: Clúster de similitud según índice de Jaccard para la herpetofauna en muestras Cuantitativas



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

La similitud entre los puntos analizados se encuentra entre 38,0 y 59,6%, los tres sitios comparten dos especies en común (*Pristimantis achatinus* y *Pristimantis luteolateralis*). Los sitios con mayor similitud fueron LPQ-BI-2 y LPQ-BI-3, los cuales comparten el 59,6% de registros, en ambientes conformados por áreas de bosque nativo y alterado. Los puntos LPQ-BI-1 y LPQ-BI-2 comparten, además, tres especies *Espadarana prosoblepon* e *Hyloscirtus alytolylax*, especies representativas de cuerpos de agua, y *Dipsas andiana* que habita bosques nativos. Las condiciones ambientales durante el muestreo de campo fueron similares para los tres puntos analizados.

Los valores del coeficiente de similitud de Jaccard se presentan en el siguiente cuadro 6.2-78:

Cuadro 6.2-78: Valores de Similitud según coeficiente de Jaccard entre puntos cuantitativos			
Puntos de Muestreo	LPQ-BI-1	LPQ-BI-2	LPQ-BI-3
LPQ-BI-1	*	38,0	46,5
LPQ-BI-2	*	*	59,6
LPQ-BI-3	*	*	*

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

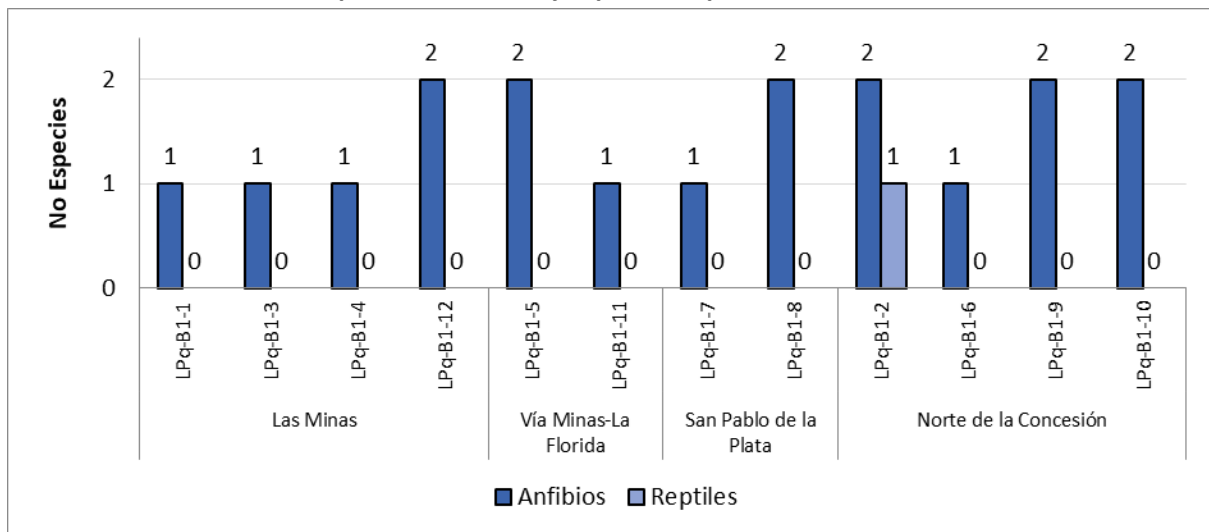
C. Características Cualitativas

- **Riqueza**

En los puntos cualitativos se registró un total de cinco especies (cuatro especies de anfibios y una especie de reptil).

Debido a que se aplicó similar esfuerzo en cada punto, se presenta en el gráfico 6.2-77 una comparación de los registros, que oscilaron de una a dos especies por punto cualitativo analizado.

Gráfico 6.2-77: Riqueza de anfibios y reptiles en puntos de muestreo cualitativos



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

El detalle de las especies registradas en los 12 puntos de muestreo cualitativo se presenta en el cuadro 6.2-79.

Cuadro 6.2-79: Lista de especies de anfibios y reptiles en puntos cualitativos

Nombre Científico	LPq-B1-1	LPq-B1-3	LPq-B1-4	LPq-B1-12	LPq-B1-5	LPq-B1-11	LPq-B1-7	LPq-B1-8	LPq-B1-2	LPq-B1-6	LPq-B1-9	LPq-B1-10
<i>Rhinella horribilis</i>									X			
<i>Hyloxalus awa</i>				X							X	X
<i>Hyloscirtus alytolylax</i>					X			X				
<i>Pristimantis achatinus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bothrops asper</i>									X			

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

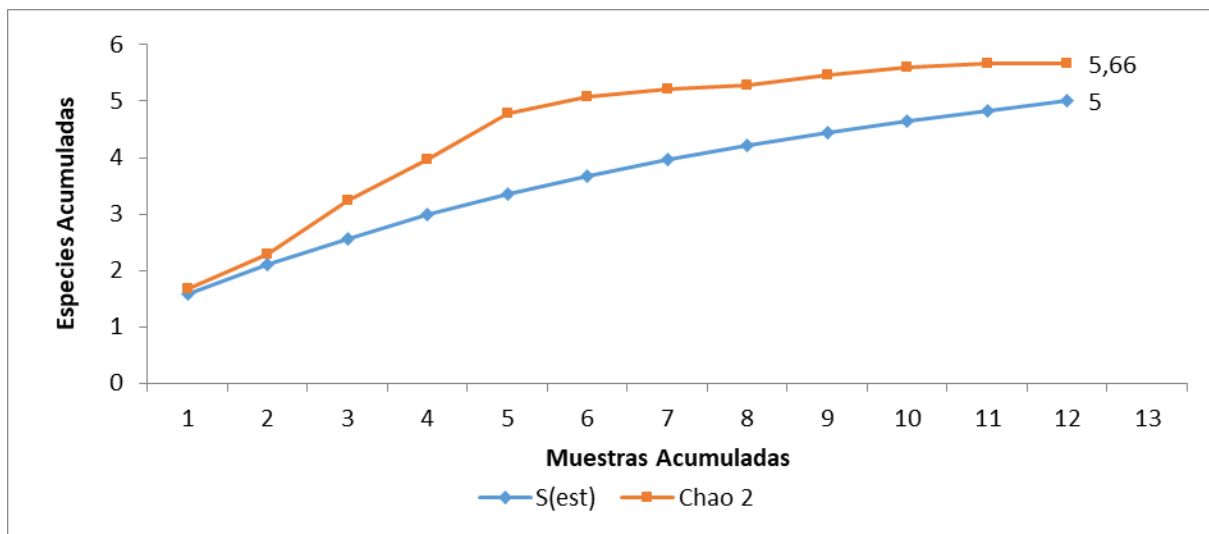
Elaboración: ESSAM, 2022

La especie *Pristimantis achatinus*, fue registrada de manera visual o auditiva en todos los puntos evaluados. *Hyloxalus awa*, especie de rana dependiente de cuerpos lóxicos en buen estado de conservación fue registrada en LPq-B1-12, LPq-B1-9 y LPq-B1-10. *Hyloscirtus alytolylax* se reportó en la vegetación de ribera de pequeños riachuelos en LPq-B1-5 y LPq-B1-8. La especie de rana generalista y oportunista de ambientes alterados, *Rhinella horribilis*, fue reportada en LPq-B1-6; finalmente un ejemplar muerto de la serpiente venenosa *Bothrops asper* fue registrada en un área de cultivo en LPq-B1-2.

- **Curva de Acumulación de Especies vs Chao 2**

El número de especies de herpetofauna probables en el área de estudio, según la estimación del Índice Chao 2 para las 12 muestras cualitativas, es de 5,6. La riqueza alcanzada en el muestreo actual (5 especies) correspondería del 88% del total de especies esperadas (Gráfico 6.2-78).

Gráfico 6.2-78: Curva de acumulación de especies vs Chao 2, de la herpetofauna en puntos cualitativos



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

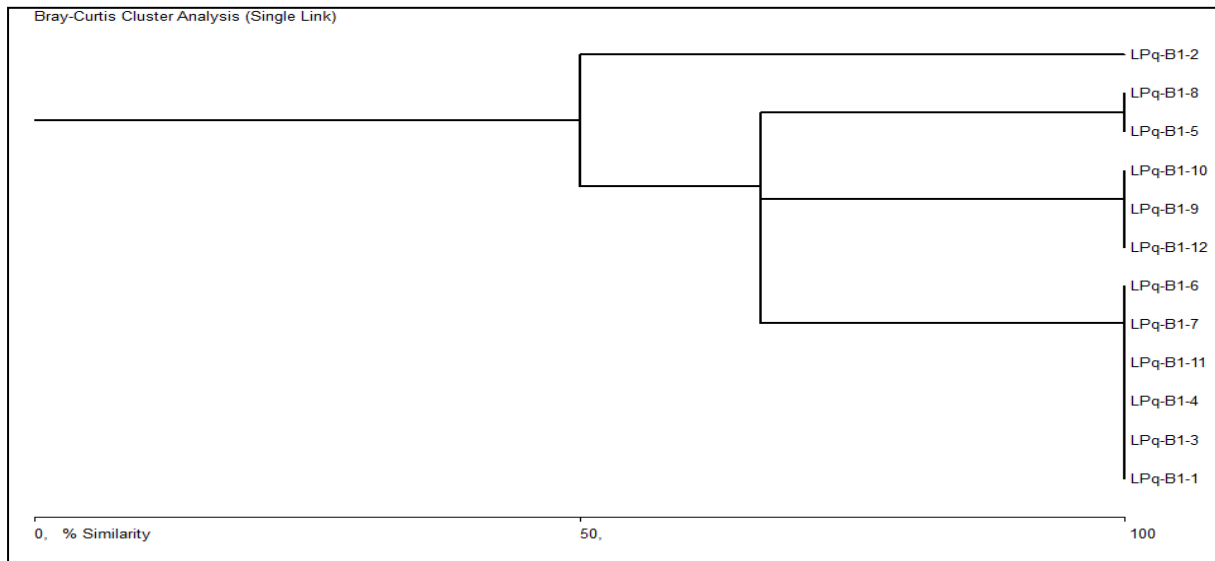
Elaboración: ESSAM, 2022

- **Coefficiente de Similitud de Jaccard**

La similitud de la composición herpetofaunística para los puntos analizados cualitativamente fue alta, con valores entre 40 y 100%, según se presenta en el análisis clúster del gráfico 6.2-79. La alta similitud refleja una diversidad beta baja para el área analizada. Estas áreas en general constituyen sitios con altos niveles de intervención antrópica, donde los ecosistemas nativos han sido reemplazados por áreas de pastizal y cultivos.

Varios sitios comparten una única especie en común, que es *Pristimantis achatinus*, estos sitios se agrupan en el gráfico 6.2-79, con el 100% de similitud.

Gráfico 6.2-79: Clúster de similitud según índice de Jaccard para la herpetofauna en muestras Cuantitativas



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

D. Aspectos Ecológicos

- **Nicho Trófico**

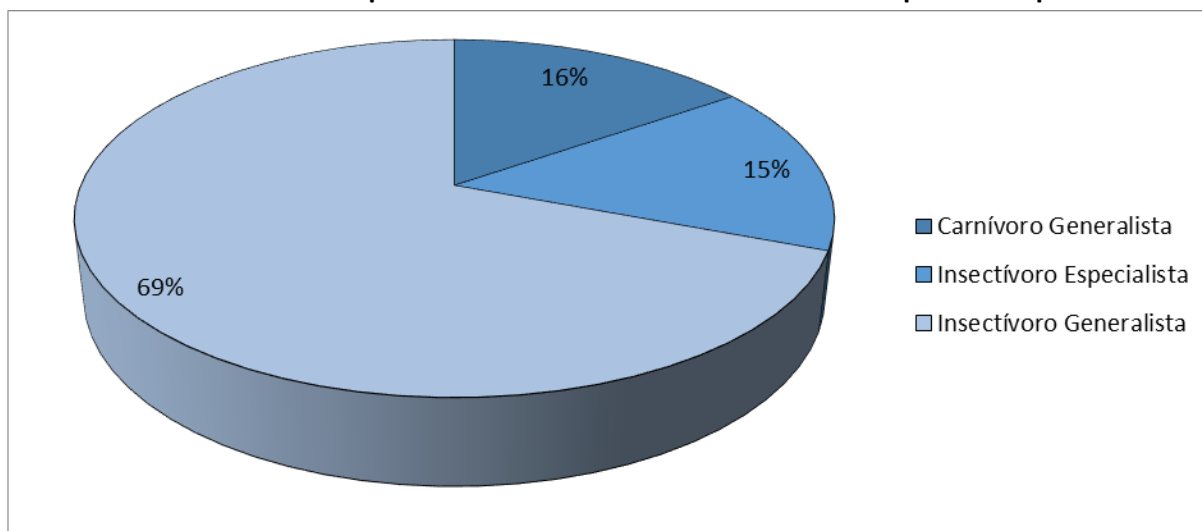
La mayoría de los anfibios y reptiles reportados en este estudio poseen dieta generalista. Estas incluyen como insectívoros, a los anfibios de las familias: Bufonidae, Centrolenidae, Hylidae y Strabomantidae; y los reptiles de la familia Alopoglossidae.

Como carnívoros generalistas se registraron a dos especies, la equis *Bothrops asper* y el sapo *Rhinella horribilis*, cuyos adultos pueden llegar a consumir una variedad de presas incluyendo pequeños mamíferos y aves.

Poseen dietas especializadas, una especie de la familia Dendrobatidae, *Hyloxalus awa*, cuya alimentación se basa mayoritariamente de hormigas, y la serpiente *Dipsas andiana* que se alimenta principalmente de gasterópodos (caracoles y afines) (Ron et al., 2021 y Torres-Carvajal et al., 2021).

La distribución porcentual por grupos según los sectores analizados se detalla en el gráfico 6.2-80, donde se observa que el mayor porcentaje de especies son insectívoros generalistas.

Gráfico 6.2-80: Distribución porcentual de hábitos alimenticios de la herpetofauna por sector



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Hábito y Distribución Vertical**

Durante el estudio se distinguieron tres grupos de acuerdo con el período de actividad y estrato de vegetación que utiliza la herpetofauna en el área:

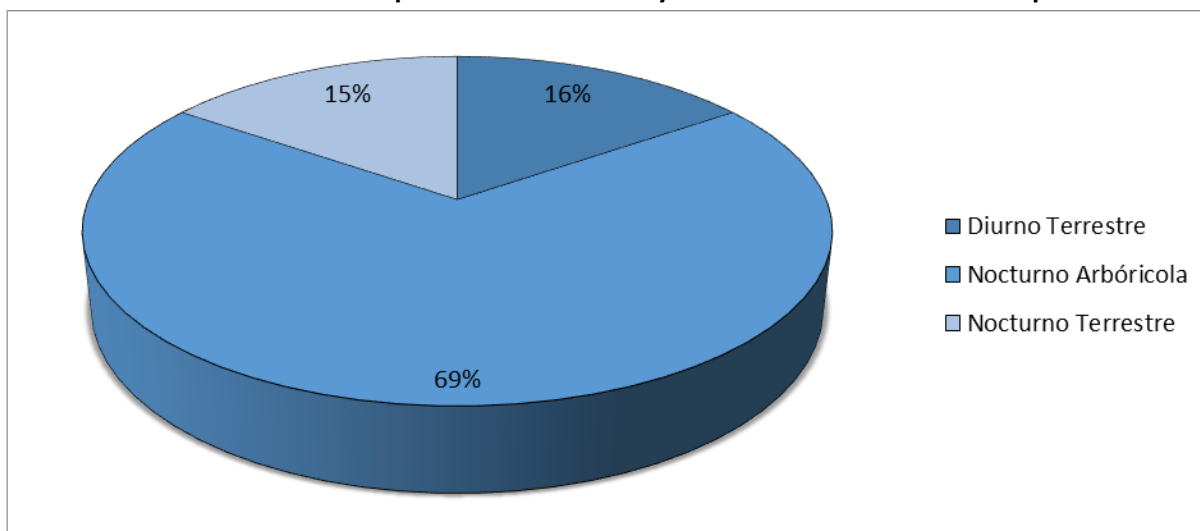
Diurnos terrestres. Pertenecen a este grupo dos especies de las familias: Dendrobatidae y Alopoglossidae.

Nocturnos terrestres. Pertenecen a este grupo dos especies de las familias Bufonidae y Viperidae.

Nocturnos arborícolas. Pertenecen a este grupo nueve especies de las familias Centrolenidae, Strabomantidae, Hylidae y Colubridae.

La distribución porcentual de los grupos se detalla en el Gráfico 6.2-81, donde se observa una clara dominancia de especies de hábito nocturno arborícola, típico de ecosistemas húmedos subtropicales.

Gráfico 6.2-81: Distribución porcentual de hábito y distribución vertical de la herpetofauna



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Modos Reproductivos**

Según la clasificación de Duellman y Trueb (1994), modificada por Wells (2007), en el área de estudio se reportaron cuatro modos reproductivos para los anfibios.

Los huevos son colocados en el agua en uno de los modos reportados (1), el cual se reportó en una sola especie; y los huevos no son colocados en agua en tres modos (20, 23 y 25), que abarcan nueve especies.

El detalle de cada modo reproductivo y las familias que incluyen se describen a continuación:

Modo 1. Bajo este modo se registró a la especie *Rhinella horribilis* (Bufonidae). Especie que coloca los huevos directamente en el agua en pozas estancadas y las larvas al nacer se desarrollan en este medio.

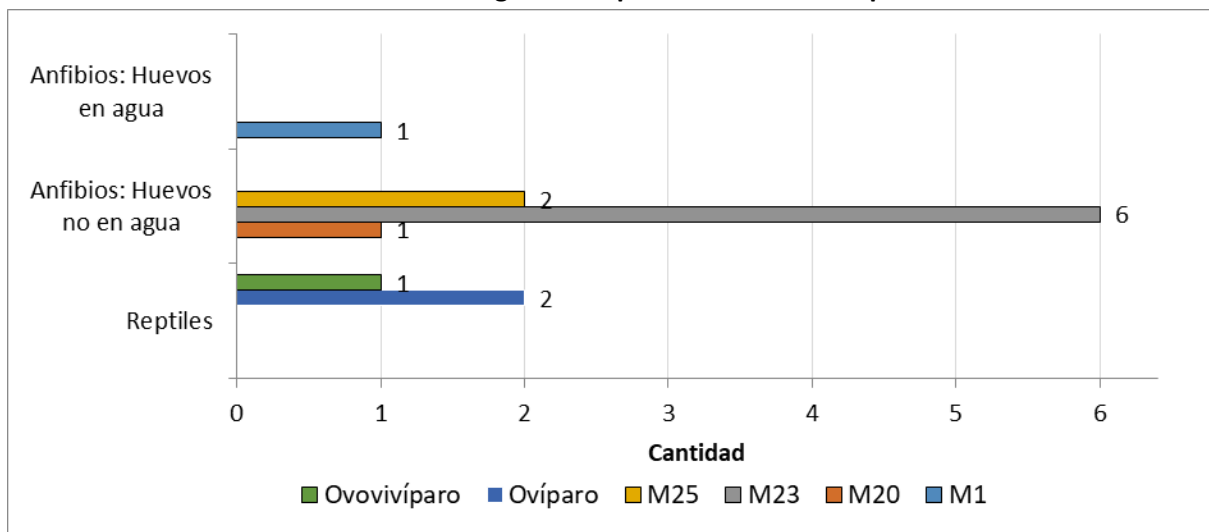
Modo 20. Bajo este modo reproductivo se registró a la especie *Hyloxalus awa* (Dendrobatidae). Esta especie colocan los huevos en nidos terrestres, al eclosionar las larvas son transportadas por un adulto al agua.

Modo 23. Este modo reproductivo lo poseen seis especies de Strabomantidae. Son especies de desarrollo directo, sin atravesar por fase larvaria acuática.

Modo 25. Huevos colocados en la vegetación sobre cuerpos de agua lóticos, al nacer los renacuajos caen al agua y completan su desarrollo. Con este modo se reportó una especie de Centrolenidae y una especie de Hylidae.

Los reptiles *Alopoglossus festae* y *Dipsas andiana* son ovíparos. La especie *Bothrops asper*, es ovovivípara. El número de especies por cada modo reproductivo se representa en el gráfico 6.2-82.

Gráfico 6.2-82: Estrategias de Reproducción de la Herpetofauna



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

E. Análisis de sensibilidad

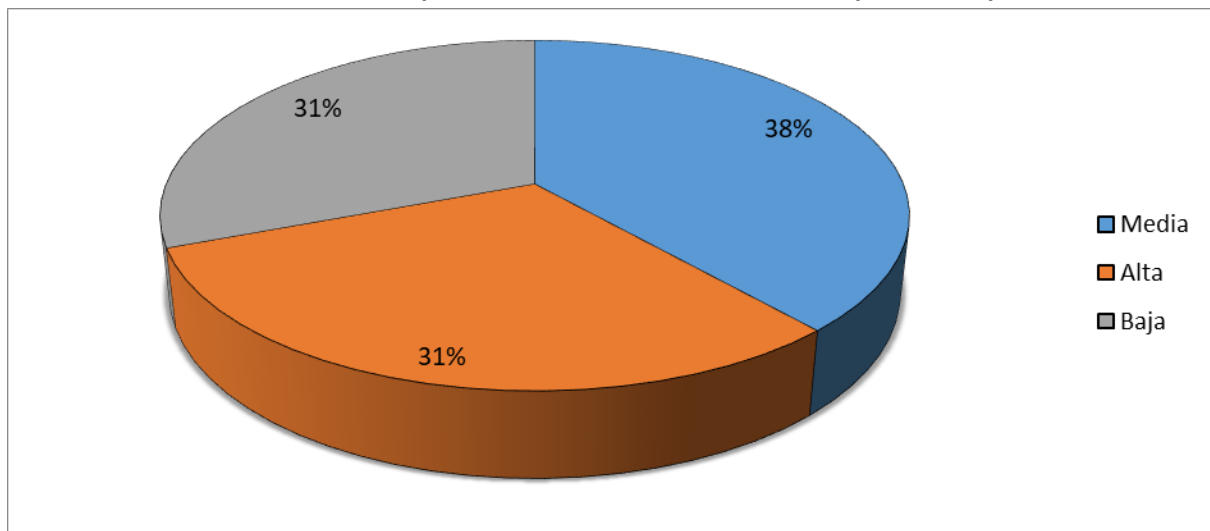
Para el análisis de sensibilidad se consideró la preferencia de hábitat de las especies registradas, así como su estado de conservación.

Se determinó con sensibilidad alta a: *Hyloxalus awa*, *Hyloscirtus alytolylax*, *Pristimantis nyctophylax* y *Pristimantis phoxocephalus*. Estas especies han sido reportadas en ambientes nativos y tienen muy poca tolerancia a cambios en la calidad de su hábitat. En el caso de *Hyloxalus* e *Hyloscirtus*, habitan en cuerpos de agua lóticos en buen estado, ya que dependen de este medio para su reproducción.

Con sensibilidad media se registraron cinco especies: *Espadarana prosoblepon*, *Pristimantis actites*, *Pristimantis subsigillatus*, *Dipsas andiana* y *Alopoglossus festae*; que habitan exclusivamente en ambientes de bosque, tanto primarios como secundarios.

Finalmente, con sensibilidad baja se registraron cuatro especies: *Rhinella horribilis*, *Pristimantis achatinus*, *Bothrops asper* y *Pristimantis luteolateralis*; que son especies generalistas entre zonas de bosque y áreas intervenidas. *Rhinella horribilis* es una especie oportunista en áreas alteradas, donde aprovecha pozas lénticas artificiales para su reproducción.

Gráfico 6.2-83: Distribución porcentual de sensibilidad de la herpetofauna por sectores



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Se consideran sensibles a las áreas de bosque nativo y los cuerpos de agua lóticos (riachuelos) que albergan especies de alta sensibilidad, especies indicadoras de buena calidad ambiental, amenazadas y endémicas.

En el cuadro 6.2-80 se indica la ubicación de los sitios con mayor sensibilidad identificados en el área de estudio, con su respectivo criterio. Se debe considerar que el área de LPQ-BI-2, a pesar de su baja diversidad, registró a la especie *Pristimantis phoxocephalus*, que según la lista rojo presenta la categoría EN (En Peligro), mientras que para UICN presenta la categoría VU (Vulnerable).

Cuadro 6.2-80: Ubicación y descripción de áreas de sensibilidad para la herpetofauna			
Punto	Coordenada (WG84, Zona 17S)		Criterio de sensibilidad
	Este (X)	Norte (Y)	
LPQ-BI-1	729268	9956916	Riachuelo con vegetación de ribera nativa que registra varios individuos de la especie sensible e indicadora de buena calidad de agua <i>Hyloscirtus alytolylax</i> .
LPQ-BI-3	728958	9957711	Bosque nativo remanente con un importante ensamblaje herpetológico, conformado por algunas especies sensibles y amenazadas.
LPq-B1-12	729953	9956334	Riachuelos con vegetación de ribera nativa que registra individuos de la especie sensible, amenazada y endémica <i>Hyloxalus awa</i> .
LPq-B1-10	729958	9959360	
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021			
Elaboración: ESSAM, 2022			

F. Especies indicadoras

La presencia del género *Hyloxalus* e *Hyloscirtus*, podría considerarse un indicador de cuerpos de agua lóticos en buen estado de conservación, ya que su reproducción está ligada estrechamente a este hábitat. Dos especies de estos géneros fueron encontrados en varios cuerpos de agua en el área de estudio.

No se reportó una riqueza representativa de ranas típicas de bosque nativo en ninguno de los puntos analizados, los remanentes de vegetación nativa analizados son pequeños y en ellos dominan las especies vegetales pioneras, evidencia de un recambio del ecosistema nativo a bosque secundarios con procesos naturales de regeneración.

En los bosques en regeneración, así como en pequeñas áreas con vegetación pionera, se detectó una abundancia representativa de la especie *Pristimantis achatinus*, la cual prolifera en ambientes secundarios. Esta especie fue registrada en todos los puntos analizados cuantitativa y cualitativamente.

Adicionalmente, se reportó una especie oportunista de áreas alteradas, el sapo común *Rhinella horribilis*.

En el cuadro 6.2-81 se presenta el detalle de las especies indicadoras y sitios de registro.

Cuadro 6.2-81: Especies indicadoras registradas en el área de estudio.

Familia	Especie / grupo	Nombre común	Indicador		Punto de registro
			Tipo de hábitat	Estado de conservación del hábitat	
Dendrobatidae	<i>Hyloxalus awa</i>	Rana cohete	Cuerpo de agua lótico (riachuelo)	Natural	LPq-B1-12 LPq-B1-9 LPq-B1-10
Hylidae	<i>Hyloscirtus alytolylax</i>	Rana de torrentes	Cuerpo de agua lótico (riachuelo-río)	Natural	LPQ-BI-1 LPQ-BI-3 LPq-B1-5 LPq-B1-8
Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	Cutín común	Bosque y remanentes de vegetación	Semialterado/ Alterado	Todos los puntos de muestreo
Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo común	Áreas abiertas	Alterado	LPq-B1-2

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

G. Estado de conservación

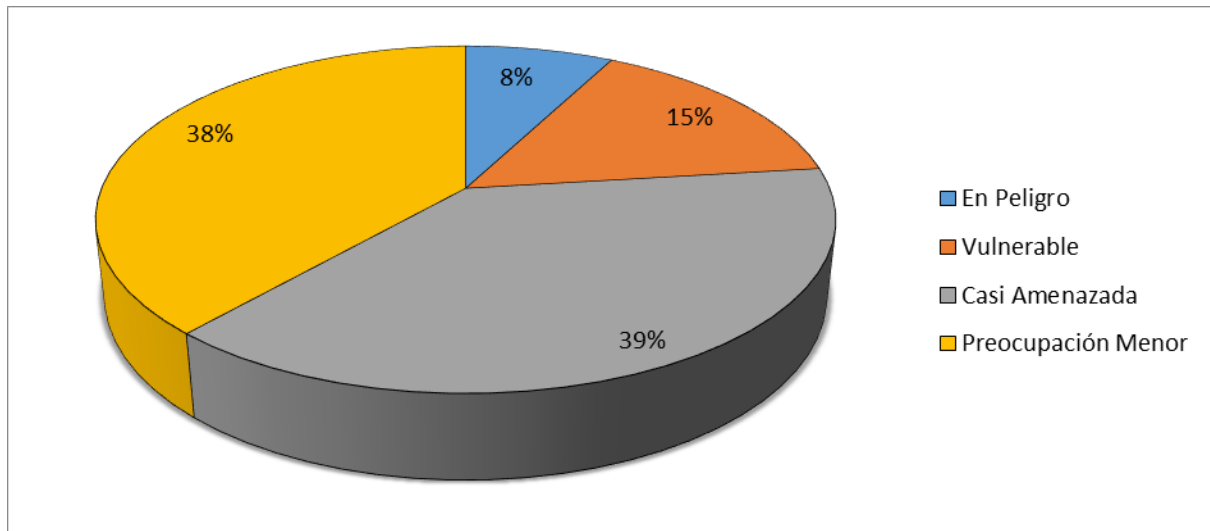
Según criterios de la UICN (2021) se registran cuatro especies catalogadas como Vulnerables: *Hyloxalus awa*, *Pristimantis actites*, *Pristimantis nyctophylax* y *Pristimantis phoxocephalus*; y tres especies son Casi Amenazadas: *Hyloscirtus alytolylax*, *Pristimantis luteolateralis* y *Dipsas andiana*. Dos especies no han sido evaluadas y cuatro especies se consideran de Baja Preocupación.

Según criterios de las listas rojas nacionales de Ortega et al., (2021) y Carrillo et al., (2005), la especie *Pristimantis phoxocephalus* está en categoría En Peligro; dos especies son Vulnerables: *Pristimantis actites* y *Alopoglossus festae*; y cinco especies se catalogan como Casi Amenazadas: *Hyloxalus awa*, *Hyloscirtus alytolylax*, *Pristimantis luteolateralis*, *Pristimantis nyctophylax* y *Dipsas andiana*. Un total de cinco especies se consideran de Baja Preocupación.

No se registraron especies que califiquen en los Apéndices de CITES.

En el gráfico 6.2-84 se detalla la distribución porcentual de las categorías de amenaza, según listas rojas nacionales.

Gráfico 6.2-84: Distribución porcentual de las categorías de amenaza de la herpetofauna según las Listas Rojas Nacionales



Fuente: Ortega et al, 2021; Carillo, et al., 2005

Elaboración: ESSAM, 2022

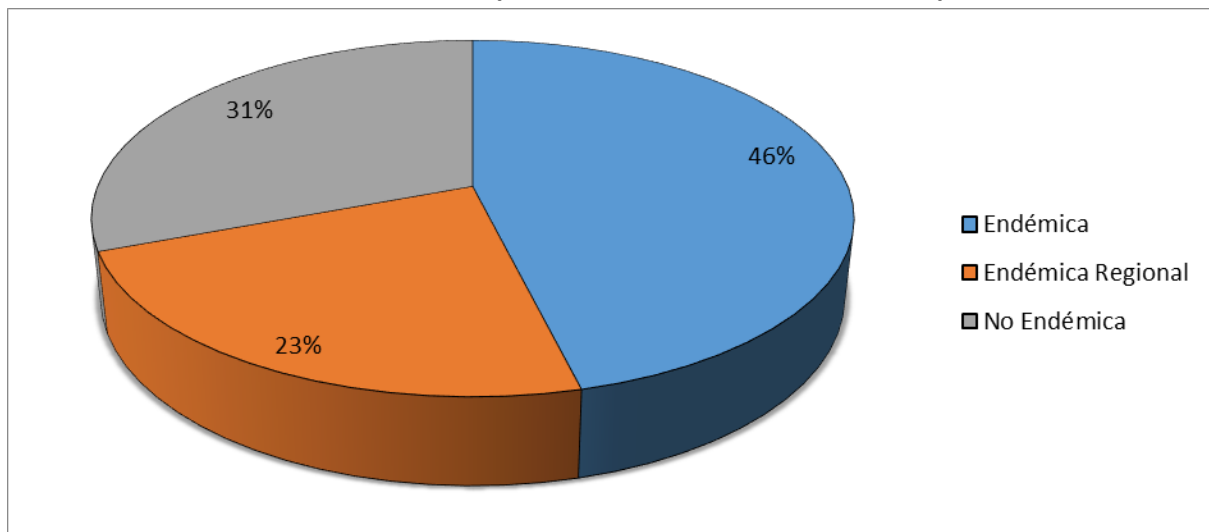
H. Endemismo

Las especies *Hyloxalus awa*, *Pristimantis actites*, *Pristimantis luteolateralis*, *Pristimantis nyctophylax*, *Pristimantis phoxocephalus* y *Dipsas andiana*, son especies endémicas para Ecuador. Mientras que *Hyloscirtus alytolylax*, *Pristimantis subsigillatus* y *Alopoglossus festae*, habitan las estribaciones andinas del occidente de Ecuador y sur de Colombia, por lo que se consideran endémicas regionales.

Las demás especies registradas poseen una amplia distribución geográfica en la vertiente occidental andina hasta Centroamérica.

La distribución porcentual de los patrones de distribución de la herpetofauna registrada se muestra en el gráfico 6.2-85.

Gráfico 6.2-85: Distribución porcentual del endemismo de la herpetofauna



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

I. Uso de Recurso

Los habitantes del sector de Palo Quemado, Las Minas y San Pablo no hacen uso de ningún recurso herpetofaunístico de la zona. La mayoría de las especies no son conspicuas para los pobladores del área.

❖ Resumen de resultados

- Los análisis estadísticos arrojan resultados de baja riqueza (13 especies, Margalef <1,6), alta dominancia de pocas especies (*Pristimantis achatinus*, *P. luteolateralis* e *Hyloscirtus alytolylax*) lo que influye para una baja a media diversidad herpetológica (Simpson: 0,57-0,72; y Shannon: 0,94-1,45 bits), con bajos valores de expresión de las especies en el ecosistema (Pielou: 64-68%) y una considerable similitud entre las áreas estudiadas (Jaccard: 38-60% en puntos cuantitativos y 40-100% en puntos cualitativos). Todos los indicadores en conjunto reflejan un estado de alteración considerable para el ecosistema nativo y su composición herpetológica.
- Según listados actualizados de la UICN y Listas Rojas nacionales se registraron varias especies amenazadas (*Hyloxalus awa*, *Pristimantis actites*, *Pristimantis nyctophylax*, *Pristimantis phoxocephalus* y *Alopoglossus festae*). También se reportaron especies endémicas para Ecuador (*Hyloxalus awa*, *Pristimantis actites*, *Pristimantis luteolateralis*, *Pristimantis nyctophylax*, *Pristimantis phoxocephalus* y *Dipsas andiana*), endémicas regionalmente y sensibles, han sido registradas en los tres puntos

cuantitativos analizados (LPQ-BI-1, LPQ-BI-2, LPQ-BI-3) y en algunos de los puntos cualitativos (LPq-B1-12, LPq-B1-9 y LPq-B1-10).

- El esfuerzo de muestreo empleado se considera exitoso, según los estimadores de riqueza (Chao 1 y Chao 2) los resultados alcanzan el 88% de lo esperado en el muestreo cuantitativo y cualitativo, lo cual demuestra que los métodos empleados para el análisis de la herpetofauna son los adecuados para el tipo de ecosistema. Se intentó muestrear la mayor variabilidad ambiental presente en el área, sin embargo, la tendencia de la curva de acumulación de especies refleja que el incremento de muestras permitirá registrar más especies, posiblemente en otros remanentes de vegetación en cotas altitudinales distintas a las analizadas.
- Los anfibios y reptiles utilizan los estratos y microhábitats disponibles en los ambientes con vegetación nativa del área; se identificaron especies diurnas, nocturnas, terrestres, arborícolas; especies típicas de bosque y especies oportunistas de áreas alteradas; además, cuatro modos reproductivos de los anfibios y dos estrategias de reproducción en los reptiles.
- Los remanentes de vegetación nativa con cuerpos de agua lóticos de buena calidad, se consideran sitios de alta sensibilidad para la herpetofauna, se identificaron áreas con estas características en: LPQ-BI-1 y LPq-B1-12 (Las Minas); en LPQ-BI-3 (vía Las Minas-La Florida) y LPq-B1-10 (Norte del área operativa de la concesión minera La Plata). Aquí se reportaron especies poco tolerantes a cambios en la calidad ambiental, como los géneros *Hyloxalus* e *Hyloscirtus*, que dependen de riachuelos y pequeños ríos para su reproducción, algunas especies del género *Pristimantis* que habitan dentro de bosque nativos y se encuentran amenazadas de extinción fueron reportadas en los tres puntos analizados cuantitativamente.
- Se reportaron especies indicadoras, tanto de ambientes en buen estado de conservación (géneros *Hyloxalus* e *Hyloscirtus*, en cuerpos de agua lóticos de LPq-B1-12, LPq-B1-9, LPq-B1-10, LPQ-BI-1, LPQ-BI-3, LPq-B1-5, LPq-B1-8), así como especies indicadoras de cambios negativos en el ambiente, como *Rhinella horribilis* en LPq-B1-2.

❖ Conclusiones

- Todos los indicadores analizados para la caracterización del componente herpetofauna (riqueza, dominancia, diversidad), reflejan un estado de alteración considerable del ecosistema nativo, que evidencian una diversidad herpetológica afectada por la pérdida y transformación de los bosques desde hace varios años en el área operativa

de la concesión minera La Plata. Los bosques se encuentran altamente fragmentados por extensas zonas de pastizal y cultivos, los pocos remanentes naturales se encuentran en áreas de difícil acceso y en el contorno de quebradas. Aun así, estos remanentes de vegetación nativa albergan algunas especies de anfibios y reptiles de interés local. Especies amenazadas, endémicas y sensibles, han sido registradas en los tres puntos cuantitativos analizados (LPQ-BI-1, LPQ-BI-2, LPQ-BI-3) y en algunos de los puntos cualitativos (LPq-B1-12, LPq-B1-9 y LPq-B1-10). La heterogeneidad de los ambientes presentes en el área de estudio no es muy alta debido a que la mayoría de las áreas tienen procesos recientes de regeneración natural, donde domina la vegetación pionera y la variación de hábitats es limitada. Esta baja variabilidad de ambientes y especies, arroja resultados de similitud media a alta entre los sitios de muestreo, que a su vez indican una diversidad beta baja a media en el área general de estudio.

- Según listados actualizados de la UICN y Listas Rojas nacionales se detectaron varias especies amenazadas de extinción (*Hyloxalus awa*, *Pristimantis actites*, *Pristimantis nyctophylax*, *Pristimantis phoxocephalus* y *Alopoglossus festae*), también se reportaron varias especies endémicas para Ecuador (*Hyloxalus awa*, *Pristimantis actites*, *Pristimantis luteolateralis*, *Pristimantis nyctophylax*, *Pristimantis phoxocephalus* y *Dipsas andiana*). La presencia de estas especies en el área operativa de la concesión minera La Plata refleja la importancia de un manejo adecuado de los bosques del área para precautelar la conservación de poblaciones herpetológicas de especies amenazadas y de alta sensibilidad, estas especies son focales para ser consideradas en futuros monitoreos herpetológicos en el área de la concesión. También se identificaron algunas especies que se podrían considerar indicadoras, tanto de ambientes en buen estado de conservación (géneros *Hyloxalus* e *Hyloscirtus*, en cuerpos de agua lóticos), así como especies indicadoras de cambios negativos en el ambiente (*Rhinella horribilis*). Es necesario considerar en futuros monitoreos herpetológicos, el análisis cuantitativo del recambio que pueda existir entre estos grupos de indicadores.
- Los impactos directos potenciales de la actividad minera en el área de estudio hacia la comunidad herpetológica local se relacionan a la modificación de los ambientes naturales y cuerpos de agua. Para disminuir los impactos negativos inherentes a las actividades del proyecto sobre la herpetofauna, se requiere aplicar las medidas de mitigación de impactos propuestas, para precautelar la supervivencia de poblaciones sensibles y garantizar la conservación del hábitat de las especies. Al intervenir áreas es necesario rescatar y reubicar a los anfibios y reptiles sensibles, se debe evitar la remoción innecesaria de la vegetación nativa, evitar el taponamiento de cauces naturales, evitar la contaminación de fuentes hídricas y restaurar áreas que no se estén aprovechando en la fase operativa del proyecto. Los remanentes de vegetación nativa

con cuerpos de agua lóticos de buena calidad, se consideran sitios de alta sensibilidad para la herpetofauna, se identificaron áreas con estas características en: LPQ-BI-1 y LPq-B1-12 (Las Minas); en LPQ-BI-3 (vía Las Minas-La Florida) y LPq-B1-10 (Norte del área operativa de la concesión minera La Plata). Estas áreas y otras de similares características, deben ser consideradas cuando se realicen las actividades mineras en el área, evitando afectar el hábitat de las especies sensibles.

❖ **Registro Fotográfico**

A. Sitios de Muestreo



Fotografía 6.2-95:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPQ-BI-1, Las Minas, Riachuelo y vegetación secundaria
Coordenadas Geográficas:
X: 729454 **Y:** 9957036
Altitud: 1455 msnm
Fecha: 8 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-96:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPQ-BI-2, Norte del área operativa de la concesión, Estero en bosque maduro
Coordenadas Geográficas:
X: 729444 **Y:** 9958530
Altitud: 1339 msnm
Fecha: 14 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-97:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPQ-BI-3, Vía Minas-La Florida, Claro en bosque maduro
Coordenadas Geográficas:
X: 728971 **Y:** 9957511. **Altitud:** 1404 msnm
Fecha: 12 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-98:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-B1-1, Las Minas, Bosque de ribera
Coordenadas Geográficas:
X: 729012 **Y:** 9957242
Altitud: 1531 msnm
Fecha: 8 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-99:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-B1-3, Las Minas, Estero en bosque secundario
Coordenadas Geográficas:
X: 729518 **Y:** 9956516
Altitud: 1552 msnm
Fecha: 9 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-100:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-B1-4, Las Minas, Bosque maduro
Coordenadas Geográficas:
X: 730045 **Y:** 9956948
Altitud: 1394 msnm
Fecha: 9 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-101:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-B1-12, Las Minas, Borde de bosque
Coordenadas Geográficas:
X: 730046 **Y:** 9956506
Altitud: 1403 msnm
Fecha: 9 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-102:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-B1-5, Vía Minas-La Florida, Estero en bosque talado
Coordenadas Geográficas:
X: 728373 **Y:** 9957139
Altitud: 1508 msnm
Fecha: 12 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-103:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-B1-11, Vía Minas-La Florida, bosque maduro intervenido
Coordenadas Geográficas:
X: 728373
Y: 9957139
Altitud: 1693 msnm
Fecha: 12 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-104:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-B1-7, San Pablo de la Plata, Estero en bosque secundario
Coordenadas Geográficas:
X: 728432
Y: 9958530
Altitud: 1305 msnm
Fecha: 15 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-105:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-B1-8, San Pablo de la Plata, bosque maduro intervenido
Coordenadas Geográficas:
X: 727852
Y: 9959072
Altitud: 1285 msnm
Fecha: 15 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-106:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-B1-2, Norte del área operativa de la concesión, bosque colinado
Coordenadas Geográficas:
X: 729158
Y: 9958989
Altitud: 1265 msnm
Fecha: 15 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-107:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-B1-6, Norte del área operativa de la concesión, bosque colinado
Coordenadas Geográficas:
X: 729476
Y: 9958487
Altitud: 1381 msnm
Fecha: 14 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-108:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-B1-9, Norte del área operativa de la concesión, bosque colinado
Coordenadas Geográficas:
X: 729951
Y: 9958395
Altitud: 1293 msnm
Fecha: 14 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-109:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo: LPq-B1-10, Norte del área operativa de la concesión, bosque colinado
Coordenadas Geográficas:
X: 729958
Y: 9959360
Altitud: 1244 msnm
Fecha: 14 septiembre, 2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

B. Metodología aplicada



Fotografía 6.2-110:

Actividad: Marcaje de transectos
Punto de Muestreo: LPQ-BI-03
Tipo de Registro: Visual y auditivo
Fecha: 11 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-111:

Actividad: Registro fotográfico de ejemplares
Punto de Muestreo: LPQ-B1-9
Tipo de Registro: Visual
Fecha: 14septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-112:

Actividad: Captura manual de ejemplares durante muestreo diurno
Punto de Muestreo: LPq-B1-8
Tipo de Registro: Visual
Fecha: 15 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-113:

Actividad: Captura manual de ejemplares durante muestreo nocturno
Punto de Muestreo: LPQ-BI-2
Tipo de Registro: Visual
Fecha: 14 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua

C. Especies registradas



Fotografía 6.2-114:

Orden: Anura
Familia: BUFONIDAE
Especie: *Rhinella horribilis*
Nombre Común: Sapo gigante de Veracruz
Punto de Muestreo (Código): LPq-B1-2
Tipo de Registro: Visual-Captura
Fecha: 04 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-115:

Orden: Anura
Familia: CENTROLLENIDAE
Especie: *Espadarana prosoblepon*
Nombre Común: Rana de cristal variable
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-3
Tipo de Registro: Visual-Captura
Fecha: 08 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-116:

Orden: Anura
Familia: DENDROBATIDAE
Especie: *Hyloxalus awa*
Nombre Común: Rana cohete Awá
Punto de Muestreo (Código): LPq-B1-12, LPq-B1-9, LPq-B1-10
Tipo de Registro: Visual-Captura
Fecha: 14 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-117:

Orden: Anura
Familia: HYLIDAE
Especie: *Hyloscirtus alytolylax*
Nombre Común: Rana de torrente de Tandapi
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-3, LPq-B1-5, LPq-B1-8
Tipo de Registro: Visual-Captura
Fecha: 11 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-118:

Orden: Anura
Familia: HYLIDAE
Especie: *Hyloscirtus alytolylax* (metamórfico)
Nombre Común: Rana de torrente de Tandapi
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-3, LPq-B1-5, LPq-B1-8
Tipo de Registro: Visual-Captura
Fecha: 12 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-119:

Orden: Anura
Familia: STRABOMANTIDAE
Especie: *Pristimantis achatinus*
Nombre Común: Cutín común de occidente
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-2, LPQ-BI-3, LPq-B1-1, LPq-B1-3, LPq-B1-4, LPq-B1-12, LPq-B1-5, LPq-B1-11, LPq-B1-7, LPq-B1-8, LPq-B1-2, LPq-B1-6 y LPq-B1-9, LPq-B1-10
Tipo de Registro: Visual-Captura, Auditivo
Fecha: 14 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-120:

Orden: Anura
Familia: STRABOMANTIDAE
Especie: *Pristimantis actites*
Nombre Común: Cutín de Pilaló
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-3
Tipo de Registro: Visual-Captura
Fecha: 11 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-121:

Orden: Anura
Familia: STRABOMANTIDAE
Especie: *Pristimantis luteolateralis*
Nombre Común: Cutín de Tandapi
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-2, LPQ-BI-3
Tipo de Registro: Visual-Captura
Fecha: 8 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-122:

Orden: Anura
Familia: STRABOMANTIDAE
Especie: *Pristimantis nyctophylax*
Nombre Común: Cutín vigilante
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1
Tipo de Registro: Visual-Captura
Fecha: 7 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-123:

Orden: Anura
Familia: STRABOMANTIDAE
Especie: *Pristimantis phoxocephalus*
Nombre Común: Cutín silbador
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-2
Tipo de Registro: Visual-Captura
Fecha: 14 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-124:

Orden: Anura
Familia: STRABOMANTIDAE
Especie: *Pristimantis subsigillatus*
Nombre Común: Cutín de Salidero
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-2
Tipo de Registro: Visual-Captura
Fecha: 15 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-125:

Orden: Squamata-Sauria
Familia: ALOPOGLOSSIDAE
Especie: *Alopoglossus festae*
Nombre Común: Lagartijas de sombra de Festa
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1
Tipo de Registro: Visual-Captura
Fecha: 9 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-126:

Orden: Squamata-Serpentes
Familia: Colubridae
Especie: *Dipsas andiana*
Nombre Común: Caracoleras andinas
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1, LPQ-BI-3
Tipo de Registro: Visual-Captura
Fecha: 8 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua



Fotografía 6.2-127:

Orden: Squamata-Serpentes
Familia: VIPERIDAE
Especie: *Bothrops asper*
Nombre Común: Equis de occidente
Punto de Muestreo (Código): LPq-B1-2
Tipo de Registro: Visual, encontrada muerta.
Fecha: 15 septiembre 2021
Investigador: Santiago Maigua

6.2.5.4 Entomofauna

❖ Antecedentes

Actualmente los insectos tales como Coleoptera (escarabajos, catzos), Lepidoptera (mariposas, polillas) e Hymenoptera (hormigas, abejas y avispas), se los utiliza como grupos megadiversos y algunos en estudios de indicadores en el ecosistema; por lo tanto, son objeto de estudios en ecología, taxonomía, comportamiento, biodiversidad y conservación.

Un grupo muy importante de estudio son los coleópteros (escarabajos), que constituyen uno de los taxa de insectos más diversos, teniendo especial importancia en estudios ecológicos, pues se encuentran en todos los tipos de ecosistemas terrestres (Halffter & Endmonds, 1982). Resulta, además, un grupo focal que incluye numerosas especies de importancia económica y bioindicadora. Así, la inclusión de los coleópteros en inventarios de zonas naturales puede convertirse en una fuerte herramienta para estudios de conservación. Dentro de los escarabajos, el grupo de los copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), o también conocidos como escarabajos estercoleros, son considerados como un grupo de insectos útil para describir y monitorear patrones espaciales y temporales de la biodiversidad. Las comunidades tropicales de escarabajos copronecrófagos son usualmente diversas, abundantes, específicas al hábitat, responden rápidamente a muchos tipos de cambio ambiental y, lo más importante, su composición y abundancia pueden ser rápidas y completamente muestreadas de una manera relativamente exacta y a bajo costo (Favila & Halffter, 1997).

Estos insectos, por su forma de alimentación, cumplen importantes funciones ecológicas, como el reciclaje de la materia orgánica en descomposición, fertilización, aireación y penetración del agua en el suelo, eliminación de larvas y huevos de moscas, control de parásitos intestinales de los vertebrados y dispersión secundaria de semillas defecadas por animales frugívoros (Davis, 1996) (Halffter & Endmonds, 1982). Son un grupo altamente diverso, con especies generalistas y especializadas, con gran sensibilidad a la variabilidad ambiental (Favila & Halffter, 1997).

Las mariposas (Lepidoptera) son consideradas como el segundo orden de la clase Insecta más abundante y altamente diversificado en los ecosistemas terrestres; se calcula que existen unas 100.000 especies, divididas antiguamente en Rhopalocera (mariposas diurnas) y Heterocera (mariposas nocturnas). Las mariposas diurnas actualmente conforman la superfamilia Papilionoidea y pueden ser indicadoras biológicas de la estructura, el grado de conservación de la vegetación y el ecosistema en general, debido a que son organismos muy sensibles a los cambios de temperatura, humedad y radiación solar, que se generan por disturbios en su hábitat; por esto, el inventario de sus comunidades con medida de la

diversidad, riqueza y de sus aspectos corológicos, constituye una herramienta válida para evaluar el estado de conservación y/o alteración del medio natural (Fagua, 1996).

❖ **Objetivos**

A. Objetivo General

- Establecer la diversidad de entomofauna terrestre en el área operativa de la concesión minera La Plata.

B. Objetivos Específicos

- Caracterizar la riqueza y abundancia del componente Entomofauna en los distintos sitios de estudio.
- Identificar diversos aspectos ecológicos de la Entomofauna presente en los sitios evaluados.
- Identificar los impactos potenciales de la actividad minera sobre las poblaciones de insectos en el área.

❖ **Sitio de muestreo**

El área de estudio está ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Sigchos en la parroquia Palo Quemado. El área se encuentra intervenida por actividades mineras, en gran parte de los sitios evaluados existen pastizales, cultivos agrícolas y parches de bosque nativo intervenido.

Los sitios evaluados corresponden al ecosistema Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes, aunque gran parte del ecosistema nativo ha sido intervenido.

A. Descripción de los Sitios de Muestreo

La ubicación geográfica de cada uno de los puntos de muestreo, así como la descripción ecológica y metodológica se presenta en el cuadro 6.2-82 y se ilustra en el mapa: *Mapa 6.2-7: Ubicación de sitios de muestreo del Componente Entomofauna. (Ver 15 Anexos: 1 Cartografía)*

Cuadro 6.2-82: Ubicación de los Sitios de Estudio de Entomofauna

Código	Fecha	Coordenadas Datum WGS 84, Zona 17S				Altitud (msnm)	Hábitat	Método	Extensión unidad muestral (m)	Tipo de muestreo
		Inicio		Fin						
		Este (X)	Norte (Y)	Este (X)	Norte (Y)					
LPQ-BI-1	10/09/2021	729234	9956769	729436	9956871	1.451	Parque de bosque nativo intervenido	Trampas pitfall Trampas VSR	250 x 4 200 x 2	Cuantitativo
LPQ-BI-2	15/09/2021	729388	9958493	729458	9958700	1.321	Parque de bosque nativo intervenido	Trampas pitfall Trampas VSR	250 x 4 200 x 2	Cuantitativo
LPQ-BI-3	12/09/2021	728952	9957495	728868	9957700	1.470	Parque de bosque nativo intervenido	Trampas pitfall Trampas VSR	250 x 4 200 x 2	Cuantitativo
LPq-BI-1	9/09/2021	728928	9957737	728992	9957670	1.463	Parque de bosque nativo intervenido	Observación directa	100 x 5	Cualitativo
LPq-BI-2	12/09/2021	729271	9959159	729253	9959060	1.263	Parque de bosque nativo intervenido, pastizal	Observación directa	100 x 5	Cualitativo
LPq-BI-3	8/09/2021	729370	9956744	729449	9956692	1.495	Pastizal	Observación directa	100 x 5	Cualitativo
LPq-BI-4	9/09/2021	729836	9956809	729908	9956870	1.425	Pastizal	Observación directa	100 x 5	Cualitativo
LPq-BI-5	11/09/2021	728291	9957072	728291	9957172	1.570	Parque de bosque nativo intervenido	Observación directa	100 x 5	Cualitativo
LPq-BI-6	13/09/2021	729620	9958371	729712	9958335	1.335	Parque de bosque nativo intervenido, pastizal	Observación directa	100 x 5	Cualitativo
LPq-BI-7	15/09/2021	728279	9958728	728315	9958635	1.292	Parque de bosque nativo intervenido, pastizal	Observación directa	100 x 5	Cualitativo
LPq-BI-8	15/09/2021	727960	9959531	727959	9959432	1.436	Pastizal, bosque desbrozado	Observación directa	100 x 5	Cualitativo

Cuadro 6.2-82: Ubicación de los Sitios de Estudio de Entomofauna

Código	Fecha	Coordenadas Datum WGS 84, Zona 17S				Altitud (msnm)	Hábitat	Método	Extensión unidad muestral (m)	Tipo de muestreo
		Inicio		Fin						
		Este (X)	Norte (Y)	Este (X)	Norte (Y)					
LPq-BI-9	14/09/2021	729925	9958411	729880	9958321	1.276	Parque de bosque nativo intervenido, pastizal	Observación directa	100 x 5	Cualitativo
LPq-BI-10	14/09/2021	729956	9959363	729969	9959462	1.259	Parque de bosque nativo intervenido, pastizal	Observación directa	100 x 5	Cualitativo
LPq-BI-11	11/09/2021	728029	9957227	728051	9957130	1.505	Parque de bosque nativo intervenido	Observación directa	100 x 5	Cualitativo
LPq-BI-12	9/09/2021	729940	9956302	729969	9956392	1.403	Parque de bosque nativo intervenido	Observación directa	100 x 5	Cualitativo

Simbología: VSR: trampas Van Someren-Rydon

Fuente: ESSAM, Trabajo de campo, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

❖ Metodología

El registro de entomofauna terrestre en las áreas designadas se realizó mediante técnicas estandarizadas, tanto en los transectos cuantitativos como cualitativos.

Con las técnicas utilizadas se abarcaron todos los estratos de vegetación presentes en los sitios estudiados. Los métodos de registro en la fase de campo fueron: trampas pitfall, trampas Van Someren Rydon (VSR), observación directa y colecciones manuales mediante el uso de red entomológica.

A. Muestreo Cuantitativo

- **Trampas Pitfall**

Estas trampas consisten en un recipiente abierto que se coloca enterrado a ras del suelo. Sobre el recipiente se cuelga el cebo que consiste en excremento o algún tipo de carne descompuesta.

En los sitios de muestreo cuantitativo se colocaron a lo largo de un transecto de 250 m de longitud por 4 m de ancho; 20 trampas pitfall separadas y cebadas; 10 con coprocebo y 10 con carroña de pescado descompuesto. Las trampas permanecieron activas por 48 horas (Chamorro, 2019). Los escarabajos capturados fueron registrados, fotografiados y posteriormente liberados en el mismo sitio de muestreo. Se colectaron únicamente los escarabajos copronecrófagos muy pequeños y de difícil identificación in situ.

- **Trampas Van Someren Rydon**

Para la captura de mariposas diurnas, se colocaron 10 Trampas Van Someren Rydon (VSR) en un transecto de aproximadamente 200 m de longitud por 2 m de ancho, distanciadas 25 m entre sí y a una altura aproximada de 1,50 m desde el suelo (Villareal, 2006). Para atraer a las mariposas, en cada trampa se usaron cebos compuestos por carroña y frutas en descomposición fermentadas con levadura. Este método es bastante sencillo y muy utilizado para la captura de mariposas diurnas. Las trampas permanecieron durante aproximadamente 48 horas. Las mariposas capturadas fueron registradas, fotografiadas y posteriormente liberadas en el mismo sitio de muestreo.

B. Muestreo Cualitativo

- **Observación Directa**

Se registró la entomofauna en un transecto de aproximadamente 100 m de longitud y 5 m a cada lado del eje central del transecto, durante recorridos de aproximadamente 30 minutos (Villareal, 2006). Las capturas con red entomológica se realizaron únicamente cuando el individuo era de difícil identificación, se tomaron fotografías y posteriormente fue liberado.

C. Esfuerzo de Muestreo

El esfuerzo de muestreo empleado en cada uno de los sitios de estudio se presenta a continuación:

Cuadro 6.2-83: Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Entomofauna

Código	Método	Número trampas /redes/ transecto	Número de días	Horas por día	Tiempo Total
LPQ-BI-1	Trampas pitfall	20	2	24	960 horas
	Trampas VSR	10	2	24	480 horas
LPQ-BI-2	Trampas pitfall	20	2	24	960 horas
	Trampas VSR	10	2	24	480 horas
LPQ-BI-3	Trampas pitfall	20	2	24	960 horas
	Trampas VSR	10	2	24	480 horas
LPq-BI-1	Observación directa	1	1	30 min	30 min
LPq-BI-2	Observación directa	1	1	30 min	30 min
LPq-BI-3	Observación directa	1	1	30 min	30 min
LPq-BI-4	Observación directa	1	1	30 min	30 min
LPq-BI-5	Observación directa	1	1	30 min	30 min
LPq-BI-6	Observación directa	1	1	30 min	30 min
LPq-BI-7	Observación directa	1	1	30 min	30 min
LPq-BI-8	Observación directa	1	1	30 min	30 min
LPq-BI-9	Observación directa	1	1	30 min	30 min
LPq-BI-10	Observación directa	1	1	30 min	30 min
LPq-BI-11	Observación directa	1	1	30 min	30 min
LPq-BI-12	Observación directa	1	1	30 min	30 min

Simbología: VSR: trampas Van Someren-Rydon

Fuente: Trabajo de campo, ESSAM 2021.

Elaboración: ESSAM, 2022

D. Análisis de Datos

Para la identificación taxonómica de los escarabajos copronecrófagos, se utilizó bibliografía específica (Medina & Lopera, 2000) y (Chamorro, 2019).

Para realizar la identificación taxonómica de las mariposas, se utilizaron claves e ilustraciones tales como: Guía de Mariposas de Ecuador (Piñas, 2004), Inventario preliminar de los Rhopalocera de Mitu Vaupés, Colombia (Insecta: lepidoptera) (Rodríguez & Hollman, 2013).

Algunos especímenes fueron colectados como material para identificación en el museo, mediante técnicas estandarizadas de sacrificio y preservación utilizando alcohol potable al 75% y fueron movilizados en frascos de plástico (Marquez Luna, 2005). Se movilizó hacia el Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO) diez especímenes de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) (Ver *Anexo Digital 6.2 Componente Biótico/ 6.2-3 Deposito Museos/ 5 Deposito Entomofauna*).

Los datos del muestreo cuantitativo de entomofauna se analizaron según se indica a continuación:

- **Riqueza**

Es el número total de morfoespecies registradas (Moreno, 2001).

- **Abundancia**

Es el número de individuos registrados de una especie (Villareal, 2006), también suele manejarse el término para enunciar el número total de individuos de todas las morfoespecies en un sitio.

- **Índice de Diversidad de Shannon-Wiener**

Es un índice ampliamente usado para calcular la diversidad biótica en los ecosistemas acuáticos y terrestres; mide la diversidad de especies. Un valor alto indica una diversidad alta, influenciado por una gran cantidad de taxones o una distribución más equitativa de estas. El valor del índice es cero en los casos en que todos los individuos recogidos pertenecen a un solo grupo taxonómico (Moreno, 2001). Se calcula a partir de:

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

Ecu. 6.2-38

Donde:

H' = Contenido de la información de la muestra o índice de diversidad.

Σ = Sumatoria

p_i = Proporción de individuos de la especie i divididos para el número total de individuos de la muestra (N).

$\ln(p_i)$ = logaritmo natural de p_i

Este índice se representa normalmente como H' , y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y rara vez 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos.

Para este caso particular, el valor del índice de diversidad de Shannon-Wiener se lo dividió en tres partes, debido a que generalmente recae entre valores de 1,5 y 3,5 y raramente sobrepasa los 4,5 (Magurran, 1988). Considerando así una diversidad baja para valores menores a 1,5; diversidad media a valores menores a 3,6 (entre 1,6 y 3,5) y diversidad alta cuando sobrepasa este valor.

- **Índice de Diversidad de Simpson (1-D)**

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

$$D = \sum p_i^2$$

Ecu. 6.2-39

Donde:

D = Índice de Diversidad de Simpson

Σ = Sumatoria p_i

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

El Índice de Simpson manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1-D (Moreno, 2001).

El rango del Índice de Diversidad va de 0 (baja diversidad) a 1 (alta diversidad). Los resultados se interpretan usando la siguiente escala de significancia entre 0-1 así: 0-0,33 Diversidad baja, 0,34-0,66 diversidad media, >0,67 diversidad alta.

- **Índice de Chao 1**

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Moreno, 2001). Este índice da una medida del inventario completo y la riqueza de especies. El índice de Chao se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Chao\ 1 = S + \left(\frac{a^2}{2b}\right)$$

Ecu. 6.2-40

Donde:

- a= número de especies con un solo individuo en la muestra;
- b= número de especies representadas por solo dos individuos en la muestra
- S= número de especies en una muestra

- **Índice de similitud de Jaccard**

El índice de Jaccard expresa la semejanza entre dos muestras, al considerar la composición de las especies registradas al relacionar el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos muestreos. El rango de este índice va desde cero, cuando no hay especies compartidas, hasta uno cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001). Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies.

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

Ecu. 6.2-41

Donde:

- a= es el número de morfoespecies presentes en el sitio A;
- b= es el número de morfoespecies presentes en el sitio B y
- S= es el número de morfoespecies presentes en ambos sitios A y B.

E. Aspectos Ecológicos

- **Gremio Trófico**

Para la comunidad de escarabajos copronecrófagos se analizó su relación con el tipo de alimentación: 1) Especialistas a un tipo de alimento (coprófago o carroñero), y 2) Generalistas, que prefieren varios tipos de alimentos (Celi & Dávalos, 2001).

Para las mariposas diurnas se utilizaron tres gremios alimenticios, según el tipo de alimento que consumen en estado adulto: a) nectívoras las que obtienen su fuente de alimentación de las flores, b) aquellas cuyos nutrientes están principalmente en la arena

húmeda y charcos, y c) frugívoras las que llegan a frutas en descomposición (fermentados) y/o excretas de algunos animales para alimentarse (Andrade, 1998).

Mientras que para los otros grupos de invertebrados se identificaron estrategias alimenticias diferentes como los Fitófagos, Omnívoros y Depredadores.

- **Hábito**

En función del momento en el cual fueron registradas las diferentes especies de entomofauna y revisando la biología de cada una de ellas, se estableció dos categorías: 1) Diurno, y 2) Nocturno (Cultid, 2012).

- **Distribución Vertical de las Especies**

Para determinar la distribución vertical de la entomofauna registrada en este estudio, se tomó en cuenta dos niveles: suelo y sotobosque (Cultid, 2012).

- **Sensibilidad**

Se realizó un análisis del número de individuos de cada especie (Araujo, 2005) y se estableció tres grupos de la siguiente manera: sensibilidad alta (1 a 3 individuos), sensibilidad media (4 a 49 individuos) y sensibilidad baja (50 individuos en adelante).

- **Especies Indicadoras**

Fueron determinadas buscando información disponible acerca de la biología de cada especie de entomofauna (Apaza, 2005); Andrade, 1998).

- **Estado de Conservación de las Especies**

Se determinó en función de la Lista Roja de la UICN (2021) y los apéndices de CITES (2021).

- **Uso del Recurso**

Se determinó en función de comentarios de las personas que habitan en sitios similares a los evaluados, en este caso los asistentes de campo.

❖ **Análisis de Resultados**

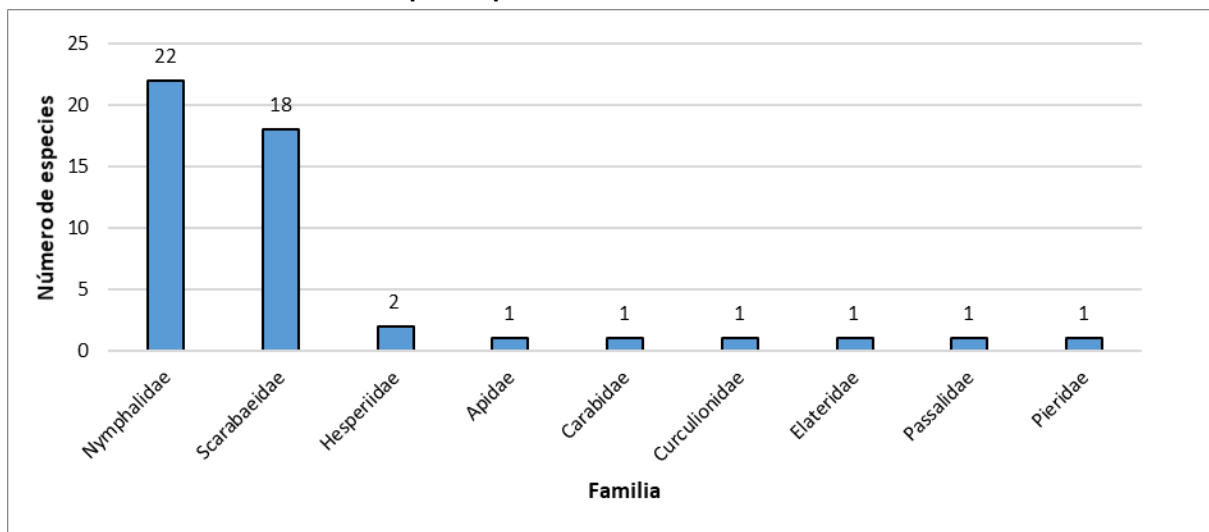
A. Análisis General

• **Riqueza**

Se registraron 48 especies de insectos, pertenecientes a nueve familias y tres órdenes. El orden Lepidoptera representado por las familias Hesperidae, Nymphalidae y Pieridae; Coleoptera representado por las familias Carabidae, Curculionidae, Elateridae, Passalidae y Scarabaeidae. Finalmente, el orden Hymenoptera representado por la familia Apidae.

Nymphalidae y Scarabaeidae tuvieron la mayor riqueza, con 22 y 18 especies respectivamente; seguidas por Hesperidae con dos especies, las familias restantes estuvieron representadas con una especie cada una (Gráfico 6.2-86). Del total de especies, 18 fueron registradas mediante trampas pitfall, 10 mediante trampas Van Someren Rydon (VSR) y 20 mediante recorridos de observación.

Gráfico 6.2-86: Número de Especies por Familia de Entomofauna en toda el Área de Estudio



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

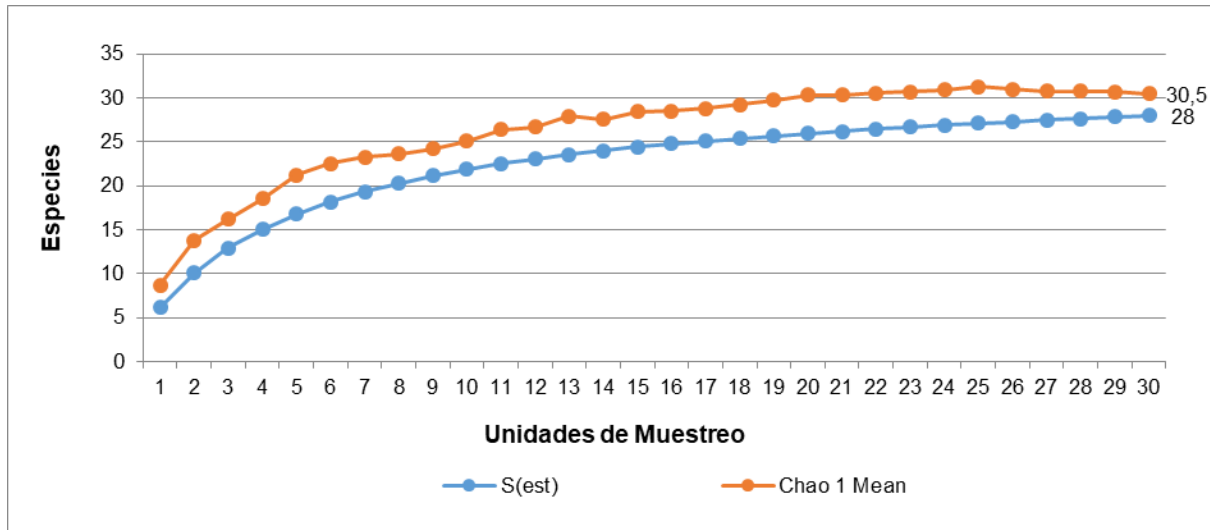
Elaboración: ESSAM, 2022

• **Curva de Acumulación de Especies**

Se elaboró una curva de acumulación de especies para la entomofauna registrada a través de muestreos cuantitativos, en toda el área de estudio. La estación (unidad) de muestreo corresponde a una trampa pitfall con coprocebo, una trampa pitfall con carroña y una VSR. Se evaluaron 3 sitios y en cada sitio existieron 10 estaciones de muestreo, por lo tanto, en toda el área se evaluaron 30 estaciones de muestreo. La curva muestra tendencia a la

asíntota, es decir a estabilizarse, esto indica que se realizó un buen esfuerzo de muestreo y se logró registrar gran parte de las especies estimadas para el área evaluada. Según los resultados obtenidos, se alcanzó el 91% de la riqueza estimada por Chao 1 (Gráfico 6.2-87).

Gráfico 6.2-87: Curva de Acumulación de Especies de Entomofauna en toda el Área de Estudio



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

B. Análisis Cuantitativo por Punto de Muestreo

- LPQ-BI-1 (Las Minas)

Riqueza

Se registraron 14 especies de insectos, pertenecientes a dos familias y dos órdenes. El orden Coleoptera representado por la familia Scarabaeidae y Lepidoptera representado por la familia Nymphalidae. La mayor riqueza de especies estuvo concentrada en la familia Scarabaeidae con 10 especies (Cuadro 6.2-84).

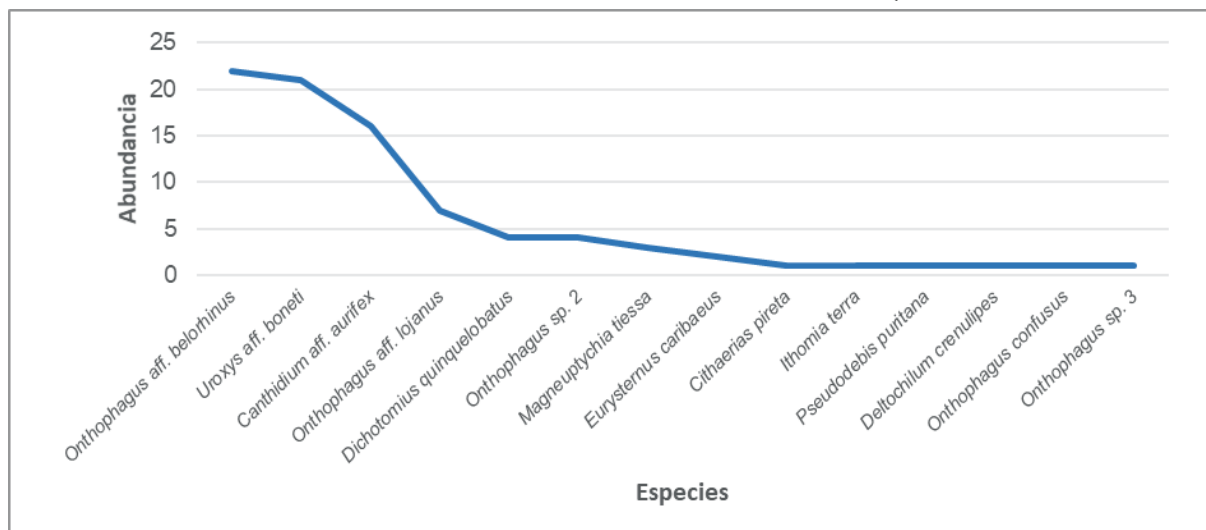
Cuadro 6.2-84: Especies Registradas en LPQ-BI-1			
Orden	Familia	Especie	Abundancia
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Cithaerias pireta</i>	1
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Ithomia terra</i>	1
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Magneuptychia tiessa</i>	3
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pseudodebis puritana</i>	1
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthidium aff. aurifex</i>	16
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum crenulipes</i>	1
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius quinquelobatus</i>	4

Cuadro 6.2-84: Especies Registradas en LPQ-BI-1			
Orden	Familia	Especie	Abundancia
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Eurysternus caribaeus</i>	2
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus aff. belorhinus</i>	22
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus aff. lojanus</i>	7
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus confusus</i>	1
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus sp. 2</i>	4
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus sp. 3</i>	1
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Uroxys aff. boneti</i>	21
Total general			85
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021			
Elaborado: ESSAM, 2022			

Abundancia

Se registró un total de 85 individuos, la especie con mayor abundancia fue *Onthophagus aff. belorhinus* (escarabajo copronecrófago) con 22 individuos, seguida por *Uroxys aff. boneti* (escarabajo copronecrófago) con 21 individuos; el resto de las especies estuvieron representadas por 1 a 16 individuos (Gráfico 6.2-88).

Gráfico 6.2-88: Abundancia de Entomofauna en LPQ-BI-1



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Índices de Diversidad: Shannon-Wiener y Simpson (1-D)

El valor obtenido mediante el índice de Shannon, determinó diversidad media para la Entomofauna existente en este sitio de estudio, mientras que, con el índice de Simpson, se

estableció diversidad alta. Los valores obtenidos y su interpretación se presentan en el cuadro 6.2-85.

Cuadro 6.2-85: Índice de Shannon-Wiener y Simpson (1-D) - LPQ-BI-1						
Año de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon Wiener		Índice de Simpson (1-D)	
			Valor	Interpretación	Valor	Interpretación
2021	14	85	2,02	Diversidad media	0,83	Diversidad alta

Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021
Elaborado: ESSAM, 2022

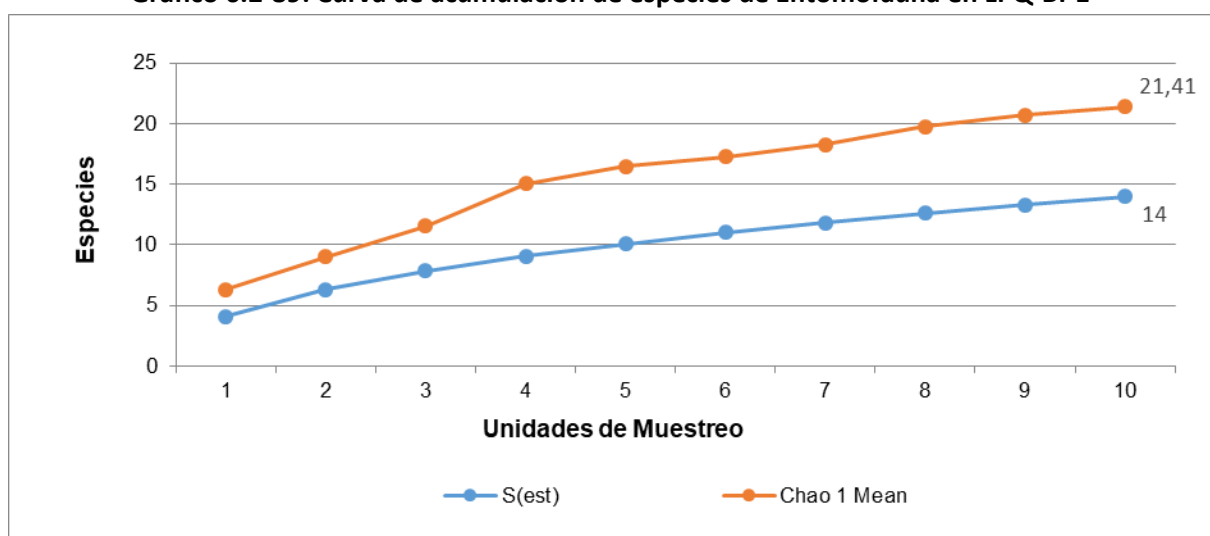
Índice de Chao 1

En función del valor obtenido (Chao 1=21,41) para la entomofauna en este sitio de estudio, se puede decir que el número de especies capturadas mediante trampas pitfall y trampas VSR (S=14), representan el 65 % del total de especies estimadas por el índice.

Curva de acumulación de especies

Para elaborar la curva de acumulación de especies, se consideró como unidad muestral cada estación de muestreo que corresponde a una trampa pitfall con coprocebo, una trampa pitfall con carroña y una VSR. La curva de acumulación de especies no mostró tendencia a la asíntota, es decir tiende a estabilizarse. En función del índice de Chao 1 calculado, aún faltarían por registrar siete especies estimadas para este sitio de estudio (Gráfico 6.2-89).

Gráfico 6.2-89: Curva de acumulación de especies de Entomofauna en LPQ-BI-1



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- LPQ-BI-2 (Vía a San Pablo)

Riqueza

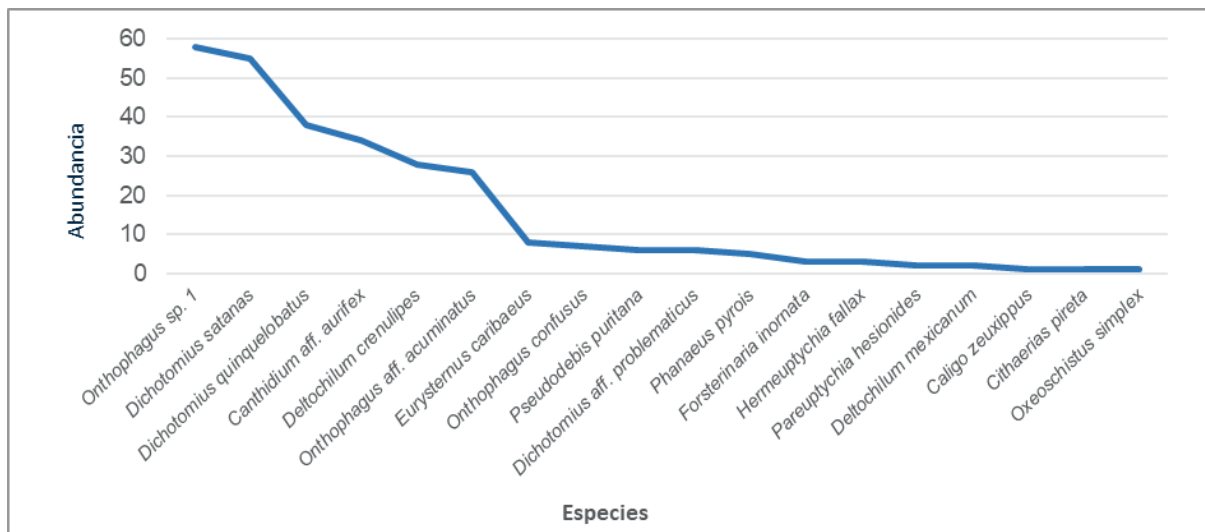
Se registraron 18 especies de insectos, pertenecientes a dos familias y dos órdenes. El orden Coleoptera representado por la familia Scarabaeidae y Lepidoptera representado por la familia Nymphalidae. La mayor riqueza de especies estuvo concentrada en la familia Scarabaeidae con 11 especies (Cuadro 6.2-86).

Cuadro 6.2-86: Especies Registradas en LPQ-BI-2			
Orden	Familia	Especie	Abundancia
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Caligo zeuxippus</i>	1
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Cithaerias pireta</i>	1
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Forsterinaria inornata</i>	3
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Hermeuptychia fallax</i>	3
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Oxeoschistus simplex</i>	1
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pareuptychia hesionides</i>	2
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pseudodebis puritana</i>	6
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthidium aff. aurifex</i>	34
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum crenulipes</i>	28
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum mexicanum</i>	2
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius aff. problematicus</i>	6
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius quinquelobatus</i>	38
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius satanas</i>	55
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Eurysternus caribaeus</i>	8
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus aff. acuminatus</i>	26
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus confusus</i>	7
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus sp. 1</i>	58
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Phanaeus pyrois</i>	5
Total general			284
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021			
Elaborado: ESSAM, 2022			

Abundancia

Se registró un total de 284 individuos, la especie con mayor abundancia fue *Onthophagus sp. 1* (escarabajo copronecróforo) con 58 individuos, seguida por *Dichotomius satanas* (escarabajo copronecróforo) con 55 individuos, *Dichotomius quinquelobatus* (escarabajo copronecróforo) con 38 individuos; el resto de las especies estuvieron representadas por 1 a 34 individuos (Gráfico 6.2-90).

Gráfico 6.2-90: Abundancia de Entomofauna en LPQ-BI-2



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Índices de Diversidad: Índice de Shannon-Wiener y Simpson (1-D)

El valor obtenido mediante el índice de Shannon, determinó diversidad media para la Entomofauna existente en este sitio de estudio, mientras que, con el índice de Simpson, se estableció diversidad alta. Los valores obtenidos se presentan en el cuadro 6.2-87.

Cuadro 6.2-87: Índice de Shannon-Wiener e Índice de Simpson (1-D) - LPQ-BI-2						
Año de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon-Wiener		Índice de Simpson (1-D)	
			Valor	Interpretación	Valor	Interpretación
2021	18	284	2,26	Diversidad media	0,87	Diversidad alta

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaborado: ESSAM, 2022

Índice de Chao 1

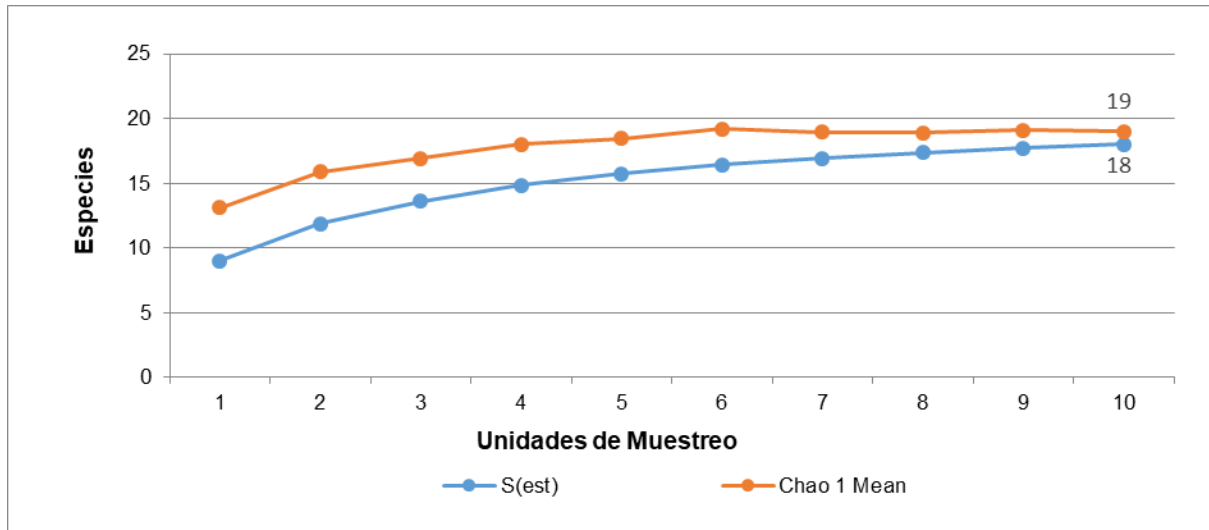
En función del valor obtenido (Chao 1=19) para la entomofauna en este sitio de estudio, se puede decir que el número de especies capturadas mediante trampas pitfall y trampas VSR (S=18), representan el 95 % del total de especies estimadas por el índice.

Curva de acumulación de especies

Para elaborar la curva de acumulación de especies, se consideró como unidad muestral cada estación de muestreo que corresponde a una trampa pitfall con coprocebo, una trampa

pitfall con carroña y una VSR. La curva de acumulación de especies mostró tendencia a la asíntota, es decir a estabilizarse. En función del índice de Chao 1 calculado, aún faltaría por registrar una especie estimada para este sitio de estudio (Gráfico 6.2-91).

Gráfico 6.2-91: Curva de acumulación de especies de Entomofauna en LPQ-BI-2



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **LPQ-BI-3 (Las Minas)**

Riqueza

Se registraron 17 especies de insectos, pertenecientes a dos familias y dos órdenes. El orden Coleoptera representado por la familia Scarabaeidae y Lepidoptera representado por la familia Nymphalidae. La mayor riqueza de especies estuvo concentrada en la familia Scarabaeidae con 12 especies (Cuadro 6.2-88).

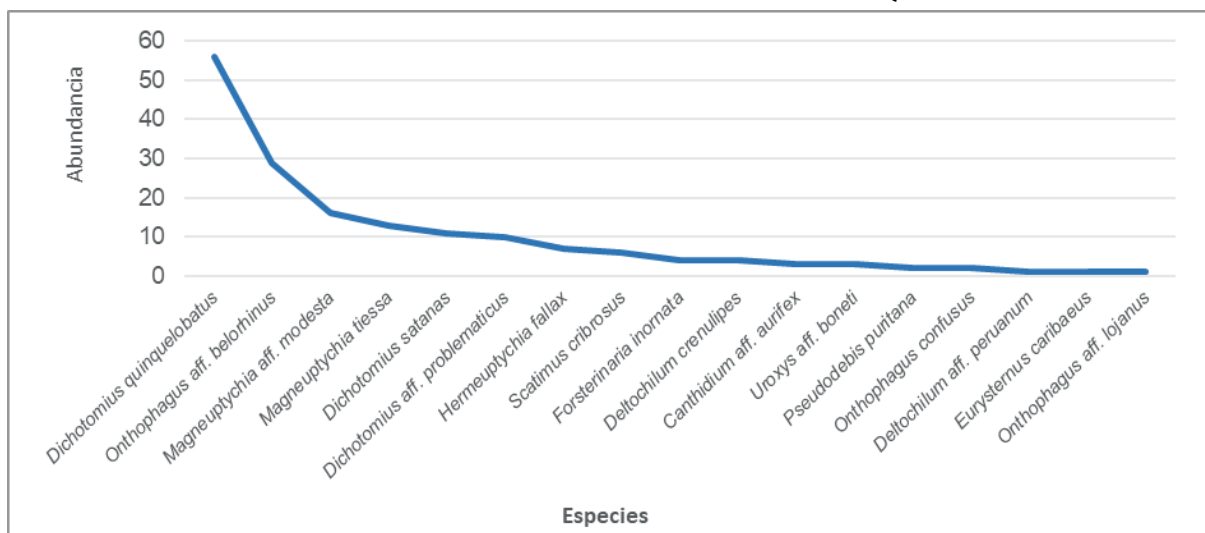
Cuadro 6.2-88: Especies Registradas en LPQ-BI-3			
Orden	Familia	Especie	Abundancia
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Forsterinaria inornata</i>	4
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Hermeuptychia fallax</i>	7
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Magneuptychia aff. modesta</i>	16
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Magneuptychia tiessa</i>	13
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pseudodebis puritana</i>	2
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthidium aff. aurifex</i>	3
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum aff. peruanum</i>	1
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum crenulipes</i>	4
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius aff. problematicus</i>	10
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius quinquelobatus</i>	56

Cuadro 6.2-88: Especies Registradas en LPQ-BI-3			
Orden	Familia	Especie	Abundancia
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius satanas</i>	11
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Eurysternus caribaeus</i>	1
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus aff. belorhinus</i>	29
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus aff. lojanus</i>	1
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus confusus</i>	2
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Scatimus cribrosus</i>	6
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Uroxys aff. boneti</i>	3
Total general			169
Fuente: Trabajo en campo ESSAM, 2021			
Elaborado: ESSAM, 2022			

Abundancia

Se registró un total de 169 individuos, la especie con mayor abundancia fue *Dichotomius quinquelobatus* (escarabajo copronecrófago) con 56 individuos, seguida por *Onthophagus aff. belorhinus* (escarabajo copronecrófago) con 29 individuos, *Magneuptychia aff. modesta* (mariposa) con 16 individuos; el resto de las especies estuvieron representadas por 1 a 13 individuos (Gráfico 6.2-92).

Gráfico 6.2-92: Abundancia de Entomofauna en LPQ-BI-3



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Índices de Diversidad: Índice de Shannon-Wiener y Simpson (1-D)

El valor obtenido mediante el índice de Shannon, determinó diversidad media para la Entomofauna existente en este sitio de estudio, mientras que, con el índice de Simpson, se estableció diversidad alta. Los valores se detallan en el cuadro 6.2-89.

Cuadro 6.2-89: Índice de Shannon-Wiener y Simpson (1-D) - LPQ-BI-3						
Año de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon-Wiener		Índice de Simpson (1-D)	
			Valor	Interpretación	Valor	Interpretación
2021	17	169	2,20	Diversidad media	0,83	Diversidad alta

Fuente: Trabajo en campo ESSAM, 2021
Elaborado: ESSAM, 2022

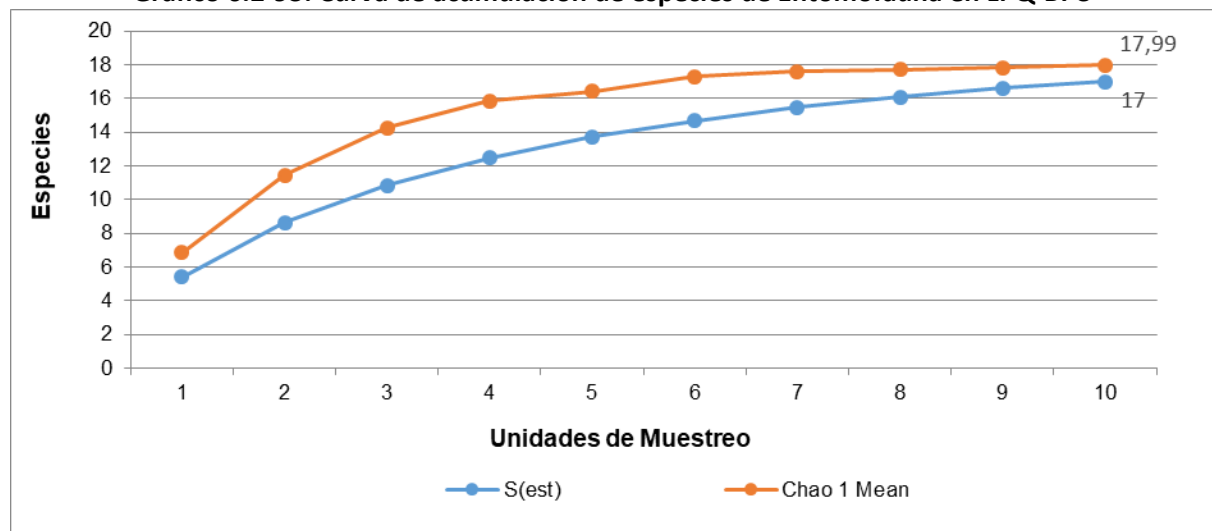
Índice de Chao 1

En función del valor obtenido (Chao 1=18) para la entomofauna en este sitio de estudio, se puede decir que el número de especies capturadas mediante trampas pitfall y trampas VSR (S=17), representan el 94 % del total de especies estimadas por el índice.

Curva de acumulación de especies

Para elaborar la curva de acumulación de especies, se consideró como unidad muestral cada estación de muestreo que corresponde a una trampa pitfall con coprocebo, una trampa pitfall con carroña y una VSR. La curva de acumulación de especies mostró tendencia a la asíntota, es decir a estabilizarse. En función del índice de Chao 1 calculado, aún faltaría por registrar una especie estimada para este sitio de estudio (Gráfico 6.2-93).

Gráfico 6.2-93: Curva de acumulación de especies de Entomofauna en LPQ-BI-3



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

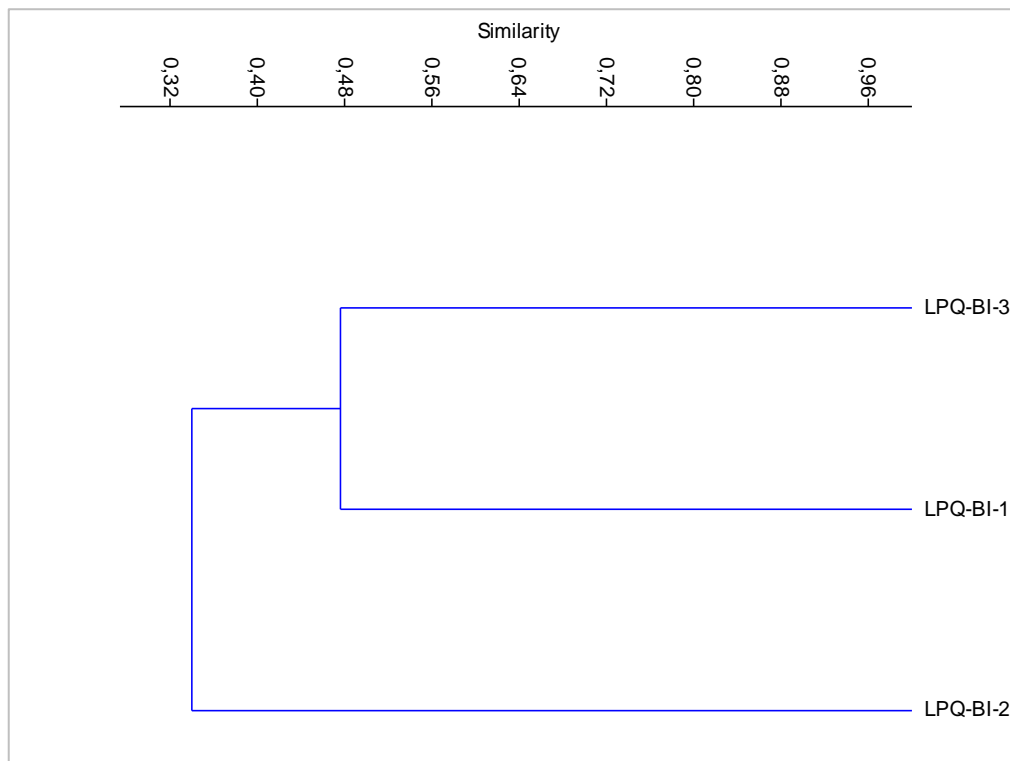
Elaboración: ESSAM, 2022

C. Índice de Jaccard (Similitud)

Para determinar la similitud en la composición de especies de Entomofauna entre los sitios de muestreo cuantitativo, se calculó el índice de similitud de Jaccard y se observó que no tienen la misma composición de especies. Los sitios LPQ-BI-1 y LPQ-BI-3 podrían considerarse como los más parecidos en composición de especies, ya que alcanzaron el mayor valor de índice de Jaccard (IJ=0,48), mientras que LPQ-BI-2 es diferente al resto de sitios evaluados.

Seguramente una de las causas principales de éstos resultados, específicamente para Lepidópteros, es la estructura vegetal de cada sitio de muestreo. Se conoce que ciertas plantas tienen estrecha relación con ciertas especies de mariposas, ya que son plantas hospederas de sus larvas (Orozco et al, 2009); otra posible causa es la altitud de los diferentes sitios, se sabe que existe una tendencia general para diversos grupos tanto animales como vegetales, en la que la riqueza de especies disminuye a mayores alturas, y en este caso el sitio LPQ-BI-2 está a menor altitud en comparación con los otros dos sitios evaluados.

Gráfico 6.2-94: Clúster basado en el índice de similitud de Jaccard para los sitios de Muestreo Cuantitativo



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Cuadro 6.2-90: Índice de Jaccard entre los sitios de Muestreo Cuantitativo			
	LPQ-BI-1	LPQ-BI-2	LPQ-BI-3
LPQ-BI-1		0,28	0,48
LPQ-BI-2	0,28		0,40
LPQ-BI-3	0,48	0,40	
Fuente: Trabajo en campo ESSAM, 2021			
Elaborado: ESSAM, 2022			

D. Análisis Cualitativo

Riqueza

Se realizaron muestreos cualitativos en 12 sitios, los cuales se evaluaron a través de recorridos de observación y captura mediante red entomológica, logrando registrar 24 especies de insectos, pertenecientes a ocho familias y tres órdenes. El orden Coleoptera representado por las familias Carabidae, Curculionidae, Elateridae y Passalidae. Lepidoptera representado por las familias Hesperidae, Nymphalidae y Pieridae. El orden Hymenoptera con la familia Apidae. La familia Nymphalidae estuvo representada por 16 especies (Cuadro 6.2-91).

Cuadro 6.2-91: Especies Registradas mediante Muestreo Cualitativo

Orden	Familia	Especie	LPq-BI-1	LPq-BI-2	LPq-BI-3	LPq-BI-4	LPq-BI-5	LPq-BI-6	LPq-BI-7	LPq-BI-8	LPq-BI-9	LPq-BI-10	LPq-BI-11	LPq-BI-12
Coleoptera	Carabidae	<i>Pseudoxysteira bipustulata</i>	X											
Coleoptera	Curculionidae	<i>Dynamis borassi</i>				X								
Coleoptera	Elateridae	<i>Pyrophorus noctilucus</i>	X											
Coleoptera	Passalidae	<i>Passalus sp.</i>	X											
Hymenoptera	Apidae	<i>Tetragona sp.</i>											X	
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Helioptes marginata</i>			X									
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Spicauda simplicius</i>			X									X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Altinote ozomene</i>				X								
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Anartia amathea</i>				X		X	X		X	X		X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Danaus plexippus</i>									X	X		
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Dione glycera</i>									X			
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Doxocopa cyane</i>							X					
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Heliconius atthis</i>		X								X		
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Heliconius clysonymus</i>					X							
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Hermeuptychia fallax</i>						X			X			
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Ithomia terra</i>												X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Magneuptychia aff. modesta</i>		X	X					X		X	X	X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Mechanitis menapis mantineus</i>		X	X								X	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Morpho helenor</i>				X					X			
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pagyris cymothoe</i>								X				
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pareuptychia hesionides</i>						X						
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pteronymia asopo</i>		X			X							
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Siproeta epaphus</i>								X	X	X		
Lepidoptera	Pieridae	<i>Eurema agave</i>				X		X	X		X			

Fuente: Trabajo en campo ESSAM, 2021
Elaborado: ESSAM, 2022

Índice de Jaccard

Para determinar la similitud en la composición de especies de Entomofauna entre los sitios de muestreo cualitativo, se calculó el índice de similitud de Jaccard y se determinó que son diferentes. Los sitios LPq-BI-2, LPq-BI-11 y LPq-BI-6, LPq-BI-7 podrían considerarse como los más parecidos en composición de especies, ya que alcanzaron el mayor valor de índice de Jaccard (IJ=0,40), mientras que LPq-BI-1 es diferente al resto de sitios evaluados.

Seguramente una de las causas principales de éstos resultados, específicamente para Lepidópteros, es la estructura vegetal de cada sitio de muestreo. Se conoce que ciertas plantas tienen estrecha relación con ciertas especies de mariposas, ya que son plantas hospederas de sus larvas (Orozco et al., 2009).

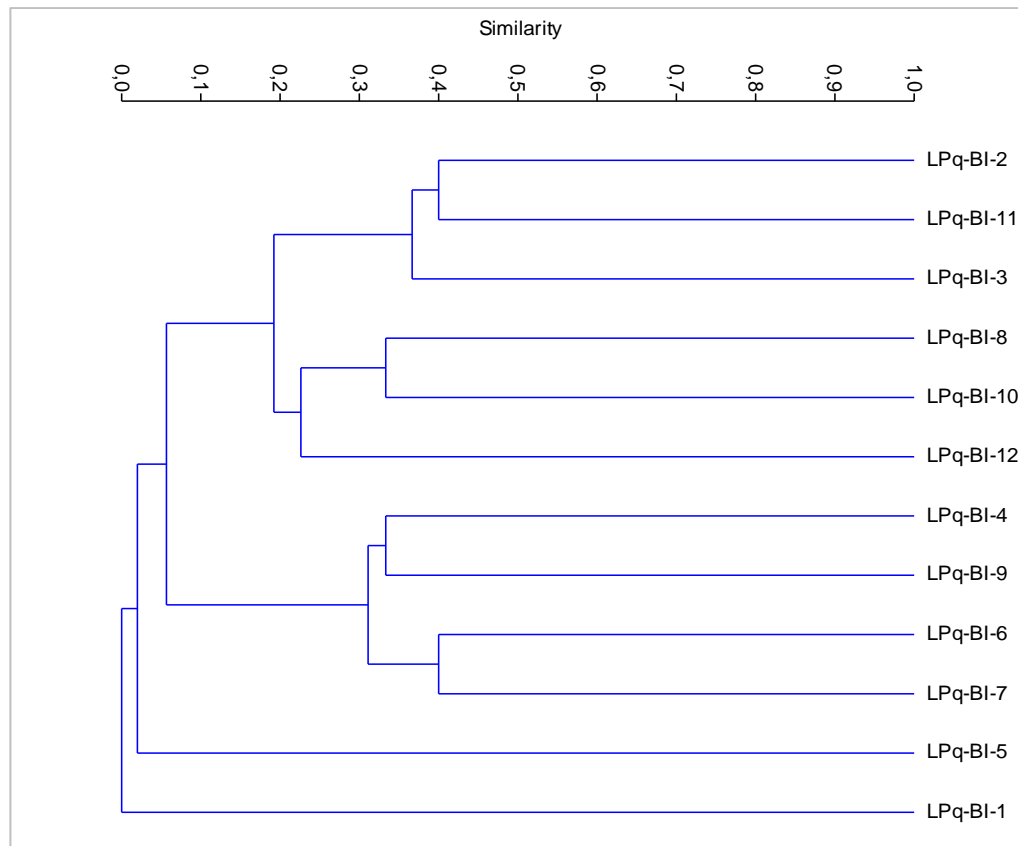
Cuadro 6.2-92: Índice de Jaccard entre los sitios de Muestreo Cualitativo

Sitios Muestreo	LPq-BI-1	LPq-BI-2	LPq-BI-3	LPq-BI-4	LPq-BI-5	LPq-BI-6	LPq-BI-7	LPq-BI-8	LPq-BI-9	LPq-BI-10	LPq-BI-11	LPq-BI-12
LPq-BI-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LPq-BI-2	0	1	0,33	0	0,20	0	0	0,17	0	0,29	0,40	0,14
LPq-BI-3	0	0,33	1	0	0	0	0	0,17	0	0,13	0,40	0,33
LPq-BI-4	0	0	0	1	0	0,29	0,33	0	0,33	0,11	0	0,13
LPq-BI-5	0	0,20	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
LPq-BI-6	0	0	0	0,29	0	1	0,40	0	0,38	0,13	0	0,14
LPq-BI-7	0	0	0	0,33	0	0,40	1	0	0,25	0,14	0	0,17
LPq-BI-8	0	0,17	0,17	0	0	0	0	1	0,11	0,33	0,20	0,17
LPq-BI-9	0	0	0	0,33	0	0,38	0,25	0,11	1	0,33	0	0,10
LPq-BI-10	0	0,29	0,13	0,11	0	0,13	0,14	0,33	0,33	1	0,14	0,29
LPq-BI-11	0	0,40	0,40	0	0	0	0	0,20	0	0,14	1	0,17
LPq-BI-12	0	0,14	0,33	0,13	0	0,14	0,17	0,17	0,10	0,29	0,17	1

Fuente: Trabajo en campo ESSAM, 2021

Elaborado: ESSAM, 2022

Gráfico 6.2-95: Clúster basado en el índice de similitud de Jaccard para los sitios de Muestreo Cualitativo



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

E. Aspectos Ecológicos

Cuadro 6.2-93: Aspectos Ecológicos de la Entomofauna registrada en toda el área de estudio

Orden	Familia	Especie	Gremio trófico	Sensibilidad	Distribución Vertical	Hábito
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Altinote ozomene</i>	Frugívoro	Alta	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Anartia amathea</i>	Frugívoro	Media	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Caligo zeuxippus</i>	Frugívoro	Alta	Sotobosque	Diurno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthidium aff. aurifex</i>	Coprófago	Baja	Suelo	Nocturno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Cithaerias pireta</i>	Frugívoro	Alta	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Danaus plexippus</i>	Nectívoro	Media	Sotobosque	Diurno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum aff. peruanum</i>	Generalista	Alta	Suelo	Nocturno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum crenulipes</i>	Generalista	Media	Suelo	Nocturno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum mexicanum</i>	Coprófago	Alta	Suelo	Nocturno

Cuadro 6.2-93: Aspectos Ecológicos de la Entomofauna registrada en toda el área de estudio

Orden	Familia	Especie	Gremio trófico	Sensibilidad	Distribución Vertical	Hábito
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius aff. problematicus</i>	Coprófago	Media	Suelo	Nocturno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius quinquelobatus</i>	Generalista	Baja	Suelo	Nocturno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius satanas</i>	Coprófago	Baja	Suelo	Nocturno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Dione glycera</i>	Nectívoro	Alta	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Doxocopa cyane</i>	Frugívoro	Alta	Sotobosque	Diurno
Coleoptera	Curculionidae	<i>Dynamis borassi</i>	Fitófago	Alta	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Pieridae	<i>Eurema agave</i>	Frugívoro	Media	Sotobosque	Diurno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Eurysternus caribaeus</i>	Generalista	Media	Suelo	Nocturno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Forsterinaria inornata</i>	Frugívoro	Media	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Heliconius atthis</i>	Nectívoro	Alta	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Heliconius clysonymus</i>	Nectívoro	Alta	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Heliopetes marginata</i>	Frugívoro	Media	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Hermeuptychia fallax</i>	Frugívoro	Media	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Ithomia terra</i>	Nectívoro	Alta	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Magneuptychia aff. modesta</i>	Frugívoro	Media	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Magneuptychia tiessa</i>	Frugívoro	Media	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Mechanitis menapis mantineus</i>	Nectívoro	Alta	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Morpho helenor</i>	Frugívoro	Alta	Sotobosque	Diurno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus aff. acuminatus</i>	Coprófago	Media	Suelo	Nocturno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus aff. belorhinus</i>	Coprófago	Baja	Suelo	Nocturno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus aff. lojanus</i>	Coprófago	Media	Suelo	Nocturno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus confusus</i>	Coprófago	Media	Suelo	Nocturno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus sp. 1</i>	Coprófago	Baja	Suelo	Nocturno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus sp. 2</i>	Coprófago	Media	Suelo	Nocturno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus sp. 3</i>	Coprófago	Alta	Suelo	Nocturno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Oxeoschistus simplex</i>	Frugívoro	Alta	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pagyris cymothoe</i>	Nectívoro	Alta	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pareuptychia hesionides</i>	Frugívoro	Media	Sotobosque	Diurno
Coleoptera	Passalidae	<i>Passalus sp</i>	Fitófago	Alta	Suelo	Diurno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Phanaeus pyrois</i>	Coprófago	Media	Suelo	Nocturno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pseudodebis puritana</i>	Frugívoro	Media	Sotobosque	Diurno
Coleoptera	Carabidae	<i>Pseudoxycheila bipustulata</i>	Depredador	Alta	Suelo	Diurno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pteronymia asopo</i>	Nectívoro	Alta	Sotobosque	Diurno
Coleoptera	Elateridae	<i>Pyrophorus noctilucus</i>	Fitófago	Alta	Sotobosque	Nocturno

Cuadro 6.2-93: Aspectos Ecológicos de la Entomofauna registrada en toda el área de estudio

Orden	Familia	Especie	Gremio trófico	Sensibilidad	Distribución Vertical	Hábito
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Scatimus cribrosus</i>	Coprófago	Media	Suelo	Nocturno
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Siproeta epaphus</i>	Frugívoro	Media	Sotobosque	Diurno
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Spicauda simplicius</i>	Frugívoro	Alta	Sotobosque	Diurno
Hymenoptera	Apidae	<i>Tetragona sp.</i>	Nectívoro	Media	Sotobosque	Diurno
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Uroxys aff. boneti</i>	Coprófago	Media	Suelo	Diurno

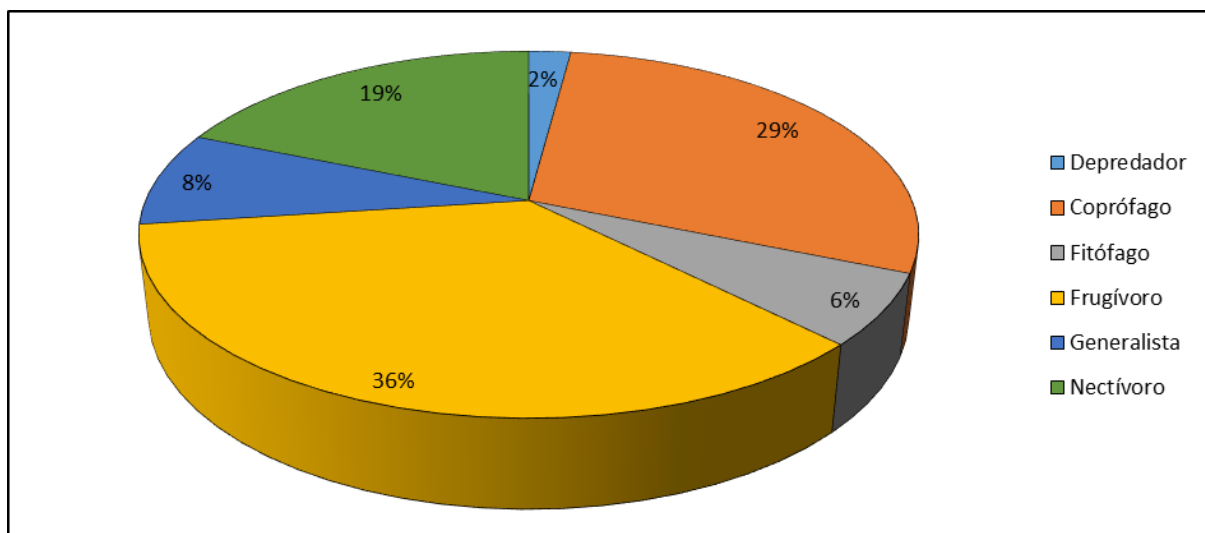
Fuente: Trabajo en Campo ESSAM, 2021

Elaborado: ESSAM, 2022

• **Gremios Tróficos**

En toda el área de estudio se registró un alto porcentaje de insectos frugívoros (36%) representados por la familia Nymphalidae del orden Lepidoptera: *Altinote ozomene*, *Anartia amatheia*, *Caligo zeuxippus*, etc. El porcentaje de insectos coprófagos fue menor (29%), representados por la familia Scarabaeidae del orden Coleoptera: *Phanaeus pyrois*, *Scatimus cribrosus*, *Onthophagus confusus*, etc. Además, se determinaron porcentajes mucho menores de insectos generalistas, nectívoros, fitófagos y depredadores, según se presenta en el gráfico 6.2-96.

Gráfico 6.2-96: Gremios Tróficos de Entomofauna



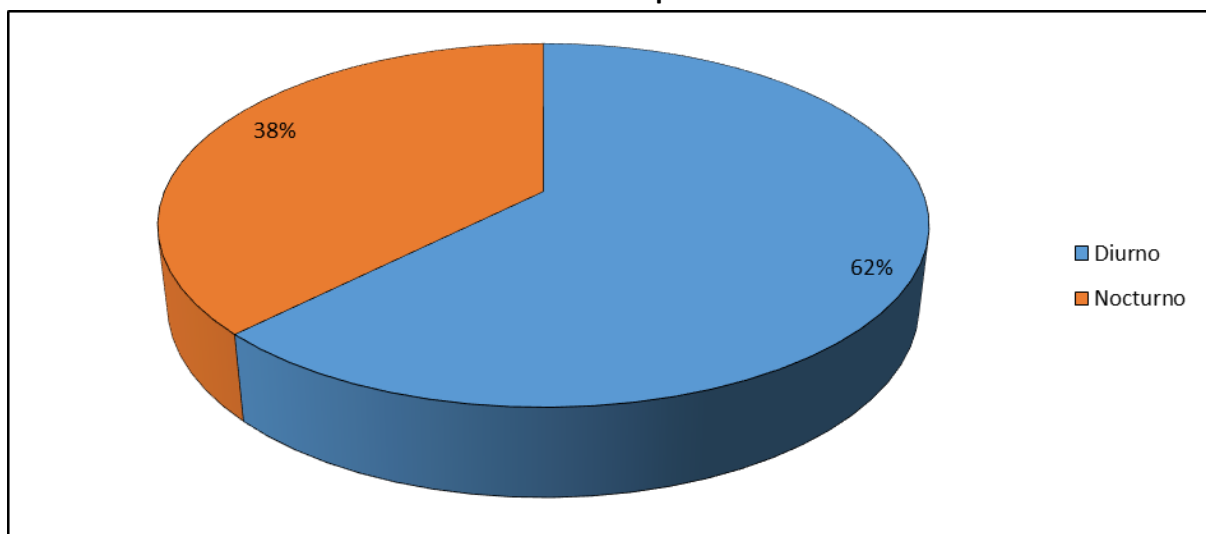
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Hábito**

En el área de estudio se evidenció mayor porcentaje de especies que son más activas durante el día (62%), corresponden principalmente a Lepidoptera: *Cithaerias pireta*, *Danaus plexippus*, *Dione glycera*, etc. También se evidenció un menor porcentaje de especies nocturnas (32%), corresponden principalmente a Coleoptera: *Canthidium* aff. *aurifex*, *Deltochilum mexicanum*, *Deltochilum crenulipes*, *Dichotomius* aff. *problematicus*, etc. (Gráfico 6.2-97).

Gráfico 6.2-97: Hábito de las Especies de Entomofauna



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Especies Indicadoras**

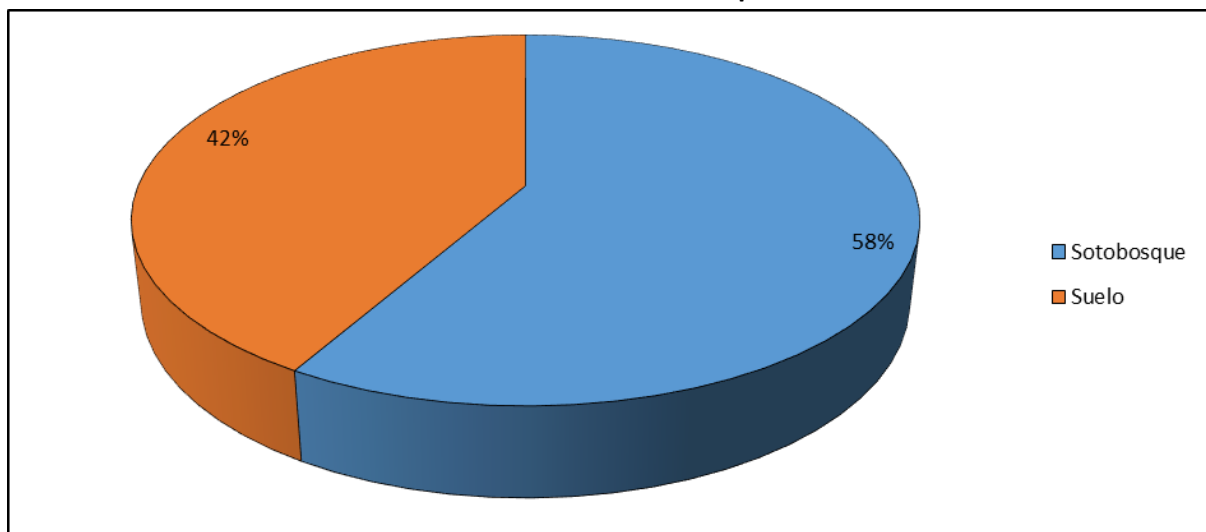
Algunas especies de Lepidoptera registradas en los distintos puntos de muestreo, corresponden a mariposas indicadoras de sotobosque primario, por ejemplo, *Cithaerias pireta*. Otras especies son indicadoras de dosel de bosque primario, por ejemplo *Morpho helenor* y especies indicadoras de áreas con explotación agrícola, tales como *Anartia amathea* y *Danaus plexippus* (Apaza, 2005).

En el caso de los registros obtenidos de escarabajos copronecrófagos, sobre todo para especies poco conocidas como las que se registraron en el área de estudio, actualmente no hay información disponible sobre su biología e historia natural para poder determinar si pueden ser consideradas como indicadoras de calidad ambiental.

• **Distribución Vertical de las Especies**

En toda el área de estudio se evidenció un mayor porcentaje de especies que fueron registradas a nivel de sotobosque (58%), representadas por el orden Lepidoptera, familia Nymphalidae. Existió un menor porcentaje de especies que fueron registradas a nivel de suelo (42%), representadas principalmente por el orden Coleoptera, familia Scarabaeidae (Gráfico 6.2-98).

Gráfico 6.2-98: Distribución Vertical de las Especies de Entomofauna



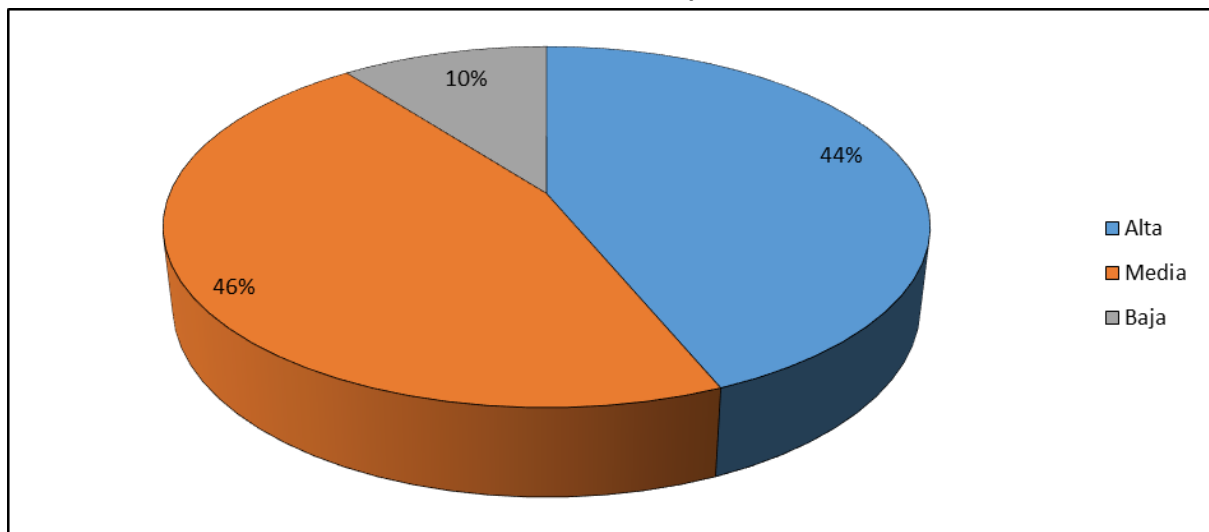
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

• **Sensibilidad**

La gran mayoría de especies de entomofauna registradas en el área de estudio fueron de sensibilidad media (46%) por ejemplo en Lepidoptera: *Forsterinaria inornata*, *Pareuptychia hesionides*, *Pseudodebis puritana*, en Coleoptera: *Deltochilum crenulipes*, *Dichotomius aff. problematicus*, *Onthophagus aff. lojanus*, *Onthophagus confusus*, *Phanaeus pyrois*, *Scatimus cribrosus*; además se determinó un considerable porcentaje de especies de sensibilidad alta (44%) por ejemplo en Lepidoptera: *Caligo zeuxippus*, *Cithaerias pireta*, *Oxeoschistus simplex*, en Coleoptera: *Deltochilum aff. peruanum*, *Deltochilum mexicanum* y un mínimo porcentaje de especies de sensibilidad baja (10%) por ejemplo en Coleoptera: *Canthidium aff. aurifex*, *Dichotomius quinquelobatus* y *Dichotomius satanas* (Gráfico 6.2-99).

Gráfico 6.2-99: Sensibilidad de las Especies de Entomofauna



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Estado de Conservación de las Especies**

Únicamente el escarabajo copronecrófago *Phanaeus pyrois*, ha sido evaluado y consta en la categoría de Preocupación Menor (LC) de la UICN. Ninguna de las especies de entomofauna registradas en este estudio, consta en los apéndices CITES; esto se debe en gran medida, a que no existe suficiente información de dichas especies.

- **Uso del Recurso**

Ninguna de las especies de entomofauna es utilizada en alguna actividad económica y/o de alimentación.

- ❖ **Resumen de resultados**

- En el presente estudio la riqueza, abundancia y diversidad de entomofauna presentan valores medios y altos. Los resultados obtenidos pueden ser consecuencia del regular estado de conservación que presentaron los sitios de muestreo cuantitativo. En dichos sitios (quebradas), existen remanentes de bosque nativo que constituyen verdaderos refugios para las distintas especies, a pesar de que alrededor hay grandes extensiones agropecuarias. Sucede algo interesante con los escarabajos copronecrófagos ya que la riqueza de especies es muy parecida en los sitios, esto puede ser consecuencia de que los escarabajos se adaptaron a consumir el alimento disponible, es decir, consumir los excrementos de ganado vacuno y caballo existente en el área, ya que se sabe que

el ciclo de vida de la mayoría de las especies depende del excremento de vertebrados, principalmente mamíferos.

- La curva de acumulación de especies en algunos sitios muestra tendencia a la asíntota, esto indica que se realizó un buen esfuerzo de muestreo en campo para los grupos indicadores (escarabajos y mariposas diurnas), y que la combinación de metodologías utilizadas permitió evaluar de manera exitosa al componente entomofauna.
- Según el índice de Jaccard, los sitios muestreados no tienen la misma composición de especies de entomofauna. El sitio LPQ-BI-2 ($IJ=0,28$; $IJ=0,40$) es diferente al resto de sitios evaluados cuantitativamente. Seguramente una de las causas principales de éstos resultados, específicamente para Lepidópteros, es la diferencia en la estructura vegetal de cada sitio de muestreo. Otra posible causa es la altitud de los diferentes sitios de muestreo cuantitativo.
- En toda el área de estudio se registró un alto porcentaje de insectos frugívoros representados por el orden Lepidoptera, familia Nymphalidae; seguramente se debe a la disponibilidad de alimento, puesto que estos insectos en su etapa adulta dependen de frutas en descomposición (fermentados) y/o excretas de algunos animales para alimentarse.
- La mayor parte de especies de entomofauna tienen hábito diurno y fueron registradas a nivel del sotobosque. Estos resultados son consecuencia de la metodología aplicada en campo, específicamente para los grupos de insectos que fueron evaluados.
- De acuerdo con la sensibilidad, en el área se determinó un alto porcentaje de especies de sensibilidad media y según las categorías de la UICN o apéndices CITES, ninguna está amenazada.
- Respecto a las especies de sensibilidad alta, en el grupo de mariposas se puede mencionar a *Cithaerias pireta* registrada en LPQ-BI-1 y LPQ-BI-2; *Caligo zeuxippus* y *Oxeoschistus simplex* registradas en LPQ-BI-2 (sitios con un regular estado de conservación). En el grupo de los escarabajos copronerófagos se puede mencionar a *Deltochilum aff. peruanum*, especie registrada en LPQ-BI-3 y *Deltochilum mexicanum*, registrada en LPQ-BI-2 (sitios con regular estado de conservación).
- Algunas especies de Lepidoptera corresponden a mariposas indicadoras de bosque primario, tales como *Cithaerias pireta* y *Morpho helenor*. Otras son indicadoras de áreas intervenidas con explotación agropecuaria, como por ejemplo *Anartia amathea* y *Danaus plexippus*.

- Ninguna de las especies registradas es utilizada en alguna actividad económica o de alimentación, tampoco son endémicas.

❖ Conclusiones

- En base a los resultados obtenidos, la entomofauna presenta un regular estado de conservación en los sitios donde aún existen remanentes de vegetación nativa, es decir en las “quebradas”, mientras que en los sitios donde existe explotación agropecuaria, la entomofauna presenta un estado de conservación deteriorado.
- En el presente estudio la riqueza, abundancia y diversidad de entomofauna presentan valores medios y altos. Los resultados obtenidos pueden ser consecuencia del regular estado de conservación que presentaron los sitios de muestreo cuantitativo.
- En toda el área de estudio se registró un alto porcentaje de insectos frugívoros representados por el orden Lepidoptera, familia Nymphalidae; además la mayor parte de especies de entomofauna tienen hábito diurno y fueron registradas a nivel del sotobosque. De acuerdo con la sensibilidad, en el área se determinó un alto porcentaje de especies de sensibilidad media y según las categorías de la UICN o apéndices CITES, ninguna está amenazada.
- Impactos potenciales para la Entomofauna en el área de estudio, pueden ser ciertas actividades mineras relacionadas con la remoción de suelo y pérdida de cobertura vegetal que afecten específicamente a las “quebradas”, donde aún existen remanentes de bosque nativo, podrían ocasionar la desaparición de las comunidades de escarabajos copronecrófagos y mariposas.
- Probablemente los insectos más susceptibles a los impactos del proyecto serán las especies de sensibilidad alta, para el grupo de Lepidoptera: *Caligo zeuxippus*, *Cithaerias pireta*, *Oxeoschistus simplex*, en Coleoptera: *Deltochilum aff. peruanum*, *Deltochilum mexicanum*.

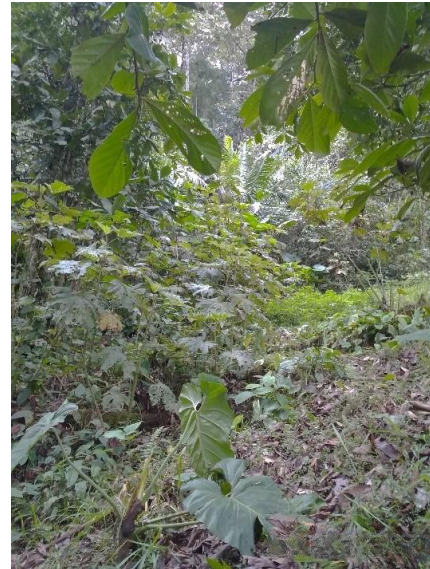
❖ **Registro Fotográfico**

A. Sitio de muestreo



Fotografía 6.2-128:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1
Coordenadas Geográficas:
X: 729234 **Y:** 9956769
Altitud: 1451
Fecha: 10-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-129:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-2
Coordenadas Geográficas:
X: 729388 **Y:** 9958493
Altitud: 1321
Fecha: 15-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-130:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-3
Coordenadas Geográficas:
X: 728952 **Y:** 9957495
Altitud: 1470
Fecha: 12-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-131:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPQ-BI-1
Coordenadas Geográficas:
X: 728928 **Y:** 9957737
Altitud: 1463
Fecha: 09-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-132:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPq-BI-2
Coordenadas Geográficas:
X: 729271 **Y:** 9959159
Altitud: 1263
Fecha: 12-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



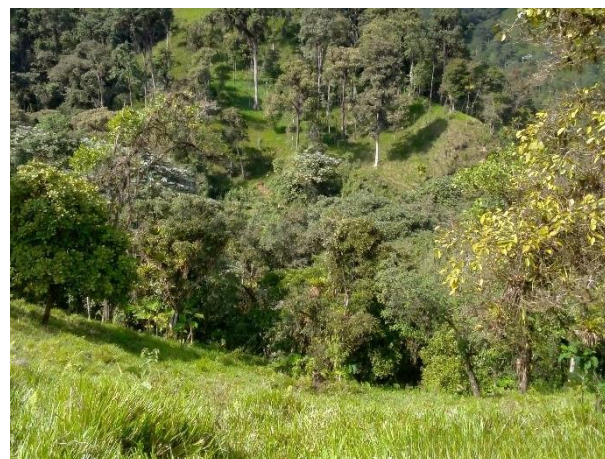
Fotografía 6.2-133:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPq-BI-3
Coordenadas Geográficas:
X: 729370 **Y:** 9956744
Altitud: 1495
Fecha: 08-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-134:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPq-BI-4
Coordenadas Geográficas:
X: 729836 **Y:** 9956809
Altitud: 1425
Fecha: 09-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-135:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPq-BI-5
Coordenadas Geográficas:
X: 728398 **Y:** 9957072
Altitud: 1570
Fecha: 11-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-136:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPq-BI-6
Coordenadas Geográficas:
X: 729620 **Y:** 9958371
Altitud: 1335
Fecha: 13-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-137:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPq-BI-7
Coordenadas Geográficas:
X: 728279 **Y:** 9958728
Altitud: 1292
Fecha: 15-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-138:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPq-BI-8
Coordenadas Geográficas:
X: 727960 **Y:** 9959531
Altitud: 1436
Fecha: 15-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-139:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPq-BI-9
Coordenadas Geográficas:
X: 729925 **Y:** 9958411
Altitud: 1276
Fecha: 14-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-140:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPq-BI-10
Coordenadas Geográficas:
X: 729954 **Y:** 9959347
Altitud: 1259
Fecha: 14-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-141:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPq-BI-11
Coordenadas Geográficas:
X: 728029 **Y:** 9957227
Altitud: 1505
Fecha: 11-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-142:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPq-BI-12
Coordenadas Geográficas:
X: 729940 **Y:** 9956302
Altitud: 1403
Fecha: 9-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

B. Metodología aplicada



Fotografía 6.2-143:

Método de muestreo: Trampas Pitfall para escarabajos copronecrófagos

Fecha: 12-septiembre-2021

Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-144:

Trampas

Método de muestreo: Trampas Van Someren Rydon (VSR) para mariposas

Fecha: 12-septiembre-2021

Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-145:

Método de muestreo: Observación directa y captura con red entomológica

Fecha: 14-septiembre-2021

Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

C. Especies registradas



Fotografía 6.2-146:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: Cithaerias
Especie: *Cithaerias pireta*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cuantitativo (Red VSR)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 10-septiembre-2021



Fotografía 6.2-147:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: Ithomia
Especie: *Ithomia terra*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cuantitativo (Red VSR)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 10-septiembre-2021



Fotografía 6.2-148:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Caligo*
Especie: *Caligo zeuxippus*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cuantitativo (Red VSR)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 15-septiembre-2021



Fotografía 6.2-149:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Oxeoschistus*
Especie: *Oxeoschistus simplex*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cuantitativo (Red VSR)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 15-septiembre-2021



Fotografía 6.2-150:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Pseudodebis*
Especie: *Pseudodebis puritana*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cuantitativo (Red VSR)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 15-septiembre-2021



Fotografía 6.2-151:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Magneptychia*
Especie: *Magneptychia tiessa*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cuantitativo (Red VSR)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 10-septiembre-2021



Fotografía 6.2-152:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Mechanitis*
Especie: *Mechanitis menapis mantineus*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cualitativo (Red entomológica manual)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 12-septiembre-2021



Fotografía 6.2-153:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Heliconius*
Especie: *Heliconius atthis*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cualitativo (Red entomológica manual)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 12-septiembre-2021



Fotografía 6.2-154:

Orden: Lepidoptera
Familia: HesperIIDae
Género: *Heliopetes*
Especie: *Heliopetes marginata*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cualitativo (Red entomológica manual)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 08-septiembre-2021



Fotografía 6.2-155:

Orden: Lepidoptera
Familia: HesperIIDae
Género: *Spicauda*
Especie: *Spicauda simplicius*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cualitativo (Red entomológica manual)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 08-septiembre-2021



Fotografía 6.2-156:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Magneuptychia*
Especie: *Magneuptychia* aff. *modesta*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cualitativo (Red entomológica manual)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 08-septiembre-2021



Fotografía 6.2-157:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Anartia*
Especie: *Anartia amathea*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cualitativo (Red entomológica manual)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 09-septiembre-2021



Fotografía 6.2-158:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Altinote*
Especie: *Altinote ozomene*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cualitativo (Red entomológica manual)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 09-septiembre-2021



Fotografía 6.2-159:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Pteronymia*
Especie: *Pteronymia asopo*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cualitativo (Red entomológica manual)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 12-septiembre-2021



Fotografía 6.2-160:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Heliconius*
Especie: *Heliconius clysonymus*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cualitativo (Red entomológica manual)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 11-septiembre-2021



Fotografía 6.2-161:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Doxocopa*
Especie: *Doxocopa cyane*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cualitativo (Red entomológica manual)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 15-septiembre-2021



Fotografía 6.2-162:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Pagyris*
Especie: *Pagyris cymothoe*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cualitativo (Red entomológica manual)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 15-septiembre-2021



Fotografía 6.2-163:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Pareuptychia*
Especie: *Pareuptychia hesionides*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cuantitativo (Red VSR)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 15-septiembre-2021



Fotografía 6.2-164:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Danaus*
Especie: *Danaus plexippus*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cualitativo (Red entomológica manual)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 14-septiembre-2021



Fotografía 6.2-165:

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Siproeta*
Especie: *Siproeta epaphus*
Nombre Común: Mariposa
Tipo de Registro: Cualitativo (Red entomológica manual)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 14-septiembre-2021



Fotografía 6.2-166:

Orden: Coleoptera
Familia: Scarabaeidae
Género: *Dichotomius*
Especie: *Dichotomius satanas*
Nombre Común: Escarabajo copronecrófago
Tipo de Registro: Cuantitativo (Pitfall)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 15-septiembre-2021



Fotografía 6.2-167:

Orden: Coleoptera
Familia: Scarabaeidae
Género: *Dichotomius*
Especie: *Dichotomius quinquelobatus*
Nombre Común: Escarabajo copronecrófago
Tipo de Registro: Cuantitativo (Pitfall)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 15-septiembre-2021



Fotografía 6.2-168:

Orden: Coleoptera
Familia: Scarabaeidae
Género: *Phanaeus*
Especie: *Phanaeus pyrois*
Nombre Común: Escarabajo copronecrófago
Tipo de Registro: Cuantitativo (Pitfall)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 15-septiembre-2021



Fotografía 6.2-169:

Orden: Coleoptera
Familia: Scarabaeidae
Género: *Deltochilum*
Especie: *Deltochilum mexicanum*
Nombre Común: Escarabajo copronecrófago
Tipo de Registro: Cuantitativo (Pitfall)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 15-septiembre-2021



Fotografía 6.2-170:

Orden: Coleoptera
Familia: Scarabaeidae
Género: *Deltochilum*
Especie: *Deltochilum crenulipes*
Nombre Común: Escarabajo copronecrófago
Tipo de Registro: Cuantitativo (Pitfall)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 15-septiembre-2021



Fotografía 6.2-171:

Orden: Coleoptera
Familia: Scarabaeidae
Género: *Dichotomius*
Especie: *Dichotomius* aff. *problematicus*
Nombre Común: Escarabajo copronecrófago
Tipo de Registro: Cuantitativo (Pitfall)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 15-septiembre-2021



Fotografía 6.2-172:

Orden: Coleoptera
Familia: Scarabaeidae
Género: *Eurysternus*
Especie: *Eurysternus caribaeus*
Nombre Común: Escarabajo copronecrófago
Tipo de Registro: Cuantitativo (Pitfall)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 15-septiembre-2021



Fotografía 6.2-173:

Orden: Coleoptera
Familia: Elateridae
Género: *Pyrophorus*
Especie: *Pyrophorus noctilucus*
Nombre Común: Escarabajo cocuyo
Tipo de Registro: Cualitativo (Observación directa)
Investigador: Luis Espinoza
Fecha: 09-septiembre-2021

6.2.6 Fauna Acuática

6.2.6.1 Ictiofauna

❖ Antecedentes

La orogenia de los Andes es de gran importancia para comprender la evolución de las cuencas y sus patrones biogeográficos, debido a que gran parte de la diversificación de los peces dulceacuícolas ocurrió durante la dinámica hidrológica, que generó nuevas divisorias de aguas en Suramérica durante el Cretáceo tardío y el Cenozoico (65 Ma) (Lundberg, y otros, 1998), (Montoya-Burgos, 2003). La distribución geográfica actual de la ictiofauna andina está definida tanto por procesos históricos (p. ej. barreras geográficas) como ecológicos, principalmente los relacionados con la aparición de nuevos sistemas acuáticos, así como tipos de aguas de origen cordillerano con gradientes de productividad biológica. En la actualidad, la ictiofauna está limitada por factores geológicos y climáticos que condicionan su ecología, como son la geomorfología de la cuenca, el clima, el tipo de hábitat y la química del agua (Albert, y otros, 2012).

Dentro del área evaluada existió una predominancia de la familia Astroblepidae, este es un grupo distintivo de Siluriformes neotropicales que pueden habitar desde altitudes bajas a moderadas (entre 300 y 600 msnm) hasta por sobre los 3.000 m de elevación. Son de tamaño pequeño, en promedio 100 mm. Se lo distingue por tener una boca flexible y succionadora, con labios expandidos y cuerpo sin escamas ni placas (Jimenez-Prado, 2010). Algunas especies están adaptadas para vivir en caídas de agua fuerte y torrentosa, propios de regiones de alta montaña y en ríos llenos de rocas (Burgess, 1989). Su taxonomía todavía mantiene inestable a este grupo, a nivel de especie y en términos de diversidad, ya que sus características morfológicas se solapan mucho entre especies (Jimenez-Prado, y otros, 2015).

Existen 63 especies propuestas para esta familia (Eschmeyer & Fricke, 2014); de las cuales, 24 especies están presentes en Ecuador (Barriga, 2012), habitan en la región subtropical, en el piso templado y en el altoandino, tanto hacia el este como hacia el oeste (Jimenez-Prado, Peces del Ecuador, 2010). En la vertiente occidental encontramos 15 especies descritas.

El estudio se realizó en la provincia de Cotopaxi, en el cantón Sigchos, parroquia Palo Quemado, dentro del área operativa de la concesión minera La Plata, los cuerpos de agua evaluados se situaron en un rango altitudinal de entre los 1.170 msnm y 1.480 msnm; para la selección de los puntos de muestreo del presente estudio de fauna acuática se consideraron los mismos criterios utilizados para el muestreo de calidad de agua (componente físico).

❖ **Objetivos**

A. Objetivo General

- Caracterizar el componente ictiofauna en el marco del Estudio de Impacto Ambiental del área operativa de la concesión minera La Plata.

B. Objetivos Específicos

- Establecer la diversidad de peces a nivel general y por sitio de muestreo.
- Elaborar un análisis de la estructura poblacional de peces registrados.
- Establecer el Índice de Refugio para cada estación de muestreo.
- Elaborar una caracterización de ribera en cada punto muestreado.
- Identificar los impactos potenciales de las actividades relacionadas al área operativa de la concesión minera La Plata sobre las poblaciones de peces que habitan el área.

❖ **Área de Estudio**

A. Descripción de los sitios de muestreo

Para el actual estudio se evaluaron 11 puntos de muestreo cuantitativo, los cuales se encuentran dentro de ambientes altamente alterados y con una predominancia de uso de suelo agrícola. En el cuadro 6.2-94 se describen cada uno de los sitios evaluados y se ilustra en el mapa: *Mapa 6.2-8: Ubicación de sitios de muestreo del Componente Ictiofauna. (Ver 15 Anexos: 1 Cartografía)*

Cuadro 6.2-94: Sitios de muestreo - Componente Ictiofauna

Sector	Código	Fecha	Coordenadas WG84, Zona 17S		Altitud msnm	Descripción	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo
			Este (X)	Norte (Y)				
La Plata	LPFA-01	10/09/2021	728572	9958959	1.259	Río permanente con aguas transparentes con sin modificación de su canal, márgenes de uso urbano y agrícola	100 m ²	Cuantitativo
Las Minas	LPFA-02	8/09/2021	729290	9957457	1.395	Quebrada permanente con aguas transparentes sin modificación del canal, márgenes de uso agrícola	100 m ²	Cuantitativo
Las Minas	LPFA-03	10/09/2021	729716	9956167	1.445	Quebrada permanente con aguas transparentes sin modificación del canal, márgenes de uso agrícola	100 m ²	Cuantitativo
San Pablo	LPFA-04	11/09/2021	727936	9957898	1.344	Río permanente con aguas transparentes con sin modificación de su canal, márgenes de uso urbano y agrícola	100 m ²	Cuantitativo
Las Minas	LPFA-05	9/09/2021	730162	9956814	1.381	Río permanente con aguas transparentes sin modificación del canal, márgenes de uso agrícola	100 m ²	Cuantitativo
San Pablo	LPFA-06	11/09/2021	729937	9959688	1.169	Río permanente con aguas transparentes sin modificación del canal, márgenes de uso agrícola	100 m ²	Cuantitativo
San Pablo	LPFA-07	11/09/2021	730213	9959573	1.172	Río permanente con aguas transparentes sin modificación del canal, márgenes de uso agrícola	100 m ²	Cuantitativo
Las Minas	LPFA-08	9/09/2021	730356	9957875	1.288	Río permanente con aguas transparentes sin modificación del canal, márgenes de uso agrícola	100 m ²	Cuantitativo
Boca del Túnel	LPFA-09	8/09/2021	729223	9956992	1.479	Quebrada permanente con aguas blancas sin modificación del canal, márgenes de uso agrícola	100 m ²	Cuantitativo
Las Minas	LPFA-10	8/09/2021	730312	9957362	1.256	Río permanente con aguas transparentes con sin modificación de su canal, márgenes de uso urbano y agrícola	100 m ²	Cuantitativo
Palo Quemado	LPFA-11	9/09/2021	730586	9958447	1.255	Río permanente con aguas transparentes sin modificación del canal, márgenes de uso agrícola	100 m ²	Cuantitativo

Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.

Elaborado: ESSAM, 2022.

- ***Caracterización del hábitat***

En los 11 puntos de muestreo de ictiofauna se realizó: a) la descripción de la vegetación de orilla y ribera, y su estado de conservación; b) la descripción de la morfología y composición de la cubeta del cuerpo de agua, y c) un registro de alteraciones antrópicas producidas, tanto en el río, como en el bosque adyacente (Sostoa, Jalón, & Berthou-García, 2005). En el siguiente esquema se muestra el alcance que tuvo dicha caracterización (Cuadro 6.2-95).

Cuadro 6.2-95: Resumen caracterización hábitat fluvial

Estación de muestreo	% Cubierta vegetal	% Conectividad bosque	Cobertura árboles	Halófitos	Continuidad bosque	No. spp autóctonas	Estructuras	Canal modificado	Desnivel zona riparia	Uso de márgenes	Rápidos	Pozas	Regímenes velocidad
LPFA-1	10-50%	<25	<50 arbustos 10-25%	25-50%	<50	≥5	No	No	20 -45	Agrícola - urbano	0-30%	0-30%	Rápido somero / Lento somero
LPFA-2	50-80%	<25	50-75%	25-50%	<50	≥5	No	No	45-75	Agrícola	0-30%	0-30%	Rápido somero / Lento somero
LPFA-3	>80%	<25	25-50 y >25% de arbustos	25-50%	>75	≥5	No	No	20 -45	Agrícola	0-30%	0-30%	Rápido somero / Lento somero
LPFA-4	10-50%	<25	Sin árboles y arbustos <10	<25	<50	≥3	No	No	20-45/45-75	Agrícola - urbano	0-30%	0-30%	Rápido somero / Lento somero
LPFA-5	>80%	<25	>75	>50	>75	≥5	No	No	45-75	Agrícola	0-30%	0-30%	Rápido somero / Lento somero
LPFA-6	<10	<25	Sin árboles y arbustos <10	<25	<50	≥5	No	No	>75/20-45	Agrícola	0-30%	0-30%	Rápido somero / Lento somero
LPFA-7	10-50%	<25	<50% y arbustos entre el 10-25%	<25	<50	≥5	No	No	>75	Agrícola	0-30%	0-30%	Rápido somero / Lento somero
LPFA-8	50-80%	<25	25-50 y >25% de arbustos	25-50%	<50	≥5	No	No	>75/20-45	Agrícola	0-30%	0-30%	Rápido somero / Lento somero
LPFA-9	<10	<25	<50% y arbustos entre el 10-25%	<25	<50	≥5	No	No	>75	Agrícola	0-30%	0-30%	Rápido somero / Lento somero
LPFA-10	50-80%	<25	<50% y arbustos entre el 10-25%	25-50%	<50	≥5	No	No	45-75/>75	Agrícola	0-30%	0-30%	Rápido somero / Lento somero
LPFA-11	50-80%	<25	<50% y arbustos entre el 10-25%	<50	50-75%	≥5	Si	No	45-75	Agrícola	0-30%	0-30%	Rápido somero / Lento somero

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022.

Estación de muestreo LPFA 01/río.- El porcentaje de cubierta vegetal en la zona de ribera se encuentra entre el 10-50 %. En cuanto al porcentaje de conectividad del bosque de ribera y el bosque forestal adyacente es inferior al 25 %. Se evidencia alteraciones en el bosque de ribera y los márgenes del río presentan un uso agrícola/urbano (Fotografía 6.2-174).

Estación de muestreo LPFA 02/río.- El porcentaje de cubierta vegetal en la zona de ribera se encuentra entre el 50-80 %. En cuanto al porcentaje de conectividad del bosque de ribera y el bosque forestal adyacente es inferior al 25 %. Se evidencia alteraciones en el bosque de ribera y los márgenes del río presentan un uso agrícola (Fotografía 6.2-175).

Estación de muestreo LPFA 03/río.- El porcentaje de cubierta vegetal en la zona de ribera es mayor al 80 %. El porcentaje de conectividad del bosque de ribera y el bosque forestal adyacente es inferior al 25 %. Se evidencia alteraciones en el bosque de ribera y los márgenes del río presentan uso agrícola (Fotografía 6.2-176).

Estación de muestreo LPFA 04/río.- El porcentaje de cubierta vegetal en la zona de ribera es mayor al 10-50 %. El porcentaje de conectividad del bosque de ribera y el bosque forestal adyacente es inferior al 25 %. Se evidencia alteraciones en el bosque de ribera y los márgenes del río presentan uso agrícola/urbano (Fotografía 6.2-177).

Estación de muestreo LPFA 05/río.- El porcentaje de cubierta vegetal en la zona de ribera es mayor al 80 %. El porcentaje de conectividad del bosque de ribera y el bosque forestal adyacente es inferior al 25 %. Se evidencia alteraciones en el bosque de ribera y los márgenes del río presentan uso agrícola (Fotografía 6.2-178).

Estación de muestreo LPFA 06/río.- El porcentaje de cubierta vegetal en la zona de ribera es menor al 10 %. El porcentaje de conectividad del bosque de ribera y el bosque forestal adyacente es inferior al 25 %. Se evidencia alteraciones en el bosque de ribera y los márgenes del río presentan uso agrícola (Fotografía 6.2-179).

Estación de muestreo LPFA 07/río.- El porcentaje de cubierta vegetal en la zona de ribera es del 10-50 %. El porcentaje de conectividad del bosque de ribera y el bosque forestal adyacente es inferior al 25 %. Se evidencia alteraciones en el bosque de ribera y los márgenes del río presentan uso agrícola (Fotografía 6.2-180).

Estación de muestreo LPFA 08/río.- El porcentaje de cubierta vegetal en la zona de ribera es del 50-80 %. El porcentaje de conectividad del bosque de ribera y el bosque forestal adyacente es inferior al 25 %. Se evidencia alteraciones en el bosque de ribera y los márgenes del río presentan uso agrícola (Fotografía 6.2-181).

Estación de muestreo LPFA 09/río.- El porcentaje de cubierta vegetal en la zona de ribera es menor al 10 %. El porcentaje de conectividad del bosque de ribera y el bosque forestal adyacente es inferior al 25 %. Se evidencia alteraciones en el bosque de ribera y los márgenes del río presentan uso agrícola (Fotografía 6.2-182).

Estación de muestreo LPFA 10/río.- El porcentaje de cubierta vegetal en la zona de ribera es del 50-80 %. El porcentaje de conectividad del bosque de ribera y el bosque forestal adyacente es inferior al 25 %. Se evidencia alteraciones en el bosque de ribera y los márgenes del río presentan uso agrícola (Fotografía 6.2-183).

Estación de muestreo LPFA 11/río.- El porcentaje de cubierta vegetal en la zona de ribera es del 50-80 %. El porcentaje de conectividad del bosque de ribera y el bosque forestal adyacente es inferior al 25 %. Se evidencia alteraciones en el bosque de ribera y los márgenes del río presentan uso agrícola (Fotografía 6.2-184).

❖ Metodología

A. Fase de Campo

- ***Captura de peces mediante el uso de redes***

La pesca con redes, aunque es un método antiguo, sin duda es útil como herramienta para el muestreo de peces en condiciones diversas, particularmente cuando los cuerpos de agua son profundos. De hecho, es el método más utilizado cuando se trabaja con grandes cuerpos de agua como el mar, lagunas, embalses o en ríos no vadeables, es decir aquellos que no pueden ser recorridos a pie (Sostoa, Jalón, & Berthou-García, 2005); (Ocampo-Maldonado, y otros, 2005).

Lamentablemente, presenta limitaciones en cuanto al alcance de la información que se puede obtener a través de ellos en el caso de los ecosistemas dulceacuícolas, como, por ejemplo, y quizá los más importantes: es muy difícil establecer la densidad y la estructura poblacional de los peces por edades mediante el uso de estos. En este caso en particular, debido al tipo de cuerpos de agua, flancos de montaña, en base a la experiencia de los estudios previos (Tufiño & Ramiro-Barrantes, 2013) (Ocampo-Maldonado, y otros, 2005). Se utilizó únicamente los siguientes tipos de redes de acuerdo con los ecosistemas acuáticos encontrados:

Atarraya. Tampoco son redes utilizadas por los comuneros del área, sin embargo, son bien conocidas en otras zonas. Son redes que atrapan a los peces cuando éstas se arrojan sobre los mismos. No obstante, deben ser utilizadas por personas con habilidades para su uso; son

menos selectivas ante determinadas especies y tamaños de peces. Funcionan de mejor manera en hábitats lénticos y cuando se desea capturar peces en la superficie y la parte media de la columna de agua. Se utilizan de forma activa, es decir, arrojándolas de forma repetitiva. Se utilizó una red de 2,5 m de diámetro y 2 cm de ojo de malla.

Redes de arrastre (tiro). Son redes que atrapan a los peces cuando éstos intentan atravesarla. Deben ser utilizadas por dos personas, son menos selectivas ante determinadas especies y tamaños de peces. Funcionan de mejor manera en hábitats lénticos y cuando se desea capturar peces en la superficie y la parte media de la columna de agua. Se utilizan de forma activa, es decir, dos personas recorren el río junto con la red, atrapando a los peces. Se utilizó una red de 1,8 x 10 m con un ojo de malla de 1 cm.

Salabardos. Este tipo de redes sirve para capturar alevines y peces de pequeño tamaño dentro de zonas lénticas en las orillas, en áreas con vegetación acuática y pozas de los ríos. Este método se efectúa de forma activa utilizando una persona la cual mantiene un extremo de la red en el fondo y lo recorre de forma lenta por el área a muestrear. En este caso se utilizó una red de 0,7 x 0,7 m con un ojo de malla de 1,5 mm, con una altura malla de 60 cm y un ancho de 80 cm.

- **Parámetros fisicoquímicos**

Los parámetros relacionados con los cuerpos de agua fueron tomados en campo con la ayuda de una sonda multiparámetros (HACH HQ 40D), basados en los criterios de Tufiño (2013) los parámetros tomados fueron: oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, Temperatura, pH, Turbidez.

- **Oxígeno disuelto.** Se trata de un parámetro que debe ser tomado en el campo y que puede variar dependiendo de la época del año en el que se realiza el estudio.
- Las sondas que determinan la presencia de este parámetro en el agua lo hacen en concentraciones absolutas, generalmente en miligramos por litro (mg/l) y también en concentraciones porcentuales, que corresponden a la saturación en agua relativa al aire, dentro de este contexto se determina que los valores inferiores a 50 %, corresponden a aguas contaminadas y porcentajes mayores a 90 % nos indica que el agua es buena, pero el oxígeno también puede ser un problema cuando presenta niveles de sobresaturación (superiores al 100 %).
- **Conductividad eléctrica.** Este parámetro corresponde, parcialmente, al grado de mineralización del agua (particularmente sales disueltas) de allí que su evaluación

suele estar directamente vinculada con procesos de contaminación. La sonda mide estos parámetros en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

- *Temperatura*. Este es un factor abiótico, el cual influye de múltiples maneras sobre el agua, por ejemplo, sobre la densidad de esta o sus reacciones químicas. Este parámetro modifica la capacidad para disolver oxígeno disuelto y aumenta los procesos de autodepuración y sedimentación de los materiales en suspensión, además, en condiciones extremas, es un factor que afecta a los peces.
- *pH*. También conocido como potencial de hidrógeno, nos indica los valores de acidez de un medio, en este caso el agua, siendo importante para los procesos de disolución de los compuestos orgánicos e inorgánicos, así como los procesos de respiración y fotosíntesis y finalmente la puesta en circulación de iones tóxicos como el plomo, cobre o aluminio. Los valores aceptables para las aguas continentales pueden oscilar entre 5 y 11, dependiendo de las peculiaridades de cada hábitat.
- *Turbidez*. Este parámetro se refiere a la cantidad de radiación solar que penetra dentro de la masa de agua y la cual depende directamente de la turbidez de esta.

- ***Toma de datos biométricos***

Todos los peces capturados fueron fotografiados, contados, medidos y pesados. Para disminuir el estrés durante la manipulación se utilizó anestésico euglenol (“clavo de olor”) o MS-222. Se tomaron los siguientes datos biométricos:

- Peso expresado en gramos. Se utilizó una balanza de precisión (A&D FX-2000iWP Water Proof Precision Balance 0,01 – 2,200g).
- Longitud total expresada en milímetros. Distancia el extremo del hocico hasta el extremo de la aleta caudal. Se utilizó para ello un ictiómetro de longitud 80 cm y precisión 1 mm.
- Estado sanitario de los individuos según caracteres externos, como erosiones de las aletas, lesiones o tumores visibles externamente en el cuerpo del pez, o signos de posibles enfermedades.
- Clases de Edad: se estableció a partir de los resultados de tallas.

- ***Parámetros para calcular el Índice de Refugio***

Adicionalmente, se evaluó y caracterizó en cada estación de muestreo el refugio mediante el “Índice de Refugio” de García De Jalón *et al.* (1993), que considera distintos tipos de

cobertura utilizados como refugio, como son: cornisas y cuevas, sombreado, granulometría del sustrato, vegetación sumergida y profundidad de la columna de agua.

La capacidad de refugio o de cobertura para las poblaciones piscícolas de cada estación se refiere a la presencia de todos aquellos objetos naturales o artificiales que suministran una protección contra la corriente y la insolación, o que sirven de refugio ante la proximidad de un peligro. Se pueden diferenciar distintos tipos de cobertura utilizados como refugio:

- Cornisas de orilla: Taludes de las orillas formando oquedades o cuevas cuyo techo queda muy cerca (menos de 10 cm.) del agua.
- Vegetación colgante: Vegetación de orilla que cubre parcialmente la lámina de agua estando muy próxima o flotante sobre ella.
- Vegetación acuática: Vegetación acuática flotante o sumergida, pero con el sistema radical fijo en el lecho, cuya densidad se estima suficiente para servir de refugio o de sombra.
- Restos orgánicos: Acumulación de detritus orgánico, troncos caídos, etc. En contacto con las aguas o retenidos en superficie de forma estable.
- Grandes bloques o cantos: Materiales de tamaño superior a 25 cm. de diámetro, dispuestos en el lecho y en contacto con las aguas.
- Aguas profundas: La profundidad de las aguas puede representar un refugio, dificultando la visibilidad de los organismos al ir reduciéndose la luminosidad. La turbidez de las aguas incrementa esta cobertura, debido a que se dificulta la visibilidad de los peces, haciéndolos más inaccesibles a los predadores.

B. Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo realizado para el análisis de la ictiofauna fue de 33 horas efectivas de trabajo, dentro de los cuales se incluyen tres métodos de captura (red de arrastre, atarraya, salabardo) (Cuadro 6.2-96), el método de pesca con anzuelos no se aplicó, los ríos no presentaban una profundidad apropiada para la aplicación de esta técnica.

Cuadro 6.2-96: Esfuerzo de captura (horas/hombre) - Componente Ictiofauna					
Código	Método de muestreo				
	Método	Nº (trampas/ redes/transecto)	Número de días	Horas por día	Total Horas
LPFA-1	Atarraya, red de arrastre y salabardo	N/A	1	3	3
LPFA-2	Atarraya, red de arrastre y salabardo	N/A	1	3	3
LPFA-3	Atarraya, red de arrastre y salabardo	N/A	1	3	3
LPFA-4	Atarraya, red de arrastre y salabardo	N/A	1	3	3
LPFA-5	Atarraya, red de arrastre y salabardo	N/A	1	3	3
LPFA-6	Atarraya, red de arrastre y salabardo	N/A	1	3	3

Cuadro 6.2-96: Esfuerzo de captura (horas/hombre) - Componente Ictiofauna

Código	Método de muestreo				
	Método	Nº (trampas/ redes/transecto)	Número de días	Horas por día	Total Horas
LPFA-7	Atarraya, red de arrastre y salabardo	N/A	1	3	3
LPFA-8	Atarraya, red de arrastre y salabardo	N/A	1	3	3
LPFA-9	Atarraya, red de arrastre y salabardo	N/A	1	3	3
LPFA-10	Atarraya, red de arrastre y salabardo	N/A	1	3	3
LPFA-11	Atarraya, red de arrastre y salabardo	N/A	1	3	3

Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.
Elaborado: ESSAM, 2022.

C. Análisis de Datos

- **Identificación de las especies**

La identificación de las especies está basada en documentos especializados tanto en peces del occidente como en sus géneros a nivel nacional, como libros de campo (Tufiño & Ramiro-Barrantes, 2013) (Jimenez-Prado, y otros, 2015); claves taxonómicas (Jimenez-Prado, y otros, 2015) y plataformas digitales (Froese & Pauly, 2021).

Los individuos capturados fueron fotografiados en fresco directamente sobre una superficie plana con una escala de medida como referencia; luego, fueron identificadas preliminar en campo, se midieron y pesaron.

Los ejemplares que no pudieron ser identificados en campo se separaron para ser preservadas mediante métodos estandarizados. Se preservó cinco individuos, se los sumergió por 48 horas empleando una solución de formol (al 10%) y posteriormente se los colocó en un recipiente de vidrio con alcohol (al 70%) (Hernán Ortega-Torres, 2014), posteriormente fueron llevados al INABIO en donde fueron identificados mediante comparación con la colección de referencia (Ver Anexo Digital 6.2 Componente Biótico/ 6.2-3 Deposito Museos/ 6 Deposito Ictiofauna).

Finalmente, los individuos que se identificaron en campo se devolvieron vivos y en igual estado de salud que cuando se los capturó dentro del misma área evaluada.

- **Revisión información secundaria.**

El área de estudio, la región occidental en general, si bien ha sido bien estudiada en relación con las especies de peces presentes, se conoce aún poco con respecto a la biología y ecología de la gran mayoría de ellos. Se revisó la siguiente bibliografía especializada: (Galvis,

y otros, 2006); (Tufiño & Ramiro-Barrantes, 2013); (Jimenez-Prado, y otros, 2015); (Froese & Pauly, 2021).

Riqueza de especies. Número total de especies registradas.

Abundancia absoluta. Número de individuos registrados por especie.

Abundancia relativa. Se consideró la relación entre el número de individuos de una especie y el número total de individuos de todas las especies. La abundancia relativa se expresa como:

$$P_i = \frac{N_i}{\sum N_i}$$

Ecu. 6.2-42

Donde:

N_i = número de individuos.

Se representó la abundancia relativa (P_i) de las especies de peces mediante la Curva de diversidad-abundancia.

Densidad y biomasa.- Es la abundancia por unidad espacial (superficie o volumen). A menudo resulta más útil que el tamaño absoluto de la población, ya que la densidad aspectos fundamentales como la competencia por los recursos. La densidad de población se puede expresar de distintas formas:

Número de individuos por unidad espacial. Se utiliza cuando la especie en cuestión está formada por individuos que pueden ser fácilmente cuantificables.

Biomasa de organismos por unidad espacial. Se utiliza cuando los individuos son muy pequeños (Ej. invertebrados) o cuando no es posible identificar individuos (Ej. plantas de desarrollo clonal). La biomasa se estima mediante el peso seco de los organismos.

Curva de acumulación de especies. La curva de acumulación de especies se construye representando el incremento en el número de especies añadidas al inventario según aumenta el esfuerzo de muestreo realizado. La forma de esta curva puede variar en función del orden en el que se consideran las diferentes muestras, o añadidos al inventario; sesgos temporales o espaciales, en la distribución del esfuerzo de muestreo pueden tener un efecto en la forma de la curva (Colwell, 2013).

Chao 1.- basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una muestra determinada. Es decir, se requiere

saber cuántas especies están representadas por un solo individuo en la muestra (singletons), y cuántas especies están representadas por exactamente dos individuos (doubletons) (Moreno 2001):

$$S_{est} = S_{obs} + \frac{F^2}{2G}$$

Ecu. 6.2-43

Donde:

- S_{est} es el número de clases (en este caso número de especies)
- S_{obs} es el número de especies observado en una muestra
- F es el número de un solo individuo
- G es el número de dos individuos

Índice de Shannon-Wiener. La estimación cuantitativa de la diversidad total fue calculada mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener H' , que indica el grado de incertidumbre al predecir a qué especie pertenecerá un individuo tomado al azar de la comunidad muestreada. El valor aumenta conforme la distribución de individuos en las especies se vuelve más parecida y, por tanto, conforme la diversidad de la comunidad aumenta, H' tendrá su máximo valor cuando hay un número grande de especies y cada especie está representada por el mismo número de individuos (Moreno, 2001).

Su ecuación utilizando logaritmos de base natural es:

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

Ecu. 6.2-44

Dónde:

- p_i = abundancia relativa
- ln = logaritmo natural.

Índice de Simpson (1-D). - Es un índice de dominancia D más que diversidad y representa la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a la misma especie (Moreno, 2001) Su inverso (1-D) se considera como un buen indicador de diversidad (Feisinger, 2004).

$$D = \sum_{i=1}^s P_i^2$$

Ecu. 6.2-45

Donde:

S: número de especies y p_i es la proporción de cada especie

Diagrama de similitud (Clúster Análisis) según Bray Curtis. El análisis clúster es una técnica multivariante cuyo principal propósito es agrupar objetos formando conglomerados de objetos con un alto grado de homogeneidad interna y heterogeneidad externa, este índice enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo, toma valores entre 0 (ninguna especie en común) y 1 (muestras idénticas). Este método es cuantitativo y se refiere a la diferencia total en la abundancia de especies entre dos sitios, dividido para la abundancia total en cada sitio. La fórmula de Bray Curtis es la siguiente:

$$CN = \frac{2jN}{aN + bN}$$

Ecu. 6.2-46

Dónde:

aN = Individuos del sitio A

bN = Individuos del sitio B

jN = Suma de las abundancias menores de los dos sitios (Magurran, 1987)

CN = Índice de Similitud

D. Aspectos Ecológicos

Índice de Refugio. - La disponibilidad de refugio se evalúa valorando independientemente cada tipo de cobertura en una escala del 0 (no proporciona refugio) al 5 (disponibilidad máxima). La importancia del conjunto de factores que determinan el refugio disponible para los peces se sintetiza, en este índice de refugio, mediante la expresión:

$$IR = C_e + \frac{C_{sb} + C_{st} + C_{vs} + C_p}{4}$$

Ecu. 6.2-47

Donde:

C_e= Refugio debido a cornisas, cuevas y bancos.

C_{sb}= Refugio debido al sombreado.

C_{st}= Refugio debido al tipo de sustrato.

C_{vs}= Refugio debido a la vegetación sumergida.

C_p= Refugio debido a la profundidad de la columna de agua.

Cuadro 6.2-97: Valores de evaluación del índice de refugio	
Rango	Interpretación
IR < 0.6	Nula
0.6 < IR < 2.5	Muy baja
2.6 < IR < 4.5	Baja
4.6 < IR < 6.5	Media
6.6 < IR < 8.5	Alta
8.6 < IR < 10	Muy alta

Fuente: (García de Jalón, Hervella, Barceló , & Fernandez, 1993)

Gremio trófico o dieta.- Para determinar la dieta de los peces se establecieron categorías tróficas de acuerdo con la revisión bibliográfica (Maldonado-Campo, y otros, 2005); (Galvis, y otros, 2006); (Tufiño & Ramiro-Barrantes, 2013).

Actividad y distribución en la columna de agua.- La actividad de los peces (diurno o nocturno) así como la distribución de cada especie dentro de la columna de agua se determinó mediante la revisión bibliográfica (Jimenez-Prado, y otros, 2015), (Froese & Pauly, 2021)

Migración. - Actualmente no existen datos específicos sobre migración de los peces para el Ecuador y para la vertiente Occidental de los Andes ecuatorianos y principalmente para el género *Astroblepus*.

Estado de conservación.- Los datos del estado de conservación mundial se basó en las categorías de amenaza de la IUCN⁵ (2021) y son: En Peligro Crítico (CR), están incluidas las especies que enfrentan un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en un futuro inmediato; En Peligro (EN), las especies que tienen un muy alto riesgo de extinción en un futuro inmediato en vida silvestre; Vulnerables (VU), las especies que tienen un alto riesgo de extinción en un futuro inmediato en vida silvestre; y Casi Amenazada (NT), las especies que pueden calificar dentro de alguna categoría de amenaza en un futuro próximo.

A nivel nacional no existe un libro rojo de peces del Ecuador que cuente con el aval de la UICN y la CITES.

La presencia de especies incluidas en la convención CITES⁶ (2021) en cualquiera de sus apéndices. En el apéndice I se incluyen las especies en peligro de extinción que pueden ser

⁵ UICN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

⁶ CITES Convención sobre el Comercio Internacional de especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

afectadas por actividades comerciales, especies cuyo control debe ser estricto; el apéndice II incluye las especies que aún no se encuentran amenazadas, pero podrían llegar a esta situación a menos que exista un estricto control en el comercio; finalmente, en el apéndice III se incluyen a las especies cuyo comercio se encuentra restringido en cada país.

Endemismo.- El endemismo de las especies se estableció mediante los datos proporcionados en Fishbase (Froese & Pauly, 2021); y en el libro de peces de agua dulce de la vertiente occidental del Ecuador (Jimenez-Prado, y otros, 2015).

Especies indicadoras. - Para determinar las especies indicadoras se utilizaron los siguientes criterios:

- Estado de Conservación
- Endemismo
- Distribución geográfica
- Especialización a un hábitat y susceptibilidad de muestreo
- Facilidad de determinación, manipulación en campo
- Grado de conocimiento de su biología e historia natural y posibilidad de que refleje información del hábitat (Cooperrider et al.1986, EcoNatura 1998).

Sensibilidad. Se realizó en base a la funcionalidad ecosistémica de cada especie, obtenida de la literatura (Froese & Pauly, 2021) (Jimenez-Prado, y otros, 2015) (Nugra, Abad, & Zárate, 2018) (Ocampo-Maldonado, y otros, 2005) y experticia del investigador.

Uso del recurso. Para determinar el uso del recurso que las comunidades presentes en el área evaluada (colonos) les dan a los peces de la zona tal como: alimentación, medicina tradicional, entre otros, se consideró la información obtenida mediante entrevistas informales a pobladores de la zona y asistentes locales, además de sustento bibliográfico (Froese & Pauly, 2021) (Jimenez-Prado, y otros, 2015).

❖ Análisis de Resultados

A. Parámetros fisicoquímicos de los cuerpos de agua evaluados

Los datos obtenidos de estos parámetros dentro de los sitios muestreados, fueron tomados *in situ*, obteniéndose una temperatura promedio de 20 °C con un mínimo de 18,5 °C (LPFA-3, LPFA-11) y una máxima de 22,3 °C (LPFA-1).

En cuanto al oxígeno disuelto (mg/l; %) presenta una media de 7,59 (mg/l) y 97,7 (%), con un rango máximo de 8,09 mg/l (LPFA-6) y 100,6 % (LPFA-1) un mínimo de 7,07 mg/l y 91 % (LPFA-2).

La conductividad media fue de 203,0 (µS/cm), con rangos máximos de 483 µS/cm (LPFA-9) y mínimos de 124,1 µS/cm (LPFA-6); el pH promedio fue de 8,4 con rangos máximos de 8,71 (LPFA-11) y mínimos 7,22 (LPFA-2); la turbidez registrada en el 91 % de las zonas evaluadas fue nula y únicamente en el punto LPFA-9 presentó una turbidez 2 NTU. Todos los valores obtenidos en cada punto de muestreo son presentados en el cuadro 6.2-98.

Cuadro 6.2-98: Parámetros fisicoquímicos de los puntos evaluados						
Código	T (C°)	O ₂ disuelto (mg/l)	O ₂ disuelto (%)	Conductividad (µS/cm)	pH	Turbidez (NTU)
LPFA-1	22,3	7,51	100,6	129,2	8,70	0
LPFA-2	19,5	7,07	91,0	144,7	7,22	0
LPFA-3	18,5	7,62	96,4	166,1	8,56	0
LPFA-4	21,4	7,41	99,3	126,1	8,61	0
LPFA-5	20	7,35	95,9	142,7	8,40	0
LPFA-6	19,2	8,09	100,4	124,1	8,68	0
LPFA-7	20,7	7,74	99,5	186,5	8,65	0
LPFA-8	19,6	7,79	98,6	226,0	8,52	0
LPFA-9	19,3	7,59	97,6	483,0	8,47	2
LPFA-10	21	7,3	96,7	292,0	8,53	0
LPFA-11	18,5	8,05	99,2	213,3	8,71	0

Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.
Elaborado: ESSAM, 2022.

B. Caracterización Cuantitativa

- Riqueza de especies

La riqueza registrada en los 11 puntos de muestreo fue de cuatro especies dos familias y dos órdenes (Cuadro 6.2-99).

Cuadro 6.2-99: Diversidad de las especies registradas			
No.	Orden	Familia	Especie
1	Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chotae</i>
2			<i>Astroblepus trifasciatus</i>
3			<i>Astroblepus sp.</i>
4	Cyprinodontiformes	Indeterminada	<i>Sp.1</i>

Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.
Elaborado: ESSAM, 2022.

- **Abundancia absoluta**

La abundancia absoluta fue de 28 individuos. La familia Astroblepidae con 26 individuos y la segunda familia que no se logró identificar con dos especímenes (Cuadro 6.2-100).

Cuadro 6.2-100: Abundancia absoluta por familia de peces		
No.	Familia	Individuos
1	Astroblepidae	26
2	No identificado	2

Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.
Elaborado: ESSAM, 2022.

- **Abundancia relativa**

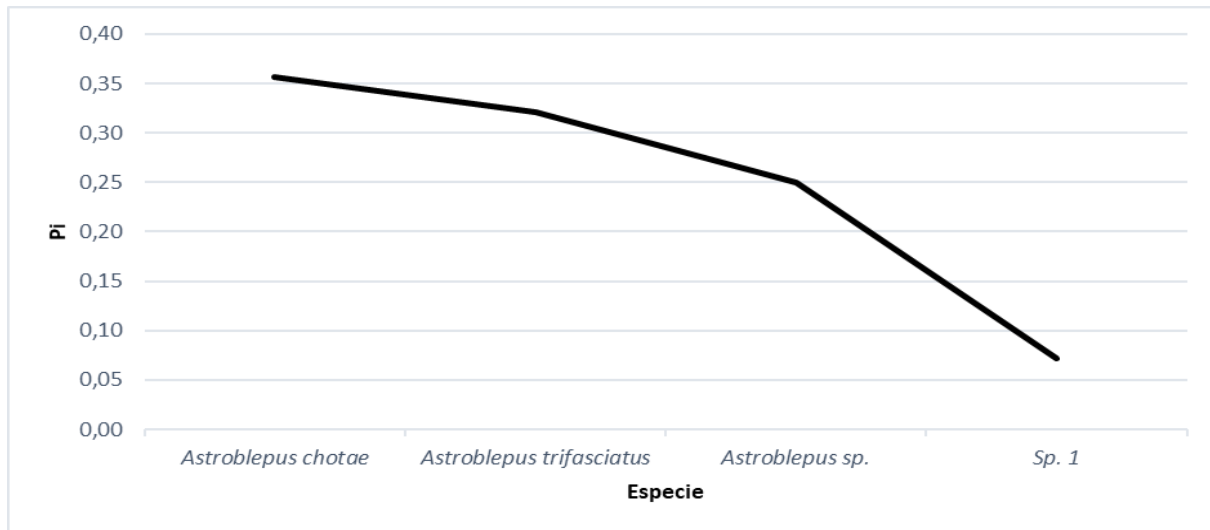
La abundancia de especies asciende a cuatro especies de las cuales *Astroblepus chotae* es la más abundante con 10 individuos (36 %) y Sp.1 es la menos común con dos registros (7 %) (Cuadro 6.2-101).

Cuadro 6.2-101: Abundancia por especies de peces registrados			
No.	Familia	Especie	Individuos
1	Astroblepidae	<i>Astroblepus chotae</i>	10
2		<i>Astroblepus sp.</i>	7
3		<i>Astroblepus trifasciatus</i>	9
4	Indeterminada	Sp. 1	2

Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.
Elaborado: ESSAM, 2022.

La curva de diversidad-abundancia obtenida para el área general evaluada muestra una dominancia de la especie *Astroblepus chotae* ($P_i=0,36$), mientras que Sp.1 es la menos frecuente con un P_i de 0,07 (Gráfico 6.2-100).

Gráfico 6.2-100: Curva de Diversidad-abundancia de las especies registradas en el área evaluada.



Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.

Elaborado: ESSAM, 2022.

- **Densidad por taxones y biomasa**

En cuanto a la biomasa total fue de 93,1 g, teniendo a la familia Astroblepidae la más densa con 26 individuos y una biomasa de 85,85 g mientras que la familia sin identificar presentó dos individuos y una biomasa de 0,5 g (Cuadro 6.2-102).

Cuadro 6.2-102: Densidad por Familia		
Familia	Capturas	Biomasa (g)
Astroblepidae	26	85,85
Sin identificar	2	0,50
Total		93,10

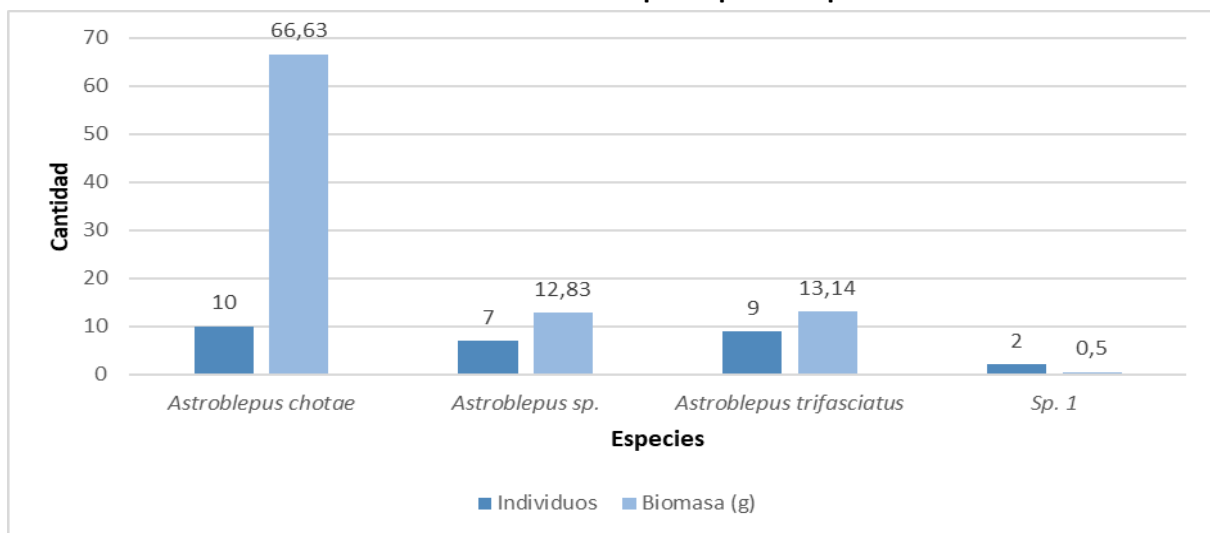
Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.
Elaborado: ESSAM, 2022.

La biomasa por especie se presenta en el cuadro 6.2-103, *Astroblepus chotae* con 66,63 g es la más representativa, mientras que la especie sp. 1 es la que presenta menor biomasa, con 0,5 g (cuadro 6.2-103; gráfico 6.2-101).

Cuadro 6.2-103: Densidad por Especie		
Especie	Individuos	Biomasa (g)
<i>Astroblepus chotae</i>	10	66,63
<i>Astroblepus sp.</i>	7	12,83
<i>Astroblepus trifasciatus</i>	9	13,14
Sp. 1	2	0,50
Total		93,10

Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.
Elaborado: ESSAM, 2022.

Gráfico 6.2-101: Densidad por especie de peces



Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.

Elaborado: ESSAM, 2022.

- Resultados por punto de muestreo

Riqueza

LPFA-1 / río La Plata.- El área de muestreo dentro del río fue de aproximadamente 100 m², abarcando todos los microhábitats posibles, capturando cuatro individuos de la especie *Astroblepus trifasciatus* (Cuadro 6.2-104).

Cuadro 6.2-104: Peces Estación LPFA-1		
Especie	Densidad (m ²)	Nº
<i>Astroblepus trifasciatus</i>	0,04	4
Total	0,04	4

Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.
Elaborado: ESSAM, 2022.

LPFA-2 / quebrada Guatusa.- El área de muestreo dentro del río fue de aproximadamente 100 m², abarcando todos los microhábitats posibles, sin embargo, no se capturó ningún pez.

LPFA-3 / río La Florida.- El área de muestreo dentro del río fue de aproximadamente 100 m², abarcando todos los microhábitats posibles, registrándose seis individuos correspondientes a dos especies del género *Astroblepus* (Cuadro 6.2-105).

Cuadro 6.2-105: Peces Estación LPFA-3		
Especie	Densidad (m ²)	N
<i>Astroblepus chotae</i>	0,03	3
<i>Astroblepus</i> sp.	0,03	3
Total	0,06	6
Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.		
Elaborado: ESSAM, 2022.		

LPFA-4 / río San Pablo.- El área de muestreo dentro del río fue de aproximadamente 100 m², abarcando todos los microhábitats posibles, se registraron cuatro especímenes correspondientes a dos especies del género *Astroblepus* (Cuadro 6.2-106).

Cuadro 6.2-1066: Peces Estación LPFA-4		
Especie	Densidad (m ²)	N
<i>Astroblepus trifasciatus</i>	0,03	3
<i>Astroblepus</i> sp.	0,01	1
Total	0,04	4
Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.		
Elaborado: ESSAM, 2022.		

LPFA-5 / río La Florida.- El área de muestreo dentro del río fue de aproximadamente 100 m², abarcando todos los microhábitats posibles, se registró un individuo de la especie *Astroblepus chotae* (Cuadro 6.2-107).

Cuadro 6.2-107: Peces Estación LPFA-5		
Especie	Densidad (m ²)	N
<i>Astroblepus chotae</i>	0,01	1
Total	0,01	1
Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.		
Elaborado: ESSAM, 2022.		

LPFA-6 / río San Pablo.- El área de muestreo dentro del río fue de aproximadamente 100 m², abarcando todos los microhábitats posibles, registrándose dos individuos de dos especies del género *Astroblepus* (Cuadro 6.2-108).

Cuadro 6.2-108: Peces Estación LPFA-6		
Especie	Densidad (m ²)	N
<i>Astroblepus chotae</i>	0,01	1
<i>Astroblepus trifasciatus</i>	0,01	1
Total	0,02	2
Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021. Elaborado: ESSAM, 2022.		

LPFA-7 / río La Plata.- El área de muestreo dentro del río fue de aproximadamente 100 m², abarcando todos los microhábitats posibles, encontrándose dos individuos de una especie no determinada (Cuadro 6.2-109).

Cuadro 6.2-109: Peces Estación LPFA-7		
Especie	Densidad (m ²)	N
<i>Sp. 1</i>	0,02	2
Total	0,02	2
Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021. Elaborado: ESSAM, 2022.		

LPFA-8 / río La Plata.- El área de muestreo dentro del río fue de aproximadamente 100 m², abarcando todos los microhábitats posibles, se capturó un individuo de la especie *Astroblepus chotae* (Cuadro 6.2-110).1

Cuadro 6.2-109: Peces Estación LPFA-8		
Especie	Densidad (m ²)	N
<i>Astroblepus chotae</i>	0,01	1
Total	0,01	1
Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021. Elaborado: ESSAM, 2022.		

LPFA-9 / Quebrada Tajo-Boca túnel.- El área de muestreo dentro del río fue de aproximadamente 100 m², abarcando todos los microhábitats posibles, se capturó dos individuos de la especie *Astroblepus* sp. (Cuadro 6.2-111).

Cuadro 6.2-111: Peces Estación LPFA-9		
Especie	Densidad (m ²)	N
<i>Astroblepus</i> sp.	0,02	2
Total	0,02	2
Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.		
Elaborado: ESSAM, 2022.		

LPFA-10 / río La Plata.- El área de muestreo dentro del río fue de aproximadamente 100 m², abarcando todos los microhábitats posibles, registrándose dos individuos de dos especies del género *Astroblepus* (Cuadro 6.2-112).

Cuadro 6.2-110: Peces Estación LPFA-10		
Especie	Densidad (m ²)	N
<i>Astroblepus chotae</i>	0,01	1
<i>Astroblepus trifasciatus</i>	0,01	1
Total	0,02	2
Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.		
Elaborado: ESSAM, 2022.		

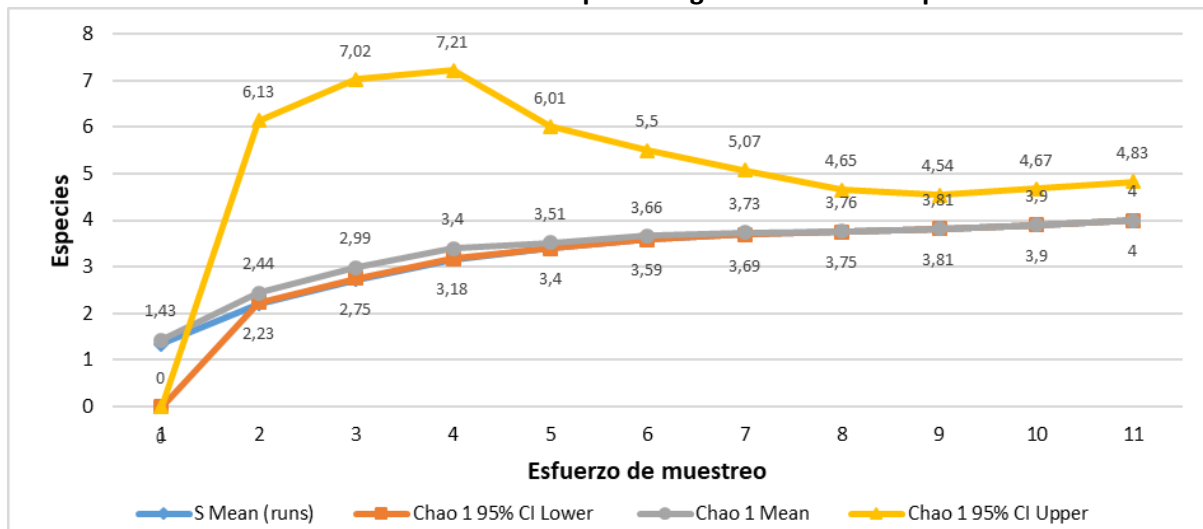
LPFA-11 / río La Plata.- El área de muestreo dentro del río fue de aproximadamente 100 m², abarcando todos los microhábitats posibles, registrándose cuatro individuos correspondientes a dos especies del género *Astroblepus* (Cuadro 6.2-113).

Cuadro 6.2-111: Peces Estación LPFA-11		
Especie	m ²	N
<i>Astroblepus chotae</i>	0,03	3
<i>Astroblepus</i> sp.	0,01	1
Total	0,04	4
Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.		
Elaborado: ESSAM, 2022.		

- **Curva de acumulación de especies**

La curva de acumulación de especies obtenida en el actual muestreo establece que, existe una tendencia de estabilización de la asíntota lo cual sugiere que es poco probable que se registre un mayor número de especies de ictiofauna dentro de los cuerpos evaluados, al analizar los valores estimados por el índice de Chao 1, se observa que el límite máximo de especies por registrar es menor a uno (0,83). (Gráfico 6.2-102).

Gráfico 6.2-102: Curva de acumulación de especies registradas en los 11 puntos de muestreo.



Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.

Elaborado: ESSAM, 2022.

• **Índice de Diversidad (Shannon- Wiener, Simpson (1-D))**

El análisis Shannon-Wiener, el cual expresa la uniformidad de los valores a través de todas las especies de la muestra, midiendo así el grado promedio de incertidumbre, a nivel general se observa que los valores obtenidos para el índice de es baja (1,25 bits), lo cual también se refleja a nivel de puntos de muestreo, registrándose valores que no superan 0,69.

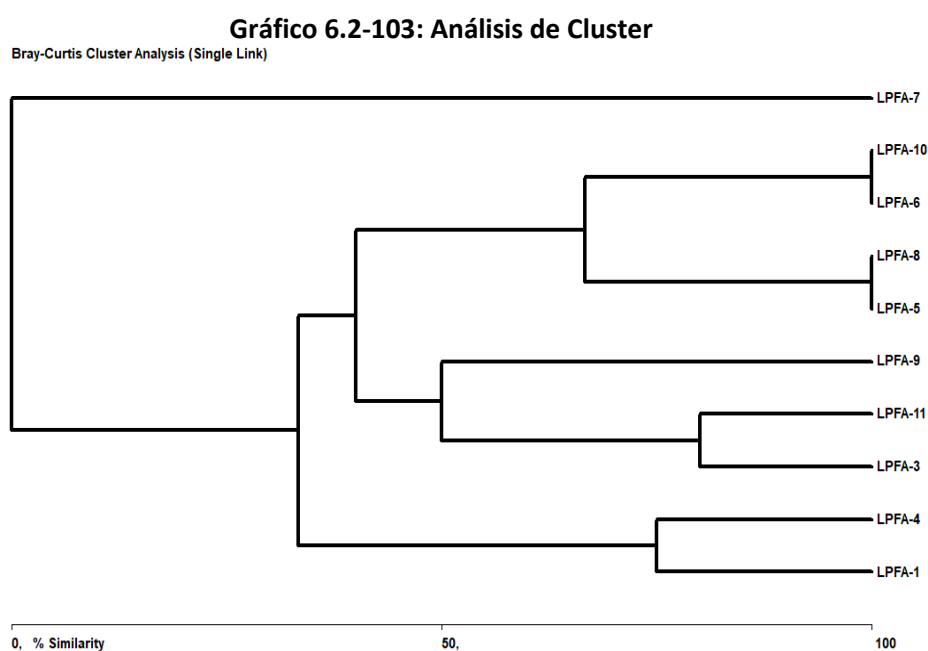
En cuanto al índice de Simpson, el cual manifiesta la dominancia de especies dentro de una muestra, sugiere que la dominancia a nivel general se puede inferir que es una diversidad media con un índice de 0,70, mientras que a nivel de punto de muestreo este presenta valores de diversidad baja con valores que no superan 0,5 (Cuadro 6.2-114).

Cuadro 6.2-114: Índices de Shannon-Wiener y Simpson (1-D)			
Sector	Código	Shannon-Wiener	Simpson (1-D)
La Plata	LPFA-1	0	0
Las Minas	LPFA-2	0	0
Las Minas	LPFA-3	0,69	0,50
San Pablo	LPFA-4	0,56	0,37
Las Minas	LPFA-5	0	0
San Pablo	LPFA-6	0,69	0,50
San Pablo	LPFA-7	0	0
Las Minas	LPFA-8	0	0
Boca del Túnel	LPFA-9	0	0
Las Minas	LPFA-10	0,69	0,50
Palo Quemado	LPFA-11	0,56	0,37
CM La Plata	Total	1,25	0,70

Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.
Elaborado: ESSAM, 2022.

• **Análisis de Similitud según Bray Curtis**

El análisis de similaridad indica que los sitios evaluados presentan una heterogeneidad considerable, como se observa en el gráfico 6.2-103 y cuadro 6.2-115, estos resultados obedecen a que los sitios evaluados tengan especies compartidas entre sí, dentro de este contexto se observó que la estación LPFA-7 como el punto con más baja similaridad (0 %) al presentar una sola especie que no se encontró en ningún otro sitio de estudio; mientras que las estaciones LPFA-6 y LPFA-10 (100 %) presentaron dos especies compartidas; LPFA-5 y LPFA-8 (100 %) son los puntos más similares con una especie en común, para el resto de las estaciones esta similaridad fluctúa entre el 20 % y el 60 %.



Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.

Elaborado: ESSAM, 2022.

Cuadro 6.2-115: Valores del Índice de Similitud según Bray Curtis										
	LPFA-1	LPFA-3	LPFA-4	LPFA-5	LPFA-6	LPFA-7	LPFA-8	LPFA-9	LPFA-10	LPFA-11
LPFA-1	*	0	75	0	33,333	0	0	0	33,3333	0
LPFA-3	*	*	20	28,571	25	0	28,571	50	25	80
LPFA-4	*	*	*	0	33,333	0	0	33,333	33,3333	25
LPFA-5	*	*	*	*	66,667	0	100	0	66,6667	40
LPFA-6	*	*	*	*	*	0	66,667	0	100	33,3333
LPFA-7	*	*	*	*	*	*	0	0	0	0
LPFA-8	*	*	*	*	*	*	*	0	66,6667	40
LPFA-9	*	*	*	*	*	*	*	*	0	33,3333
LPFA-10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	33,3333
LPFA-11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.
Elaborado: ESSAM, 2022.

C. Aspectos Ecológicos

- **Índice de refugio**

El índice de refugio (IR), es utilizado para evaluar la presencia de todos aquellos objetos naturales o artificiales que suministran una protección contra la corriente y la insolación, o que sirven de refugio para los peces, actualmente los sitios evaluados presentaron un 73 % de estaciones con un índice de refugio bajo y el 27 % se puede considerar un índice de refugio medio. (Cuadro 6.2-116).

Cuadro 6.2-116: Índice de Refugio (IR)

Sector	Estación Muestreo	Refugio debido a cornisas, cuevas y bancos (Ce)	Refugio debido al sombreado (Csb)	Refugio debido al tipo de sustrato (Cst)	Refugio debido a la vegetación sumergida (Cvs)	Refugio debido a la profundidad de la columna de agua (Cp)	IR (Época aguas altas)	Interpretación
La Plata	LPFA-01	3	1	4	1	1	4,75	Baja
Las Minas	LPFA-02	2	4	3	1	1	4,25	Baja
Las Minas	LPFA-03	3	5	3	1	1	5,50	Media
San Pablo	LPFA-04	2	1	3	1	1	3,50	Baja
Las Minas	LPFA-05	3	5	3	1	1	5,50	Media
San Pablo	LPFA-06	2	1	3	1	1	3,50	Baja
San Pablo	LPFA-07	2	4	3	1	1	4,25	Baja
Las Minas	LPFA-08	2	4	3	1	1	4,25	Baja
Boca del Túnel	LPFA-09	2	3	3	2	1	4,25	Baja
Las Minas	LPFA-10	2	3	4	1	1	4,25	Baja
Palo Quemado	LPFA-11	3	3	3	1	1	5,00	Media

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022.

- **Gremio trófico o dieta**

En cuanto a los gremios tróficos, de las cuatro especies registradas se estableció que todas las especies tienen una dieta generalista siendo Insectívoro-Piscívoro, según Tufiño (Tufiño & Ramiro-Barrantes, 2013) y Nugra et al (2018) pudiendo alimentarse de macroinvertebrados acuáticos, zooplancton e incluso otros peces (Cuadro 6.2-117).

Cuadro 6.2-117: Gremio trófico de las especies registradas

Especie	Hábito
<i>Astroblepus chotae</i>	Insectívoro-Piscívoro
<i>Astroblepus</i> sp.	Insectívoro-Piscívoro
<i>Astroblepus trifasciatus</i>	Insectívoro-Piscívoro
<i>Sp. 1</i>	Insectívoro-Piscívoro

Fuente: (Tufiño & Ramiro-Barrantes, 2013); (Nugra, Abad, & Zárate, 2018) (Froese & Pauly, 2021).
Elaborado: ESSAM, 2022.

Actividad y distribución en la columna de agua (peces).- En cuanto a la actividad de las especies reportadas la información sobre las especies es escaso (Nugra, Abad, & Zárate, 2018) (Jimenez-Prado, y otros, 2015) (Tufiño & Ramiro-Barrantes, 2013) (Froese & Pauly, 2021), en cuanto a la distribución vertical de las especies el 75 % son especies demersales y el 25 % son especies pelágicas (Cuadro 6.2-118).

Cuadro 6.2-118: Actividad y distribución trófico de las especies registradas

Especie	Actividad	Distribución vertical
<i>Astroblepus chotae</i>	Indeterminado	Demersal
<i>Astroblepus</i> sp.	Indeterminado	Demersal
<i>Astroblepus trifasciatus</i>	Indeterminado	Demersal
<i>Sp. 1</i>	Indeterminado	Pelágico

Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.
Elaborado: ESSAM, 2022.

Migración.-En cuanto a la migración no existen datos específicos sobre migración de los peces de las vertientes del occidente de Ecuador, (Froese & Pauly, 2021) (Jimenez-Prado, y otros, 2015) (Tufiño & Ramiro-Barrantes, 2013) por lo cual, no se pudo establecer los patrones migratorios de las especies registradas.

- **Estado de conservación de las especies**

El estado de conservación de la ictiofauna registrada actualmente se conformó de una especie categorizadas como en Preocupación menor y tres especies no evaluadas por la UICN (2021) respectivamente, mientras que dentro de las categorías CITES (2021) ninguna de las cuatro especies se encuentra reportada (Cuadro 6.2-119).

Cuadro 6.2-119: Estado de Conservación de las especies registradas		
Especie	UICN	CITES
<i>Astroblepus chotae</i>	No Evaluado	No evaluado
<i>Astroblepus sp.</i>	No Evaluado	No evaluado
<i>Astroblepus trifasciatus</i>	LC	No evaluado
<i>Sp. 1</i>	No evaluado	No evaluado
Fuente: (IUCN, 2021); (CITES, 2021); (Froese & Pauly, 2021)		
Elaborado: ESSAM, 2022.		

- **Endemismo**

En cuando al endemismo de las especies registradas, no existen especies endémicas, el 50% son especies nativas (*Astroblepus chotae*, *Astroblepus trifasciatus*) y un 50 % no se pudo determinar, principalmente por el nivel de identificación de estas especies (Cuadro 6.2-120).

Cuadro 6.2-120: Endemismo de las especies registradas	
Especie	Endemismo
<i>Astroblepus chotae</i>	Nativo
<i>Astroblepus sp.</i>	Indeterminado
<i>Astroblepus trifasciatus</i>	Nativa
<i>Sp. 1</i>	Indeterminado
Fuente: Campaña de Campo ESSAM, 2021.	
Elaborado: ESSAM, 2022.	

- **Especies indicadoras**

En cuanto a las especies indicadoras se determinaron principalmente por el estado de conservación, distribución geográfica y especialización a un hábitat y susceptibilidad de muestreo.

Las especies del género *Astroblepus* se pueden considerar como indicadores de aguas de calidad media principalmente por su grado de especialización a ciertos tipos de ambientes como zonas con un alto porcentaje de oxígeno disuelto, zonas de rápidos y distancia de fuga, además, el poco conocimiento sobre la biología de estas especies las hace importantes para las áreas evaluadas.

D. Análisis de sensibilidad

El género *Astroblepus* se puede considerar como especies de sensibilidad media, a pesar de que varios aspectos ecológicos son desconocidos, sin embargo, como todas las especies de esta familia, están sujetas a mucha presión debido a factores como la introducción de poblaciones no nativas (principalmente trucha y tilapia), contaminación de las fuentes de agua, degradación de las zonas de ribera, expansión agrícola y ganadería.

Para el caso de los individuos del orden Cyprinodontiformes no se puede establecer la sensibilidad para la especie.

E. Uso del recurso

Actualmente dentro de la zona de muestreo se recabó información de tipo informal (conversaciones) a los guías y moradores de las zonas evaluadas, estableciendo que la ictiofauna existente dentro del área de muestreo no tiene ningún uso.

❖ Resumen de resultados

- A manera general, toda el área presenta una alta degradación ambiental, lo cual se evidencia en el bajo porcentaje de conectividad del bosque forestal con el bosque de ribera, observándose una alta antropización, principalmente por el cambio del uso del suelo (ganadería y monocultivos).
- Actualmente se registró una riqueza de cuatro especies y una abundancia de 28 individuos dentro de dos familias en diez de los once puntos de muestreo analizados, esto indica que el área presenta una baja riqueza y abundancia de peces, posiblemente porque existe un predominio de zonas con ambientes alterados con poca cobertura vegetal, según la caracterización del hábitat fluvial realizada.
- Dentro de este contexto y en base a los resultados obtenidos de la evaluación de la calidad de refugio se observó una alta dominancia de zonas de baja calidad de refugio dentro de los cuerpos hídricos evaluados, sugieren que los cuerpos de agua se encuentran comprometidos ambientalmente, esto disminuye las probabilidades de que las poblaciones icticas prosperen a futuro en la zona.
- Dentro de las cuatro especies registradas una sólo pudo identificarse a nivel de orden (Cyprinodontiformes) debido a que los individuos eran alevines, y únicamente encontrándose en una poza del punto LPFA-07, lo cual sugiere que esta especie sólo se encuentra en ríos de las zonas más bajas al encontrarse a los 1.172 msnm y con un índice de refugio de 4.5.

- A pesar que no se encontró ninguna limitante metodológica y que las condiciones para efectuar los muestreos fueron los adecuados, características como la calidad del ecosistema de los cuerpos de agua, deforestación, contaminación entre otros, hacen poco probable que se puedan registrar un mayor número de especies dentro de la zona evaluada, lo cual se observa en los resultados obtenidos por el estimador de Chao 1.
- La zona no presenta especies endémicas y no existen datos sobre la migración de los peces reportados para el área. En cuanto a los aspectos ecológicos de las especies, estos demuestran que además, la distribución de las especies en la columna de agua se reduce a dos tipos (demersal y pelágico) puede deberse a la naturaleza de los ríos (ríos de montaña) y a la época en la que se realiza el estudio (estiaje).

❖ Conclusiones

- De forma general y en base a los resultados obtenidos, se observó que la zona presentó un alto grado de antropización y degradación ambiental preexistente (ganadería, monocultivos, cambio de uso del suelo, deforestación) que no corresponden a las actividades propias de la empresa minera La Plata S.A., estos factores reportados y complementados con los análisis efectuados sugieren que las poblaciones de peces en la zona evaluada se encuentran comprometidas por la degradación ecológica de la zona.
- En cuanto a los cuerpos de agua evaluados, se concluye que a pesar de la degradación ecosistémica existente, los ríos mantienen una calidad media, lo cual permite que aún existan poblaciones ícticas, sin embargo, la contaminación, pérdida de conectividad y pérdida de zonas de refugio propios del sector, y añadidas las afectaciones producto de las actividades mineras como remoción de capa vegetal y contaminación de los afluentes; se prevé la desaparición de los nichos ecológicos y de especies del sector, en especial de la especie del genero *Astroblepus* que se ubican en ríos con alto porcentaje de oxigenación y representa el 75 % de los géneros reportados.

❖ **Registro Fotográfico**

A. Sitio de Muestreo



Fotografía 6.2-174:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPFA-01
Coordenadas Geográficas:
X: 728572 **Y:** 9958959
Altitud: 1259
Fecha: 10-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-175:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPFA-02
Coordenadas Geográficas:
X: 727290 **Y:** 9957451
Altitud: 1395
Fecha: 8-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-176:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPFA-03
Coordenadas Geográficas:
X: 729716 **Y:** 9956167
Altitud: 1445
Fecha: 10-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-177:

Provincia: Cotopaxi **Cantón:** Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPFA-04
Coordenadas Geográficas:
X: 727936 **Y:** 9957898
Altitud: 1344
Tipo de muestreo: Cuantitativo
Fecha: 11-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



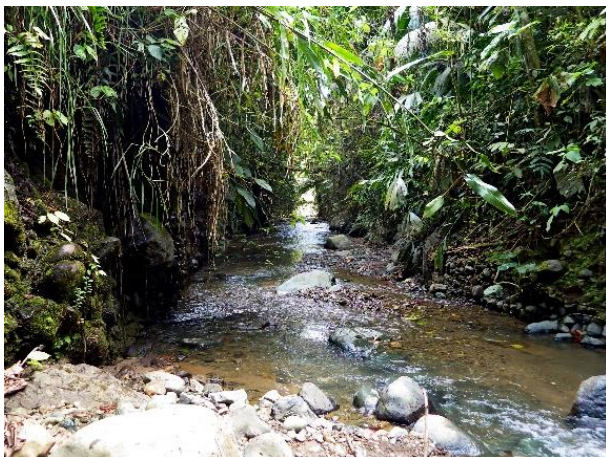
Fotografía 6.2-178:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPFA-05
Coordenadas Geográficas:
X: 730162
Y: 9956814
Altitud: 1381
Fecha: 9-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-179:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPFA-06
Coordenadas Geográficas:
X: 729937
Y: 9959688
Altitud: 1169
Fecha: 11-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-180:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPFA-07
Coordenadas Geográficas:
X: 730213
Y: 9959573
Altitud: 1172
Fecha: 11-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-181:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPFA-08
Coordenadas Geográficas:
X: 730356
Y: 9957875
Altitud: 1288
Fecha: 9-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-182:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPFA-09
Coordenadas Geográficas:
X: 729223
Y: 9956992
Altitud: 1479
Fecha: 8-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-183:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPFA-10
Coordenadas Geográficas:
X: 730312
Y: 9957362
Altitud: 1256
Fecha: 8-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021



Fotografía 6.2-184:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de Muestreo (Código): LPFA-11
Coordenadas Geográficas:
X: 730586
Y: 9958447
Altitud: 1255
Fecha: 9-septiembre-2021
Fuente: Trabajo de Campo ESSAM, 2021

B. Metodología aplicada



Fotografía 6.2-185:

Punto de Muestreo (Código): LPFA-05

Método: Toma de parámetros fisicoquímico de los cuerpos de agua.

Fecha: 9-septiembre-2021

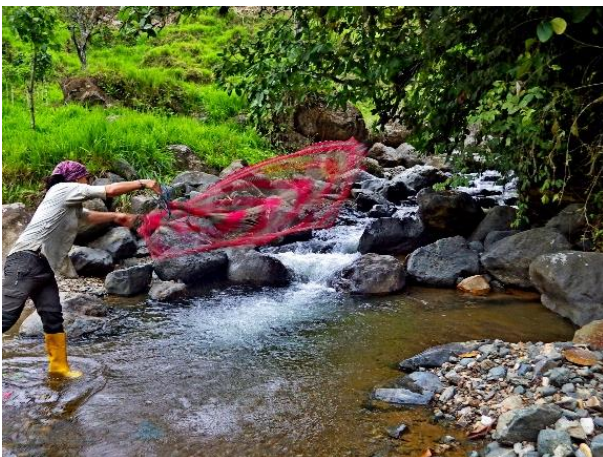


Fotografía 6.2-186:

Punto de Muestreo (Código): LPFA-09

Método: Registro de coordenadas

Fecha: 8-septiembre-2021



Fotografía 6.2-187:

Punto de Muestreo (Código): LPFA- 1

Método: Pesca tradicional (atarraya)

Fecha: 10-septiembre-2021



Fotografía 6.2-188:

Punto de Muestreo (Código): LPFA-7

Método: Pesca tradicional (salabardo)

Fecha: 11-septiembre-2021



Fotografía 6.2-189:

Punto de Muestreo (Código): LPFA-10

Método: Estación de procesamiento de datos en campo

Fecha: 8-septiembre-2021



Fotografía 6.2-190:

Punto de Muestreo (Código): LPFA-6

Método: Pesca tradicional (red de arrastre)

Fecha: 11-septiembre-2021

C. Especies registradas



Fotografía 6.2-191:

Orden: Siluriformes
Familia: Astroblepidae
Género: Astroblepus
Especie: *Astroblepus* sp.
Nombre Común: Preñadilla, bagrecito
Punto de Muestreo (Código): LPFA-3, LPFA-4, LPFA-9, LPFA-11
Tipo de Registro: Captura
Fecha: 08-11-septiembre-2021
Investigador: Byron Calero Romero



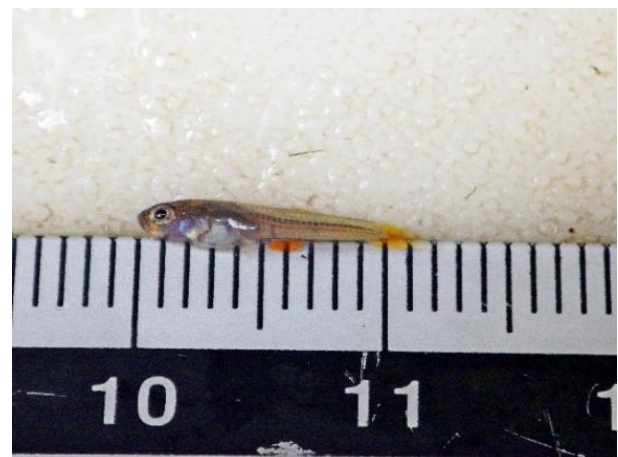
Fotografía 6.2-192:

Orden: Siluriformes
Familia: Astroblepidae
Género: Astroblepus
Especie: *Astroblepus chotae*
Nombre Común: Preñadilla, bagrecito
Punto de Muestreo (Código): LPFA-3, LPFA-5, LPFA-6, LPFA-8, LPFA-10, LPFA-11.
Tipo de Registro: Captura
Fecha: 08-11-septiembre-2021
Investigador: Byron Calero Romero



Fotografía 6.2-193:

Orden: Siluriformes
Familia: Astroblepidae
Género: Astroblepus
Especie: *Astroblepus trifasciatus*
Nombre Común: Preñadilla, bagrecito
Punto de Muestreo (Código): LPFA-1, LPFA-4, LPFA-6, LPFA-10.
Tipo de Registro: Captura
Fecha: 08-11-septiembre-2021
Investigador: Byron Calero Romero



Fotografía 6.2-194:

Orden: Cyprinodontiformes
Familia: Indeterminada
Género: Indeterminada
Especie: *Sp. 1*
Nombre Común: Blanco
Punto de Muestreo (Código): LPFA-7
Tipo de Registro: Captura
Fecha: 11-septiembre-2021
Investigador: Byron Calero Romero

6.2.6.2 Macroinvertebrados Acuáticos

❖ Introducción

Las relaciones del recurso hídrico con usos del terreno y las sustancias que lo están desequilibrando pueden reconocerse a partir del estudio de la biodiversidad de los macroinvertebrados del agua (Roldán, 1992), por lo tanto su estudio puede convertirse en una herramienta para dicha gestión.

Los macroinvertebrados bentónicos son habitantes comunes de los lagos y arroyos en los que son importantes en el movimiento de energía a través de las redes tróficas. El término "bentos" significa "parte inferior de vida", por lo que estos organismos por lo general habitan en substratos del fondo por lo menos parte de su ciclo de vida, el prefijo "macro" indica que estos organismos son retenidos por las dimensiones de malla de 200 a 500 mm (Rosenberg & Resh, 1993). Son aquellos organismos que viven la mayor parte de su vida en ríos, esteros y lagos, no tienen esqueleto y son visibles a simple vista. Generalmente están representados por insectos, lombrices de agua, planarias, moluscos, cangrejos, camarones, anfípodos, ácaros, sanguijuelas y nematodos (Roldán, 1988).

La necesidad de conocer la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos expuestos a las actividades antrópicas, ha generado la creación de Índices Bióticos, entre los cuales, aquellos que usan a los macroinvertebrados acuáticos han sido los más aceptados por su fácil interpretación (Roldán, 2003).

Los métodos de evaluación de la calidad del agua con macroinvertebrados acuáticos ofrecen ventajas tales como: simplicidad metodológica, rapidez de los resultados y una alta confiabilidad de los mismos, lo que hace de estos métodos una herramienta idónea para la vigilancia rutinaria de las cuencas y ríos en general (Reice, S.R. & M. Wohlenberg., 1992).

En los ecosistemas dulceacuícolas, uno de los grupos más representativos son los macroinvertebrados bentónicos (Valdovinos, 2006), los que consisten principalmente en estados inmaduros de insectos, ácaros, moluscos, crustáceos y anélidos, entre otros. Su distribución espacial ha sido relacionada con diversas variables que estructuran la comunidad a lo largo de los ríos, ya sean factores físicos, químicos, biológicos, e interacción con otras especies (Fierro, Bertran, Martinez, Valdovinos, & Vargas-Chacoff, 2014). Estos organismos son considerados un importante componente biológico de los ríos, ya que están vinculados, activamente, en el flujo de materia y energía; por lo que han sido considerados indicadores del estado de conservación de los cuerpos de agua. Por tal motivo el presente muestreo se enfoca en estos organismos, para ello se manejaron los siguientes parámetros: riqueza, abundancia y diversidad mediante la aplicación de los índices estadístico Shannon – Wiener y

Simpson; mientras que para el estado de conservación se aplicó índices ecológicos: BMWP/Col, AAMBI y Taxas EPT.

❖ **Objetivos**

A. Objetivo general

- Determinar la calidad de agua de los ecosistemas acuáticos dentro del área operativa de la concesión minera La Plata mediante el análisis de los macroinvertebrados acuáticos y el uso de índices ecológicos realizados en dos periodos climáticos (clima seco - septiembre 2021y clima lluvioso - marzo 2022).

B. Objetivos específicos

- Caracterizar la riqueza y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos.
- Determinar el nivel de sensibilidad de los cuerpos de agua mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos.
- Determinar el estado de conservación de los ecosistemas acuáticos muestreados.
- Identificar las posibles amenazas de la actividad minera sobre los cuerpos hídricos y las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, y establecer medidas de mitigación.

❖ **Área de Estudio**

El área de estudio se ubica en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Sigchos, Parroquia Palo Quemado, Sector Las Minas y Sector San Pablo, área operativa de la concesión minera La Plata. De acuerdo con la clasificación propuesta por el (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013) el área pertenece a la formación vegetal Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes (BsBn04).

De manera general se observa que los cuerpos de agua muestreados se encuentran en áreas que presentan rastrojos de vegetación a causa de la expansión de la frontera agrícola y las actividades ganaderas a los que se encuentran sometidos constantemente.

A. Sitio de Muestreo

El cuadro 6.2-120 muestra las coordenadas de ubicación y descripción de los 11 sitios de muestreo establecidos para el estudio de macroinvertebrados acuáticos, dentro del área operativa de la concesión minera La Plata, los cuales se ilustran el mapa: *Mapa 6.2-9: Ubicación de sitios de muestreo del Componente Macroinvertebrados Acuáticos. (Ver 15 Anexos: 1 Cartografía)*

Cuadro 6.2-121: Puntos Muestreo Cuantitativos Macroinvertebrados acuáticos

No	Código de muestreo	Época Climática	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM WSG84 Zona 17S		Altitud msnm	Descripción del Hábitat	Método	Extensión Unidad Muestreal	Tipo de Muestreo
				Este (X)	Norte (Y)					
1	LPFA-1-MB /Río San Pablo	Seca	09-sep-2021	728585	9958936	1.264	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lóxico de montaña, agua semiturbia, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, vegetación de ribera escasa. De 3 a 6 metros de ancho y de 0,40 a 0,80 metros de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal nula, la vegetación circundante consta de rastrojos de vegetación árboles dispersos, cultivos de caña y pastizal. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Raúl Porras.	Red D-net	100 m	Cuantitativo
2		Lluviosa	03-mar-2022	728585	9958936	1.264	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lóxico de montaña, agua semiturbia, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, vegetación de ribera escasa. De 3 a 6 metros de ancho y de 0,50 a 1 metros de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal nula, la vegetación circundante consta de rastrojos de vegetación árboles dispersos, cultivos de caña y pastizal. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Raúl Porras. Lluvias antes y durante el muestreo.	Red D-net	100 m	Cuantitativo

Cuadro 6.2-121: Puntos Muestreo Cuantitativos Macroinvertebrados acuáticos

No	Código de muestreo	Época Climática	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM WSG84 Zona 17S		Altitud msnm	Descripción del Hábitat	Método	Extensión Unidad Muestreal	Tipo de Muestreo
				Este (X)	Norte (Y)					
3	LPFA-2-MB / Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José	Seca	08-sep-2021	729295	9957436	1.411	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lóxico de montaña encañonado, agua semiturbia, corriente media, sustrato arenoso-lodoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, musgos, pecton, la vegetación de ribera es escaza. En las orillas hojarasca en grandes cantidades a lo largo del cauce se observa empalizada de todos los tamaños. De 1 a 1,5 metros de ancho y de 0,30 a 0,50 metros de profundidad aproximadamente, orilla nula, cobertura vegetal media, por su parte la vegetación circundante es propia de rastrojos de vegetación, árboles dispersos y pastizal. Se percibe un fuerte olor a podrido en el agua, posiblemente por descargas de aguas servidas. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Víctor Calapaqui.	Red D-net	100 m	Cuantitativo
4		Lluviosa	02-mar-2022	729398	9957615	1.331	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lóxico de montaña encañonado, agua semiturbia, corriente rápida, sustrato arenoso-lodoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, musgos, pecton, la vegetación de ribera es escaza. En las orillas hojarasca en grandes cantidades a lo largo del cauce se observa empalizada de todos los tamaños. De 1 a 2 metros de ancho y de 0,40 a 0,70 metros de profundidad aproximadamente, orilla nula, cobertura vegetal media, por su parte la vegetación circundante es propia de rastrojos de vegetación, árboles dispersos y pastizal. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Víctor Calapaqui. Lluvias antes y durante el muestreo.	Red D-net	100 m	Cuantitativo

Cuadro 6.2-121: Puntos Muestreo Cuantitativos Macroinvertebrados acuáticos

No	Código de muestreo	Época Climática	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM WSG84 Zona 17S		Altitud msnm	Descripción del Hábitat	Método	Extensión Unidad Muestreal	Tipo de Muestreo
				Este (X)	Norte (Y)					
5	LPFA-3-MB / Quebrada la Florida	Seca	07-sep-2021	729751	9956181	1.451	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lótico de montaña, agua semiturbia, corriente media, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, musgos, pecton, la vegetación de ribera se encontraba escasa no obstante la observada corresponde a herbáceas y helechos en un 10%. En las orillas hojarasca en pequeñas cantidades a lo largo del cauce se observa empalizada de todos los tamaños. De 2 a 4 metros de ancho y de 0,30 a 0,70 metros de profundidad aproximadamente, orilla nula, cobertura vegetal media, por su parte la vegetación circundante es propia de Bosque Intervenido, rastrojos de vegetación y pastizal. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Gonzalo Vallejo.	Red D-net	100 m	Cuantitativo
6		Lluviosa	02-mar-2022	729751	9956181	1.451	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lótico de montaña, agua semiturbia, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, musgos, pecton, la vegetación de ribera se encontraba escasa no obstante la observada corresponde a herbáceas y helechos en un 10%. En las orillas hojarasca en pequeñas cantidades a lo largo del cauce se observa empalizada de todos los tamaños. De 3 a 4 metros de ancho y de 0,50 a 0,80 metros de profundidad aproximadamente, orilla nula, cobertura vegetal media, por su parte la vegetación circundante es propia de Bosque Intervenido, rastrojos de vegetación y pastizal. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Gonzalo Vallejo. Lluvias antes y durante el muestreo.	Red D-net	100 m	Cuantitativo

Cuadro 6.2-121: Puntos Muestreo Cuantitativos Macroinvertebrados acuáticos

No	Código de muestreo	Época Climática	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM WSG84 Zona 17S		Altitud msnm	Descripción del Hábitat	Método	Extensión Unidad Muestreal	Tipo de Muestreo
				Este (X)	Norte (Y)					
7	LPFA-4-MB / Río San Pablo	Seca	08-sep-2021	727929	9957922	1.345	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lóxico de montaña, agua semiturbia, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, vegetación de ribera escasa. De 3 a 5 metros de ancho y de 0,40 a 0,80 metros de profundidad aproximadamente, orilla alta, cobertura vegetal nula, la vegetación circundante consta de árboles dispersos y pastizal. Se encuentra a 50 m de la carretera principal dentro del predio del señor Alberto Porras.	Red D-net	100 m	Cuantitativo
8		Lluviosa	03-mar-2022	727929	9957922	1.345	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lóxico de montaña, agua semiturbia, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, vegetación de ribera escasa. De 4 a 6 metros de ancho y de 0,80 a 1 metros de profundidad aproximadamente, orilla alta, cobertura vegetal nula, la vegetación circundante consta de árboles dispersos y pastizal. Se encuentra a 50 m de la carretera principal dentro del predio del señor Alberto Porras. Lluvias antes y durante el muestreo.	Red D-net	100 m	Cuantitativo

Cuadro 6.2-121: Puntos Muestreo Cuantitativos Macroinvertebrados acuáticos

No	Código de muestreo	Época Climática	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM WSG84 Zona 17S		Altitud msnm	Descripción del Hábitat	Método	Extensión Unidad Muestreal	Tipo de Muestreo
				Este (X)	Norte (Y)					
9	LPFA-5-MB / Quebrada la Florida	Seca	07-sep-2021	730166	9956815	1.378	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lótico de montaña, agua cristalina, corriente media, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, musgos, pecton, la vegetación de ribera se encontraba escasa no obstante la observada corresponde a herbáceas y helechos en un 10%. En las orillas y en el lecho del río presencia de hojarasca. De 2 a 4 metros de ancho y de 0,30 a 0,70 metros de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal media, por su parte la vegetación circundante es propia de Bosque Intervenido, rastrojos de vegetación, cultivos de caña de azúcar y pastizal. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Alcides Cundulle.	Red D-net	100 m	Cuantitativo
10		Lluviosa	03-mar-2022	730232	9956937	1.378	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lótico de montaña, agua semiturbia, corriente media, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, musgos, pecton, la vegetación de ribera se encontraba escasa no obstante la observada corresponde a herbáceas en un 10%. En las orillas y en el lecho del río presencia de hojarasca. De 3 a 4 metros de ancho y de 0,50 a 0,80 metros de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal nula, por su parte la vegetación circundante es propia de rastrojos de vegetación, árboles dispersos y pastizal. Lluvias antes y durante el muestreo.	Red D-net	100 m	Cuantitativo

Cuadro 6.2-121: Puntos Muestreo Cuantitativos Macroinvertebrados acuáticos

No	Código de muestreo	Época Climática	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM WSG84 Zona 17S		Altitud msnm	Descripción del Hábitat	Método	Extensión Unidad Muestreal	Tipo de Muestreo
				Este (X)	Norte (Y)					
11	LPFA-6-MB / Río San Pablo	Seca	08-sep-2021	729954	9959713	1.184	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lóxico de montaña, agua cristalina, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, la vegetación de ribera se encontraba nula. De 2 a 3 metros de ancho y de 0,30 a 0,70 metros de profundidad aproximadamente, orilla nula, cobertura vegetal nula, por su parte la vegetación circundante consta de árboles dispersos y pastizal. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Washington Uribe. Cuando llueve el caudal crece.	Red D-net	100 m	Cuantitativo
12		Lluviosa	04-mar-2022	729954	9959713	1.184	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lóxico de montaña, agua cristalina, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, la vegetación de ribera se encontraba nula. De 3 a 4 metros de ancho y de 0,60 a 1 metros de profundidad aproximadamente, orilla nula, cobertura vegetal nula, por su parte la vegetación circundante consta de árboles dispersos y pastizal. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Washington Uribe. Lluvias antes y durante el muestreo.	Red D-net	100 m	Cuantitativo

Cuadro 6.2-121: Puntos Muestreo Cuantitativos Macroinvertebrados acuáticos

No	Código de muestreo	Época Climática	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM WSG84 Zona 17S		Altitud msnm	Descripción del Hábitat	Método	Extensión Unidad Muestreal	Tipo de Muestreo
				Este (X)	Norte (Y)					
13	LPFA-7-MB / Río La Plata	Seca	08-sep-2021	730217	9959592	1.180	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lótico de montaña encañonado, agua cristalina, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, musgos, pecton, la vegetación de ribera se encontraba escasa no obstante la observada corresponde a herbáceas y helechos en un 10%. De 3 a 4 metros de ancho y de 0,30 a 0,70 metros de profundidad aproximadamente, orilla nula, cobertura vegetal media, por su parte la vegetación circundante es propia de Bosque Intervenido, rastrojos de vegetación, árboles dispersos y pastizal. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Washington Uribe.	Red D-net	100 m	Cuantitativo
14		Lluviosa	04-mar-2022	730217	9959592	1.180	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lótico de montaña encañonado, agua turbia, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados , musgos, pecton, la vegetación de ribera se encontraba escasa no obstante la observada corresponde a herbáceas y helechos en un 10%. De 3 a 4 metros de ancho y de 0,50 a 0,80 metros de profundidad aproximadamente, orilla nula, cobertura vegetal media, por su parte la vegetación circundante es propia de Bosque Intervenido, rastrojos de vegetación, árboles dispersos y pastizal. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Washington Uribe. Lluvias antes y durante el muestreo.	Red D-net	100 m	Cuantitativo

Cuadro 6.2-121: Puntos Muestreo Cuantitativos Macroinvertebrados acuáticos

No	Código de muestreo	Época Climática	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM WSG84 Zona 17S		Altitud msnm	Descripción del Hábitat	Método	Extensión Unidad Muestreal	Tipo de Muestreo
				Este (X)	Norte (Y)					
15	LPFA-8-MB / Río La Plata	Seca	09-sep-2021	730343	9957869	1.331	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lótico de montaña, agua cristalina, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, musgos, pecton, la vegetación de ribera se encontraba escasa no obstante la observada corresponde a herbáceas y helechos en un 10%. En las orillas y en el cauce se observa hojarasca, además de empalizada de todos los tamaños. De 2 a 4 metros de ancho y de 0,30 a 0,60 metros de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal media, por su parte la vegetación circundante es propia de Bosque Intervenido y pastizal. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Marcelo Andino y es usado como bebedero del ganado.	Red D-net	100 m	Cuantitativo
16		Lluviosa	03-mar-2022	730343	9957869	1.331	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lótico de montaña, agua turbia, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, musgos, pecton, la vegetación de ribera se encontraba escasa no obstante la observada corresponde a herbáceas y helechos en un 10%. En las orillas y en el cauce se observa hojarasca, además de empalizada de todos los tamaños. De 3 a 5 metros de ancho y de 0,40 a 0,90 metros de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal media, por su parte la vegetación circundante es propia de Bosque Intervenido y pastizal. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Marcelo Andino y es usado como bebedero del ganado. Lluvias antes y durante el muestreo.	Red D-net	100 m	Cuantitativo

Cuadro 6.2-121: Puntos Muestreo Cuantitativos Macroinvertebrados acuáticos

No	Código de muestreo	Época Climática	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM WSG84 Zona 17S		Altitud msnm	Descripción del Hábitat	Método	Extensión Unidad Muestreal	Tipo de Muestreo
				Este (X)	Norte (Y)					
17	LPFA-9-MB / Quebrada Boca Mina	Seca	07-sep-2021	729148	9957032	1.467	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lóxico de montaña, agua semiturbia, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, musgos, pecton, la vegetación de ribera es nula. De 1 a 1,5 metros de ancho y de 0,30 a 0,50 metros de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal nula, por su parte la vegetación circundante consta de rastrojos, árboles dispersos y pastizal. Agua de mina circula por el cauce, con olor a azufre y presencia de basura. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Manuel Monte.	Red D-net	100 m	Cuantitativo
18		Lluviosa	02-mar-2022	729148	9957032	1.467	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lóxico de montaña, agua sumamente turbia, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, la vegetación de ribera es nula. De 1 a 2 metros de ancho y de 0,30 a 0,60 metros de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal nula, por su parte la vegetación circundante consta de rastrojos, árboles dispersos y pastizal. Agua de mina circula por el cauce, con olor a azufre y presencia de basura. El cuerpo de agua se encuentra en el predio del señor Manuel Monte. Debido a las fuerte lluvias de días anteriores y durante el muestreo el cuerpo de agua se encuentra totalmente sedimentado no se registró macroinvertebrados acuáticos.	Red D-net	100 m	Cuantitativo

Cuadro 6.2-121: Puntos Muestreo Cuantitativos Macroinvertebrados acuáticos

No	Código de muestreo	Época Climática	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM WSG84 Zona 17S		Altitud msnm	Descripción del Hábitat	Método	Extensión Unidad Muestreal	Tipo de Muestreo
				Este (X)	Norte (Y)					
19	LPFA-10-MB / Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique	Seca	08-sep-2021	730317	9957339	1.344	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lótico de montaña, agua cristalina, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, musgos, pecton, la vegetación de ribera se encontraba escasa no obstante la observada corresponde a herbáceas y helechos en un 10%. En las orillas y en el lecho del río presencia de abundante hojarasca. De 2 a 4 metros de ancho y de 0,30 a 0,60 metros de profundidad aproximadamente, orilla alta, cobertura vegetal media, por su parte la vegetación circundante es propia de Bosque Intervenido y pastizal. Se encuentra a 100 m de la carretera principal.	Red D-net	100 m	Cuantitativo
20		Lluviosa	02-mar-2022	730317	9957339	1.344	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lótico de montaña, agua semiturbia, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, musgos, pecton, la vegetación de ribera se encontraba escasa no obstante la observada corresponde a herbáceas y helechos en un 10%. En las orillas y en el lecho del río presencia de abundante hojarasca. De 3 a 5 metros de ancho y de 0,40 a 0,90 metros de profundidad aproximadamente, orilla alta, cobertura vegetal media, por su parte la vegetación circundante es propia de Bosque Intervenido y pastizal. Se encuentra a 100 m de la carretera principal. Es importante señalar que se removió el lecho para sacar material de construcción provocando turbidez del agua en uno de los ramales que forman la unión. Lluvias antes y durante el muestreo.	Red D-net	100 m	Cuantitativo

Cuadro 6.2-121: Puntos Muestreo Cuantitativos Macroinvertebrados acuáticos

No	Código de muestreo	Época Climática	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM WSG84 Zona 17S		Altitud msnm	Descripción del Hábitat	Método	Extensión Unidad Muestreal	Tipo de Muestreo
				Este (X)	Norte (Y)					
21	LPFA-11-MB / Río La Plata	Seca	09-sep-2021	730591	9958451	1.261	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lóxico de montaña, agua cristalina, corriente media, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, la vegetación de ribera se encontraba escasa no obstante la observada corresponde a camachos, herbáceas y helechos en un 10%. De 2 a 3 metros de ancho y de 0,20 a 0,60 metros de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal nula, la vegetación circundante consta de rastrojos de vegetación, árboles dispersos y pastizal. El cuerpo de agua se encuentra en el Sector Palo Quemado, a 30 m del filo de la carretera por donde atraviesa un puente.	Red D-net	100 m	Cuantitativo
22		Lluviosa	02-mar-2022	730591	9958451	1.261	Cuerpo de agua permanente perteneciente a un sistema lóxico de montaña, agua turbia, corriente rápida, sustrato arenoso-rocoso -arcilloso, con presencia de cantos rodados, la vegetación de ribera se encontraba escasa no obstante la observada corresponde a camachos, herbáceas y helechos en un 10%. De 4 a 5 metros de ancho y de 0,50 a 1 metros de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal nula, la vegetación circundante consta de rastrojos de vegetación, árboles dispersos y pastizal. El cuerpo de agua se encuentra en el Sector Palo Quemado, a 30 m del filo de la carretera por donde atraviesa un puente. Lluvias antes y durante el muestreo.	Red D-net	100 m	Cuantitativo

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021 y 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

❖ Metodología

A. Fase de Campo

El estudio de los macroinvertebrados acuático fue realizado en dos periodos climáticos (clima seco y clima lluvioso), la campaña de campo en clima seco se desarrolló desde el 07 al 09 de septiembre del 2021; la campaña de campo en clima lluvioso se desarrolló desde el 02 al 04 de marzo de 2022. En las dos campañas de campo se muestrearon once cuerpos de agua ubicados en el área operativa de la concesión minera La Plata.

Los macroinvertebrados bentónicos fueron muestreados utilizando la técnica Red D-net en cada punto. Con esta red se realizaron muestreos en once puntos en cada tratamiento ecológico. En este contexto, se define al tratamiento ecológico como el conjunto de diez unidades de muestreo de 1 m de longitud por 50 cm dentro de 100 metros de longitud, en el caso del uso de la Red D-net. Cada tratamiento ecológico corresponde a un cuerpo de agua en estudio.

Este muestreo consistió en realizar un barrido en diferentes partes del cuerpo de agua, incluido el largo de las orillas, permitiendo así acceder a los microhábitats del sistema acuático como son: sustrato pedregoso, arcilloso, cúmulos de hojas, troncos sumergidos, vegetación ribereña, película superficial del agua, lecho, etc. (Roldán, 1992). Esta metodología nos proporcionara datos cuantitativos que permitan ponderar los resultados de riqueza y abundancia por área; esta operación se la repitió durante un minuto aproximadamente en cada microhábitat con la finalidad de obtener la mayor riqueza de especies. De esta manera fue posible disminuir errores derivados de las variaciones de micro ecosistemas que se presentan de un sitio a otro, en un mismo cuerpo de agua.

El material obtenido se colocó en una bandeja de loza blanca para realizar su respectiva limpieza; se separó a los macroinvertebrados de los otros animales con la ayuda de pinzas entomológicas. Los especímenes se colocaron en frascos plásticos previamente etiquetados con alcohol al 75% para su posterior traslado e identificación.

Se movilizó hacia el Museo de Historia Natural Gustavo Orcés de la Escuela Politécnica Nacional, para clima seco se movilizó un total de 11 lotes de macroinvertebrados acuáticos; mientras que para clima lluvioso se movilizó 11 lotes, para lo cual se contó con la Guía de Movilización de Especímenes de Vida Silvestre, Elementos Constitutivos y Muestras Biológicas emitida por la autoridad ambiental.

Al momento de tomar las muestras del cuerpo de agua se registró información referente a: coordenadas geográficas, fecha, fase estacional, hábitat, descripción del cuerpo de agua, entre otros datos.

B. Esfuerzo de muestreo

En los cuadros 6.2-122 y 6.2-123 se observa el esfuerzo de muestreo utilizado para el componente macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio para las dos campañas de campo, se especifica que por cada punto de muestreo se realizaron 10 repeticiones en una longitud de 100 m.

Cuadro 6.2-122: Esfuerzo de Muestreo- Macroinvertebrados acuáticos Clima seco					
Punto de muestreo	Fecha	Cuerpo de agua	Metodología	Nº días	Horas total
LPFA-1-MB	9-sep-2021	Río San Pablo	Red D-net	1	2 horas
LPFA-2-MB	9-sep-2021	Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José	Red D-net	1	2 horas
LPFA-3-MB	7-sep-2021	Quebrada la Florida	Red D-net	1	2 horas
LPFA-4-MB	8-sep-2021	Río San Pablo	Red D-net	1	2 horas
LPFA-5-MB	7-sep-2021	Quebrada la Florida	Red D-net	1	2 horas
LPFA-6-MB	8-sep-2021	Río San Pablo	Red D-net	1	2 horas
LPFA-7-MB	8-sep-2021	Río La Plata	Red D-net	1	2 horas
LPFA-8-MB	9-sep-2021	Río La Plata	Red D-net	1	2 horas
LPFA-9-MB	7-sep-2021	Quebrada Boca Mina	Red D-net	1	2 horas
LPFA-10-MB	8-sep-2021	Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique	Red D-net	1	2 horas
LPFA-11-MB	9-sep-2021	Río La Plata	Red D-net	1	2 horas
Total de horas de trabajo efectivo utilizando la metodología de muestreo					22 horas
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021					
Elaboración: ESSAM, 2022					

Cuadro 6.2-123: Esfuerzo de Muestreo- Macroinvertebrados acuáticos Clima Lluvioso					
Punto de muestreo	Fecha	Cuerpo de agua	Metodología	Nº días	Horas total
LPFA-1-MB	3-mar-2022	Río San Pablo	Red D-net	1	2 horas
LPFA-2-MB	2-mar-2022	Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José	Red D-net	1	2 horas
LPFA-3-MB	3-mar-2022	Quebrada la Florida	Red D-net	1	2 horas
LPFA-4-MB	3-mar-2022	Río San Pablo	Red D-net	1	2 horas
LPFA-5-MB	3-mar-2022	Quebrada la Florida	Red D-net	1	2 horas
LPFA-6-MB	4-mar-2022	Río San Pablo	Red D-net	1	2 horas
LPFA-7-MB	4-mar-2022	Río La Plata	Red D-net	1	2 horas
LPFA-8-MB	3-mar-2022	Río La Plata	Red D-net	1	2 horas
LPFA-9-MB	2-mar-2022	Quebrada Boca Mina	Red D-net	1	2 horas

Cuadro 6.2-123: Esfuerzo de Muestreo- Macroinvertebrados acuáticos Clima Lluvioso					
Punto de muestreo	Fecha	Cuerpo de agua	Metodología	Nº días	Horas total
LPFA-10-MB	2-mar-2022	Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique	Red D-net	1	2 horas
LPFA-11-MB	2-mar-2022	Río La Plata	Red D-net	1	2 horas
Total de horas de trabajo efectivo utilizando la metodología de muestreo					22 horas
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022.					
Elaboración: ESSAM, 2022					

C. Análisis de Datos

Para la identificación de los macroinvertebrados acuáticos, se utilizaron los siguientes equipos y materiales: estereomicroscopio marca *Snell* de magnificación 3X – 10X, cajas petri, vacutainers, viales y pinzas entomológicas. Para analizar las muestras obtenidas de los cuerpos de agua, se identificó a los individuos por phylum, clase, orden, familia, género y morfoespecie, con la ayuda de guías fotográficas y claves dicotómicas pertenecientes a: (Roldán, 1988); (Carrera & Fierro, 2001); (Domínguez & Fernández, 2009); (Merritt & Cummins, 1996). Posteriormente, las muestras fueron etiquetadas y preservadas para su depósito en el Museo de Historia Natural Gustavo Orcés de la Escuela Politécnica Nacional, donde se ingresaron un total de 1318 individuos en los 11 lotes movilizados (Ver *Anexo Digital 6.2 Componente Biótico/ 6.2-3 Deposito Museos/ 7 Deposito Macroinvertebrados*).

Los datos obtenidos permitieron realizar un análisis cuantitativo en cada uno de los puntos de muestreo

El procesamiento de la información se realizó a través del análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos en base a la metodología establecida para la evaluación de los macrobentos de los diferentes puntos de muestreo dentro del estudio.

- **Riqueza**
- Número total de especies registradas.
- Bode (1988) considera >26 = no impactado, 19 – 26 = levemente impactado, 11 – 18 = moderadamente impactado y < 11 = severamente impactado.

- **Abundancia Total**

Número de individuos registrados de una especie (Villarreal *et al.*, 2004), también suele manejarse el término para enunciar el número total de individuos de todas las especies en un sitio.

- **Abundancia Relativa**

Abundancia y distribución de individuos entre los tipos o especies. Dos comunidades pueden tener la misma cantidad de especies, pero ser muy distintas en términos de la abundancia relativa o dominancia de cada especie. Suele ser normal el caso que la mayoría de las especies son raras (tengan pocos individuos), mientras que un moderado número sea de comunes, y muy pocas especies sean verdaderamente abundantes (www.tarwi.lamolina.edu.pe).

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Ecu. 6.2-48

Donde:

n_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos de la muestra

- **Diversidad**

Riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea. (Moreno, C.E., 2001). Fue analizado mediante la aplicación de los índices de Shannon-Wiener y Simpson.

- **Índice de Diversidad de Shannon-Wiener**

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001; Escalante Espinosa, 2003; Villarreal *et al.*, 2004b). La fórmula del índice de diversidad es la siguiente:

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

Ecu. 6.2-49

Donde:

H' = contenido de la información de la muestra o índice de diversidad

Σ = sumatoria

p_i = proporción de la muestra

$(n_i/n) \ln$ = logaritmo natural

Los valores van de 0,0 a 5,0. Valores menores de 1,0 indican ambientes alterados, valores entre 1,0 y 3,0 ambientes moderadamente alterados, y valores entre 3,0 y 5,0 ambientes no alterados. Este índice refleja igualdad: mientras más uniforme es la distribución de las especies que componen la comunidad, mayor es el valor (Roldán, 1988).

Cuadro 6.2-124: Categorías Calificación Índice Shannon-Wiener	
Rango	Diversidad
< 1.5	Diversidad baja
1.6 a 3.5	Diversidad media
≥ 3.6	Diversidad alta
Fuente: (Magurran, 2004)	
Elaboración: ESSAM, 2022	

- **Índice de Dominancia de Simpson (1-D)**

La estimación de la diversidad mediante la aplicación del índice de Simpson está referida a la probabilidad de extraer dos individuos de la misma especie, también se emplea como un índice de dominancia dada su marcada dependencia de las especies más abundantes. Se utiliza habitualmente en su forma 1-D, que toma valores entre 0,0 y 1,0 considera la fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Ecu. 6.2-50

Dónde:

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

Cuadro 6.2-125: Interpretación para el índice de Simpson en su fórmula 1-D	
Rango	Diversidad
Entre 0-0,33	Baja diversidad
Entre 0,34-0,66	Mediana diversidad
Entre 0,67-1,0	Alta diversidad
Fuente: (Yáñez, 2014)	
Elaboración: ESSAM, 2022	

- **Riqueza de Familias**

Número total de familias registradas (Villareal, y otros, 2004).

- **Índice de Equitabilidad (J)**

Expresa el grado de realización de una comunidad, comparando su diversidad real de con la diversidad máxima posible. Su fórmula es $J = H/H_{max}$; donde H es la diversidad calculada según el índice de Shannon, y H_{max} es la diversidad máxima posible (obtenida a través del logaritmo natural de S). El valor de J es máximo cuando es igual a 1 ($J=1$) (Villareal, y otros, 2004).

- **Índice de Chao 1**

El índice de Chao es un estimador no paramétrico de la riqueza total de especies. Este índice da una medida del inventario completo y la riqueza de especies (Henderson, 2003). El índice de Chao se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Chao\ 1 = S + \left(\frac{a^2}{2b}\right)$$

Ecu. 6.2-51

Dónde:

a = número de especies con un solo individuo en la muestra;

b= número de especies representadas por solo dos individuos en la muestra

S obs es la cantidad total de especies observadas, y

S max es la riqueza máxima esperada.

- **Curva de acumulación de especies**

Es una curva de registro de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con el esfuerzo de muestreo de acuerdo con las repeticiones realizadas. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que se prosigue el muestreo aparecen menos especies, como las raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, poco a poco la pendiente de la curva desciende. El momento en el que esto ocurre por completo, teóricamente, se ha alcanzado número total de especies que se puede hallar en la zona, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

- **Índice de similitud de Jaccard**

El índice de Jaccard expresa la semejanza entre dos muestras al considerar la composición de las especies registradas al relacionar el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos muestreos. El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos puntos de muestreos comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies (Humboldt, 2006).

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

Ecu. 6.2-52

Dónde:

a= es el número de morfoespecies presentes en el sitio A; b es el número de morfoespecies presentes en el sitio

B y c= es el número de morfoespecies presentes en ambos sitios A y B. El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay morfoespecies compartidas entre ambos sitios hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de morfoespecies (Humboldt, 2006).

- **Índices Ecológicos**

Índice BMWP/Col.- Es un método simple de puntaje para todos los grupos de macroinvertebrados identificados hasta nivel de familia y que requiere solo datos cualitativos (presencia/ausencia). Para determinar la calidad del agua se utilizó el Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party para Colombia), el cual da valores de 1 a 10 a los macroinvertebrados identificados a nivel de familia (ver cuadro 6.2-126). Las familias que no toleran la pérdida de la calidad de agua tienen puntajes altos, mientras que familias que toleran la pérdida de calidad tienen puntajes bajos (Roldán, 2003). Cada familia registrada tiene un puntaje que va de 1 a 10 donde Roldán explica que cuando las familias dan puntajes de 10 a 8 es alta de 4 a 7 media y de 1 a 3 baja.

Cuadro 6.2-126: Puntajes de las familias macroinvertebrados acuáticos para el Índice BMWP/Col

Familias	Puntaje
Anomalopsychidae – Atripectididae – Blepharoceridae – Calamoceratidae – Ptilodactylidae – Chordodidae – Gomphidae – Hydridae – Lampyridae – Lymnessiidae – Odontoceridae – Oligoneuriidae – Perlidae – Polythoridae – Psephenidae	10
Ampullariidae – Dytiscidae – Ephemeraeidae – Euthyplociidae – Gyrinidae – Hydraenidae – Hydrobiosidae – Leptophlebiidae – Philopotamidae – Polycentropodidae – Polymitarcyidae – Xiphocentronidae	9

Familias	Puntaje
Gerridae – Hebridae – Helicopsychidae – Hydrobiidae – Leptoceridae – Lestidae – Palaemonidae – Pleidae – Pseudothelpusidae – Saldidae – Simuliidae – Veliidae – Trichodactylidae	8
Baetidae – Caenidae – Calopterygidae – Coenagrionidae – Corixidae – Dixidae – Dryopidae – Glossosomatidae – Hyalellidae – Hydroptilidae – Hydropsychidae – Leptohyphidae – Naucoridae – Notonectidae – Planariidae – Psychodidae – Scirtidae	7
Aeshnidae – Ancyliidae – 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 – Curculionidae – Noteridae	4
Ceratopogonidae – Glossiphoniidae – Cyclobdellidae – Hydrophilidae – Physidae – Tipulidae	3
Culicidae – Chironomidae – Muscidae – Sciomyzidae – Syrphidae	2
Tubificidae	1
Fuente: (Roldán, 2003)	
Elaboración: ESSAM, 2022	

La suma total de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio proporciona el valor de la calidad del agua (ver cuadro 6.2-127). BMWP/Col es una variación de este índice aplicado a la fauna macrobentónica de Antioquia-Colombia (Roldán, 2003)

Clase	Rango	Calidad	Características
I	>150, 101-120	Buena	Aguas muy limpias a limpias
II	61-100	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
III	36-60	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
IV	16-35	Crítica	Aguas muy contaminadas
V	<15	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas
Fuente: (Roldán, 2003)			
Elaboración: ESSAM, 2021			

Índice AAMBI.- El AAMBI, Andean-Amazon Biotic Index, modificado y adaptado de Ríos-Touma et al., 2014, del BMWP Roldán-Pérez 2016 y de Acosta 2009, (Encalada, y otros, 2019) un índice biótico que sirve para evaluar la calidad del agua y la integridad ecológica de ecosistemas acuáticos Andino-Amazónicos. Este índice se aplica asignando valores numéricos entre 1 y 10 a cada familia de invertebrados registrada durante un muestreo, dependiendo de su nivel de tolerancia a la contaminación (ver cuadro 6.2-128). En esta escala, el valor de 1 se asigna a las familias más tolerantes y el de 10 a las familias más sensibles.

Cuadro 6.2-112: Familias de invertebrados acuáticos y puntuación del Índice AAMBI (adaptado de Ríos Touma et al. 2014, del BMWP Roldán-Pérez 2016 y Acosta et al. 2009)

Phylum/ Subphylum	Clase	Orden	Taxa/Familia	Puntuación / AAMBI
Platyhelminthes	Turbellaria			5
Nemata (o Nematoda)	Chromadorea			4
Nematomorpha	Gordioidea			1
Mollusca	Gastropoda		Ampullariidae	4
			Ancylidae	4
			Physidae	3
			Lymnaeidae	3
			Planorbidae	3
			Thiaridae	0
			Cochliopidae	3
	Bivalvia		Sphaeriidae	3
			Unionidae	4
Annelida	Hirudinea			3
	Oligochaeta			2
Chelicerata	Arachnida	Acari		4
Crustacea	Ostracoda			3
	Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae	6
		Decapoda	Atyidae	6
			Palaemonidae	8
			Trichodactylidae	6
			Pseudohelminthidae	8
Hexapoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	4
			Oligoneuriidae	10
			Leptophlebiidae	10
			Euthyplociidae	9
			Ephemeridae	6
			Polymitarcyidae	8
			Caenidae	3
			Leptohyphidae	7
		Odonata	Aeshnidae	6
			Gomphidae	8
			Libellulidae	6
			Calopterygidae	8
			Polythoridae	10
			Megapodagrionidae	6
			Coenagrionidae	6
		Plecoptera	Perlidae	10
			Gripopterygidae	10
		Blattodea	Blaberidae	4
		Hemiptera	Pleidae	8
			Gerridae	5
			Veliidae	5
			Mesoveliidae	5

Cuadro 6.2-112: Familias de invertebrados acuáticos y puntuación del Índice AAMBI (adaptado de Ríos Touma et al. 2014, del BMWP Roldán-Pérez 2016 y Acosta et al. 2009)

Phylum/ Subphylum	Clase	Orden	Taxa/Familia	Puntuación / AAMBI
			Hydrometridae	4
			Corixidae	5
			Notonectidae	5
			Naucoridae	5
		Hemiptera	Belostomatidae	4
			Nepidae	5
			Gelastocoridae	5
		Megaloptera	Corydalidae	9
		Coleoptera	Gyrinidae	3
			Noteridae	4
			Dytiscidae	3
			Scirtidae	5
			Ptilodactylidae	5
			Psephenidae	5
			Elmidae	5
			Lampyridae	5
			Hydrophilidae	3
			Staphylinidae	3
		Trichoptera	Philopotamidae	8
			Xiphocentronidae	8
			Polycentropodidae	8
			Hydropsychidae	5
			Hydrobiosidae	8
			Glossosomatidae	7
			Hydroptilidae	6
			Limnephilidae	7
			Atriplectididae	10
			Odontoceridae	10
			Calamoceratidae	10
			Leptoceridae	8
			Anomalopsychidae	10
			Helicopsychidae	10
		Lepidoptera	Crambidae	4
		Diptera	Tipulidae	5
			Limoniidae	4
			Blepharoceridae	10
			Psychodidae	3
			Chironomidae	2
			Ceratopogonidae	4
			Simuliidae	5
			Dixidae	4
			Culicidae	2
			Athericidae	10

Cuadro 6.2-112: Familias de invertebrados acuáticos y puntuación del Índice AAMBI (adaptado de Ríos Touma et al. 2014, del BMWP Roldán-Pérez 2016 y Acosta et al. 2009)

Phylum/ Subphylum	Clase	Orden	Taxa/Familia	Puntuación / AAMBI
			Tabanidae	4
			Dolichopodidae	4
			Empididae	4
			Syrphidae	1
			Muscidae	2
			Stratiomyidae	4

Fuente: (Encalada, y otros, 2019)

Elaboración: ESSAM, 2022

La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio determinado equivale al puntaje AAMBI total, el cual es un indicador de la calidad de agua de dicho sitio (ver cuadro 6.2-129).

Cuadro 6.2-129: Evaluación de la calidad de agua a partir del puntaje del Índice Biótico Andino-Amazónico (AAMBI)

AAMBI	Integridad Ecológica
>121	Excelente
90-120	Muy Buena
50-89	Buena
36-49	Regular
<35	Mala

Fuente: (Encalada, y otros, 2019)

Elaboración: ESSAM, 2022

La principal ventaja del índice AAMBI es que permite utilizar a los invertebrados como indicadores de calidad de agua e integridad ecológica, a partir de información taxonómica a nivel de Familia y es específico para las zonas Andino-Amazónicas entre 200 y 4000 m de elevación. Además, la metodología requiere solo de datos cualitativos (presencia o ausencia de familias), lo que hace de ella una alternativa económica, sencilla y que requiere de poca inversión de tiempo. El índice AAMBI también le permite calcular otros valores con los datos de los invertebrados recolectados, que le ayudarán a entender aún mejor al ecosistema acuático que está evaluando. Usted puede registrar:

- el número total de familias de la muestra (o riqueza específica S), que es la diversidad de invertebrados que hay en el río.
- el número total de individuos en la muestra (o abundancia N), que nos permiten evaluar la abundancia de las diferentes familias.

- el número de familias EPT, que se refiere al número familias que hay de los órdenes Ephemeroptera (E), Plecoptera (P) y Trichoptera (T).

Este número es útil porque las familias de estos tres órdenes generalmente son más sensibles a la contaminación y, por tanto, un mayor porcentaje de estas familias puede ser un indicativo general de que el río está en mejor estado.

Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera).- Este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad del agua porque son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecoptera o moscas de piedra y Trichoptera o Frigánea. Para calcular el índice se suman todos los individuos EPT y se dividen para el total de la abundancia y se multiplican por 100%, obteniendo el porcentaje de individuos EPT dentro de la muestra. Los valores obtenidos son detallados en base al cuadro 6.2-130 de clasificación.

Rango (%)	Calidad
75 – 100	Muy buena
50-74	Buena
25-49	Regular
0-24	Mala
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021	
Elaboración: ESSAM, 2022	

D. Aspectos Ecológicos

En base a la interpretación de los resultados obtenidos con el muestreo de macroinvertebrados acuáticos, se evaluaron los siguientes aspectos ecológicos.

- **Gremio o Nicho trófico**

Determinado por el papel que juegan cada una de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados, en la dinámica fluvial de acuerdo con las características alimenticias (Roldán, 2003).

Se denomina a la estrategia de supervivencia utilizada por una especie, que incluye la forma de alimentarse, de competir con otras, de cazar, de evitar ser comida. En otras palabras, es la función, “profesión” u “oficio” que cumple una especie animal o vegetal dentro del ecosistema.

Las relaciones tróficas son un elemento importante en la estructura de las comunidades de insectos acuáticos porque son determinantes en todos los aspectos de la vida de los invertebrados (ciclos de vida, elección de hábitat, comportamiento, predación) y en procesos ecológicos, como la circulación de nutrientes (Chara-Serna, Chará, Zuñiga, & Pearson, 2010)

- **Distribución Vertical**

En ecosistemas acuáticos, la estratificación depende sobre todo de la luz y del agua. Los macroinvertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie, en el fondo o nadar libremente; de ahí que reciban diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación. Los estratos tomados en cuenta son los siguientes:

Neuston: Se refiere a los organismos que viven sobre las superficies del agua caminando, patinando o brincando.

Necton: Está conformado por todos aquellos organismos que nadan libremente en el agua.

Bentos: Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de los ríos, lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos, resto de vegetación y sustratos similares.

- **Especies de interés**

Morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos que por su alta sensibilidad o por su inusual registro, son de interés para posteriores estudios (Roldán, 2003).

- **Sensibilidad y especies indicadoras**

Morfoespecies macrobentónicas de grupos específicos que presentan alta sensibilidad a las alteraciones que se pueden dar en los cuerpos de agua. Para determinar la sensibilidad y familias indicadoras, los valores van de 1 a 10, de acuerdo con el índice BMWP/Col. El cuadro 6.2-131, ilustra cada uno de los rangos.

Cuadro 6.2-131: Sensibilidad de macroinvertebrados acuáticos de acuerdo con su valor BMWP/Col	
Rango	Interpretación
1 a 3	Baja sensibilidad
4 a 7	Mediana diversidad
8 a 10	Alta sensibilidad
Fuente: (Roldán, 2003)	
Elaboración: ESSAM, 2022	

- **Estado de Conservación**

El estado de conservación de los macroinvertebrados acuáticos será verificado mediante La Lista Roja de Especies Amenazadas de la (UICN, 2020) y en las listas del Convenio sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2019).

- **Uso del Recurso**

De acuerdo con la información proporcionada por los pobladores de las áreas aledañas a los cuerpos de agua, se determinará si las morfoespecies registradas presentan algún uso ya sea comercial o de consumo. Y a su vez si los sistemas hídricos muestreados presentan algún uso (actividades agrícolas, domésticas, etc.), para la comunidad y especies de fauna en general.

- ❖ **Análisis de Resultados**

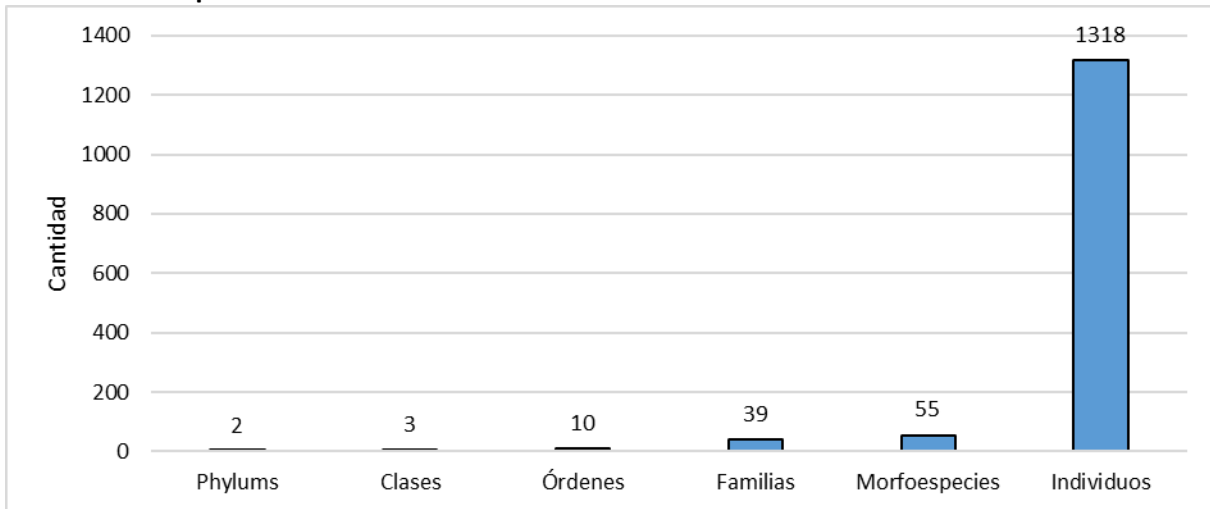
En esta sección se presentan los resultados obtenidos en los dos periodos climáticos climáticas muestreadas, primero se inicia por los resultados obtenidos en clima seco (septiembre 2021), y posteriormente los resultados obtenidos en clima lluvioso (marzo 2022); finalmente esta sección termina con análisis comparativo de los dos periodos climáticos climáticas desarrolladas.

- ❖ **Resultados – Campaña de Campo Epoca Seca (septiembre 2021)**

- A. Análisis global**

Para la realización del presente muestreo se tomaron en cuenta once cuerpos de agua seleccionados dentro del área de la concesión La Plata. De manera general se observa que los sistemas hídricos presentan una buena representatividad de morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos, lo cual se encuentra influenciado por las condiciones óptimas de los ríos que se encuentran dentro del área de influencia directa del área operativa de la concesión minera La Plata; por lo que en el actual estudio se ha registrado un total de 1318 individuos agrupados en dos phylums, tres clases, diez órdenes, 39 familias y 55 morfoespecies (ver gráfico 6.2-104).

Gráfico 6.2-104: Frecuencia de la riqueza global de phyllums, clases, órdenes, familias, morfoespecies e individuos de macroinvertebrados acuáticos hallados en Clima seco



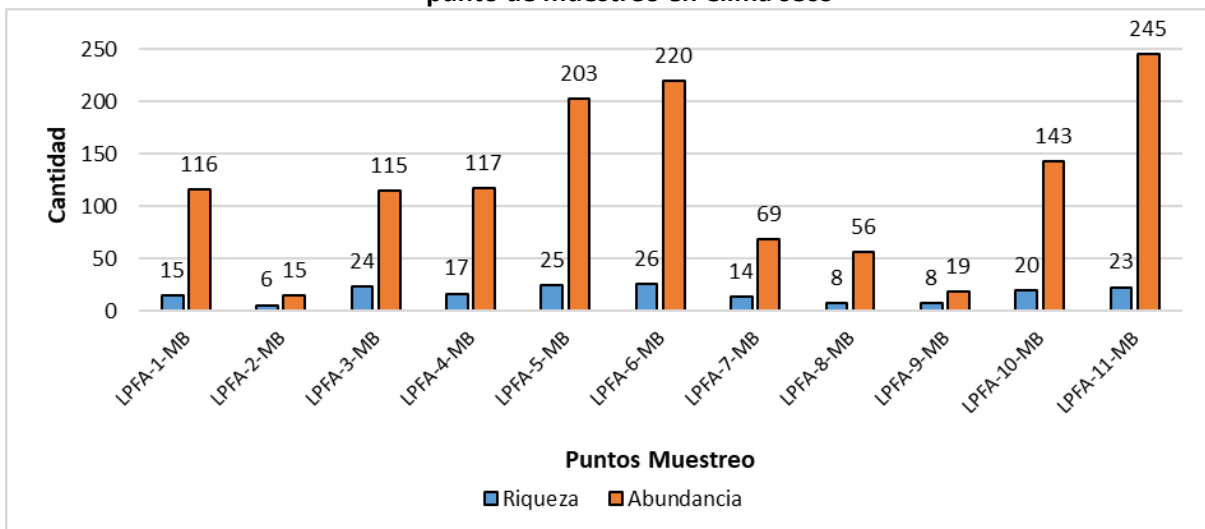
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

• **Riqueza y Abundancia**

En cuanto a la riqueza el punto de muestreo más representativo fue el LPFA-6-MB con 26 morfoespecies, mientras que el punto LPFA-11-MB con 245 individuos fue el más representativo en abundancia. El valor más bajo de riqueza y abundancia se registró en el punto LPFA-2-MB con un valor de seis morfoespecies y 15 individuos (Gráfico 6.2-105).

Gráfico 6.2-105: Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos hallados en cada punto de muestreo en Clima seco



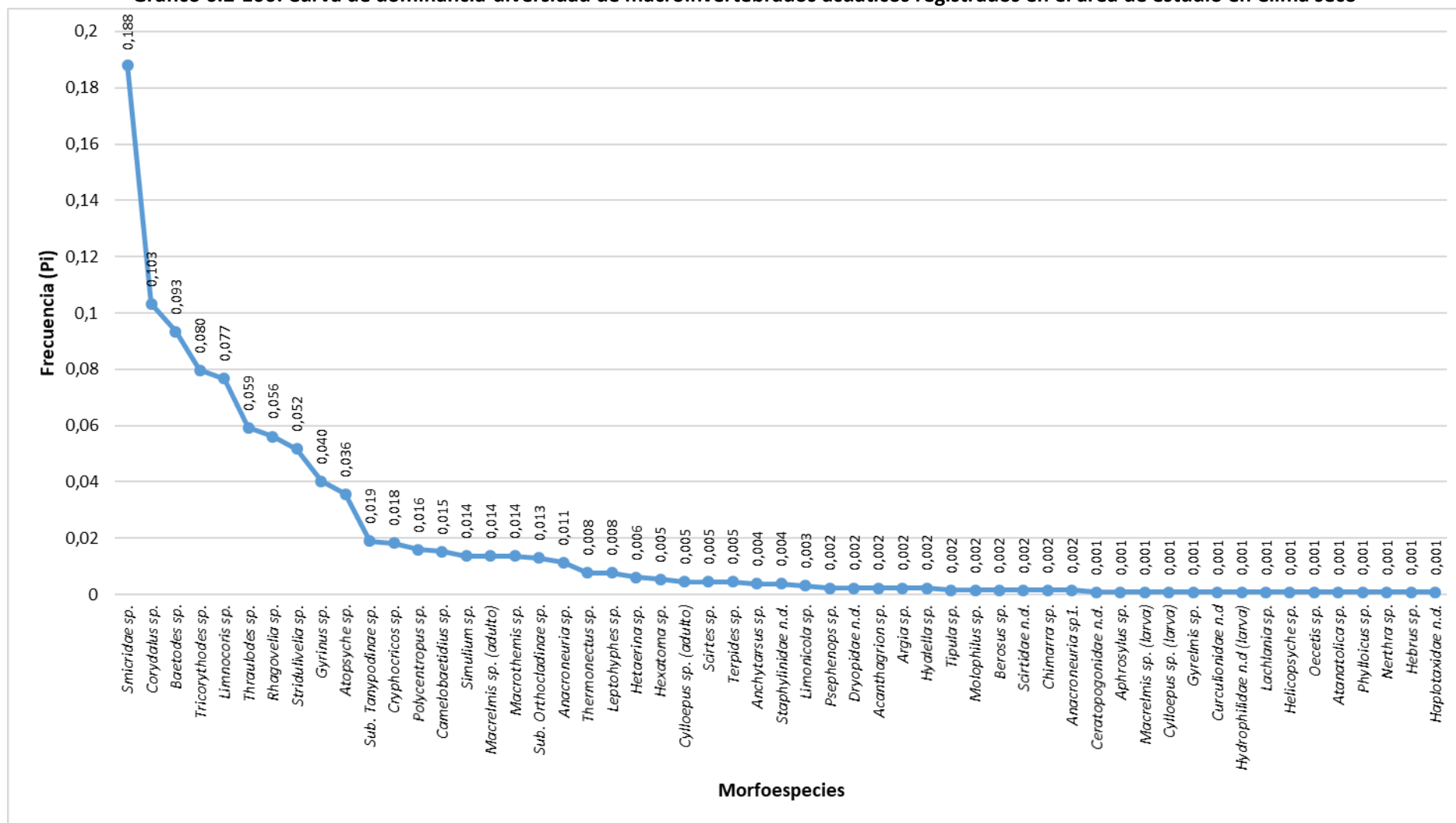
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Curva de dominancia-diversidad de morfoespecies**

El análisis de la curva dominancia – diversidad, determinó que la morfoespecie con mayor abundancia fue *Smicridea* sp. con 248 individuos ($P_i = 0,188$); seguida de *Corydalus* sp. con 136 individuos ($P_i = 0,103$), continuando con *Baetodes* sp. con 123 individuos ($P_i = 0,093$), seguida de *Tricorythodes* sp. con 105 individuos ($P_i = 0,080$) y *Limnocoris* sp. con 101 individuos ($P_i = 0,077$). Mientras que el resto de las morfoespecies (50), registraron entre 1 y 78 individuos, es decir, a partir de $P_i=0,059$ empezó a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-106).

Gráfico 6.2-106: Curva de dominancia-diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

B. Abundancia Relativa

El cuadro 6.2-132, permite observar las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados por categorías de abundancia relativa, siendo así que se registraron como raras (R) a 26 morfoespecies (47%); seguidas de las morfoespecies abundantes (A); con el 22% (12 morfoespecies); con el 16%, es decir, 9 morfoespecies se catalogaron a las dominantes (Do). Mientras que con el porcentaje más bajo se agrupó a la categoría comunes (Co), con el 15%; 8 morfoespecies.

Cuadro 6.2-113: Abundancia relativa de macroinvertebrados acuáticos en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Abundancia Relativa
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	<i>Gyrinus</i> sp.	Escarabajo acuático	Dominante
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridae</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Stridulivelia</i> sp.	Patinador	
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	Abundante
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Orthocladinae</i> sp.	Zancudo ciego	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Thermonectus</i> sp.	Escarabajo acuático	
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	Efímera	
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	Frigánea	
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	Mosca de la piedra	
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	Chinche acuático	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	Común
Arthropoda	Insecta	Diptera	Blepharoceridae	<i>Limonicola</i> sp.	Mosquito	

Cuadro 6.2-113: Abundancia relativa de macroinvertebrados acuáticos en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Abundancia Relativa
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Staphylinidae n.d.	Escarabajo acuático	
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> sp.	Caballito del diablo	
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i> sp.	Efímera	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Tipula</i> sp.	Mosca	Rara
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Molophilus</i> sp.	Mosco	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae n.d.	Mosquito	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	<i>Aphrosylus</i> sp.	Mosco	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Gyrelmis</i> sp.	Escarabajo acuático	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	Curculionidae n. d	Escarabajo acuático	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	Moneda	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus</i> sp.	Escarabajo acuático	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	Hydrophilidae n.d (larva)	Escarabajo acuático	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	Scirtidae n.d.	Escarabajo acuático	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dryopidae	Dryopidae n.d.	Escarabajo acuático	
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i> sp.	Caballito del diablo	
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp.	Caballito del diablo	
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i> sp.	Efímera	
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	Frigánea	
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Oecetis</i> sp.	Frigánea	
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanatica</i> sp.	Frigánea	
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	Frigánea	
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gelastocoridae	<i>Nerthra</i> sp.	Chinche acuático	
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Hebridae	<i>Hebrus</i> sp.	Chinche acuático	

Cuadro 6.2-113: Abundancia relativa de macroinvertebrados acuáticos en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Abundancia Relativa
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp1.	Mosca de la piedra	
Arthropoda	Malacostaca	Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella</i> sp.	Camaroncito	
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Haplotaxidae	Haplotaxidae n.d.	Lombriz	
2	3	10	39	55		

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

C. Índices de Diversidad

- Índice de diversidad de Shannon-Wiener

La capacidad discriminadora de este índice es pobre, tiene una moderada sensibilidad al tamaño muestral, pone énfasis en la uniformidad o equitabilidad de las especies (Magurran, 1989). Con relación a lo antes mencionado según el índice de Shannon, se determinó que los puntos de muestreo de macroinvertebrados acuáticos LPFA-1-MB (Río San Pablo), LPFA-3-MB (Quebrada la Florida), LPFA-4-MB (Río San Pablo), LPFA-5-MB (Quebrada la Florida), LPFA-6-MB (Río San Pablo), LPFA-7-MB (Río La Plata), LPFA-8-MB (Río La Plata), LPFA-9-MB (Quebrada Boca Mina), LPFA-10-MB (Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique) y LPFA-11-MB (Río La Plata), registraron valores entre 1,66 y 2,58 Bits/ind, es decir, diversidad media.

El punto de muestreo LPFA-2-MB (Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José), arrojó valores de 1,43 Bits/ind, es decir, diversidad baja. Todos los puntos poseen ambientes moderadamente alterados.

En cuanto a la equitatividad está registra un promedio del 78% de homogeneidad, lo cual indica que las áreas de muestreo no presentan variaciones entre sus hábitats pues son semejantes entre sí (Yáñez, 2014), lo cual permite el desarrollo y la subsistencia de las diversas morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos del sector (ver cuadro 6.2-133).

Cuadro 6.2-114: Análisis de diversidad Shannon-Wiener y Equitabilidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio en Clima seco

Código	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Equitabilidad (J)	Shannon-Wiener (H')	Interpretación
LPFA-1-MB	15	116	0,78	2,12	Diversidad media
LPFA-2-MB	6	15	0,79	1,43	Diversidad baja
LPFA-3-MB	24	115	0,81	2,58	Diversidad media

Cuadro 6.2-114: Análisis de diversidad Shannon-Wiener y Equitabilidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio en Clima seco

Código	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Equitabilidad (J)	Shannon-Wiener (H')	Interpretación
LPFA-4-MB	17	117	0,72	2,06	Diversidad media
LPFA-5-MB	25	203	0,74	2,41	Diversidad media
LPFA-6-MB	26	220	0,76	2,51	Diversidad media
LPFA-7-MB	14	69	0,78	2,08	Diversidad media
LPFA-8-MB	8	56	0,79	1,66	Diversidad media
LPFA-9-MB	8	19	0,9	1,88	Diversidad media
LPFA-10-MB	20	143	0,73	2,20	Diversidad media
LPFA-11-MB	23	245	0,75	2,36	Diversidad media

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2022

- **Índice de diversidad de Simpson (1-D)**

Su capacidad discriminatoria es moderada, tiene una baja sensibilidad al tamaño muestral, pone énfasis en la dominancia de especies (Magurran, 1989). Con relación a lo antes mencionado según el índice de Simpson (1-D), se determinó que los puntos de muestreo de macroinvertebrados acuáticos LPFA-1-MB (Río San Pablo), LPFA-2-MB (Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José), LPFA-3-MB (Quebrada la Florida), LPFA-4-MB (Río San Pablo), LPFA-5-MB (Quebrada la Florida), LPFA-6-MB (Río San Pablo), LPFA-7-MB (Río La Plata), LPFA-8-MB (Río La Plata), LPFA-9-MB (Quebrada Boca Mina), LPFA-10-MB (Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique) y LPFA-11-MB (Río La Plata), registraron valores entre 0,69 y 0,89 Bits/ind, es decir, diversidad alta (ver cuadro 6.2-134) (Yáñez, 2014).

Cuadro 6.2-115: Análisis de diversidad Simpson (1-D) macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio en Clima seco

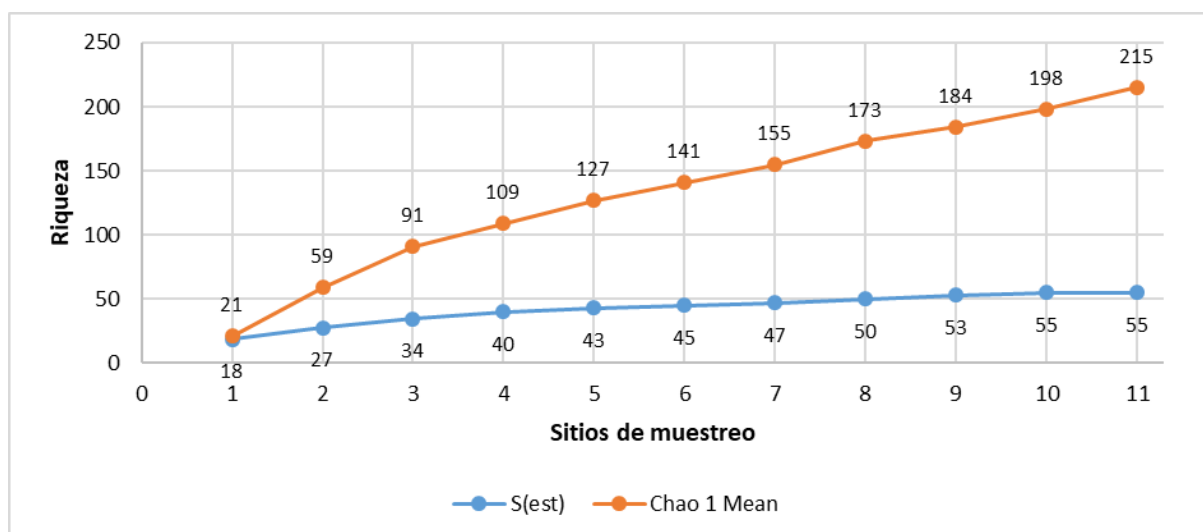
Código	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Simpson (1-D)	Interpretación
LPFA-1-MB	15	116	0,84	Diversidad alta
LPFA-2-MB	6	15	0,69	Diversidad alta
LPFA-3-MB	24	115	0,89	Diversidad alta
LPFA-4-MB	17	117	0,81	Diversidad alta
LPFA-5-MB	25	203	0,86	Diversidad alta
LPFA-6-MB	26	220	0,89	Diversidad alta
LPFA-7-MB	14	69	0,82	Diversidad alta
LPFA-8-MB	8	56	0,76	Diversidad alta
LPFA-9-MB	8	19	0,81	Diversidad alta
LPFA-10-MB	20	143	0,81	Diversidad alta
LPFA-11-MB	23	245	0,87	Diversidad alta

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021
Elaboración: ESSAM, 2021

• Índice de Chao 1 y Curva de Acumulación de Especies

El gráfico 6.2-107, determina que la curva de acumulación de morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos se encuentra en crecimiento por lo cual dista de alcanzar la asíntota. Por su parte el número de morfoespecies estimadas por el índice no paramétrico Chao 1 fue de 215; valor mayor que el registrado en los once puntos de muestreo analizados (55 morfoespecies), lo que indica que, en el área de estudio, se ha registrado el 26% aproximadamente de las morfoespecies esperadas. Esto significa que, con este esfuerzo de muestreo, se registró solo una parte de la verdadera riqueza local de macroinvertebrados acuáticos, usando la técnica de colección con Red D-net, como metodología de muestreo; no obstante, existe la posibilidad de que el clima haya influido en el resultado ya que estuvo seco y lluvioso durante la mayor parte del muestreo.

Gráfico 6.2-107: Curva de Acumulación y Chao 1 de macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio en Clima seco



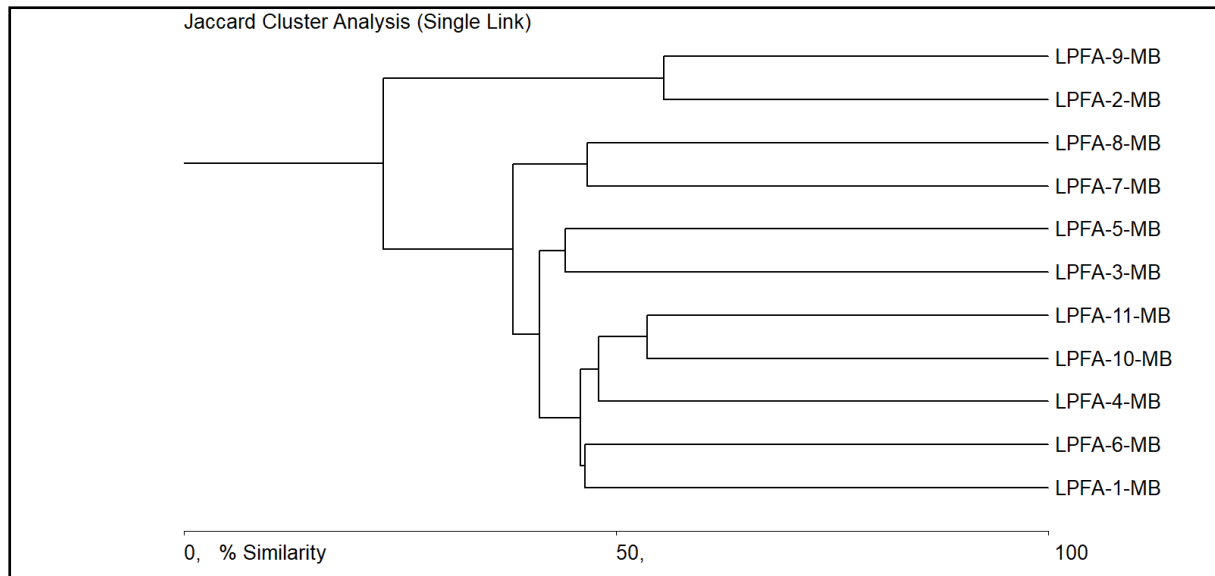
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

• Índice de Similitud de Jaccard

Al hacer un análisis del clúster de similitud Jaccard (ver gráfico 6.2-108), se observa que los puntos LPFA-2-MB y LPFA-9-MB, comparten una similitud del 55,55%, es decir, seis morfoespecies en común. Entre el LPFA-10-MB y LPFA-11-MB, se observa una similaridad del 53,57%, es decir, 15 morfoespecies en común, siendo estas las más notorias. De manera general se observa que las áreas muestreadas presentan una buena disponibilidad de hábitats y alimento, lo cual favorece a la presencia de una alta gama de macroinvertebrados, entre los cuales se destaca la buena representatividad de organismos de sensibilidad alta.

Gráfico 6.2-108: Índice de similitud Jaccard de macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

D. Análisis por puntos de muestreo

A continuación, se presenta el análisis detallado de cada uno de los puntos de muestreo.

- **LPFA-1-MB Río San Pablo**

En el LPFA-1-MB se registraron un total de 116 individuos agrupados en un phylum, una clase, siete órdenes, 14 familias y 15 morfoespecies. La familia más abundante fue Baetidae con 28 individuos de la morfoespecie *Baetodes* sp. Mientras que con 1 a 21 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-135, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado

Cuadro 6.2-116: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-1-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Sub. Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	Moneda	2
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	1

Cuadro 6.2-116: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-1-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	Efímera	7
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	9
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	28
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	21
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	16
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	20
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	4
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	Chinche acuático	3
1	1	7	14	15		116

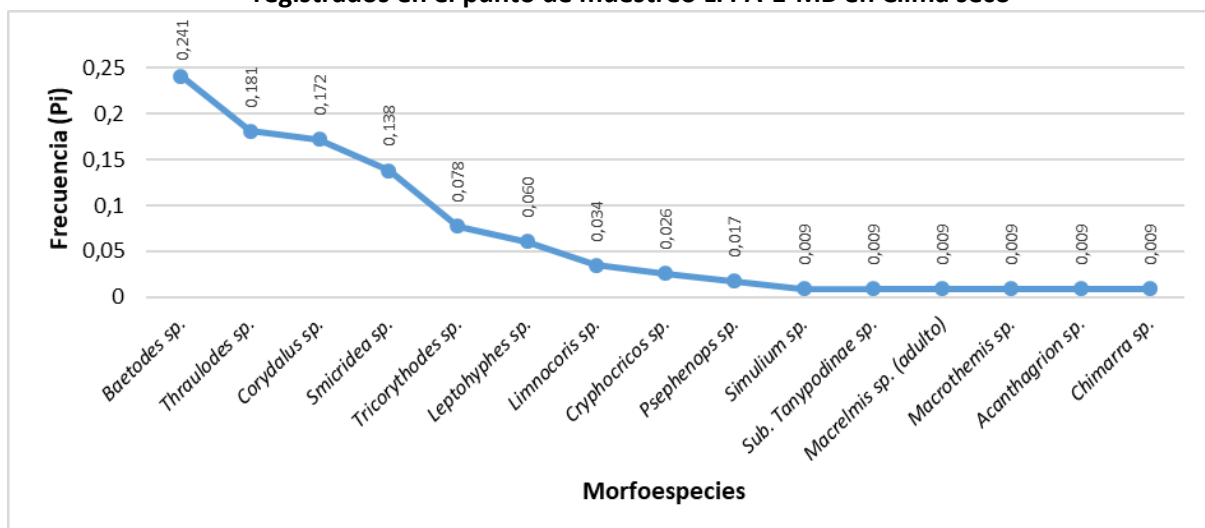
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 116 individuos, de las cuales *Baetodes* sp., con 28 individuos ($P_i = 0,241$) con el 24,14%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (14), a partir de $P_i = 0,181$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-109).

Gráfico 6.2-109: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LPFA-1-MB en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

• **LPFA-2-MB Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José**

En el LPFA-2-MB se registraron un total de 15 individuos agrupados en un phylum, una clase, tres órdenes, seis familias y seis morfoespecies. La familia más abundante fue Veliidae con 7 individuos de la morfoespecie *Stridulivelia* sp. Mientras que con 1 a 4 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-136, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-117: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-2-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Thermonectus</i> sp.	Escarabajo acuático	4
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Staphylinidae n.d.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Molophilus</i> sp.	Mosco	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Stridulivelia</i> sp.	Patinador	7
1	1	3	6	6		15

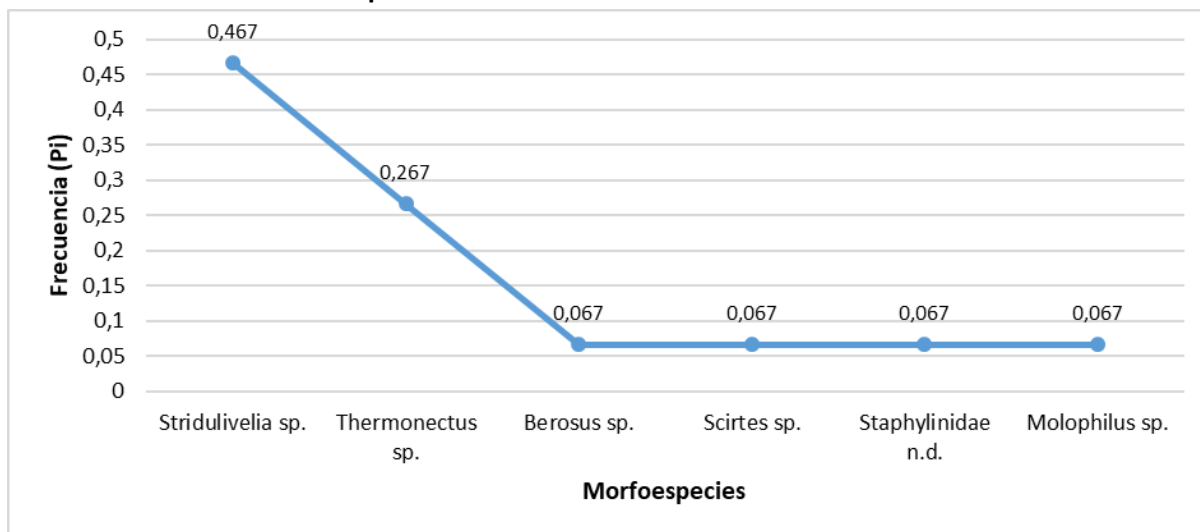
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 15 individuos, de las cuales *Stridulivelia* sp., con siete individuos ($P_i = 0,467$) con el 46,67%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (5), a partir de $P_i = 0,267$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-110).

Gráfico 6.2-110: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LPFA-2-MB en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

• **LPFA-3-MB Quebrada la Florida**

En el LPFA-3-MB se registraron un total de 115 individuos agrupados en un phylum, dos clases, ocho órdenes, 21 familias y 24 morfoespecies. La familia más abundante fue Hydropsychidae con 25 individuos de la morfoespecie *Smicridea* sp. Mientras que con 1 a 17 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-137, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-118: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-3-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	3
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Staphylinidae n.d.	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Thermonectus</i> sp.	Escarabajo acuático	4
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	Curculionidae n.d.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	3

Cuadro 6.2-118: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-3-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	3
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Tipula</i> sp.	Mosca	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	15
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Orthocladinae</i> sp.	Zancudo ciego	17
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae n.d.	Mosquito	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	5
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	25
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	6
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	Frigánea	13
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> sp.	Caballito del diablo	3
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	4
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Stridulivelia</i> sp.	Patinador	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	1
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella</i> sp.	Camaroncito	2
1	2	8	21	24		115

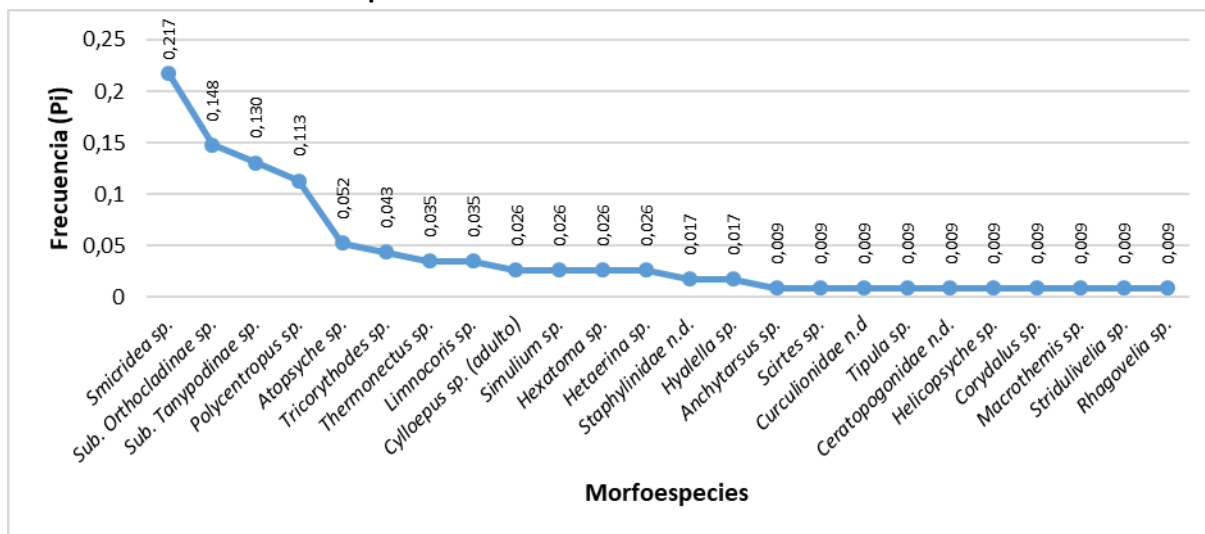
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 115 individuos, de las cuales *Smicridea* sp., con 25 individuos ($P_i = 0,217$) con el 21,74%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (23), a partir de $P_i = 0,148$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-111).

Gráfico 6.2-111: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LPFA-3-MB en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

• **LPFA-4-MB Río San Pablo**

En el LPFA-4-MB se registraron un total de 117 individuos agrupados en un phylum, una clase, siete órdenes, 13 familias y 17 morfoespecies. La familia más abundante fue Hydropsychidae con 36 individuos de la morfoespecie *Smicridea sp.* Mientras que con 1 a 29 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-138, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-119: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-4-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Staphylinidae n.d.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis sp.</i> (adulto)	Escarabajo acuático	3
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Gyrelmis sp.</i>	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis sp.</i>	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes sp.</i>	Efímera	8
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius sp.</i>	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp.</i>	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes sp.</i>	Efímera	29
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>	Efímera	7
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria sp.</i>	Mosca de la piedra	4

Cuadro 6.2-119: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-4-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp1.	Mosca de la piedra	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	36
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Oecetis</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	2
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	2
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	Chinche acuático	3
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	16
1	1	7	13	17		117

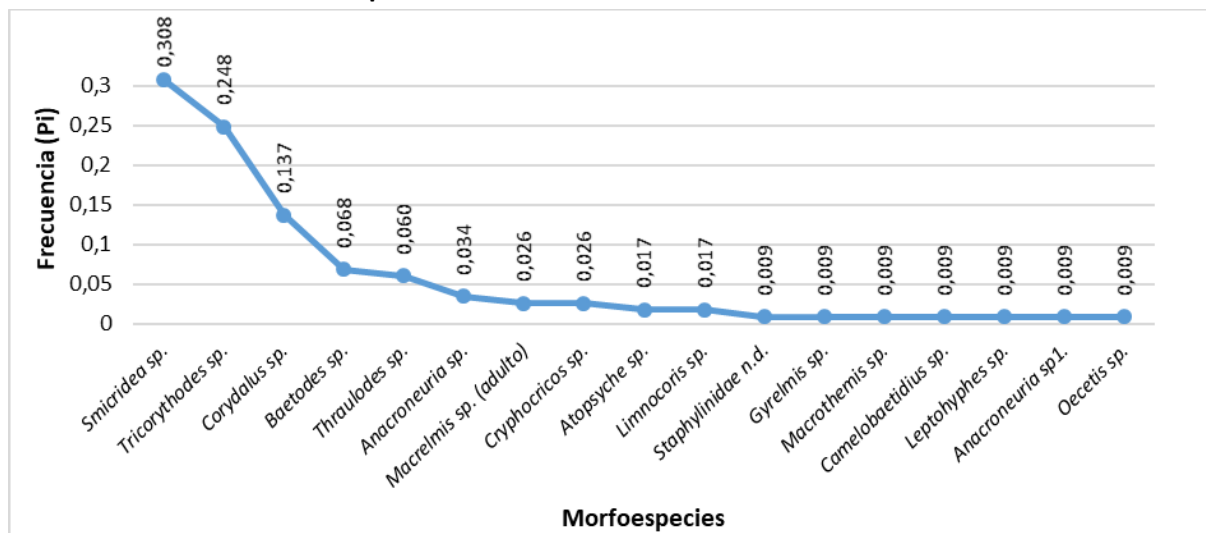
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 117 individuos, de las cuales *Smicridea* sp., con 36 individuos ($P_i = 0,308$) con el 30,77%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (16), a partir de $P_i = 0,248$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-112).

Gráfico 6.2-112: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LPFA-4-MB en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

• LPFA-5-MB Quebrada la Florida

En el LPFA-5-MB se registraron un total de 203 individuos agrupados en un phylum, dos clases, siete órdenes, 21 familias y 25 morfoespecies. La familia más abundante fue Hydropsychidae con 55 individuos de la morfoespecie *Smicridea* sp. Mientras que con 1 a 36 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-139, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-120: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-5-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dryopidae	Dryopidae n.d.	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	<i>Gyrinus</i> sp.	Escarabajo acuático	28
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	2
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> sp.	Caballito del diablo	4
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	2
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Tipula</i> sp.	Mosca	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	4
Arthropoda	Insecta	Diptera	Blepharoceridae	<i>Limnicola</i> sp.	Mosquito	4
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	36
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	8
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	10
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	2
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	55
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanatolica</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	6
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	Frigánea	1

Cuadro 6.2-120: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-5-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	Frigánea	4
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	13
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Stridulivelia</i> sp.	Patinador	13
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella</i> sp.	Camaroncito	1
1	2	7	21	25		203

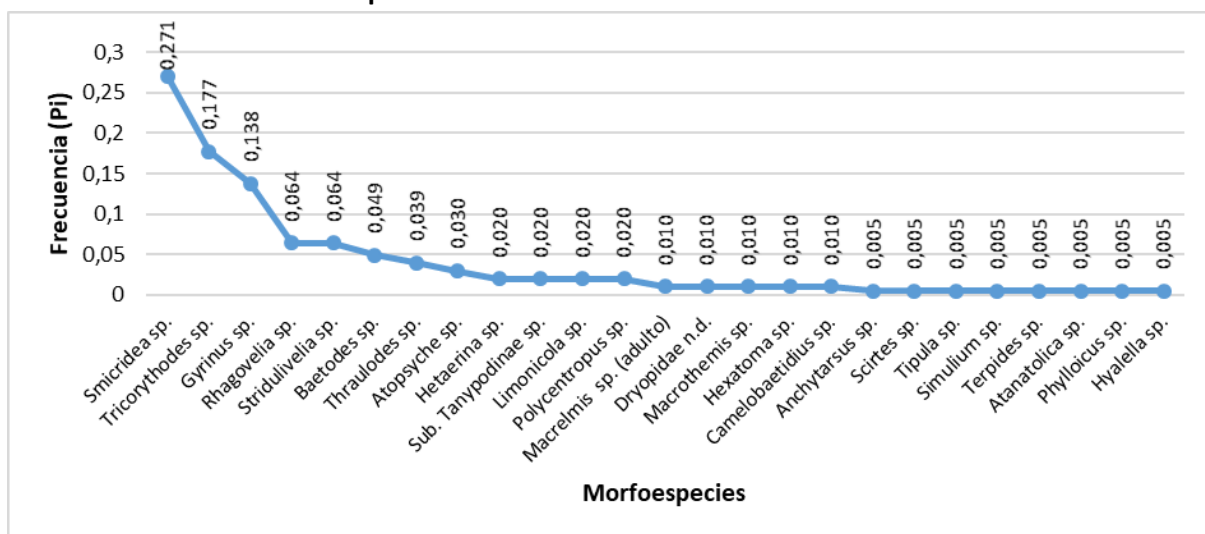
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 203 individuos, de las cuales *Smicridea* sp., con 55 individuos ($P_i = 0,271$) con el 27,09%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (24), a partir de $P_i = 0,177$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-113).

Gráfico 6.2-113: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LPFA-5-MB en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **LPFA-6-MB Río San Pablo**

En el LPFA-6-MB se registraron un total de 220 individuos agrupados en un phylum, una clase, ocho órdenes, 20 familias y 26 morfoespecies. La familia más abundante fue

Corydalidae con 43 individuos de la morfoespecie *Corydalus* sp. Mientras que con 1 a 33 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-140, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-121: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-6-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	11
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dryopidae	Dryopidae n.d.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	Moneda	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	3
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Molophilus</i> sp.	Mosco	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	4
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	2
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	18
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	33
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	26
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	4
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	Mosca de la piedra	8
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp1.	Mosca de la piedra	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	26
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	8
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	20
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	Chinche acuático	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gelastocoridae	<i>Nerthra</i> sp.	Chinche acuático	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Hebridae	<i>Hebrus</i> sp.	Chinche acuático	1

Cuadro 6.2-121: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-6-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	Perro de agua	43
1	1	8	20	26		220

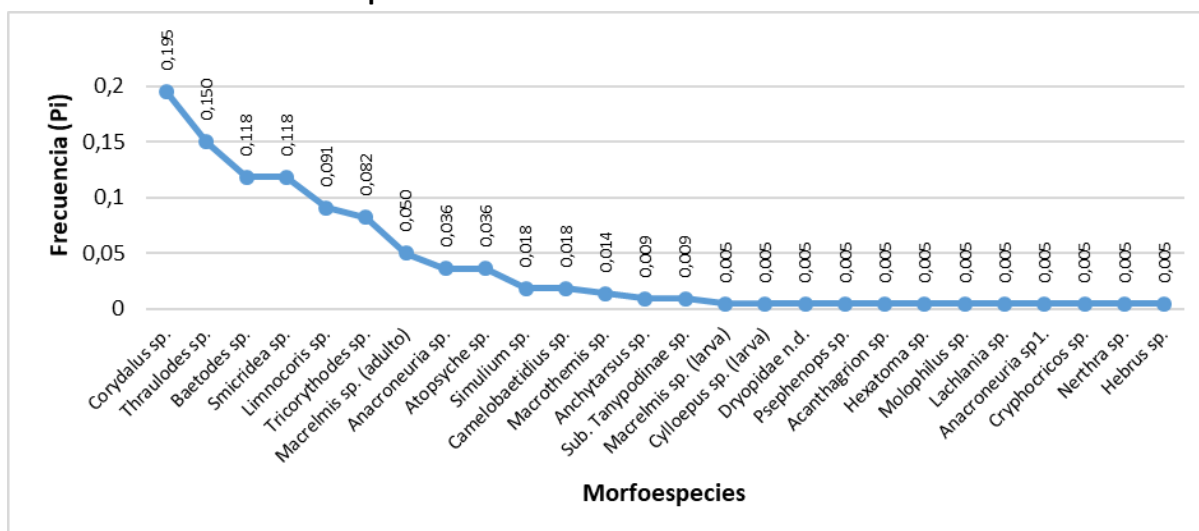
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 220 individuos, de las cuales *Corydalus* sp., con 43 individuos ($P_i = 0,195$) con el 19,55%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (25), a partir de $P_i = 0,150$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-114).

Gráfico 6.2-114: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LPFA-6-MB en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **LPFA-7-MB Río La Plata**

En el LPFA-7-MB se registraron un total de 69 individuos agrupados en dos phylums, dos clases, siete órdenes, 13 familias y 14 morfoespecies. La familia más abundante fue Naucoridae con 19 individuos de la morfoespecie *Limnocois* sp. Mientras que con 1 a 18 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-141, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-122: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-7-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	4
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i> sp.	Efímera	4
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	5
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	2
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	3
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	19
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	Chinche acuático	8
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	18
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Haplotaxidae	Haplotaxidae n.d.	Lombriz	1
2	2	7	13	14		69

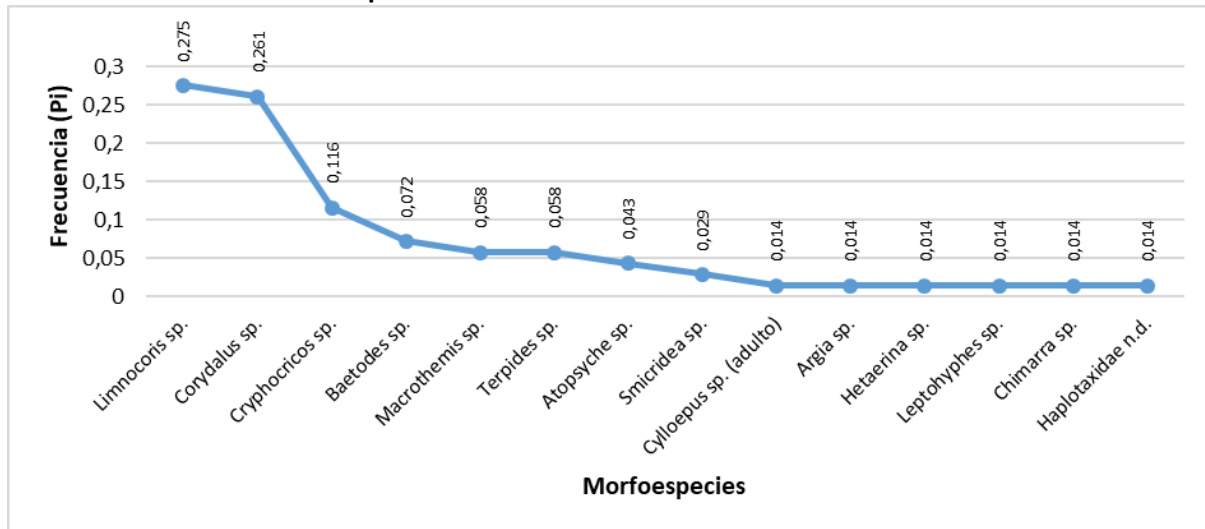
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 69 individuos, de las cuales *Limnocoris* sp., con 19 individuos ($P_i = 0,275$) con el 27,54% y *Corydalis* sp., con 18 individuos ($P_i = 0,261$) con el 26,1%, fueron consideradas como las más representativas. Mientras que el resto de las morfoespecies (12), a partir de $P_i = 0,116$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-115).

Gráfico 6.2-115: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-7-MB en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

• **LPFA-8-MB Río La Plata**

En el LPFA-8-MB se registraron un total de 56 individuos agrupados en un phylum, una clase, siete órdenes, ocho familias y ocho morfoespecies. La Familia más abundante fue Hydropsychidae con 20 individuos de la morfoespecie *Smicridea* sp. Mientras que con 1 a 13 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-142, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-123: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-8-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cyloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	5
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	5
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	20
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	13
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocois</i> sp.	Chinche acuático	1
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	Perro de agua	10
1	1	7	8	8		56

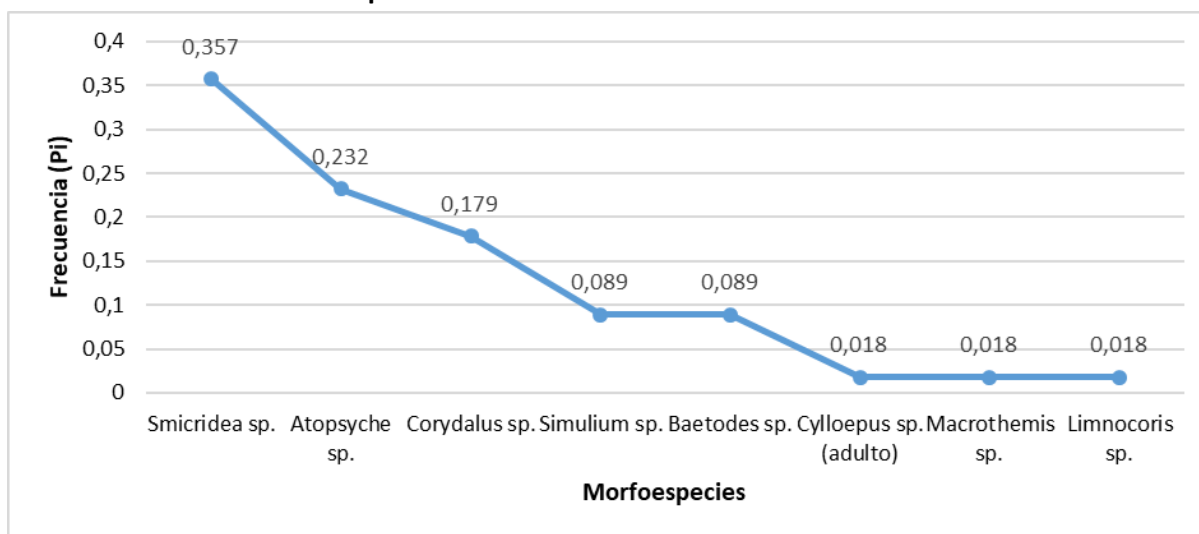
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 56 individuos, de las cuales *Smicridea* sp., con 20 individuos ($P_i = 0,357$) con el 35,71%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (7), a partir de $P_i = 0,232$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-116).

Gráfico 6.2-116: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-8-MB en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **LPFA-9-MB Quebrada Boca Mina**

En el LPFA-9-MB se registraron un total de 19 individuos agrupados en un phylum, una clase, tres órdenes, seis familias y ocho morfoespecies. La familia más abundante fue Veliidae con seis individuos de la morfoespecie *Rhagovelia* sp. Mientras que con 1 a 3 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-143, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-124: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-9-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Staphylinidae n.d.	Escarabajo acuático	1

Cuadro 6.2-124: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-9-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	3
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	Scirtidae n.d.	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Thermonectus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	Frigánea	2
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	6
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Stridulivelia</i> sp.	Patinador	3
1	1	3	6	8		19

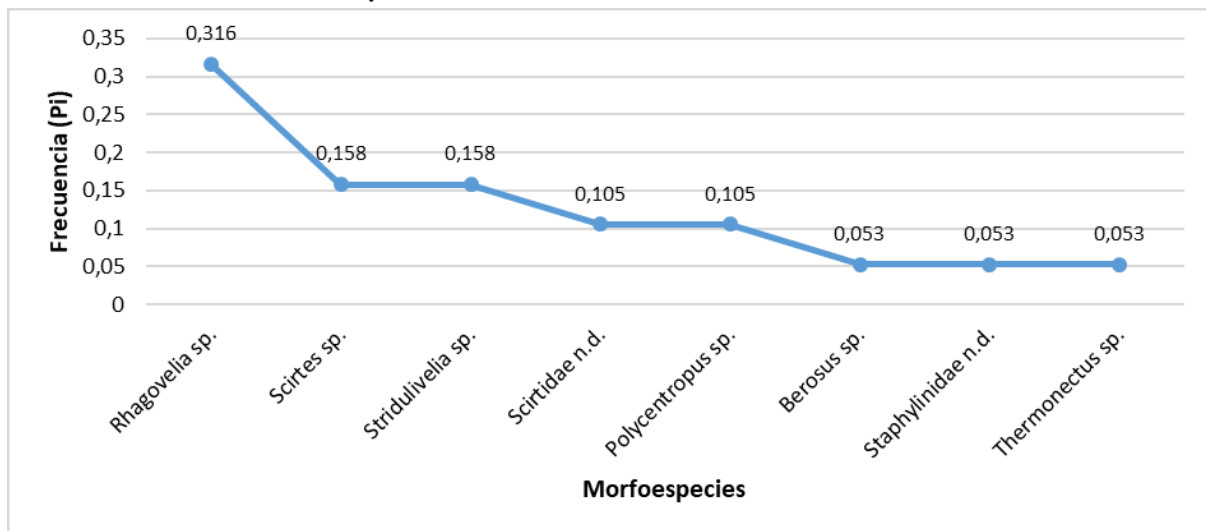
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 19 individuos, de las cuales *Rhagovelia* sp., con seis individuos ($P_i = 0,316$) con el 31,58%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (7), a partir de $P_i = 0,158$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-117).

Gráfico 6.2-117: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LPFA-9-MB en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

• **LPFA-10-MB Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique**

En el LPFA-10-MB se registraron un total de 143 individuos agrupados en un phylum, una clase, nueve órdenes, 18 familias y 20 morfoespecies. La familia más abundante fue Hydropsychidae con 45 individuos de la morfoespecie *Smicridea* sp. Mientras que con 1 a 37 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-144, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-125: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-10-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	Hydrophilidae n.d (larva)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	<i>Gyrinus</i> sp.	Escarabajo acuático	5
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	3
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Sub. Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	2
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	8
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohiphidae	<i>Leptohiphes</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	6
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	3
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	7
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	Mosca de la piedra	2
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	45
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	Frigánea	2
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	37
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	Chinche acuático	4
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	Perro de agua	7
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Stridulivelia</i> sp.	Patinador	6
1	1	9	18	20		143

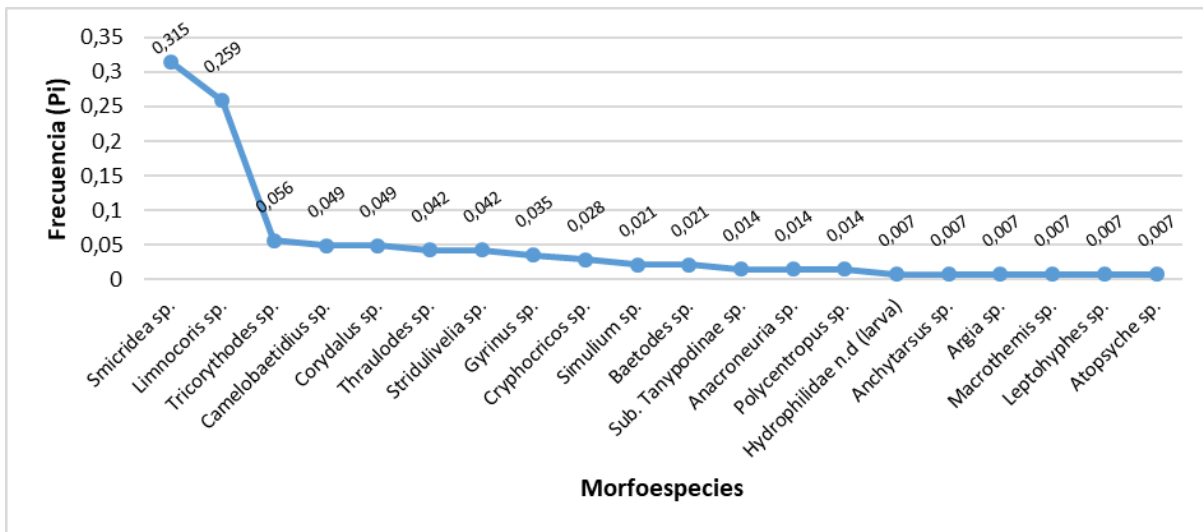
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 143 individuos, de las cuales *Smicridea* sp., con 45 individuos ($P_i = 0,315$) con el 31,47% y *Limnocois* sp., con 37 individuos ($P_i = 0,259$) con el 25,9%, fueron consideradas como las más representativas. Mientras que el resto de las morfoespecies (18), a partir de $P_i = 0,056$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-118).

Gráfico 6.2-118: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-10-MB en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **LPFA-11-MB Río La Plata**

En el LPFA-11-MB se registraron un total de 245 individuos agrupados en un phylum, una clase, ocho órdenes, 17 familias y 23 morfoespecies. La familia más abundante fue Veliidae con 54 individuos de la morfoespecie *Rhagovelia* sp. Mientras que con 1 a 38 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-145, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-126: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-11-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1

Cuadro 6.2-126: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-11-MB en Clima seco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Thermonectus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	<i>Gyrinus</i> sp.	Escarabajo acuático	20
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	4
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	<i>Aphrosylus</i> sp.	Mosco	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	3
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	38
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	6
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	Mosca de la piedra	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	23
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	8
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	14
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	Chinche acuático	5
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	54
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Stridulivelia</i> sp.	Patinador	38
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	21
1	1	8	17	23		245

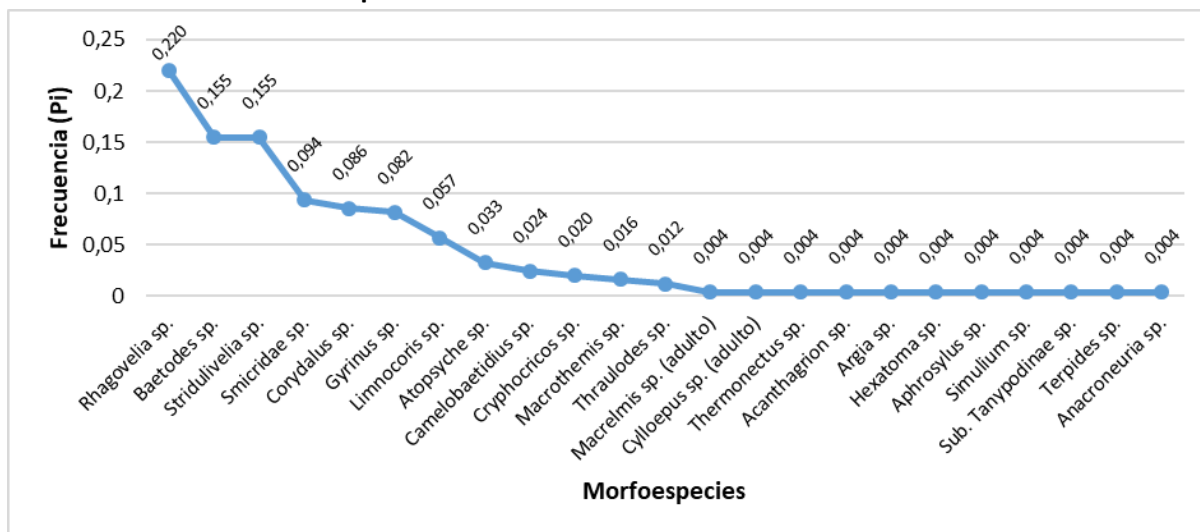
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 245 individuos, de las cuales *Rhagovelia* sp., con 54 individuos ($P_i = 0,220$) con el 22,04%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (22), a partir de $P_i = 0,155$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-119).

Gráfico 6.2-119: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LPFA-11-MB en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

E. Índices Ecológicos

A continuación, se presentan los índices ecológico con sus respectivos cálculos incluidos en el Anexo Digital 6.2 Componente Biótico/ 6.2-5 Índices Macroinvertebrados.

- **Índices BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party)**

El cuadro 6.2-146 permite observar los resultados obtenidos mediante la aplicación del índice ecológico BMWP/Col, siendo así que los cuerpos de agua LPFA-3-MB, LPFA-5-MB, LPFA-6-MB, LPFA-10-MB y LPFA-11-MB registraron una clase I, calidad Buena; es decir, Aguas muy limpias a limpias, en un 46%, posiblemente esto se deba a que el área por donde discurren estos cuerpos de agua, no está alterada, tiene sus aguas lólicas y con presencia de cantos rodados, lo que le permite recuperarse e ingresar oxígeno al sistema acuático, dando lugar al desarrollo de una población estable de invertebrados acuáticos sensibles a cambios ambientales.

Esta categoría es seguida por los cuerpos de agua LPFA-1-MB, LPFA-4-MB y LPFA-7-MB que registraron una clase II, calidad Aceptable; es decir, Aguas ligeramente contaminadas, en un 27%, este resultado posiblemente se deba a las lluvias previas a los muestreos, las cuales afectan de manera negativa a la presencia de invertebrados en los cuerpos de agua, ya que influyen en la dispersión de las poblaciones.

Y finalmente los cuerpos de agua LPFA-2-MB, LPFA-8-MB y LPFA-9-MB registraron una clase III, calidad Dudosa; es decir, Aguas moderadamente contaminadas, en un 27%, esto posiblemente debido al ingreso de sólidos disueltos que produce la destrucción del cauce afectando a la población macrobentónica, ya que destruye sus sitios de refugio, alimentación y ovoposición.

En general se observa que las áreas muestreadas presentaron un impacto moderado, esto posiblemente se encuentra influenciado por factores ambientales como invierno, lluvias fuertes y constantes; variaciones del caudal, entre otros factores al momento de la toma de muestras, no obstante la presencia de una buena variedad de estos organismos permitió ver que los sistemas hídricos presentan un alto equilibrio de macroinvertebrados acuáticos en la mayoría de los cuerpos de agua muestreados.

Cuadro 6.2-127: Índice BMWP/Col Cuerpos de Agua Evaluados en Clima seco

Código	Estaciones de muestreo	Índice BMWP/Col	Clase	Calidad	Significado
LPFA-1-MB	Río San Pablo	98	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
LPFA-2-MB	Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José	36	III	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
LPFA-3-MB	Quebrada la Florida	139	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
LPFA-4-MB	Río San Pablo	95	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
LPFA-5-MB	Quebrada la Florida	156	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
LPFA-6-MB	Río San Pablo	144	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
LPFA-7-MB	Río La Plata	87	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
LPFA-8-MB	Río La Plata	56	III	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
LPFA-9-MB	Quebrada Boca Mina	42	III	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
LPFA-10-MB	Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique	131	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
LPFA-11-MB	Río La Plata	117	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Índice AAMBI (Andean-Amazon Biotic Index)**

El cuadro 6.2-147, permite observar los resultados obtenidos mediante la aplicación del índice AAMBI, siendo así que el cuerpo de agua LPFA-5-MB registró una integridad ecológica Excelente. Seguidos de los cuerpos de agua LPFA-3-MB, LPFA-6-MB, LPFA-10-MB y LPFA-11-MB que registraron una integridad ecológica Muy Buena. A continuación, los cuerpos de agua, LPFA-1-MB, LPFA-4-MB y LPFA-7-MB, que registraron una integridad ecológica Buena. Seguido del cuerpo de agua LPFA-8-MB que registro una integridad ecológica Regular. Finalmente, los cuerpos de agua LPFA-2-MB y LPFA-9-MB que registraron una integridad ecológica Mala.

En general se observa que los cuerpos de agua muestreados presentaron un ligero impacto, esto posiblemente se encuentra influenciado por factores ambientales como época estacional, variaciones del caudal, entre otros factores al momento de la toma de muestras, no obstante, la presencia de una gran variedad de estos organismos permitió ver que los sistemas hídricos aún presentan un equilibrio favorable y óptimo para su desarrollo. En otras palabras, están adaptados a las condiciones ambientales del ecosistema y a las interacciones con los otros organismos que viven en él. Por lo tanto, cambios importantes en los factores abióticos y bióticos del sistema impactarán diferencialmente a los organismos, porque siempre habrá algunos que sean más tolerantes que otros al cambio.

Algunos invertebrados son muy sensibles a los cambios ambientales y tienden a desaparecer o a disminuir en abundancia cuando las condiciones ambientales se alteran. Otros grupos más tolerantes, por el contrario, podrían aumentar su abundancia. A estas especies se les llama bioindicadores, ya que su presencia y abundancia indica el estado del ecosistema (Encalada, y otros, 2019).

Cuadro 6.2-128: Índice AAMBI Cuerpos de Agua Evaluados en Clima seco			
Código	Estaciones de muestreo	AAMBI	Integridad Ecológica
LPFA-1-MB	Río San Pablo	84	Buena
LPFA-2-MB	Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José	24	Mala
LPFA-3-MB	Quebrada la Florida	114	Muy Buena
LPFA-4-MB	Río San Pablo	87	Buena
LPFA-5-MB	Quebrada la Florida	125	Excelente
LPFA-6-MB	Río San Pablo	112	Muy Buena
LPFA-7-MB	Río La Plata	83	Buena
LPFA-8-MB	Río La Plata	47	Regular
LPFA-9-MB	Quebrada Boca Mina	27	Mala
LPFA-10-MB	Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique	108	Muy Buena
LPFA-11-MB	Río La Plata	95	Muy Buena
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021			
Elaboración: ESSAM, 2022			

• **Índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera)**

En cuanto a la aplicación del índice EPT, el punto LPFA-4-MB registra una calidad de agua Muy Buena, seguido de los puntos de muestreo LPFA-1-MB, LPFA-5-MB, LPFA-6-MB, LPFA-8-MB y LPFA-10-MB que registraron una calidad de agua Buena. Seguido de los puntos de muestreo LPFA-3-MB, LPFA-7-MB y LPFA-11-MB que registraron una calidad de agua Regular. Y finalmente los puntos de muestreo LPFA-2-MB y LPFA-9-MB que registraron una calidad de agua Mala. Se observa que la mayoría de estos cuerpos de agua albergan una buena representatividad de estos órdenes de macroinvertebrados acuáticos, los mismos que son apropiados para la aplicación de este índice y a la vez son indicadores del buen estado de conservación de los sistemas hídricos y por ende del equilibrio del ecosistema acuático.

El cuadro 6.2-148, permite observar la presencia de los órdenes: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en cada uno de los puntos de muestreo.

Cuadro 6.2-129: Índice EPT Cuerpos de Agua Evaluados en Clima seco

Código	Estaciones de muestreo	Índice EPT			EPT total	Porcentaje EPT	Interpretación
		Ephemeroptera	Plecoptera	Trichoptera			
LPFA-1-MB	Río San Pablo	65	0	17	82	71%	Buena
LPFA-2-MB	Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José	0	0	0	0	0%	Mala
LPFA-3-MB	Quebrada la Florida	5	0	45	50	44%	Regular
LPFA-4-MB	Río San Pablo	46	5	39	90	77%	Muy Buena
LPFA-5-MB	Quebrada la Florida	57	0	67	124	61%	Buena
LPFA-6-MB	Río San Pablo	82	9	34	125	57%	Buena
LPFA-7-MB	Río La Plata	10	0	6	16	23%	Regular
LPFA-8-MB	Río La Plata	5	0	33	38	68%	Buena
LPFA-9-MB	Quebrada Boca Mina	0	0	2	2	11%	Mala
LPFA-10-MB	Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique	25	2	48	75	52%	Buena
LPFA-11-MB	Río La Plata	48	1	31	80	33%	Regular

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

F. Aspectos Ecológicos

Los macroinvertebrados bénticos o fauna béntica está conformada por todos aquellos organismos que permanecen durante algún ciclo de su vida sujetos al fondo de los

ecosistemas acuáticos, especialmente en y bajo sustratos rocosos (grava, gravilla, guijarro) o refugiados en troncos, escombros leñosos o adheridos a macrófitas y residuos vegetales.

Los organismos de los bentos se caracterizan generalmente por presentar uñas o ventosas en sus apéndices, con las cuales se aferran al sustrato o a las plantas acuáticas, tal y como lo hacen algunas larvas de odonatos, para evitar ser arrastrados por el flujo. Otros, como la gran mayoría de Trichopteros, construyen casas con material vegetal o mineral, en forma de diminutos conos, dentro de los cuales encuentran protección y refugio. Algunos efemerópteros cavan túneles en sustratos blandos y otros organismos como las planarias y sanguijuelas, se adhieren a la superficie del sustrato para evitar ser arrastrados por la corriente (Grimaldo, 2004).

Los Coleopteros en su mayoría viven en aguas continentales lólicas y lénticas, representados en ríos, quebradas, riachuelos, charcas, lagunas, aguas temporales, embalses y represas. En los ecosistemas lólicos, como los que se presentan en el área de estudio, se encuentran principalmente en zonas ribereñas (Roldán, 1988).

En cuanto a los Dipteros podemos mencionar que su hábitat es muy variado; se encuentran en ríos, arroyos, quebradas, lagos a todas las profundidades, depósitos de agua en las brácteas de muchas plantas y en orificios de troncos viejos y aún en las costas marinas. Existen representantes de aguas muy limpias Simuliidae y también de contaminadas como Chironomidae (Roldán, 1988).

Los Ephemeropteros viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas; solo algunas morfoespecies parecen resistir cierto grado de contaminación. En general, se consideran indicadores de buena calidad de agua (Roldán, 1988).

Los Hemípteros viven en remansos de ríos y quebradas; pocos resisten las corrientes rápidas. Son frecuentes también en lagos, ciénagas y pantanos. Algunas morfoespecies resisten cierto grado de salinidad y las temperaturas de aguas termales. Son depredadores de insectos acuáticos y terrestres; las morfoespecies más grandes pueden alimentarse de peces pequeños y crustáceos (Roldán, 1988).

Los Plecopteros son organismos que viven en aguas rápidas, bien oxigenadas y debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Se los considera indicadores de aguas muy limpias. Su distribución es cosmopolita ya que se los encuentra tanto en ecosistemas de altura como en ecosistemas de tierras bajas (Roldán, 1988).

La mayoría de los Trichopteros viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material vegetal; algunas morfoespecies viven en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas. En general, son buenos indicadores de aguas oligotróficas (Roldán, 1988)

Los Odonatos viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos, corrientes lentas y poco profundas; por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutrofizadas (Roldán, 1988).

Los Megalopteros viven en aguas corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida. En general, se pueden considerar indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas (Roldán, 1988).

Los oligoquetos en su mayoría viven en aguas eutrofizadas, sobre fondo fangoso y con abundante cantidad de detritus. Por su parte los tubificidos puede vivir a varios metros de profundidad donde el oxígeno escasea (Roldán, Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquía, 1996).

Los anfípodos de agua dulce son un componente importante de las faunas acuáticas continentales y se les encuentra en casi todo tipo de hábitat dulceacuícola superficial, como ríos, riachuelos, vertientes, lagos, lagunas y charcos. (Roldán, 2003).

- **Nicho Trófico**

De acuerdo con su fuente de alimento, los macroinvertebrados acuáticos se clasifican en cuatro categorías tróficas generales (omnívoros, detritívoros, herbívoros y carnívoros); sin embargo, de acuerdo a la forma como lo obtienen, pueden clasificarse en grupos más específicos como raspadores, trituradores, filtradores, colectores, etc. (Cummins, 2005).

En el presente estudio, se distinguen las siguientes tres categorías tróficas en los once puntos de muestreo:

Detritívoros (De): se alimentan de detritus (materia orgánica muerta) e incluyen fragmentadores (desmenuzadores), filtradores y recogedores (recolectores). Entre ellos encontramos a: *Simulium* sp., *Sub. Tanypodinae* sp., *Sub. Orthocladinae* sp., *Aphrosylus* sp., *Macrelmis* sp. (adulto), *Macrelmis* sp. (larva), *Cylloepus* sp. (adulto), *Cylloepus* sp. (larva), *Gyrelmis* sp., Curculionidae n.d, *Scirtes* sp., Scirtidae n.d., *Leptohyphes* sp., *Tricorythodes* sp., *Baetodes* sp., *Camelobaetidius* sp., *Thraulodes* sp., *Terpides* sp., *Lachlania* sp., *Smicridea* sp., *Atopsyche* sp., *Helicopsyche* sp., *Chimarra* sp., *Polycentropus* sp., *Oecetis* sp., *Atanatolica* sp., *Phylloicus* sp. y Haplotaxidae n.d.

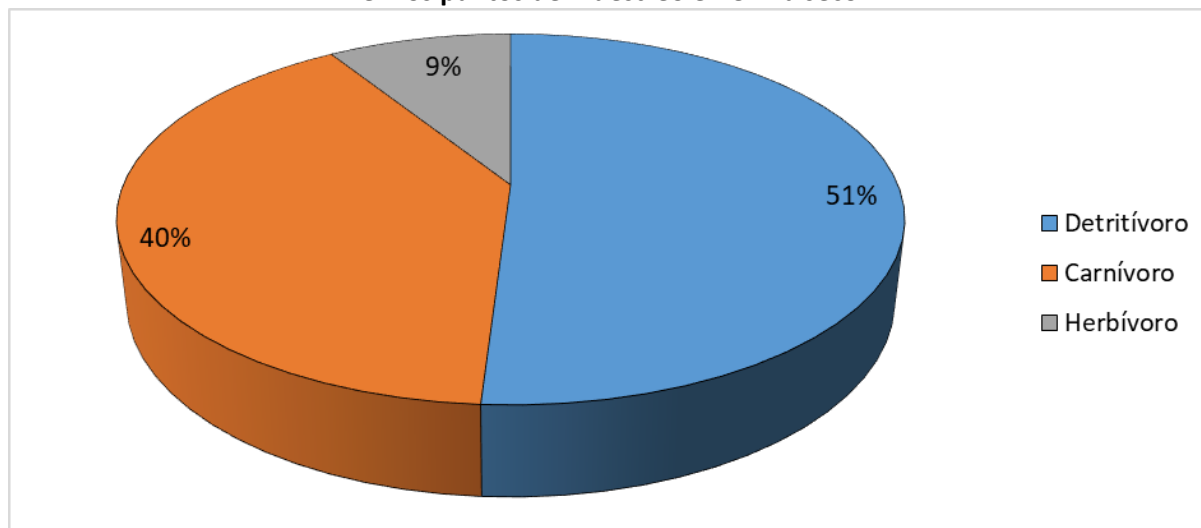
Carnívoros (Ca): son especies que se alimentan de otros animales siendo así que Naucoridae es capaz de alimentarse de pequeños microcrustáceos hasta peces. En esta categoría encontramos a: *Hexatoma sp.*, *Tipula sp.*, *Molophilus sp.*, *Berosus sp.*, Hydrophilidae n.d (larva), *Thermonectus sp.*, Staphylinidae n.d., Dryopidae n.d., *Gyrinus sp.*, *Macrothemis sp.*, *Acanthagrion sp.*, *Argia sp.*, *Hetaerina sp.*, *Corydalus sp.*, *Limnocoris sp.*, *Cryphocricos sp.*, *Stridulivelia sp.*, *Rhagovelia sp.*, *Nerthra sp.*, *Hebrus sp.*, *Anacroneuria sp.* y *Anacroneuria sp1.*

Herbívoros (He): son organismos que se alimentan de tejidos vegetales y algas, en esta categoría se registran a morfoespecies como: Ceratopogonidae n.d., *Limonicola sp.*, *Anchytarsus sp.*, *Psephenops sp.* y *Hyaella sp.*

En cuanto a los gremios tróficos registrados en cada uno de los puntos de muestreo LPFA-1-MB (Río San Pablo), LPFA-2-MB (Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José), LPFA-3-MB (Quebrada la Florida), LPFA-4-MB (Río San Pablo), LPFA-5-MB (Quebrada la Florida), LPFA-6-MB (Río San Pablo), LPFA-7-MB (Río La Plata), LPFA-8-MB (Río La Plata), LPFA-9-MB (Quebrada Boca Mina), LPFA-10-MB (Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique) y LPFA-11-MB (Río La Plata), se determina que las morfoespecies más dominantes son las de hábito detritívoro, con un porcentaje del 51% (28 morfoespecies), seguido de los carnívoros con el 40%; es decir, 22 morfoespecies, seguido de los herbívoros con el 9%; es decir, 5 morfoespecies. En un ecosistema estable, los organismos herbívoros deberían ser el grupo dominante, indicando que en el ecosistema hay suficiente alimento para mantener a este grupo trófico, en el presente estudio, los herbívoros se ubican en tercero o último lugar, mientras los detritívoros y los carnívoros son los que más abundan.

La presencia de detritívoros nos indica que estos recursos tienen cierta presión negativa por el ingreso de necromasa al sistema acuático, el cual es aprovechado por este tipo de organismos que se alimentan de detritus, sin embargo este factor no es determinante para que estos cuerpos de agua, sean catalogados como cuerpos de agua impactados, ya que al discurrir por zonas boscosas, la materia vegetal cae sobre el lecho, dando lugar al apareamiento natural de macroinvertebrados detritívoros que ayudan a la descomposición de este material (ver gráfico 6.2-120).

Gráfico 6.2-120: Nichos tróficos de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados en los puntos de muestreo en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Distribución Vertical dentro de la Columna de Agua**

Los macroinvertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie, en el fondo o nadar libremente; de ahí que reciban diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación (Roldán, 2003); las morfoespecies registradas en los puntos de muestreo se distribuyeron de la siguiente manera:

Neuston: Se refiere a los organismos que viven sobre la superficie del agua caminando, patinando o brincando. Sus uñas, sus patas y su exoesqueleto están recubiertos por una especie de cera que los hace impermeables, así que, en vez de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo la tensión superficial. Entre los representantes de este grupo, en el área de estudio se encontró a: *Rhagovelia* sp. y *Stridulivelia* sp.

Bentos: Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos restos de vegetación y sustratos similares, donde encuentran alimento y escondites. En este nivel de la columna moran organismos como: *Simulium* sp., *Sub. Tanypodinae* sp., *Sub. Orthocladinae* sp., *Hexatoma* sp., *Tipula* sp., *Molophilus* sp., *Ceratopogonidae* n.d., *Limnicola* sp., *Aphrosylus* sp., *Macrelmis* sp. (adulto), *Macrelmis* sp. (larva), *Cylloepus* sp. (adulto), *Cylloepus* sp. (larva), *Gyrelmis* sp., *Anchytarsus* sp., *Curculionidae* n.d., *Psephenops* sp., *Scirtes* sp., *Scirtidae* n.d., *Macrothemis* sp., *Acanthagrion* sp., *Argia* sp., *Hetaerina* sp., *Leptohyphes* sp., *Tricorythodes* sp., *Thraulodes* sp., *Terpides* sp., *Lachlania* sp., *Smicridea* sp., *Atopsyche* sp., *Helicopsyche* sp., *Chimarra* sp., *Polycentropus* sp., *Oecetis* sp., *Atanatolica* sp., *Phylloicus* sp., *Corydalus* sp., *Limnocris* sp.,

Cryphocricos sp., Nerthra sp., Hebrus sp., Anacroneuria sp., Anacroneuria sp1., Hyalella sp. y Haplotaxidae n.d.

Necton: Incluyen a especies que se desplazan por toda la columna de agua para filtrar alimento o cazar presas; dentro de este grupo constan: *Berosus sp., Hydrophilidae n.d* (larva), *Thermonectus sp., Staphylinidae n.d., Dryopidae n.d., Gyrimus sp., Camelobaetidius sp.* y *Baetodes sp.*

- **Morfoespecies de Interés, especies indicadoras**

Los macroinvertebrados acuáticos son los mejores bioindicadores de la calidad del agua (Barbour M. T., 1995); también son considerados el grupo con menos estudios para el Ecuador, debido a esto no se cuenta con información para determinar la existencia de especies endémicas o amenazadas, pero en base a su sensibilidad se pueden registrar morfoespecies de interés; entre las cuales se destacan: *Simulium sp., Limonicola sp., Anchytarsus sp., Psephenops sp., Gyrimus sp., Thermonectus sp., Thraulodes sp., Terpides sp., Lachlania sp., Atopsyche sp., Helicopsyche sp., Chimarra sp., Polycentropus sp., Oecetis sp., Atanatolica sp., Phylloicus sp., Stridulivelia sp., Rhagovelia sp., Hebrus sp., Anacroneuria sp.* y *Anacroneuria sp. 1.*, las mismas que sobresalen por su sensibilidad alta; sin embargo también se debe tener en cuenta a las morfoespecies de sensibilidad media y baja, todas estas en conjunto ayudan al equilibrio y mantenimiento del ecosistema acuático.

En el cuadro 6.2-149, se detallan las morfoespecies indicadoras, así como la descripción de su hábitat.

Cuadro 6.2-130: Morfoespecies indicadoras de macroinvertebrados acuáticos en Clima seco		
Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
<i>Simulium sp.</i>	Jején	Aguas corrientes muy oxigenadas, debajo de rocas y troncos. Indicadores de aguas oligotróficas (Roldán, 1996)
<i>Sub. Tanypodinae sp.</i>	Zancudo ciego	Aguas lóaticas y lénticas, en fango, arena con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores de aguas mesoeutróaticas (Roldán, 1996).
<i>Sub. Orthocladinae sp.</i>	Zancudo ciego	Aguas lóaticas y lénticas, en fango, arena con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores de aguas mesoeutróaticas (Roldán, 1996).
<i>Hexatoma sp.</i>	Cabeza de cebolla	En ecosistemas lóaticos de corriente moderada. Las larvas sobre rocas, grava, arena (Roldán, 1996).
<i>Tipula sp.</i>	Mosca	Viven en aguas lóaticas y lénticas con materia orgánica en descomposición (Roldán, 1996).
<i>Molophilus sp.</i>	Mosco	Viven en aguas lóaticas sobre fondos arenosos y materia orgánica en descomposición (Roldán, 1996).

Cuadro 6.2-130: Morfoespecies indicadoras de macroinvertebrados acuáticos en Clima seco

Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
Ceratopogonidae n.d.	Mosquito	Aguas lóaticas y lénticas, en fango, arena con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores de aguas mesoeutróficas (Roldán, 1996).
<i>Limonicola</i> sp.	Mosquito	Viven preferencialmente en aguas lóaticas, sobre rocas y cascadas (Roldán, 1996).
<i>Aphrosylus</i> sp.	Mosco	Viven en corrientes lentas en áreas marginales, adheridos a vegetación (Roldán, 1996).
<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	En aguas lóaticas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	En aguas lóaticas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	En aguas lóaticas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Cylloepus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	En aguas lóaticas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Gyrelmis</i> sp.	Escarabajo acuático	En aguas lóaticas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	En márgenes de arroyos sobre plantas herbáceas; las larvas se encuentran en aguas someras, sobre la arena de ecosistemas lóaticos (Roldán, 1996).
Curculionidae n.d.	Escarabajo acuático	Viven en aguas lóaticas, debajo de piedras, troncos y residuos vegetales (Roldán, 1996).
<i>Psephenops</i> sp.	Moneda	En ecosistemas lóaticos de corriente moderada. Larvas sobre rocas, grava, por lo general son comedores de limo y algas (Roldán, 1996).
<i>Berosus</i> sp.	Escarabajo acuático	Viven en aguas lóaticas y lénticas con abundante vegetación acuática (Roldán, 1996).
Hydrophilidae n.d. (larva)	Escarabajo acuático	Viven en aguas lóaticas y lénticas con abundante vegetación acuática (Roldán, 1996).
<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	Viven en aguas lénticas en medio de vegetación ribereña, algunos son terrestres (Roldán, 1996).
Scirtidae n.d.	Escarabajo acuático	Viven en aguas lénticas en medio de vegetación ribereña, algunos son terrestres (Roldán, 1996).
<i>Thermonectus</i> sp.	Escarabajo acuático	Viven en aguas lénticas y lóaticas con vegetación emergente (Roldán, 1996).
Staphylinidae n.d.	Escarabajo acuático	Viven en ecosistemas lóaticos y lénticos en áreas de abundante vegetación, algunos son terrestres (Roldán, 1996).
Dryopidae n.d.	Escarabajo acuático	Viven en aguas lóaticas, debajo de piedras, troncos y residuos vegetales (Roldán, 1996).
<i>Gyrinus</i> sp.	Escarabajo acuático	Viven en las orillas, son nadadores y buceadores (Roldán, 1996).
<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	Viven en aguas lóaticas de flujo lento con vegetación; indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996).

Cuadro 6.2-130: Morfoespecies indicadoras de macroinvertebrados acuáticos en Clima seco

Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
<i>Acanthagrion</i> sp.	Caballito del diablo	Viven en aguas lénticas con vegetación (Roldán, 1996).
<i>Argia</i> sp.	Caballito del diablo	Viven en corrientes moderadas entre piedras y vegetación (Roldán, 1996).
<i>Hetaerina</i> sp.	Caballito del diablo	Sistemas lóticos, sobre desechos de plantas y rocas. Indicadores de agua oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Leptohyphes</i> sp.	Efímera	Se desarrolla en aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	Se desarrolla en aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	Vive en aguas corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida. Indicador de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas (Roldán, 1996).
<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas (Roldán, 1996).
<i>Terpides</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Lachlania</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	Aguas corrientes con mucha vegetación, toleran aguas con poca contaminación. Indicador de aguas oligo a eutróficas (Roldán, 1996).
<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	Viven en aguas corrientes sobre material pedregoso (Roldán, 1996).
<i>Helicopsyche</i> sp.	Frigánea	Aguas de poca corriente y litoral de remansos y lagos; adheridos a sustratos pedregosos. Indicador de agua oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	Aguas corrientes con mucha vegetación, toleras aguas con poca contaminación. Indicador de agua oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Polycentropus</i> sp.	Frigánea	Viven en corrientes, sobre sustratos pedregosos y residuos vegetales (Roldán, 1996).
<i>Oecetis</i> sp.	Frigánea	Aguas corrientes y sustratos pedregosos; bien oxigenados. Indicadores de aguas oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Atanatolica</i> sp.	Frigánea	Se desarrolla en aguas corrientes y sustratos pedregosos; bien oxigenados. Indicador de aguas oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Phylloicus</i> sp.	Frigánea	Aguas corrientes frías, bien oxigenadas, con mucha materia vegetal. Indicadores de agua oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Corydalus</i> sp.	Perro de agua	Viven en aguas corrientes debajo de restos de vegetación, troncos, piedras y entre raíces de vegetación sumergida (Roldán, 1996).
<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	Charcas y remansos de ríos, y quebradas adheridas a troncos, pierdas y ramas. Indicador de aguas oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Cryphocricos</i> sp.	Chinche acuático	Viven en los sedimentos de los ecosistemas lóticos (Roldán, 1996).
<i>Stridulivelia</i> sp.	Patinador	Viven en aguas lénticas y remansos con mucha vegetación (Roldán, 1996).
<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	Prefieren aguas con mucha corriente, pero también quietas, patinan sobre el agua sin sumergirse. Indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996).

Cuadro 6.2-130: Morfoespecies indicadoras de macroinvertebrados acuáticos en Clima seco

Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
<i>Nerthra</i> sp.	Chinche acuático	Viven en remansos de ríos y charcas, algunos son terrestres (Roldán, 1996).
<i>Hebrus</i> sp.	Chinche acuático	Viven en aguas lénticas y remansos de corrientes con vegetación flotante (Roldán, 1996).
<i>Anacroneuria</i> sp.	Mosca de la piedra	Vive en aguas rápidas bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Indicadores de aguas limpias y oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Anacroneuria</i> sp1.	Mosca de la piedra	Vive en aguas rápidas bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Indicadores de aguas limpias y oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Hyalella</i> sp.	Camaroncito	Se encuentran en todo tipo de hábitats de agua dulce, siendo más comunes en ríos de fondo arenoso (Roldán, 1996).
Haplotaxidae n.d.	Lombriz	Viven a varios metros de profundidad, donde el oxígeno es escasa; en los ríos contaminados con materia orgánica y aguas negras (Roldán, 1996).
55		

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

• **Sensibilidad de las morfoespecies**

La sensibilidad de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos, está dada de acuerdo con la tolerancia que éstas presentan a los niveles de contaminación que puedan presentarse en los cuerpos de agua. El cuadro 6.2-150 permite observar el grado de sensibilidad de las morfoespecies registradas en el área de estudio.

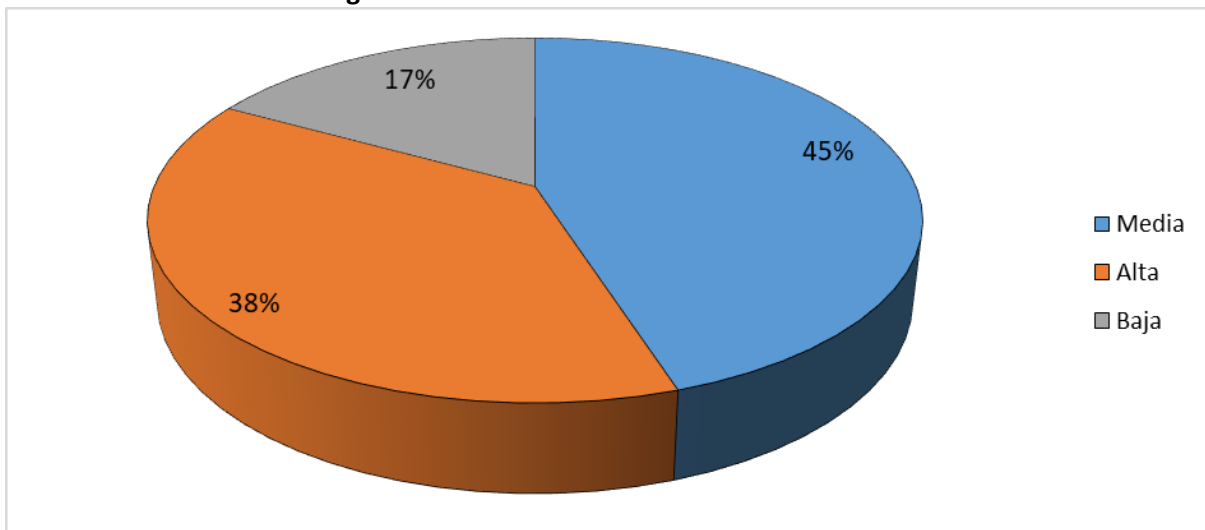
Cuadro 6.2-131: Sensibilidad de los macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio en Clima seco

Morfoespecie	Sensibilidad
<i>Simulium</i> sp.	Alta
<i>Limnicola</i> sp.	
<i>Anchytarsus</i> sp.	
<i>Psephenops</i> sp.	
<i>Gyrinus</i> sp.	
<i>Thermonectus</i> sp.	
<i>Thraulodes</i> sp.	
<i>Terpides</i> sp.	
<i>Lachlania</i> sp.	
<i>Atopsyche</i> sp.	
<i>Helicopsyche</i> sp.	
<i>Chimarra</i> sp.	
<i>Polycentropus</i> sp.	
<i>Oecetis</i> sp.	
<i>Atanatomica</i> sp.	

Cuadro 6.2-131: Sensibilidad de los macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio en Clima seco	
Morfoespecie	Sensibilidad
<i>Phylloicus</i> sp.	Alta
<i>Stridulivelia</i> sp.	
<i>Rhagovelia</i> sp.	
<i>Hebrus</i> sp.	
<i>Anacroneuria</i> sp.	
<i>Anacroneuria</i> sp1.	
<i>Aphrosylus</i> sp.	Media
<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	
<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	
<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	
<i>Cylloepus</i> sp. (larva)	
<i>Gyrelmis</i> sp.	
Curculionidae n.d	
<i>Scirtes</i> sp.	
Scirtidae n.d.	
Staphylinidae n.d.	
Dryopidae n.d.	
<i>Macrothemis</i> sp.	
<i>Acanthagrion</i> sp.	
<i>Argia</i> sp.	
<i>Hetaerina</i> sp.	
<i>Leptohyphes</i> sp.	
<i>Tricorythodes</i> sp.	
<i>Baetodes</i> sp.	
<i>Camelobaetidius</i> sp.	
<i>Smicridea</i> sp.	
<i>Corydalus</i> sp.	
<i>Limnocoris</i> sp.	
<i>Cryphocricos</i> sp.	
<i>Nerthra</i> sp.	
<i>Hyaella</i> sp.	
Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	Baja
Sub. <i>Orthocladinae</i> sp.	
<i>Hexatoma</i> sp.	
<i>Tipula</i> sp.	
<i>Molophilus</i> sp.	
Ceratopogonidae n.d.	
<i>Berosus</i> sp.	
Hydrophilidae n.d (larva)	
Haplotaixidae n.d.	
55	
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021	
Elaboración: ESSAM, 2022	

El gráfico 6.2-121 permite observar que, de las 55 morfoespecies registradas para el área de estudio, se determinó 25 morfoespecies de sensibilidad media con el 45%, seguido de 21 morfoespecies de sensibilidad alta con el 38%. Mientras que con el 17% se catalogó a nueve morfoespecies de sensibilidad baja. De manera general se observa una dinámica favorable en la presencia de morfoespecies, las mismas que de una u otra manera ayudan al buen funcionamiento de los cursos de agua.

Gráfico 6.2-121: Porcentaje de sensibilidad de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio en Clima seco



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022

G. Estado de Conservación

Los macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio no se encuentran en las listas del Libro Rojo de la UICN (UICN, 2020) o en las listas CITES (CITES, 2019).

Se descarta entonces que alguna de las especies listadas en la UICN pueda existir en el área de estudio, sin embargo, en ausencia de investigaciones a nivel de Sudamérica y/o el Ecuador, no se puede asegurar totalmente que estas especies no se encuentren amenazadas o que existan especies que se encuentren amenazadas que no han sido identificadas y/o evaluadas.

H. Uso del Recurso

Ecológicamente, dentro de los insectos, solamente el 3% de especies son acuáticas; sin embargo, cerca de la mitad de los órdenes posee especies que cuentan con al menos una etapa que se desarrolla en ambientes dulceacuícolas (Merritt & Cummins, 1996). Los insectos

acuáticos (entre un 70-90 % de la fauna de los organismos dulceacuícolas), constituyen el grupo más estudiado para evaluar la calidad del agua, por muchos investigadores (Hellowell, 1986); (Rosenberg & Resh, 1993). Estos se han convertido paulatinamente en una herramienta práctica para la determinación de la calidad biológica, pudiéndose lograr gracias a la capacidad que tienen estos organismos de mantener una estrecha relación con las condiciones del entorno, es decir, son sensibles a pequeñas alteraciones de parámetros fisicoquímicos del agua, esto representado en la disminución o aumento de la biodiversidad en un punto de muestreo.

Directamente los macroinvertebrados acuáticos no son usados por el hombre, pero son un eslabón importante dentro de la cadena alimenticia, y la ausencia de estos afecta negativamente a las poblaciones de peces que sirven de alimento para los humanos.

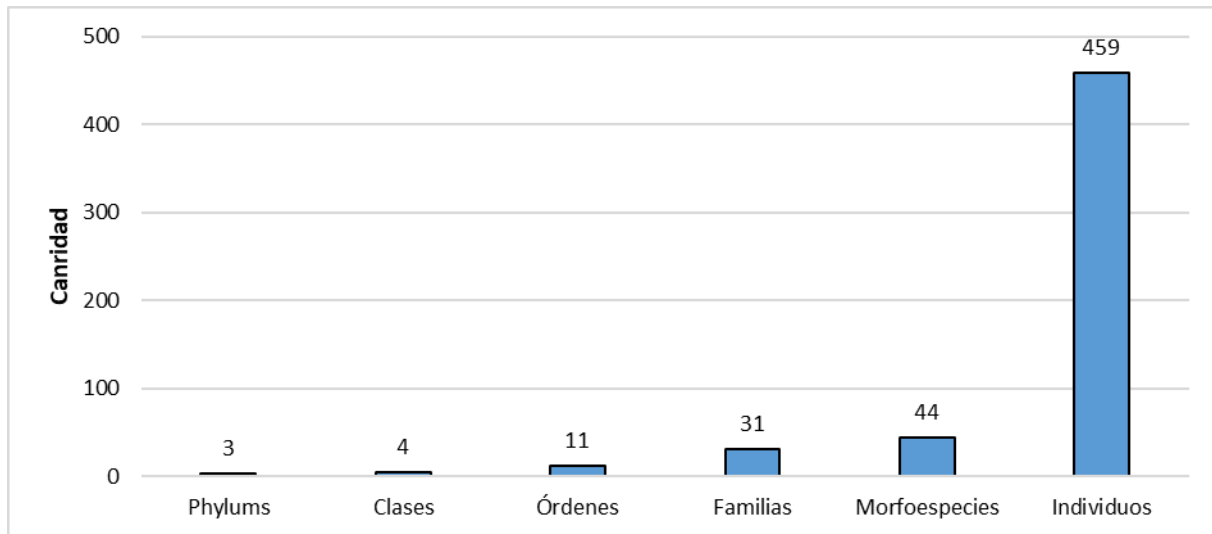
El estudio de la composición macrobentónica en zonas donde hay recursos hídricos y actividades antrópicas es fundamental, puesto que así se puede determinar la calidad y el estado de conservación de los mismos, estos estudios ayudarán enormemente a emitir un diagnóstico sobre los cuerpos de agua, por ello en toda Investigación, en el que el área de estudio abarque zonas anegadas, necesariamente se tiene que realizar diagnósticos en base a la identificación de especies bioindicadores de macroinvertebrados acuáticos, y así poder determinar en qué medida ha afectado la intervención del hombre en aquellas zonas, en las cuales se están realizando trabajos que atentan contra la Biodiversidad (Carranco R. 2002).

❖ Resultados – Campaña de Campo Epoca Lluviosa (marzo 2022)

A. Análisis global

Se realizó el muestreo en clima lluvioso tomando en cuenta los mismos once cuerpos de agua de importancia dentro del área de estudio que se muestrearon en clima seco. De manera general se observa que los sistemas hídricos presentaron una no tan favorable representatividad de morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos, lo cual se encuentra influenciado por las condiciones climáticas que afectan a los ríos que se encuentran dentro del área de influencia directa del Proyecto, es importante recalcar que en el punto LPFA-9-MB no se registró individuos ni morfoespecies; por lo que en el muestreo se registró un total de 459 individuos agrupados en 3 phylums, 4 clases, 11 órdenes, 31 familias y 44 morfoespecies (ver gráfico 6.2-122).

Gráfico 6.2-122: Frecuencia de la riqueza global de phyllums, clases, órdenes, familias, morfoespecies e individuos de macroinvertebrados acuáticos hallados en Clima Lluvioso



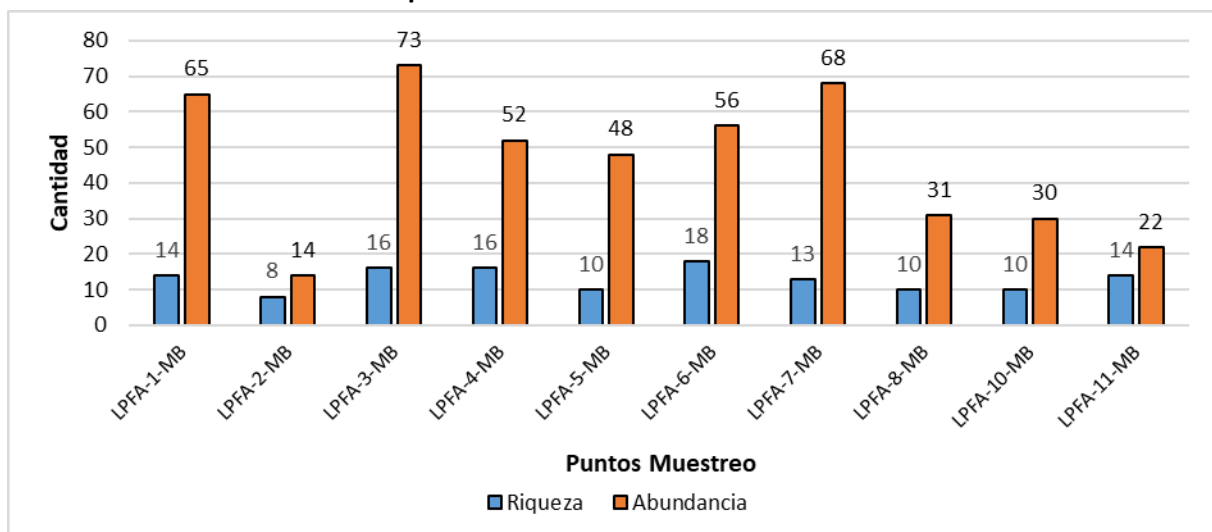
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

• **Riqueza y Abundancia**

En cuanto a la riqueza y abundancia el punto de muestreo más representativo fue el LPFA-3-MB con 16 morfoespecies y 73 individuos, mientras que el valor más bajo de riqueza y abundancia se registró en el punto LPFA-2-MB con un valor de 8 morfoespecies y 14 individuos (Gráfico 6.2-123).

Gráfico 6.2-123: Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos hallados en cada punto de muestreo en Clima Lluvioso



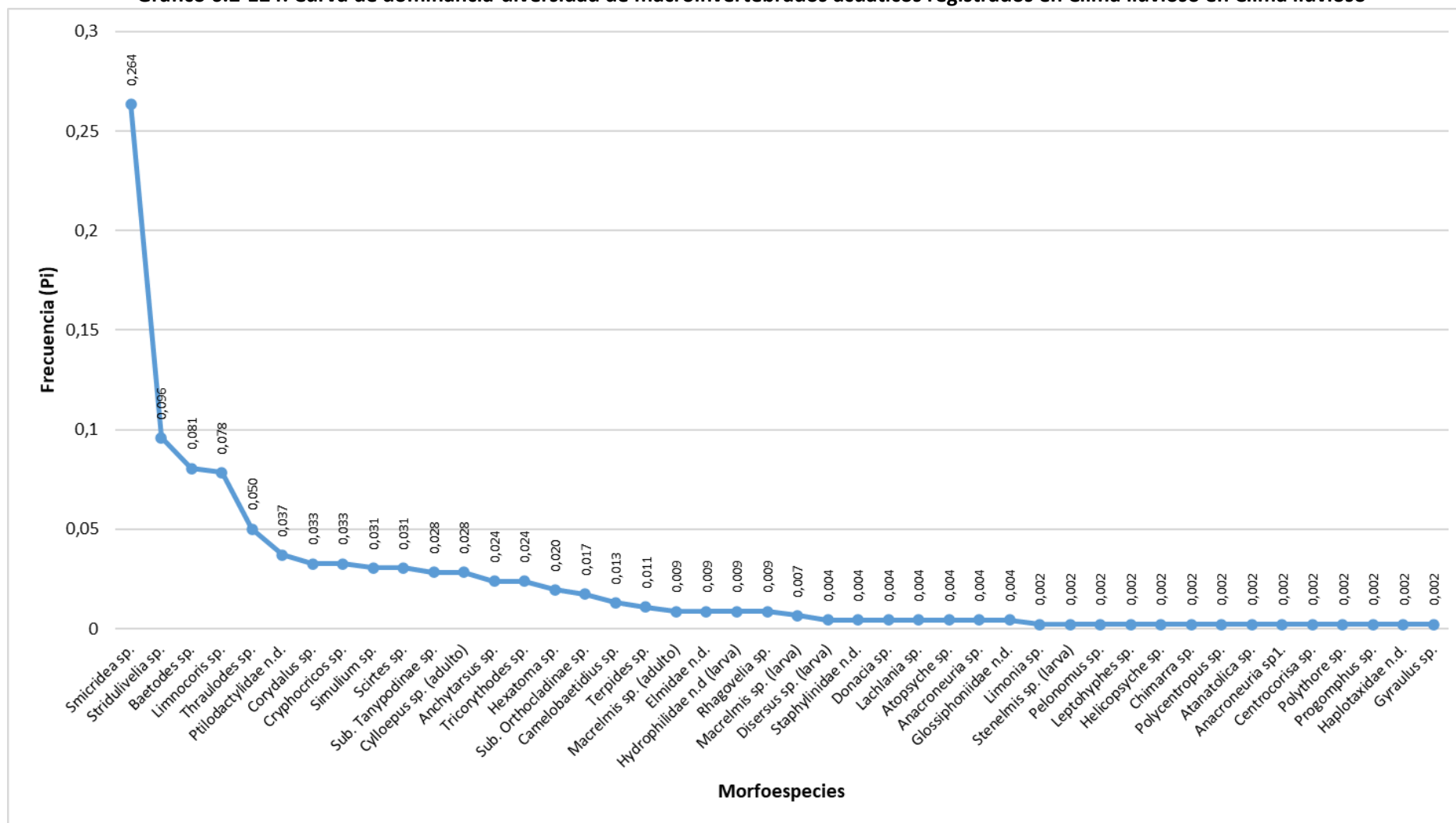
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Curva de dominancia-diversidad de morfoespecies**

El análisis de la curva dominancia – diversidad, determinó que la morfoespecie con mayor abundancia fue *Smicridea* sp. con 121 individuos ($P_i = 0,264$); seguida de *Stridulivelia* sp. con 44 individuos ($P_i = 0,096$), continuando con *Baetodes* sp. con 37 individuos ($P_i = 0,081$), seguida de *Limnocois* sp. con 36 individuos ($P_i = 0,078$), seguida de *Thraulodes* sp. con 23 individuos ($P_i = 0,050$), mientras que el resto de morfoespecies (39) registraron entre 1 y 17 individuos, es decir, a partir de $P_i=0,037$ empezó a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-124).

Gráfico 6.2-124: Curva de dominancia-diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en Clima lluvioso en Clima lluvioso



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

B. Abundancia Relativa

El cuadro 6.2-151, permite observar los porcentajes en cuanto a la abundancia relativa, siendo así que se registraron como raras (R) a 22 morfoespecies (50%); seguidas de las morfoespecies abundantes (A); con el 30% (13 morfoespecies); con el 18%, es decir, 8 morfoespecies se catalogaron a las comunes (Co). Mientras que con el porcentaje más bajo se agrupó a la categoría dominante (Do), con el 2%; 1 morfoespecie.

Cuadro 6.2-132: Abundancia relativa de macroinvertebrados acuáticos registrados en Clima lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Abundancia Relativa
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	Abundante
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	Abundante
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Orthocladinae</i> sp.	Zancudo ciego	Común
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	Común
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Limonia</i> sp.	Mosca	Rara
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	Abundante
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	Común
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	Rara
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Stenelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	Rara
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	Rara
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Elmidae n.d.	Escarabajo acuático	Común
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	Ptilodactylidae n.d.	Escarabajo acuático	Abundante
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	Abundante
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Staphylinidae n.d.	Escarabajo acuático	Rara
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	Abundante
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dryopidae	<i>Pelonomus</i> sp.	Escarabajo acuático	Rara
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	Hydrophilidae n.d (larva)	Escarabajo acuático	Común
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Donacia</i> sp.	Escarabajo acuático	Rara

Cuadro 6.2-132: Abundancia relativa de macroinvertebrados acuáticos registrados en Clima lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Abundancia Relativa
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	Abundante
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	Efímera	Rara
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	Abundante
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	Común
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	Abundante
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i> sp.	Efímera	Común
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i> sp.	Efímera	Rara
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	Dominante
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	Frigánea	Rara
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	Rara
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	Rara
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	Frigánea	Rara
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanatolica</i> sp.	Frigánea	Rara
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	Mosca de la piedra	Rara
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp1.	Mosca de la piedra	Rara
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	Abundante
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	Abundante
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	Chinche acuático	Abundante
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Stridulivelia</i> sp.	Patinador	Abundante
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	Común
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	<i>Centrocorisa</i> sp.	Barquerito	Rara
Arthropoda	Insecta	Odonata	Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	Caballito del diablo	Rara
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	<i>Progomphus</i> sp.	Caballito del diablo	Rara
Annelida	Hirudinea	Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae n.d.	Sanguijuela	Rara
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Haplotaxidae	Haplotaxidae n.d.	Lombriz	Rara
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Gyraulus</i> sp.	Caracol de agua dulce	Rara
3	4	11	31	44		

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

C. Índices de Diversidad

- **Índice de diversidad de Shannon-Wiener**

Su capacidad discriminatoria es pobre, tiene una moderada sensibilidad al tamaño muestral, pone énfasis en la uniformidad o equitabilidad de las especies (Magurran, 1989). Con relación a lo antes mencionado según el índice de Shannon, se determinó que los puntos de muestreo de macroinvertebrados acuáticos LPFA-1-MB (Río San Pablo), LPFA-2-MB (Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José), LPFA-3-MB (Quebrada la Florida), LPFA-4-MB (Río San Pablo), LPFA-5-MB (Quebrada la Florida), LPFA-6-MB (Río San Pablo), LPFA-7-MB (Río La Plata), LPFA-8-MB (Río La Plata), LPFA-10-MB (Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique) y LPFA-11-MB (Río La Plata), registraron valores entre 1,75 y 2,56 Bits/ind, es decir, diversidad media, todos con ambientes moderadamente alterados. En cuanto a la equitatividad está registra un promedio del 81% de homogeneidad, lo cual indica que las áreas de muestreo no presentan variaciones entre sus hábitats pues son semejantes entre sí, lo cual permite el desarrollo y la subsistencia de las diversas morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos del sector pese al clima lluvioso (ver cuadro 6.2-152). (Yáñez, 2014)

Cuadro 6.2-133: Análisis de diversidad Shannon-Wiener y Equitabilidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en clima lluvioso					
Código	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Equitabilidad (J)	Shannon-Wiener (H')	Interpretación
LPFA-1-MB	14	65	0,8	2,13	Diversidad media
LPFA-2-MB	8	14	0,91	1,90	Diversidad media
LPFA-3-MB	16	73	0,63	1,75	Diversidad media
LPFA-4-MB	16	52	0,78	2,16	Diversidad media
LPFA-5-MB	10	48	0,76	1,76	Diversidad media
LPFA-6-MB	18	56	0,88	2,56	Diversidad media
LPFA-7-MB	13	68	0,7	1,80	Diversidad media
LPFA-8-MB	10	31	0,8	1,85	Diversidad media
LPFA-10-MB	10	30	0,89	2,07	Diversidad media
LPFA-11-MB	14	22	0,91	2,41	Diversidad media

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022
Elaboración: ESSAM, 2022

- **Índice de diversidad de Simpson (1-D)**

Su capacidad discriminatoria es moderada, tiene una baja sensibilidad al tamaño muestral, pone énfasis en la dominancia de especies (Magurran, 1989). Con relación a lo antes mencionado según el índice de Simpson (1-D), se determinó que los puntos de

muestreo de macroinvertebrados acuáticos LPFA-1-MB (Río San Pablo), LPFA-2-MB (Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José), LPFA-3-MB (Quebrada la Florida), LPFA-4-MB (Río San Pablo), LPFA-5-MB (Quebrada la Florida), LPFA-6-MB (Río San Pablo), LPFA-7-MB (Río La Plata), LPFA-8-MB (Río La Plata), LPFA-10-MB (Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique) y LPFA-11-MB (Río La Plata), registraron valores entre 0,71 y 0,90 Bits/ind, es decir, diversidad alta (ver cuadro 6.2-153) (Yáñez, 2014).

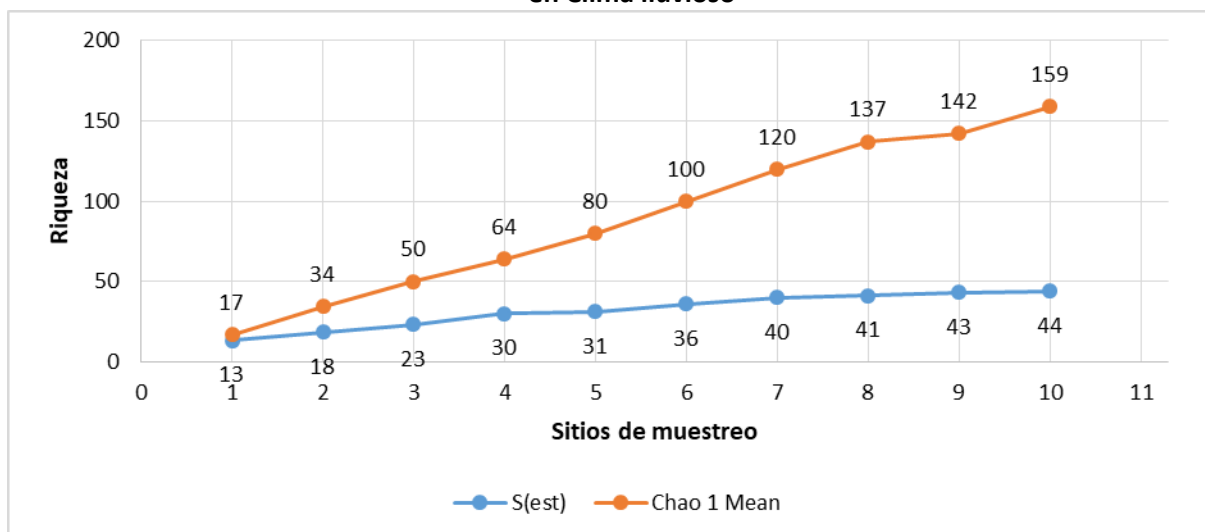
Cuadro 6.2-134: Análisis de diversidad Simpson (1-D) macroinvertebrados acuáticos registrados en clima lluvioso				
Código	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Simpson (1-D)	Interpretación
LPFA-1-MB	14	65	0,83	Diversidad alta
LPFA-2-MB	8	14	0,82	Diversidad alta
LPFA-3-MB	16	73	0,71	Diversidad alta
LPFA-4-MB	16	52	0,82	Diversidad alta
LPFA-5-MB	10	48	0,75	Diversidad alta
LPFA-6-MB	18	56	0,9	Diversidad alta
LPFA-7-MB	13	68	0,71	Diversidad alta
LPFA-8-MB	10	31	0,78	Diversidad alta
LPFA-10-MB	10	30	0,85	Diversidad alta
LPFA-11-MB	14	22	0,88	Diversidad alta

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022
Elaboración: ESSAM, 2022

- **Índice de Chao 1 y Curva de Acumulación de Especies**

El gráfico 6.2-125, determina que la curva de acumulación de morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos se encuentra en crecimiento por lo cual dista de alcanzar la asíntota. Por su parte el número de morfoespecies estimadas por el índice no paramétrico Chao 1 en clima lluvioso fue de 159; valor mayor que el registrado en los diez puntos de muestreo analizados (44 morfoespecies), lo que indica que en el área de estudio en clima lluvioso, se ha registrado el 28% aproximadamente de las morfoespecies. Esto significa que con este esfuerzo de muestreo, se registró solo una parte de la verdadera riqueza local de macroinvertebrados acuáticos, usando la técnica de colección con Red D-net, como metodología de muestreo; no obstante existe la posibilidad de que el clima haya influido en el resultado ya que estuvo lluvioso antes y durante el muestreo.

Gráfico 6.2-125: Curva de Acumulación y Chao 1 de macroinvertebrados acuáticos registrados en Clima lluvioso



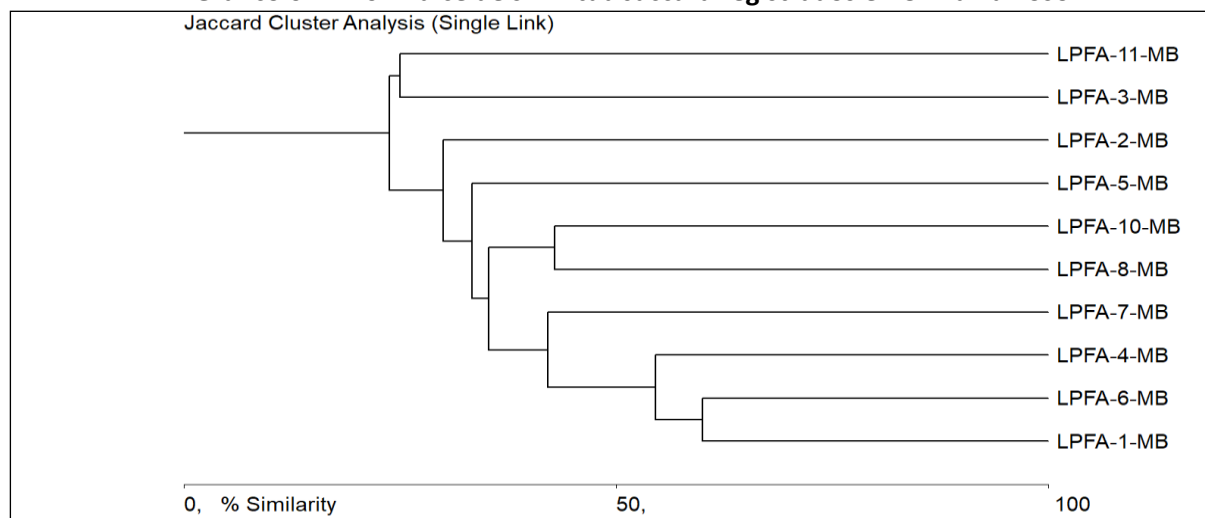
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Índice de Similitud de Jaccard**

Al hacer un análisis del clúster de similitud Jaccard (ver gráfico 6.2-126), se observa que los puntos LPFA-1-MB y LPFA-6-MB, comparten una similitud del 60%, es decir, 12 morfoespecies en común. Entre el LPFA-4-MB y LPFA-6-MB, se observa una similitud del 54,54%, es decir, 12 morfoespecies en común, siendo estas las más notorias. De manera general se observa que las áreas muestreadas presentan disponibilidad de hábitats y alimento pese a las condiciones climáticas como es la lluvia, lo cual favorece para la presencia de macroinvertebrados.

Gráfico 6.2-126: Índice de similitud Jaccard registrados en Clima lluvioso



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

D. Análisis por puntos de muestreo

A continuación, se presenta el análisis detallado de cada uno de los puntos de muestreo en clima lluvioso.

- **LPFA-1-MB Rio San Pablo**

En el LPFA-1-MB se registraron un total de 65 individuos agrupados en 1 phylum, 1 clase, 7 órdenes, 11 familias y 14 morfoespecies. La Familia más abundante fue Baetidae con 21 individuos de la morfoespecie *Baetodes* sp. Mientras que con 1 a 12 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-154, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-135: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-1-MB en Clima Lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	6
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Sub. Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Sub. Orthocladinae</i> sp.	Zancudo ciego	4
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	6
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	21
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	12
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	Mosca de la piedra	1
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp1.	Mosca de la piedra	1
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	2
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	3
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	Chinche acuático	4
1	1	7	11	14		65

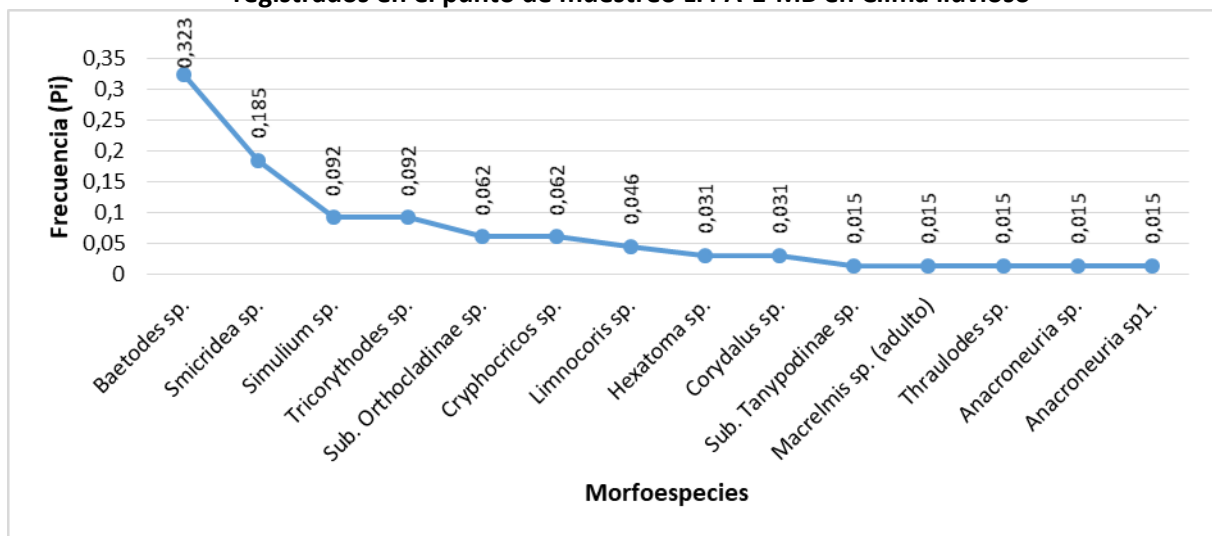
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 65 individuos, de las cuales *Baetodes sp.*, con 21 individuos ($P_i = 0,323$) con el 32,31%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (13), a partir de $P_i = 0,185$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-127).

Gráfico 6.2-127: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LPPA-1-MB en Clima lluvioso



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

- **LPFA-2-MB Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José**

En el LPFA-2-MB se registraron un total de 14 individuos agrupados en 1 phylum, 1 clase, 5 órdenes, 6 familias y 8 morfoespecies. La Familia más abundante fue Leptophlebiidae con 4 individuos de la morfoespecie *Thraulodes sp.* Mientras que con 1 a 3 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-155, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-136: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-2-MB en Clima lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	Ptilodactylidae n.d.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus sp.</i>	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis sp. (larva)</i>	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Stenelmis sp. (larva)</i>	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Sub. Tanypodinae sp.</i>	Zancudo ciego	1

Cuadro 6.2-136: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-2-MB en Clima lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	Perro de agua	2
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	Chinche acuático	3
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	4
1	1	5	6	8		14

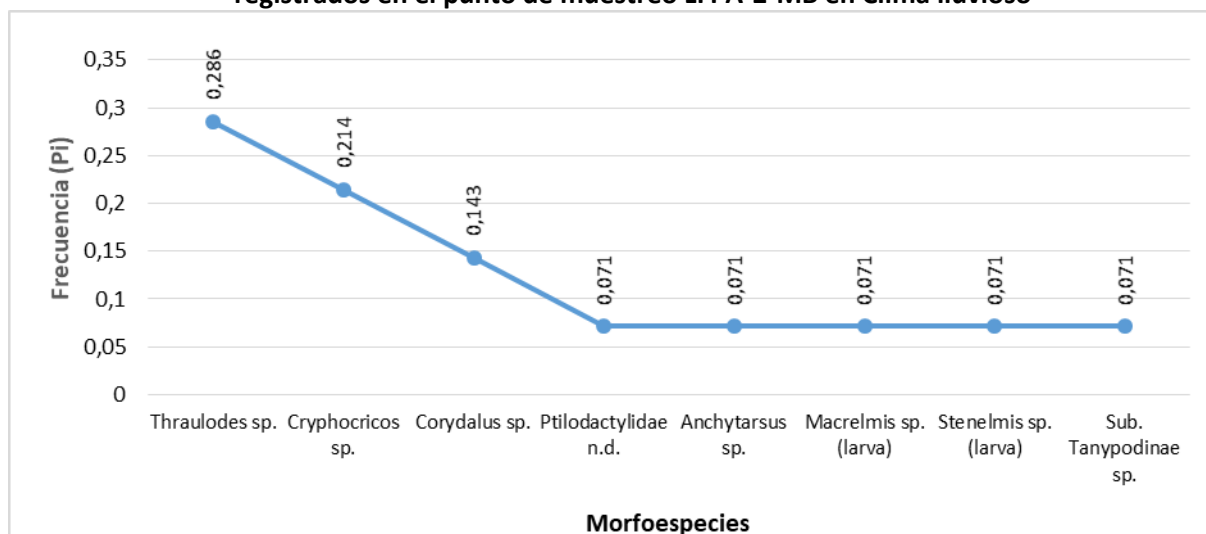
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

- Dominancia – Diversidad**

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 14 individuos, de las cuales *Thraulodes* sp., con 4 individuos ($P_i = 0,286$) con el 28,57%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (7), a partir de $P_i = 0,214$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-128).

Gráfico 6.2-128: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LPFA-2-MB en Clima lluvioso



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

- LPFA-3-MB Quebrada la Florida**

En el LPFA-3-MB se registraron un total de 73 individuos agrupados en 3 phylums, 3 clases, 8 órdenes, 16 familias y 16 morfoespecies. La Familia más abundante fue Hydropsychidae con 32 individuos de la morfoespecie *Smicridea* sp. Mientras que con 1 a 21 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-156, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-137: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-3-MB en Clima lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Staphylinidae n.d.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	4
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dryopidae	<i>Pelonomus</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	Hydrophilidae n.d (larva)	Escarabajo acuático	3
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Limonia</i> sp.	Mosca	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Sub. Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	32
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	2
Arthropoda	Insecta	Odonata	Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Stridulivelia</i> sp.	Patinador	21
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	<i>Centrocorisa</i> sp.	Barquerito	1
Annelida	Hirudinea	Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae n.d.	Sanguijuela	1
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbiidae	<i>Gyraulus</i> sp.	Caracol de agua dulce	1
3	3	8	16	16		73

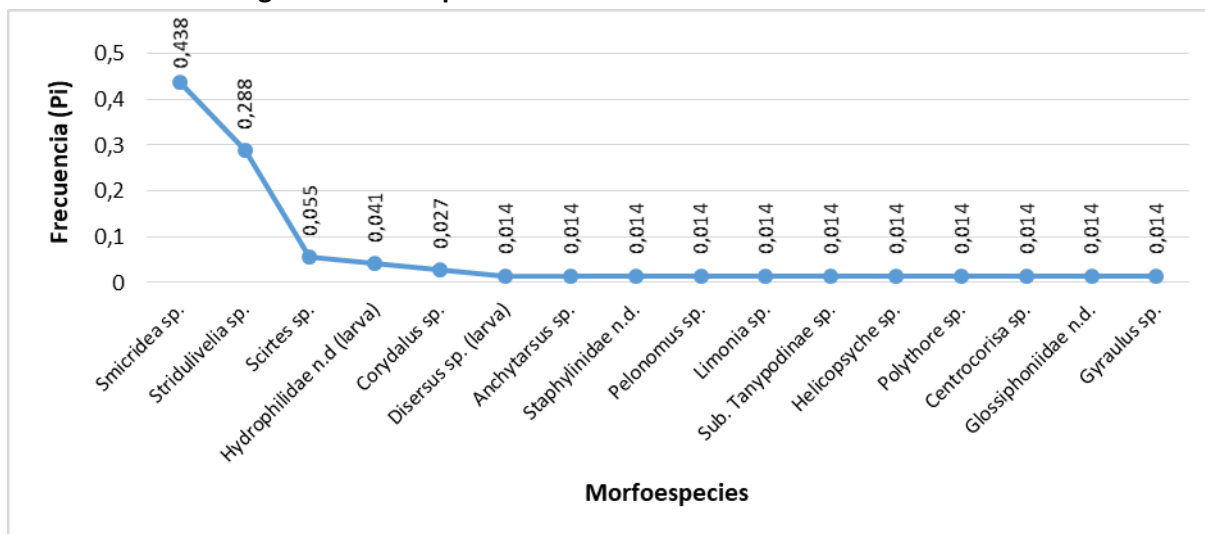
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Dominancia – Diversidad**

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 73 individuos, de las cuales *Smicridea* sp., con 32 individuos ($P_i = 0,438$) con el 43,84%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (15), a partir de $P_i = 0,288$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-129).

Gráfico 6.2-129: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-3-MB en Clima lluvioso



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

• **LPFA-4-MB Rio San Pablo**

En el LPFA-4-MB se registraron un total de 52 individuos agrupados en 1 phylum, 1 clase, 6 órdenes, 13 familias y 16 morfoespecies. La Familia más abundante fue Hydropsychidae con 17 individuos de la morfoespecie *Smicridea* sp. Mientras que con 1 a 9 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-157, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-138: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-4-MB en Clima lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	Ptilodactylidae n.d.	Escarabajo acuático	9
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	4
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	1

Cuadro 6.2-138: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-4-MB en Clima lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Sub. Orthocladinae sp.</i>	Zancudo ciego	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma sp.</i>	Cabeza de cebolla	2
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Oligoneuriidae	<i>Lachlania sp.</i>	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes sp.</i>	Efímera	8
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes sp.</i>	Efímera	2
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides sp.</i>	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea sp.</i>	Caddis de agallas de plumas	17
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris sp.</i>	Chinche acuático	1
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis sp.</i>	Perro de agua	1
1	1	6	13	16		52

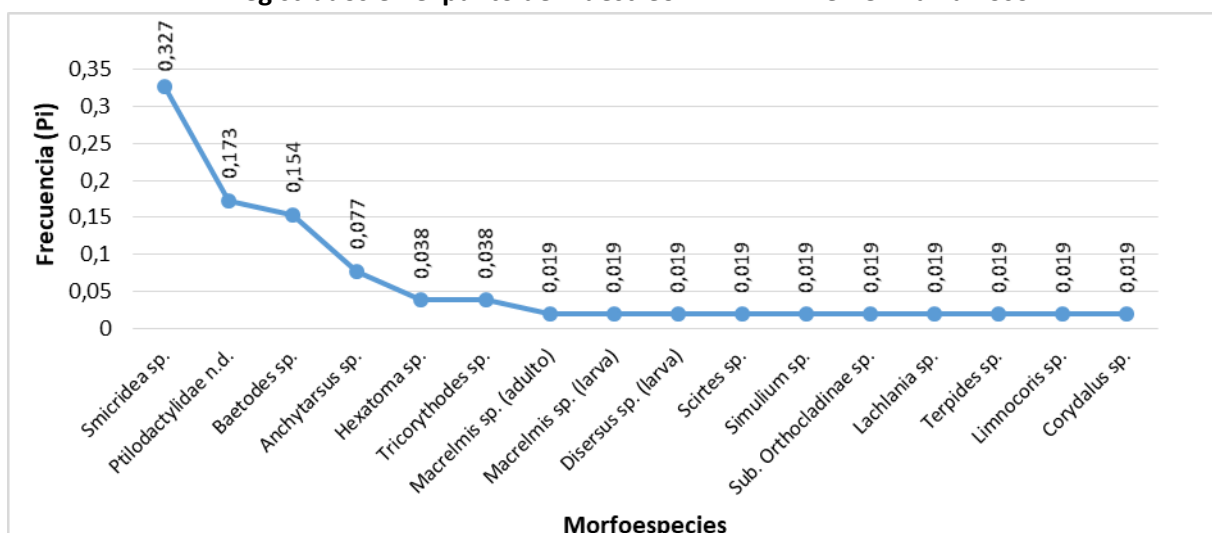
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

• **Dominancia – Diversidad**

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 52 individuos, de las cuales *Smicridea sp.*, con 17 individuos ($P_i = 0,327$) con el 32,69%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (15), a partir de $P_i = 0,173$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-130).

Gráfico 6.2-130: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LPFA-4-MB en Clima lluvioso



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

- **LPFA-5-MB Quebrada la Florida**

En el LPFA-5-MB se registraron un total de 48 individuos agrupados en 1 phylum, 1 clase, 6 órdenes, 9 familias y 10 morfoespecies. La Familia más abundante fue Veliidae con 20 individuos de la morfoespecie *Stridulivelia* sp. Mientras que con 1 a 10 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-158, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-139: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-5-MB en Clima lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Elmidae n.d.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	Ptilodactylidae n.d.	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Sub. Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Sub. Orthocladinae</i> sp.	Zancudo ciego	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	5
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	3
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Stridulivelia</i> sp.	Patinador	20
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocois</i> sp.	Chinche acuático	10
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	4
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	<i>Progomphus</i> sp.	Caballito del diablo	1
1	1	6	9	10		48

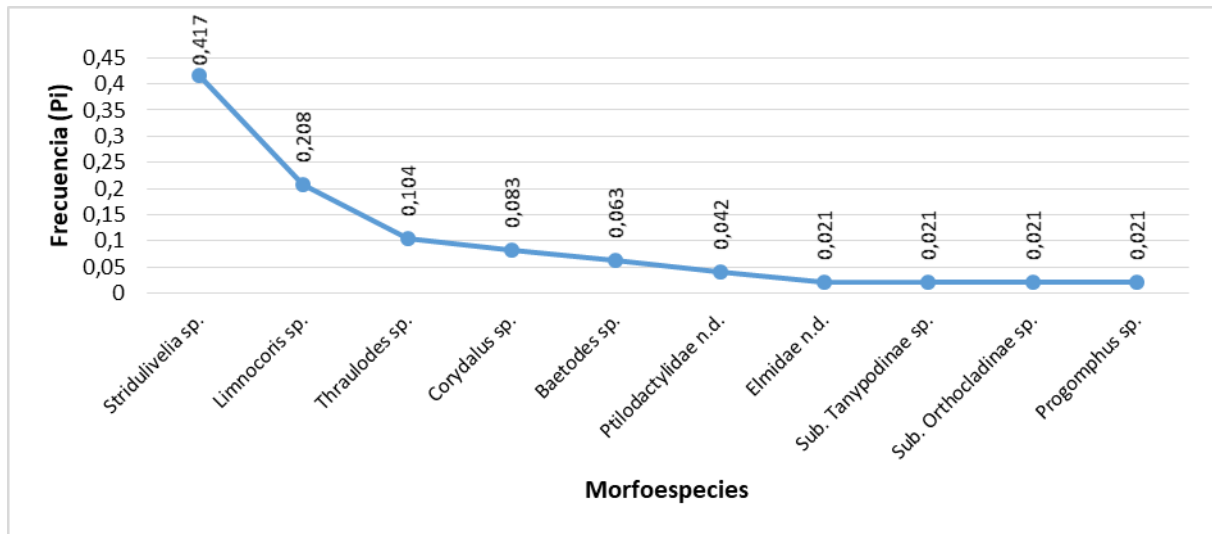
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Dominancia – Diversidad**

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 48 individuos, de las cuales *Stridulivelia* sp., con 20 individuos ($P_i = 0,417$) con el 41,67%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (9), a partir de $P_i = 0,208$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-131).

Gráfico 6.2-131: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-5-MB en Clima lluvioso



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

• **LPFA-6-MB Rio San Pablo**

En el LPFA-6-MB se registraron un total de 56 individuos agrupados en 1 phylum, 1 clase, 7 órdenes, 14 familias y 18 morfoespecies. La Familia más abundante fue Hydropsychidae con 10 individuos de la morfoespecie *Smicridea* sp. Mientras que con 1 a 9 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-159, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-140: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-6-MB en Clima lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	Ptilodactylidae n.d.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	2
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	5
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	2
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Orthocladinae</i> sp.	Zancudo ciego	2
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	3
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	2
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i> sp.	Efímera	4
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	4
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	6

Cuadro 6.2-140: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-6-MB en Clima lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	Mosca de la piedra	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	10
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	9
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	Chinche acuático	1
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	1
1	1	7	14	18		56

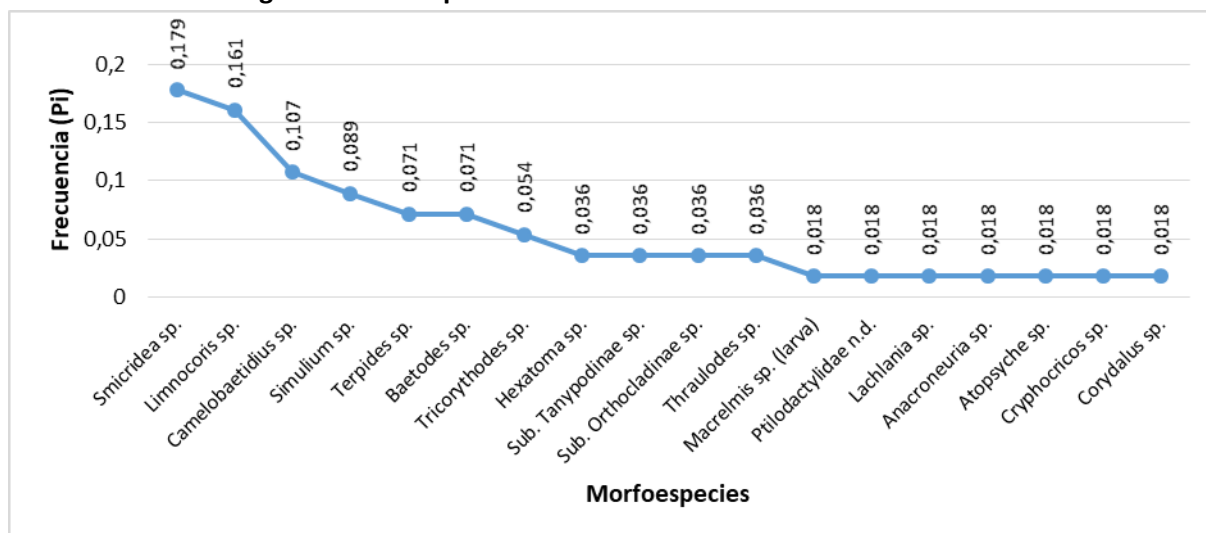
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Dominancia – Diversidad**

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 56 individuos, de las cuales *Smicridea* sp., con 10 individuos ($P_i = 0,179$) con el 17,86%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (17), a partir de $P_i = 0,161$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-132).

Gráfico 6.2-132: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LPFA-6-MB en Clima lluvioso



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

- **LPFA-7-MB Río La Plata**

En el LPFA-7-MB se registraron un total de 68 individuos agrupados en 1 phylum, 1 clase, 5 órdenes, 11 familias y 13 morfoespecies. La Familia más abundante fue Hydropsychidae con 34 individuos de la morfoespecie *Smicridea* sp. Mientras que con 1 a 7 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-160, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-141: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-7-MB en Clima Lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Elmidae n.d.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	Ptilodactylidae n.d.	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	3
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Donacia</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	5
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	34
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	6
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	Chinche acuático	7
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	4
1	1	5	11	13		68

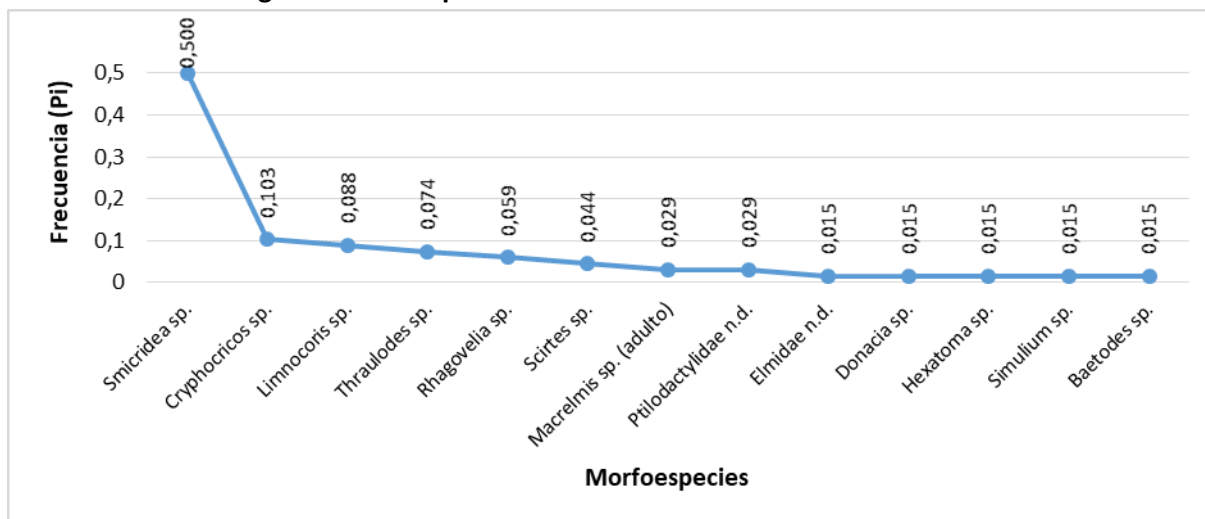
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Dominancia – Diversidad**

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 68 individuos, de las cuales *Smicridea* sp., con 34 individuos ($P_i = 0,500$) con el 50,00%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (12), a partir de $P_i = 0,103$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-133).

Gráfico 6.2-133: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFPA-7-MB en Clima lluvioso



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

• **LPFA-8-MB Río La Plata**

En el LPFA-8-MB se registraron un total de 31 individuos agrupados en 1 phylum, 1 clase, 5 órdenes, 9 familias y 10 morfoespecies. La Familia más abundante fue Elmidae con 10 individuos de la morfoespecie *Cylloepus* sp. (Adulto). Mientras que con 1 a 9 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-161, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-142: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-8-MB en Clima lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	10
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Elmidae n.d.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Donacia</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	9
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocois</i> sp.	Chinche acuático	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Stridulivelia</i> sp.	Patinador	3
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	1
1	1	5	9	10		31

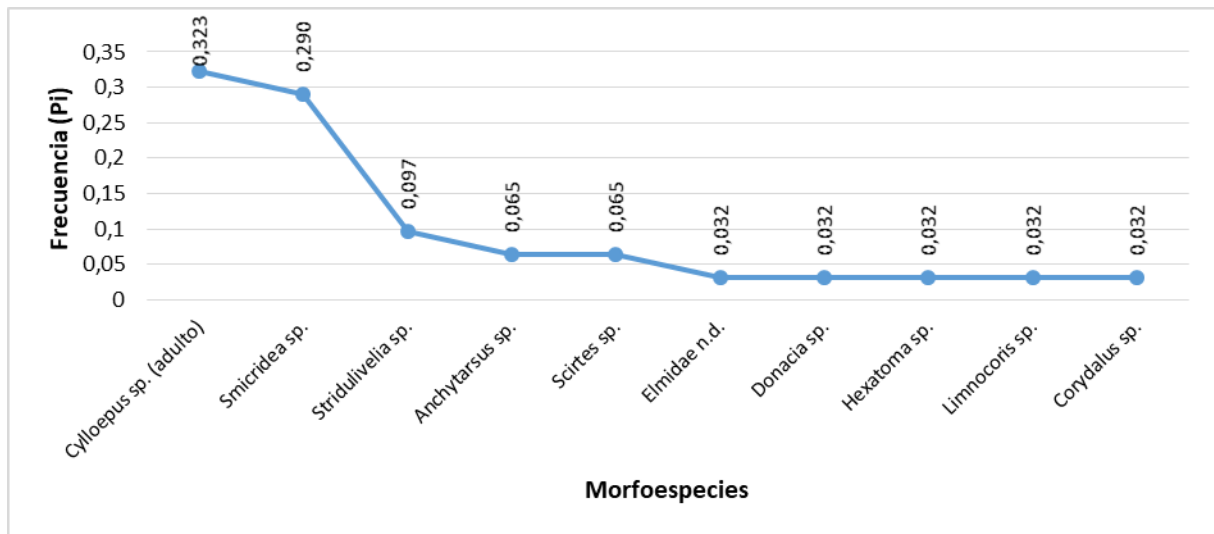
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2021

Elaboración: ESSAM, 2022.

- **Dominancia – Diversidad**

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 31 individuos, de las cuales *Cylloepus* sp. (adulto), con 10 individuos ($P_i = 0,323$) con el 32,26%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (9), a partir de $P_i = 0,290$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-134).

Gráfico 6.2-134: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LFA-8-MB en Clima lluvioso



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

- **LPFA-9-MB Quebrada Boca Mina**

Pese al esfuerzo de muestreo realizado en este punto no se registró ninguna especie ni individuo de macroinvertebrados acuáticos. El cuerpo de agua se encontraba demasiado turbio y con abundante sedimento. (Observar fotografía 6.2-195).



Fotografía 6.2-195: Punto LPFA-9-MB – presencia de sedimentos

• **LPFA-10-MB Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique**

En el LPFA-10-MB se registraron un total de 30 individuos agrupados en 1 phylum, 1 clase, 6 órdenes, 10 familias y 10 morfoespecies. La Familia más abundante fue Hydropsychidae con 7 individuos de la morfoespecie *Smicridea* sp. Mientras que con 1 a 6 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-162, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-143: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-10-MB en Clima lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	3
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Sub. Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	2
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	6
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	7
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	5
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	Perro de agua	2
1	1	6	10	10		30

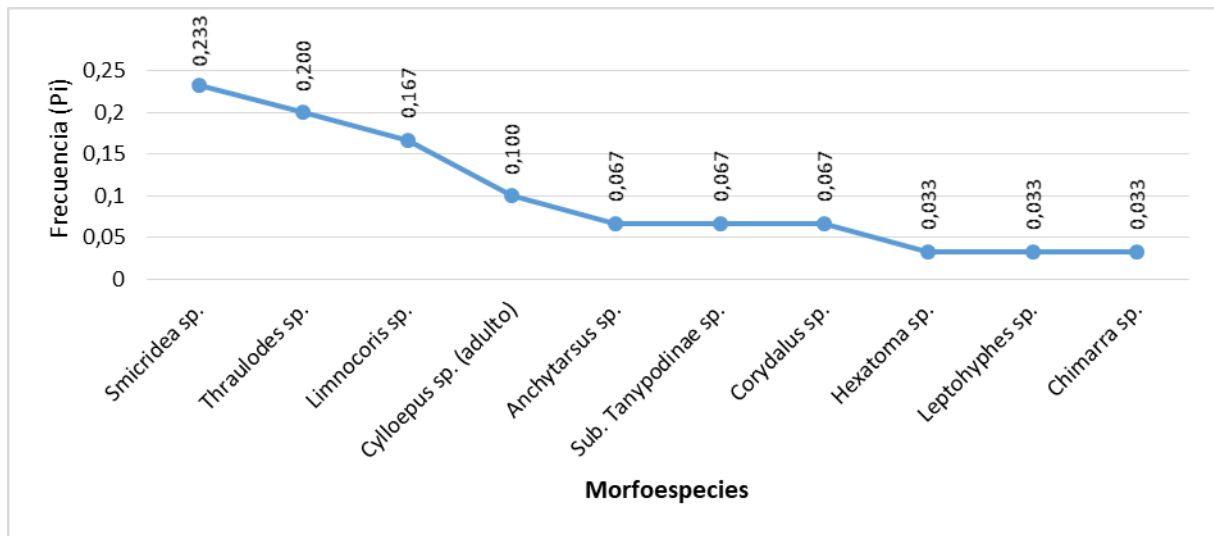
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

• **Dominancia – Diversidad**

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 30 individuos, de las cuales *Smicridea* sp., con 7 individuos ($P_i = 0,233$) con el 23,33%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (9), a partir de $P_i = 0,200$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-135).

Gráfico 6.2-135: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LPFA-10-MB en Clima lluvioso



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

• **LPFA-11-MB Río La Plata**

En el LPFA-11-MB se registraron un total de 22 individuos agrupados en 2 phylums, 3 clases, 6 órdenes, 13 familias y 14 morfoespecies. La Familia más abundante fue Chironomidae con 5 individuos de la morfoespecie *Sub. Tanypodinae* sp. Mientras que con 1 a 4 individuos se registró a las familias restantes.

El cuadro 6.2-163, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Cuadro 6.2-144: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-11-MB en Clima lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Elmidae n.d.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	4
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	Ptilodactylidae n.d.	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	1

Cuadro 6.2-144: Morfoespecies registradas en el punto de muestreo LPFA-11-MB en Clima lluvioso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Frecuencia
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Staphylinidae n.d.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	Hydrophilidae n.d (larva)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Sub. Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	5
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanotolica</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocois</i> sp.	Chinche acuático	1
Annelida	Hirudinea	Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae n.d.	Sanguijuela	1
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Haplotaxidae	Haplotaxidae n.d.	Lombriz	1
2	3	6	13	14		22

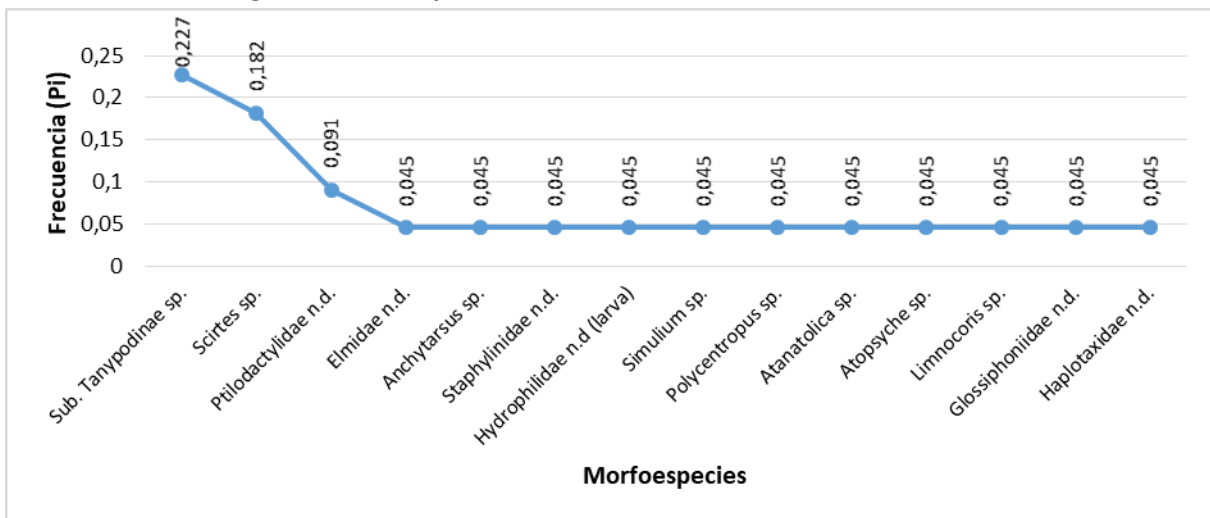
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

• **Dominancia – Diversidad**

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 22 individuos, de las cuales *Sub. Tanypodinae* sp., con 5 individuos ($P_i = 0,227$) con el 22,73%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de las morfoespecies (13), a partir de $P_i = 0,182$ empezaron a mostrar un descenso (ver gráfico 6.2-136).

Gráfico 6.2-136: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo LPFA-11-MB en Clima lluvioso



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

E. Índices Ecológicos

- **Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party)**

El cuadro 6.2-164 permite observar los resultados obtenidos mediante la aplicación del índice ecológico BMWP/Col en clima lluvioso, siendo así que el cuerpo de agua LPFA-6-MB, registro una clase I, calidad Buena; es decir, Aguas muy limpias a limpias, en un 10%, posiblemente esto se deba a que el área por donde discurre este cuerpo de agua, no está alterada, tiene sus aguas lóaticas y con presencia de cantos rodados, lo que le permite recuperarse e ingresar oxígeno al sistema acuático, dando lugar al desarrollo de una población estable de invertebrados acuáticos sensibles a cambios ambientales como la lluvia, seguidos de los cuerpos de agua LPFA-1-MB, LPFA-3-MB, LPFA-4-MB, LPFA-5-MB, LPFA-7-MB, LPFA-10-MB y LPFA-11-MB, que registraron una clase II, calidad Aceptable; es decir, Aguas ligeramente contaminadas, en un 70%, este resultado posiblemente se deba a las lluvias antes y durante los muestreos, las cuales afectan de manera negativa a la presencia de invertebrados en los cuerpos de agua, ya que influyen en la dispersión de las poblaciones. Y finalmente los cuerpos de agua LPFA-2-MB y LPFA-8-MB que registraron una clase III, calidad Dudosa; es decir, Aguas moderadamente contaminadas, en un 20%, esto posiblemente debido al ingreso de sólidos disueltos que produce la destrucción del cauce por las intensas lluvias afectando a la población macrobentónica, ya que destruye sus sitios de refugio, alimentación y ovoposición.

En general se observa que las áreas muestreadas presentaron un impacto moderado, esto se encuentra influenciado por factores ambientales como invierno, lluvias fuertes y constantes; variaciones del caudal, entre otros factores al momento de la toma de muestras, no obstante la presencia de una gran variedad de estos organismos permitió ver que los sistemas hídricos presentan un mediano equilibrio de macroinvertebrados acuáticos en la mayoría de los cuerpos de agua muestreados.

Cuadro 6.2-145: Índice BMWP/Col Cuerpos de Agua Evaluados en Clima Lluvioso

Código	Estaciones de muestreo	Índice BMWP/Col	Clase	Calidad	Significado
LPFA-1-MB	Rio San Pablo	72	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
LPFA-2-MB	Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José	40	III	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
LPFA-3-MB	Quebrada la Florida	98	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
LPFA-4-MB	Rio San Pablo	89	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
LPFA-5-MB	Quebrada la Florida	65	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas

Cuadro 6.2-145: Índice BMWP/Col Cuerpos de Agua Evaluados en Clima Lluvioso

Código	Estaciones de muestreo	Índice BMWP/Col	Clase	Calidad	Significado
LPFA-6-MB	Río San Pablo	101	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
LPFA-7-MB	Río La Plata	76	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
LPFA-8-MB	Río La Plata	58	III	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
LPFA-10-MB	Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique	66	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
LPFA-11-MB	Río La Plata	78	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022
Elaboración: ESSAM, 2022

- **Índice AAMBI (Andean-Amazon Biotic Index)**

El cuadro 6.2-165, permite observar los resultados obtenidos mediante la aplicación del índice AAMBI, siendo así que el cuerpo de agua LPFA-6-MB registró una integridad ecológica Muy Buena. Seguidos de los cuerpos de agua LPFA-1-MB, LPFA-3-MB, LPFA-4-MB, LPFA-5-MB, LPFA-7-MB, LPFA-10-MB y LPFA-11-MB, que registraron una integridad ecológica Buena. Finalmente, los cuerpos de agua LPFA-2-MB y LPFA-8-MB que registraron una integridad ecológica Regular.

En general se observa que los cuerpos de agua muestreados presentaron un ligero impacto, esto posiblemente se encuentra influenciado por factores ambientales como es la época estacional lluvias fuertes, constantes antes y durante el muestreo, variaciones del caudal, entre otros factores al momento de la toma de muestras, no obstante, la presencia de estos organismos permitió ver que los sistemas hídricos presentan un equilibrio favorable para su desarrollo pese a las condiciones climáticas. En otras palabras, están adaptados a las condiciones ambientales del ecosistema y a las interacciones con los otros organismos que viven en él. Por lo tanto, cambios importantes en los factores abióticos y bióticos del sistema impactarán diferencialmente a los organismos, porque siempre habrá algunos que sean más tolerantes que otros al cambio. Algunos invertebrados son muy sensibles a los cambios ambientales y tienden a desaparecer o a disminuir en abundancia cuando las condiciones ambientales se alteran. Otros grupos más tolerantes, por el contrario, podrían aumentar su abundancia. A estas especies se les llama bioindicadores, ya que su presencia y abundancia nos puede indicar el estado del ecosistema (Encalada, y otros, 2019).

Cuadro 6.2-146: Índice AAMBI Cuerpos de Agua Evaluados en Clima lluvioso			
Código	Estaciones de muestreo	AAMBI	Integridad Ecológica
LPFA-1-MB	Río San Pablo	67	Buena
LPFA-2-MB	Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José	36	Regular
LPFA-3-MB	Quebrada la Florida	78	Buena
LPFA-4-MB	Río San Pablo	77	Buena
LPFA-5-MB	Quebrada la Florida	53	Buena
LPFA-6-MB	Río San Pablo	90	Muy Buena
LPFA-7-MB	Río La Plata	54	Buena
LPFA-8-MB	Río La Plata	44	Regular
LPFA-10-MB	Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique	61	Buena
LPFA-11-MB	Río La Plata	62	Buena
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022			
Elaboración: ESSAM, 2022			

• **Índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera)**

En cuanto a la aplicación del índice EPT, los puntos de muestreo LPFA-1-MB, LPFA-4-MB, LPFA-6-MB, LPFA-7-MB y LPFA-10-MB registraron una calidad de agua Buena. Seguido de los puntos de muestreo LPFA-2-MB, LPFA-3-MB y LPFA-8-MB que registraron una calidad de agua Regular. Y finalmente los puntos de muestreo LPFA-5-MB y LPFA-11-MB que registraron una calidad de agua Mala. Se observa que la mayoría de estos cuerpos de agua albergan una buena representatividad de estos órdenes de macroinvertebrados acuáticos pese a las constantes lluvias, los mismos que son apropiados para la aplicación de este índice y a la vez son indicadores del buen estado de conservación de los sistemas hídricos y por ende del ecosistema acuático.

El cuadro 6.2-166, permite observar la presencia de los órdenes: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en cada uno de los puntos de muestreo.

Cuadro 6.2-147: Índice EPT Cuerpos de Agua Evaluados en Clima lluvioso							
Código	Estaciones de muestreo	Índice EPT			EPT total	Porcentaje EPT	Calidad
		Ephemeroptera	Plecoptera	Trichoptera			
LPFA-1-MB	Río San Pablo	28	2	12	42	64%	Buena
LPFA-2-MB	Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José	4	0	0	4	29%	Regular
LPFA-3-MB	Quebrada la Florida	0	0	33	33	45%	Regular
LPFA-4-MB	Río San Pablo	12	0	17	29	56%	Buena
LPFA-5-MB	Quebrada la Florida	8	0	0	8	17%	Mala

Cuadro 6.2-147: Índice EPT Cuerpos de Agua Evaluados en Clima Lluvioso

Código	Estaciones de muestreo	Índice EPT			EPT total	Porcentaje EPT	Calidad
		Ephemeroptera	Plecoptera	Trichoptera			
LPFA-6-MB	Río San Pablo	20	1	11	32	57%	Buena
LPFA-7-MB	Río La Plata	6	0	34	40	59%	Buena
LPFA-8-MB	Río La Plata	0	0	9	9	29%	Regular
LPFA-10-MB	Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique	7	0	8	15	50%	Buena
LPFA-11-MB	Río La Plata	0	0	3	3	14%	Mala

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

F. Aspectos Ecológicos

Los macroinvertebrados bénticos o fauna béntica está conformada por todos aquellos organismos que permanecen durante algún ciclo de su vida sujetos al fondo de los ecosistemas acuáticos, especialmente en y bajo sustratos rocosos (grava, gravilla, guijarro) o refugiados en troncos, escombros leñosos o adheridos a macrófitas y residuos vegetales.

Los organismos de los bentos se caracterizan generalmente por presentar uñas o ventosas en sus apéndices, con las cuales se aferran al sustrato o a las plantas acuáticas, tal y como lo hacen algunas larvas de odonatos, para evitar ser arrastrados por el flujo. Otros, como la gran mayoría de Trichopteros, construyen casas con material vegetal o mineral, en forma de diminutos conos, dentro de los cuales encuentran protección y refugio. Algunos efemerópteros cavan túneles en sustratos blandos y otros organismos como las planarias y sanguijuelas, se adhieren a la superficie del sustrato para evitar ser arrastrados por la corriente (Grimaldo, 2004).

Los Coleopteros en su mayoría viven en aguas continentales lólicas y lénticas, representados en ríos, quebradas, riachuelos, charcas, lagunas, aguas temporales, embalses y represas. En los ecosistemas lólicos, como los que se presentan en el área de estudio, se encuentran principalmente en zonas ribereñas (Roldán, 1988).

En cuanto a los Dípteros podemos mencionar que su hábitat es muy variado; se encuentran en ríos, arroyos, quebradas, lagos a todas las profundidades, depósitos de agua en las brácteas de muchas plantas y en orificios de troncos viejos y aún en las costas marinas. Existen representantes de aguas muy limpias Simuliidae y también de contaminadas como Chironomidae (Roldán, 1988).

Los Ephemeropteros viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas; solo algunas morfoespecies parecen resistir cierto grado de contaminación. En general, se consideran indicadores de buena calidad de agua (Roldán, 1988).

Los Hemípteros viven en remansos de ríos y quebradas; pocos resisten las corrientes rápidas. Son frecuentes también en lagos, ciénagas y pantanos. Algunas morfoespecies resisten cierto grado de salinidad y las temperaturas de aguas termales. Son depredadores de insectos acuáticos y terrestres; las morfoespecies más grandes pueden alimentarse de peces pequeños y crustáceos (Roldán, 1988).

Los Plecopteros son organismos que viven en aguas rápidas, bien oxigenadas y debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Se los considera indicadores de aguas muy limpias. Su distribución es cosmopolita ya que se los encuentra tanto en ecosistemas de altura como en ecosistemas de tierras bajas (Roldán, 1988).

La mayoría de los Trichopteros viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material vegetal; algunas morfoespecies viven en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas. En general, son buenos indicadores de aguas oligotróficas (Roldán, 1988)

Los Odonatos viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos, corrientes lentas y poco profundas; por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutrofizadas (Roldán, 1988).

Los Megalopteros viven en aguas corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida. En general, se pueden considerar indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas (Roldán, 1988).

Los oligoquetos en su mayoría viven en aguas eutrofizadas, sobre fondo fangoso y con abundante cantidad de detritus. Por su parte los tubíficidos puede vivir a varios metros de profundidad donde el oxígeno escasea (Roldán, Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquía, 1996).

Los Glossiphoniiformes presentan un aspecto deprimido, convexo por encima, el cuerpo sin regiones distintas, apareciendo un tanto ovalada, estrechándose hacia delante a una cabeza redondeada con un estrecho margen ventosa ventral poco profundo abierto, mide entre 7,0 - 39,0; viven en aguas quietas y de poco movimiento, sobre troncos, rocas, plantas y residuos vegetales. (Roldán G., 2003).

Los Basommatophora son habitante ampliamente distribuido en estanques de agua dulce, lagos y ríos ricos en vegetación, miden de 2 a 5 cm de longitud de la concha y por lo general

se encuentran en gran número cerca de la superficie del agua; se alimentan de algas, detritus y carroña (Roldán G., 2003).

- **Nicho Trófico**

Se denomina a la estrategia de supervivencia utilizada por una especie, que incluye la forma de alimentarse, de competir con otras, de cazar, de evitar ser comida. En otras palabras, es la función, “profesión” u “oficio” que cumple una especie animal o vegetal dentro del ecosistema.

Las relaciones tróficas son un elemento importante en la estructura de las comunidades de insectos acuáticos porque son determinantes en todos los aspectos de la vida de los invertebrados (ciclos de vida, elección de hábitat, comportamiento, predación) y en procesos ecológicos, como la circulación de nutrientes (Chara-Serna, Chará, Zuñiga, & Pearson, 2010).

De acuerdo con su fuente de alimento, los macroinvertebrados acuáticos se clasifican en cuatro categorías tróficas generales (omnívoros, detritívoros, herbívoros y carnívoros); sin embargo, de acuerdo a la forma como lo obtienen, pueden clasificarse en grupos más específicos como raspadores, trituradores, filtradores, colectores, etc. (Cummins, 2005).

En el presente muestreo realizado en clima lluvioso, se distinguen las siguientes categorías tróficas para los diez puntos de muestreo:

Detritívoros (De): se alimentan de detritus (materia orgánica muerta) e incluyen fragmentadores (desmenuzadores), filtradores y recogedores (recolectores). Entre ellos encontramos a: *Simulium* sp., Sub. *Tanypodinae* sp., Sub. *Orthocladinae* sp., *Cyloepus* sp. (adulto), *Macrelmis* sp. (adulto), *Macrelmis* sp. (larva), *Stenelmis* sp. (larva), *Disersus* sp. (larva), Elmidae n.d., *Scirtes* sp., *Tricorythodes* sp., *Leptohyphes* sp., *Baetodes* sp., *Camelobaetidius* sp., *Thraulodes* sp., *Terpides* sp., *Lachlania* sp., *Smicridea* sp., *Helicopsyche* sp., *Atopsyche* sp., *Chimarra* sp., *Polycentropus* sp., *Atanatolica* sp. y Haplotaxidae n.d.

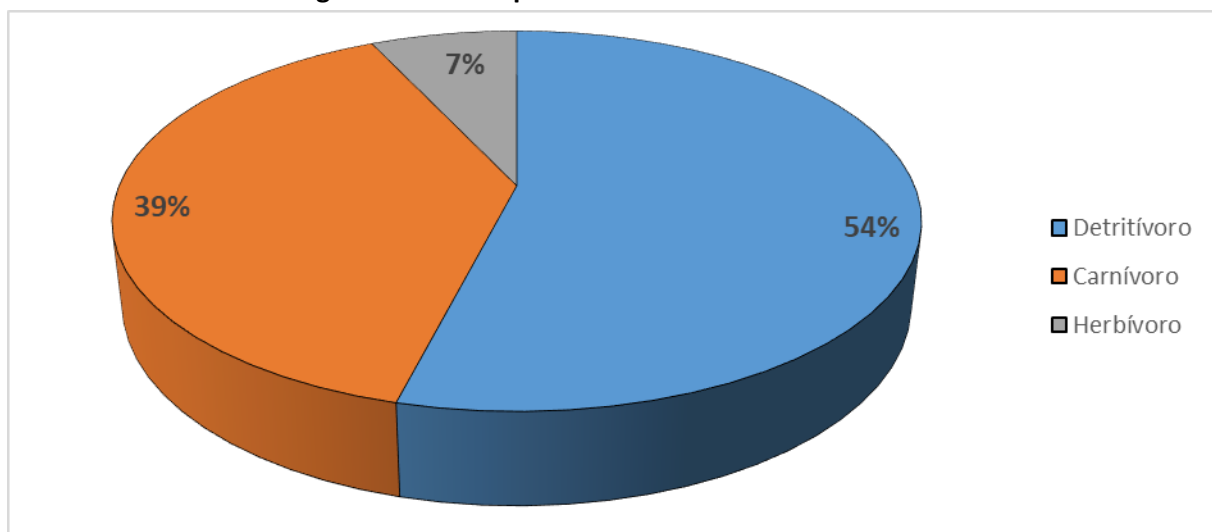
Carnívoros (Ca): son especies que se alimentan de otros animales siendo así que Naucoridae es capaz de alimentarse de pequeños microcrustáceos hasta peces. En esta categoría encontramos a: *Hexatoma* sp., *Limonia* sp., Staphylinidae n.d., *Pelonomus* sp., Hydrophilidae n.d (larva), *Donacia* sp., *Anacroneuria* sp., *Anacroneuria* sp1., *Corydalus* sp., *Limnocoris* sp., *Cryphocricos* sp., *Stridulivelia* sp., *Rhagovelina* sp., *Centrocorisa* sp., *Polythore* sp., *Progomphus* sp. y Glossiphoniidae n.d.

Herbívoros (He): son organismos que se alimentan de tejidos vegetales y algas, en esta categoría se registran a morfoespecies como: *Ptilodactylidae* n.d., *Anchytarsus* sp. y *Gyraulus* sp.

En cuanto a los gremios tróficos registrados en cada uno de los puntos de muestreo LPFA-1-MB (Rio San Pablo), LPFA-2-MB (Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José), LPFA-3-MB (Quebrada la Florida), LPFA-4-MB (Rio San Pablo), LPFA-5-MB (Quebrada la Florida), LPFA-6-MB (Rio San Pablo), LPFA-7-MB (Río La Plata), LPFA-8-MB (Río La Plata), LPFA-10-MB (Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique) y LPFA-11-MB (Río La Plata), se determina que las morfoespecies más dominantes son las de hábito detritívoro, con un porcentaje del 54% (24 morfoespecies), seguido de los carnívoros con el 39%; es decir, 17 morfoespecies, seguido de los herbívoros con el 7%; es decir, 3 morfoespecies. En un ecosistema estable, los organismos herbívoros deberían ser el grupo dominante, indicando que en el ecosistema hay suficiente alimento para mantener a este grupo trófico, en el presente muestreo, los herbívoros se ubican en tercero o último lugar, mientras los detritívoros y los carnívoros son los que más abundan.

La presencia de detritívoros nos indica que estos recursos tienen cierta presión negativa por el ingreso de necromasa al sistema acuático, el cual es aprovechado por este tipo de organismos que se alimentan de detritus, sin embargo este factor no es determinante para que estos cuerpos de agua, sean catalogados como cuerpos de agua impactados, ya que al discurrir por zonas boscosas, la materia vegetal cae sobre el lecho, dando lugar al apareamiento natural de macroinvertebrados detritívoros que ayudan a la descomposición de este material (ver gráfico 6.2-137).

Gráfico 6.2-137: Nichos tróficos de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados en los puntos de muestreo en Clima lluvioso



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Distribución Vertical dentro de la Columna de Agua**

Los macroinvertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie, en el fondo o nadar libremente; de ahí que reciban diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación (Roldán, 2003); las morfoespecies registradas en los puntos de muestreo se distribuyeron de la siguiente manera:

Neuston: Se refiere a los organismos que viven sobre la superficie del agua caminando, patinando o brincando. Sus uñas, sus patas y su exoesqueleto están recubiertos por una especie de cera que los hace impermeables, así que, en vez de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo la tensión superficial. Entre los representantes están: *Rhagovelia* sp. y *Stridulivelia* sp.

Bentos: Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos restos de vegetación y sustratos similares, donde encuentran alimento y escondites; en este nivel de la columna moran organismos como: *Simulium* sp., Sub. *Tanypodinae* sp., Sub. *Orthocladinae* sp., *Hexatoma* sp., *Limonia* sp., *Cyloepus* sp. (adulto), *Macrelmis* sp. (adulto), *Macrelmis* sp. (larva), *Stenelmis* sp. (larva), *Disersus* sp. (larva), Elmidae n.d., Ptilodactylidae n.d., *Anchytarsus* sp., *Scirtes* sp., *Donacia* sp., *Tricorythodes* sp., *Leptohyphes* sp., *Thraulodes* sp., *Terpides* sp., *Lachlania* sp., *Smicridea* sp., *Helicopsyche* sp., *Atopsyche* sp., *Chimarra* sp., *Polycentropus* sp., *Atanatolica* sp., *Anacroneuria* sp., *Anacroneuria* sp1., *Corydalus* sp., *Limnocois* sp., *Cryphocricos* sp., *Polythore* sp., *Progomphus* sp., Glossiphoniidae n.d., Haplotaxidae n.d. y *Gyraulus* sp.

Necton: Incluyen a especies que se desplazan por toda la columna de agua para filtrar alimento o cazar presas; dentro de este grupo constan: *Pelonomus* sp., Hydrophilidae n.d (larva), Staphylinidae n.d., *Camelobaetidius* sp., *Centrocorisa* sp. y *Baetodes* sp.

- **Morfoespecies de Interés**

Los macroinvertebrados acuáticos son los mejores bioindicadores de la calidad del agua (Barbour M. T., 1995); también son considerados el grupo con menos estudios para el Ecuador, debido a esto no se cuenta con información para determinar la existencia de especies endémicas o amenazadas, pero en base a su sensibilidad se pueden registrar morfoespecies de interés; entre las cuales se destacan: *Simulium* sp., Ptilodactylidae n.d., *Anchytarsus* sp., *Thraulodes* sp., *Terpides* sp., *Lachlania* sp., *Helicopsyche* sp., *Atopsyche* sp., *Chimarra* sp., *Polycentropus* sp., *Atanatolica* sp., *Anacroneuria* sp., *Anacroneuria* sp1., *Stridulivelia* sp., *Rhagovelia* sp., *Polythore* sp. y *Progomphus* sp., las mismas que sobresalen por su sensibilidad alta; sin embargo también se debe tener en cuenta a las morfoespecies de

sensibilidad media y baja, todas estas en conjunto ayudan al equilibrio y mantenimiento del ecosistema acuático.

En el cuadro 6.2-167, se detallan las morfoespecies indicadoras, así como la descripción de su hábitat.

Cuadro 6.2-148149: Morfoespecies indicadoras de macroinvertebrados acuáticos en Clima lluvioso		
Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
<i>Simulium</i> sp.	Jején	Aguas corrientes muy oxigenadas, debajo de rocas y troncos. Indicadores de aguas oligotróficas (Roldán, 1996).
Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	Aguas lólicas y lénticas, en fango, arena con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores de aguas mesoeutróficas (Roldán, 1996).
Sub. <i>Orthocladinae</i> sp.	Zancudo ciego	Aguas lólicas y lénticas, en fango, arena con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores de aguas mesoeutróficas (Roldán, 1996).
<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	En ecosistemas lólicos de corriente moderada. Las larvas sobre rocas, grava, arena (Roldán, 1996).
<i>Limonia</i> sp.	Mosca	Viven en aguas lólicas sobre fondos arenosos y materia orgánica en descomposición (Roldán, 1996).
<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	En aguas lólicas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	En aguas lólicas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	En aguas lólicas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Stenelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	En aguas lólicas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Disersus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	En aguas lólicas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
Elmidae n.d.	Escarabajo acuático	En aguas lólicas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
Ptilodactylidae n.d.	Escarabajo acuático	En márgenes de arroyos sobre plantas herbáceas; las larvas se encuentran en aguas someras, sobre la arena de ecosistemas lólicos (Roldán, 1996).
<i>Anchytarsus</i> sp.	Escarabajo acuático	En márgenes de arroyos sobre plantas herbáceas; las larvas se encuentran en aguas someras, sobre la arena de ecosistemas lólicos (Roldán, 1996).
Staphylinidae n.d.	Escarabajo acuático	Viven en ecosistemas lólicos y lénticos en áreas de abundante vegetación, algunos son terrestres (Roldán, 1996).
<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	Viven en aguas lénticas en medio de vegetación ribereña, algunos son terrestres (Roldán, 1996).

Cuadro 6.2-148149: Morfoespecies indicadoras de macroinvertebrados acuáticos en Clima lluvioso

Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
<i>Pelonomus</i> sp.	Escarabajo acuático	Viven en aguas lóaticas, debajo de piedras, troncos y residuos vegetales (Roldán, 1996).
Hydrophilidae n.d (larva)	Escarabajo acuático	Viven en aguas lóaticas y lénticas con abundante vegetación acuática (Roldán, 1996).
<i>Donacia</i> sp.	Escarabajo acuático	Viven adheridas a vegetación flotante y sumergida en zonas litorales (Roldán, 1996).
<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	Se desarrolla en aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Leptohyphes</i> sp.	Efímera	Se desarrolla en aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	Vive en aguas corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida. Indicador de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas (Roldán, 1996).
<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas (Roldán, 1996).
<i>Terpides</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Lachlania</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	Aguas corrientes con mucha vegetación, toleran aguas con poca contaminación. Indicador de aguas oligo a eutróficas (Roldán, 1996).
<i>Helicopsyche</i> sp.	Frigánea	Aguas de poca corriente y litoral de remansos y lagos; adheridos a sustratos pedregosos. Indicador de agua oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	Viven en aguas corrientes sobre material pedregoso (Roldán, 1996).
<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	Aguas corrientes con mucha vegetación, toleras aguas con poca contaminación. Indicador de agua oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Polycentropus</i> sp.	Frigánea	Viven en corrientes, sobre sustratos pedregosos y residuos vegetales (Roldán, 1996).
<i>Atanatolica</i> sp.	Frigánea	Se desarrolla en aguas corrientes y sustratos pedregosos; bien oxigenados. Indicador de aguas oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Anacroneuria</i> sp.	Mosca de la piedra	Vive en aguas rápidas bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Indicadores de aguas limpias y oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Anacroneuria</i> sp1.	Mosca de la piedra	Vive en aguas rápidas bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Indicadores de aguas limpias y oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Corydalus</i> sp.	Perro de agua	Viven en aguas corrientes debajo de restos de vegetación, troncos, piedras y entre raíces de vegetación sumergida (Roldán, 1996).
<i>Limnocois</i> sp.	Chinche acuático	Charcas y remansos de ríos, y quebradas adheridos a troncos, pierdas y ramas. Indicador de aguas oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Cryphocricos</i> sp.	Chinche acuático	Viven en los sedimentos de los ecosistemas lóaticos (Roldán, 1996).

Cuadro 6.2-148149: Morfoespecies indicadoras de macroinvertebrados acuáticos en Clima lluvioso

Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
<i>Stridulivelia</i> sp.	Patinador	Viven en aguas lénticas y remansos con mucha vegetación (Roldán, 1996).
<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	Prefieren aguas con mucha corriente pero también quietas, patinan sobre el agua sin sumergirse. Indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Centrocorisa</i> sp.	Barquerito	Viven en lagos, estanques y remansos con abundante vegetación acuática (Roldán, 1996).
<i>Polythore</i> sp.	Caballito del diablo	Viven en aguas limpias o ligeramente eutróficas (Roldán, 1996).
<i>Progomphus</i> sp.	Caballito del diablo	Vive en lechos arenosos de ríos y lagos, adaptados para cavar. Indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996).
Glossiphoniidae n.d.	Sanguijuela	Viven en aguas quietas y de poco movimiento, sobre troncos, rocas, plantas y residuos vegetales (Roldán, 1996).
Haplotaenidae n.d.	Lombriz	Viven a varios metros de profundidad, donde el oxígeno es escasa; en los ríos contaminados con materia orgánica y aguas negras (Roldán, 1996).
<i>Gyraulus</i> sp.	Caracol de agua dulce	Viven en todo tipo de aguas (Roldán, 1996).
44		

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

- **Sensibilidad de las morfoespecies**

La sensibilidad de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos, está dada de acuerdo con la tolerancia que éstas presentan a los niveles de contaminación o factores climáticos que puedan presentarse en los cuerpos de agua. El cuadro 6.2-168 permite observar el grado de sensibilidad de las morfoespecies registradas en el área de estudio en clima lluvioso.

Cuadro 6.2-150: Sensibilidad de los macroinvertebrados acuáticos en Clima lluvioso

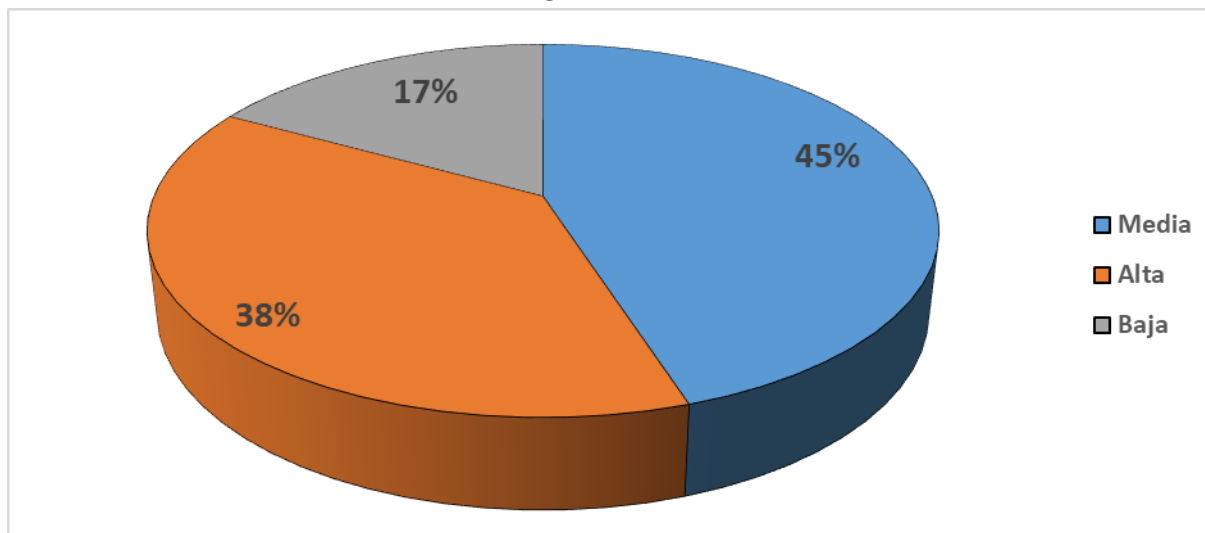
Morfoespecie	Sensibilidad
<i>Anacroneuria</i> sp.	Alta
<i>Anacroneuria</i> sp1.	
<i>Anchytarsus</i> sp.	
<i>Atanatolica</i> sp.	
<i>Atopsyche</i> sp.	
<i>Chimarra</i> sp.	
<i>Helicopsyche</i> sp.	
<i>Lachlania</i> sp.	
<i>Polycentropus</i> sp.	
<i>Polythore</i> sp.	
<i>Progomphus</i> sp.	

Cuadro 6.2-150: Sensibilidad de los macroinvertebrados acuáticos en Clima lluvioso	
Morfoespecie	Sensibilidad
Ptilodactylidae n.d.	Alto
<i>Rhagovelia</i> sp.	
<i>Simulium</i> sp.	
<i>Stridulivelia</i> sp.	
<i>Terpides</i> sp.	
<i>Thraulodes</i> sp.	
<i>Baetodes</i> sp.	Media
<i>Camelobaetidius</i> sp.	
<i>Centrocorisa</i> sp.	
<i>Corydalus</i> sp.	
<i>Cryphocricos</i> sp.	
<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	
<i>Disersus</i> sp. (larva)	
<i>Donacia</i> sp.	
Elmidae n.d.	
<i>Gyraulus</i> sp.	
<i>Leptohyphes</i> sp.	
<i>Limnocoris</i> sp.	
<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	
<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	
<i>Pelonomus</i> sp.	
<i>Scirtes</i> sp.	
<i>Smicridea</i> sp.	
Staphylinidae n.d.	
<i>Stenelmis</i> sp. (larva)	
<i>Tricorythodes</i> sp.	
Glossiphoniidae n.d.	Baja
Haplotaenidae n.d.	
<i>Hexatoma</i> sp.	
Hydrophilidae n.d (larva)	Baja
<i>Limonia</i> sp.	
Sub. <i>Orthocladinae</i> sp.	
Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	
44	
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022	
Elaboración: ESSAM, 2022	

El gráfico 6.2-138 permite observar que de las 44 morfoespecies registradas para el área de estudio en clima lluvioso, 20 morfoespecies son de sensibilidad media con el 45%, seguido de 17 morfoespecies de sensibilidad alta con el 39%. Mientras que con el 16% se catalogó a 7 morfoespecies de sensibilidad baja. De manera general se observa una dinámica favorable en

la presencia de morfoespecies, las mismas que de una u otra manera ayudan al buen funcionamiento de los cursos de agua pese a las condiciones climáticas.

Gráfico 6.2-138: Porcentaje de sensibilidad de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados en Clima lluvioso



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

G. Estado de Conservación

Los macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio no se encuentran en las listas del Libro Rojo de la UICN (UICN, 2020) o en las listas CITES (CITES, 2019).

Se descarta entonces que alguna de las especies listadas en la UICN pueda existir en el área de estudio, sin embargo, en ausencia de investigaciones a nivel de Sudamérica y/o el Ecuador, no se puede asegurar totalmente que estas especies no se encuentren amenazadas o que existan especies que se encuentren amenazadas que no han sido identificadas y/o evaluadas.

H. Uso del Recurso

Ecológicamente, dentro de los insectos, solamente el 3% de especies son acuáticas; sin embargo, cerca de la mitad de los órdenes posee especies que cuentan con al menos una etapa que se desarrolla en ambientes dulceacuícolas (Merritt & Cummins, 1996). Los insectos acuáticos (entre un 70-90 % de la fauna de los organismos dulceacuícolas), constituyen el grupo más estudiado para evaluar la calidad del agua, por muchos investigadores (Hellowell, 1986); (Rosenberg & Resh, 1993). Estos se han convertido paulatinamente en una herramienta practica para la determinación de la calidad biológica, pudiéndose lograr gracias

a la capacidad que tienen estos organismos de mantener una estrecha relación con las condiciones del entorno, es decir, son sensibles a pequeñas alteraciones de parámetros físicoquímicos del agua, esto representado en la disminución o aumento de la biodiversidad en un punto de muestreo.

Directamente los macroinvertebrados acuáticos no son usados por el hombre, pero son un eslabón importante dentro de la cadena alimenticia, y la ausencia de estos puede afectar negativamente a las poblaciones de peces que sirven de alimento para los humanos.

El estudio de la composición macrobentónica en zonas donde hay recursos hídricos y actividades antrópicas es fundamental, puesto que así se puede determinar la calidad y el estado de conservación de los mismos, estos estudios ayudarán enormemente a emitir un diagnóstico sobre los cuerpos de agua, por ello en toda Investigación, en el que el área de estudio abarque zonas anegadas, necesariamente se tiene que realizar diagnósticos en base a la identificación de especies bioindicadores de macroinvertebrados acuáticos, y así poder determinar en qué medida ha afectado la intervención del hombre en aquellas zonas, en las cuales se están realizando trabajos que atentan contra la Biodiversidad (Carranco R. 2002).

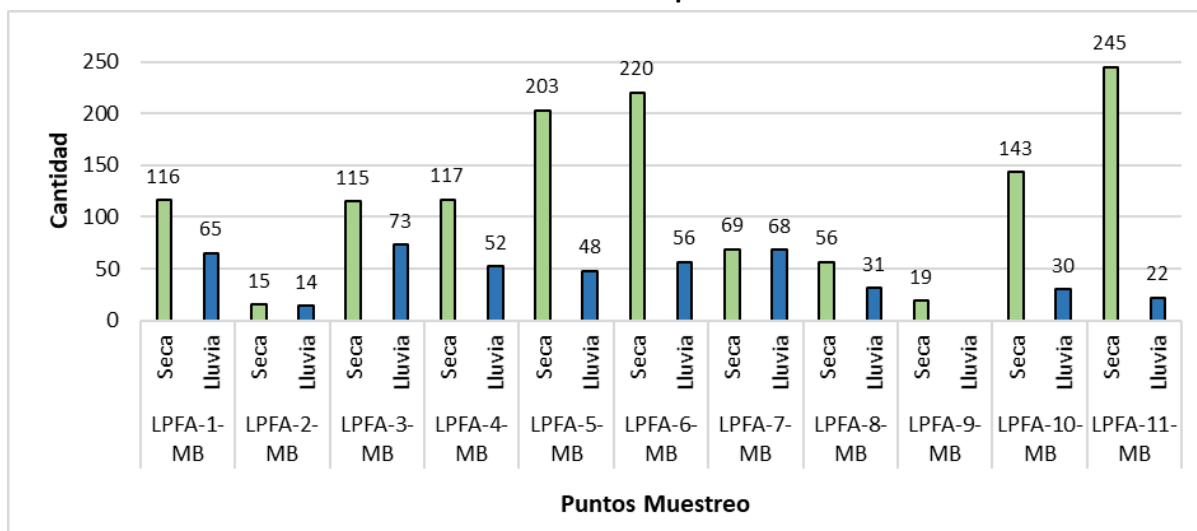
❖ **Análisis comparativo**

Para el presente análisis comparativo se tomó en cuenta el muestreo realizado en clima seco (septiembre 2021) y en clima lluvioso (marzo 2022), ambos realizados por ESSAM Cía. Ltda., para ello se tomaron en cuenta los mismos once puntos de muestreo LPFA-1-MB (Rio San Pablo), LPFA-2-MB (Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José), LPFA-3-MB (Quebrada la Florida), LPFA-4-MB (Rio San Pablo), LPFA-5-MB (Quebrada la Florida), LPFA-6-MB (Rio San Pablo), LPFA-7-MB (Río La Plata), LPFA-8-MB (Río La Plata), LPFA-9-MB (Quebrada Boca Mina), LPFA-10-MB (Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique) y LPFA-11-MB (Río La Plata) para los dos periodos climáticos.

La comparación se realizó en base a los siguientes parámetros: riqueza, abundancia, diversidad e índices ecológicos de los cuerpos de agua. El trabajo de campo se lo realizó bajo la misma metodología utilizada anteriormente Red D-net.

En cuanto a la abundancia podemos determinar que en clima seco existe un mayor número de individuos a diferencia del clima lluvioso donde disminuye. Tomando en cuenta que en clima lluvioso el punto LPFA-9-MB (Quebrada Boca Mina) no registró individuos pero en clima seco sí.

Gráfico 6.2-139: Análisis Comparativo - Abundancia

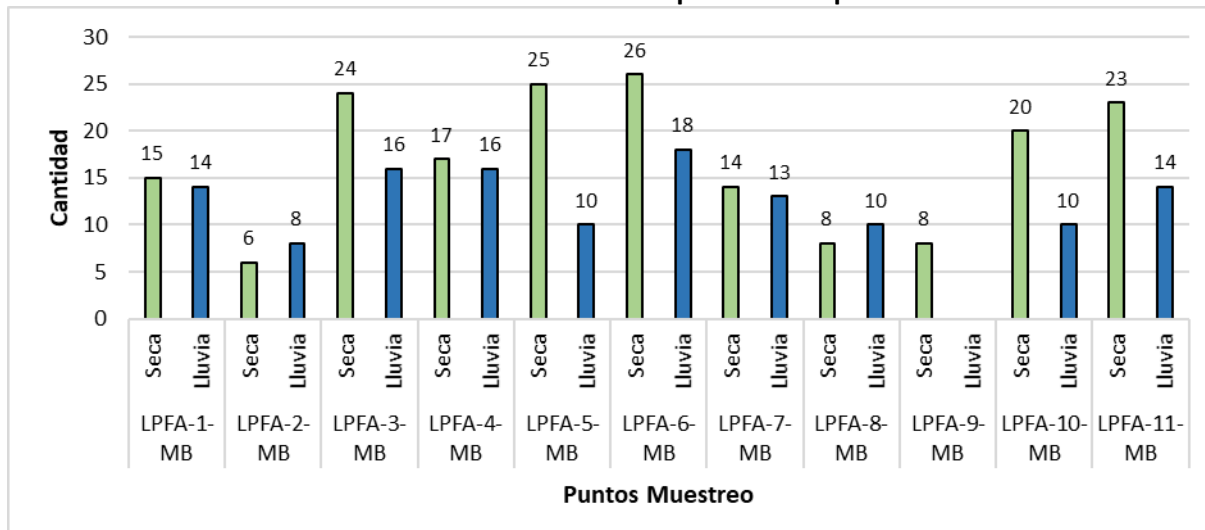


Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

Mientras que la riqueza en clima seco es mayor y en clima lluvioso disminuye sin tomar en cuenta el punto LPFA-9-MB (Quebrada Boca Mina) que no registró morfoespecies.

Gráfico 6.2-140: Análisis Comparativo - Riqueza



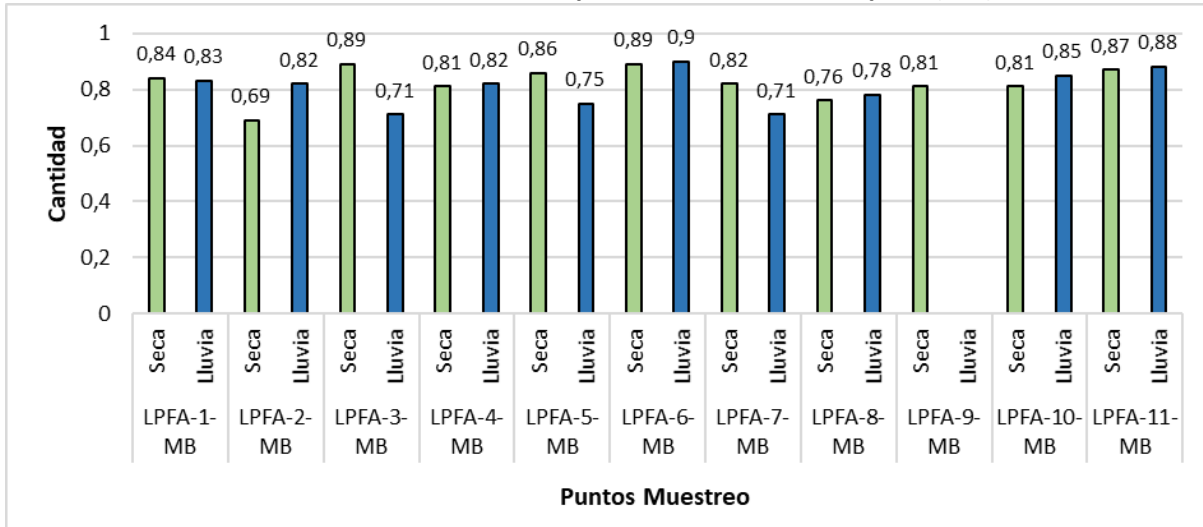
Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

Los cuerpos de agua conservan diversidad media con el índice de uniformidad o equitabilidad Shannon-Wiener (H') y diversidad alta con el índice de dominancia Simpson (1-D) en los dos periodos climáticos, a excepción del LPFA-9-MB (Quebrada Boca Mina) que no registra datos en clima lluvioso. Siendo esto un indicativo de que la comunidad de

macroinvertebrados que se registra en los cuerpos de agua se mantiene constante pese a las condiciones climáticas.

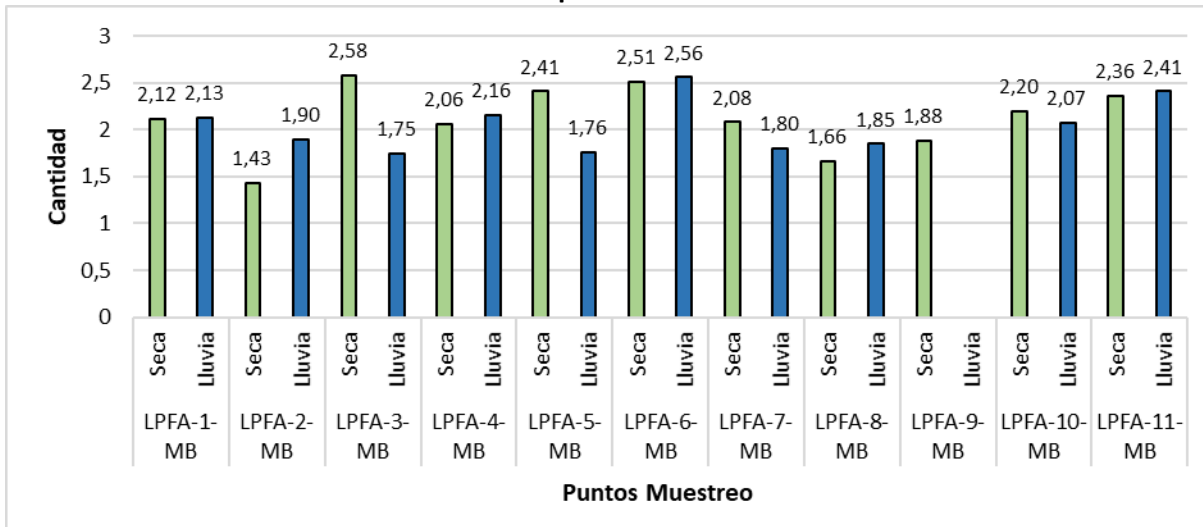
Gráfico 6.2-141: Análisis Comparativo – Índice de Simpson (1-D)



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

Gráfico 6.2-142: Análisis Comparativo – Índice de Shannon-Wiener

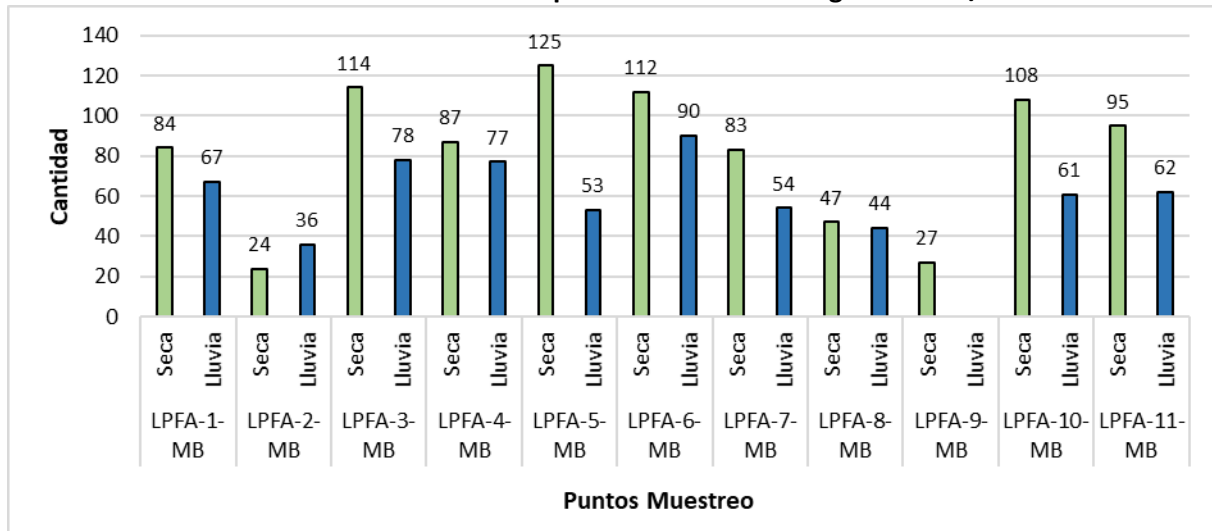


Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

Y con la aplicación de los índices ecológicos BMWP/Col presentó aguas entre Buena y Dudosa, seguido del AAMBI que presentó aguas entre Muy Buena y Mala. Y finalmente el EPT que presentaron aguas entre Muy Buena y Mala para los dos periodos climáticos en todos los puntos. Tomando en cuenta que el punto LPFA-9-MB (Quebrada Boca Mina) no registro ningún dato por la ausencia de información en clima lluvioso.

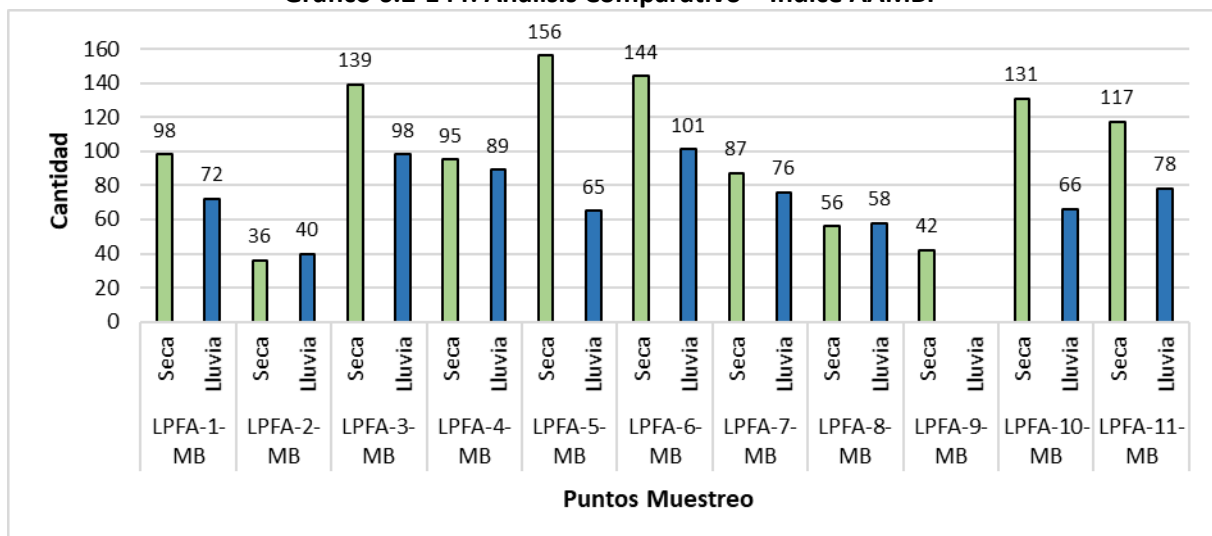
Gráfico 6.2-143: Análisis Comparativo – Índice ecológico BMWP/Col



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

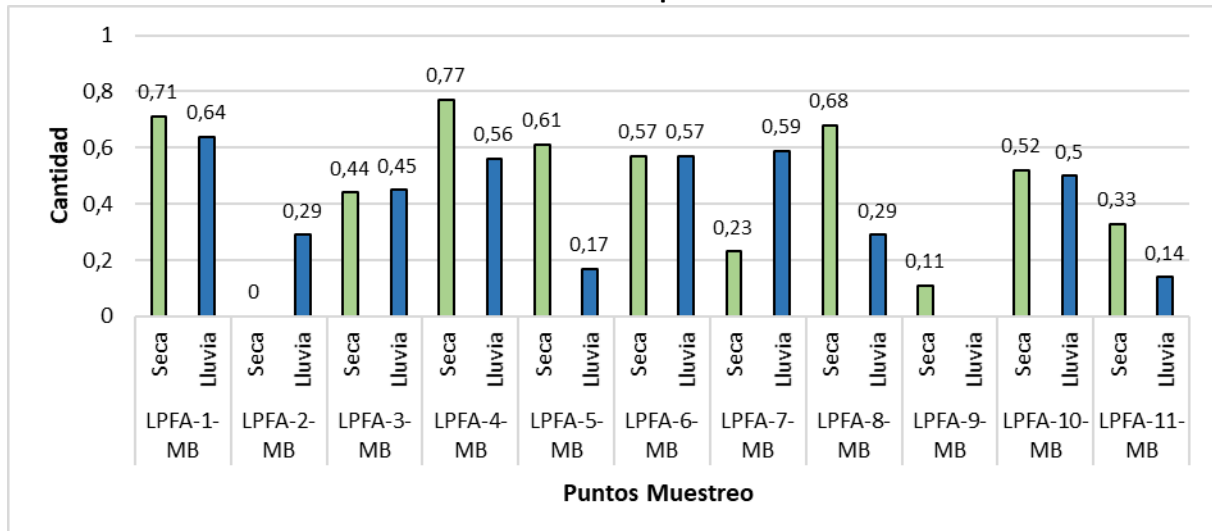
Gráfico 6.2-144: Análisis Comparativo – Índice AAMBI



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

Gráfico 6.2-145: Análisis Comparativo – Índice EPT



Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

En el cuadro 6.2-169, se observa un resumen de los resultados obtenidos durante los dos periodos climáticos en el área de estudio.

Cuadro 6.2-151: Comparación de los valores de riqueza, abundancia, diversidad e índices ecológicos en las diferentes periodos climáticos.

Estudio	Puntos de muestreo	Riqueza	Abundancia	Shannon-Wiener (H')	Interpretación	Simpson (1-D)	Interpretación	BMWP/COL		Índice AAMBI		Índice EPT		
								Valor	Interpretación	Valor	Interpretación	Valor	Interpretación	
Clima Seco, Septiembre 2021	LPFA-1-MB	15	116	2,12	Diversidad media	0,84	Diversidad alta	98	Aceptable	84	Buena	71%	Buena	
	LPFA-2-MB	6	15	1,43	Diversidad baja	0,69	Diversidad alta	36	Dudosa	24	Mala	0%	Mala	
	LPFA-3-MB	24	115	2,58	Diversidad media	0,89	Diversidad alta	139	Buena	114	Muy Buena	44%	Regular	
	LPFA-4-MB	17	117	2,06	Diversidad media	0,81	Diversidad alta	95	Aceptable	87	Buena	77%	Muy Buena	
	LPFA-5-MB	25	203	2,41	Diversidad media	0,86	Diversidad alta	156	Buena	125	Excelente	61%	Buena	
	LPFA-6-MB	26	220	2,51	Diversidad media	0,89	Diversidad alta	144	Buena	112	Muy Buena	57%	Buena	
	LPFA-7-MB	14	69	2,08	Diversidad media	0,82	Diversidad alta	87	Aceptable	83	Buena	23%	Regular	
	LPFA-8-MB	8	56	1,66	Diversidad media	0,76	Diversidad alta	56	Dudosa	47	Regular	68%	Buena	
	LPFA-9-MB	8	19	1,88	Diversidad media	0,81	Diversidad alta	42	Dudosa	27	Mala	11%	Mala	
	LPFA-10-MB	20	143	2,2	Diversidad media	0,81	Diversidad alta	131	Buena	108	Muy Buena	52%	Buena	
	LPFA-11-MB	23	245	2,36	Diversidad media	0,87	Diversidad alta	117	Buena	95	Muy Buena	33%	Regular	
Clima Lluvioso, Marzo 2022	LPFA-1-MB	14	65	2,13	Diversidad media	0,83	Diversidad alta	72	Aceptable	67	Buena	64%	Buena	
	LPFA-2-MB	8	14	1,9	Diversidad media	0,82	Diversidad alta	40	Dudosa	36	Regular	29%	Regular	
	LPFA-3-MB	16	73	1,75	Diversidad media	0,71	Diversidad alta	98	Aceptable	78	Buena	45%	Regular	
	LPFA-4-MB	16	52	2,16	Diversidad media	0,82	Diversidad alta	89	Aceptable	77	Buena	56%	Buena	
	LPFA-5-MB	10	48	1,76	Diversidad media	0,75	Diversidad alta	65	Aceptable	53	Buena	17%	Mala	
	LPFA-6-MB	18	56	2,56	Diversidad media	0,9	Diversidad alta	101	Buena	90	Muy Buena	57%	Buena	
	LPFA-7-MB	13	68	1,8	Diversidad media	0,71	Diversidad alta	76	Aceptable	54	Buena	59%	Buena	
	LPFA-8-MB	10	31	1,85	Diversidad media	0,78	Diversidad alta	58	Dudosa	44	Regular	29%	Regular	
	LPFA-9-MB	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	LPFA-10-MB	10	30	2,07	Diversidad media	0,85	Diversidad alta	66	Aceptable	61	Buena	50%	Buena	
	LPFA-11-MB	14	22	2,41	Diversidad media	0,88	Diversidad alta	78	Aceptable	62	Buena	14%	Mala	

Fuente: Trabajo de campo ESSAM, 2022

Elaboración: ESSAM, 2022

❖ Análisis de resultados

Clima Seco (Septiembre 2021)

- La morfoespecie más dominante fue *Smicridae* sp. “Caddis de agallas de plumas” (248 individuos), se registró en nueve de los once cuerpos de agua muestreados a excepción de los puntos LPFA-2-MB y LPFA-9-MB donde no hubo registro, esta morfoespecie se destaca por ser de amplia distribución dentro de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de los ecosistemas lóticos se encuentran casi siempre en la zona de corrientes moderadas a fuertes (inclusive en paredes de cascadas), donde filtran la materia orgánica en suspensión y pueden ser localmente muy abundantes. Toleran aguas con poca contaminación orgánica producto de perturbaciones de origen antrópico. Prefieren aguas con corriente y mucha vegetación.
- Según la riqueza de morfoespecies halladas el área de estudio se catalogó como un ambiente no impactado, esto debido a la presencia de morfoespecies de distintos grados de sensibilidad siendo las más notables *Simulium* sp., *Limonicola* sp., *Anchyrtarsus* sp., *Psephenops* sp., *Gyrinus* sp., *Thermonectus* sp., *Thraulodes* sp., *Terpides* sp., *Lachlania* sp., *Atopsyche* sp., *Helicopsyche* sp., *Chimarra* sp., *Polycentropus* sp., *Oecetis* sp., *Atanatolica* sp., *Phylloicus* sp., *Stridulivelia* sp., *Rhagovelia* sp., *Hebrus* sp., *Anacroneuria* sp. y *Anacroneuria* sp1., por su alta sensibilidad. A más de ello la disponibilidad de hábitats fue muy importante, ya que estos albergan morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos.
- Los cuerpos de agua analizados de acuerdo a las características que presentan, sugieren una estrecha relación entre los sustratos del lecho y la vegetación riparia, lo cual favorece a grupos funcionales como es el caso de predadores y fragmentadores como: *Anacroneuria* sp. y *Anacroneuria* sp. 1 pertenecientes al orden Plecoptera; *Smicridae* sp. de la familia Hydropsychidae, además de *Atanatolica* sp. y *Oecetis* sp. de la familia Leptoceridae, pertenecientes al orden Trichoptera; esta relación se incrementa en arroyos rodeados por riberas de vegetación nativa.
- Mediante la aplicación del índice ecológico BMWP/Col, se observa que los cuerpos de agua LPFA-3-MB, LPFA-5-MB, LPFA-6-MB, LPFA-10-MB y LPFA-11-MB registraron una clase I, calidad Buena; es decir, Aguas muy limpias a limpias, en un 46%, posiblemente esto se deba a que el área por donde discurren estos cuerpos de agua, no está alterada, tiene sus aguas lóticas y con presencia de cantos rodados, lo que le permite recuperarse e ingresar oxígeno al sistema acuático, dando lugar al desarrollo de una población estable de invertebrados acuáticos sensibles a cambios ambientales.

- Los cuerpos de agua LPFA-1-MB, LPFA-4-MB y LPFA-7-MB registraron una clase II, calidad Aceptable; es decir, Aguas ligeramente contaminadas, en un 27%, este resultado posiblemente se deba a las lluvias previas a los muestreos, las cuales afectan de manera negativa a la presencia de invertebrados en los cuerpos de agua, ya que influyen en la dispersión de las poblaciones.
- Finalmente, los cuerpos de agua LPFA-2-MB, LPFA-8-MB y LPFA-9-MB registraron una clase III, calidad Dudosa; es decir, Aguas moderadamente contaminadas, en un 27%, esto posiblemente debido al ingreso de sólidos disueltos que produce la destrucción del cauce afectando a la población macrobentónica, ya que destruye sus sitios de refugio, alimentación y ovoposición.
- El análisis EPT, determinó ambientes no impactados, lo cual es un indicativo de la baja intervención que presentan los cuerpos de agua, esto a su vez se refleja con la diversidad registrada de organismos pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera.
- Los once cuerpos de agua muestreados son ríos pequeños que drenan las pequeñas cuencas laterales de los ríos principales y que se originan en los bosques circundantes a lo largo de la cuenca (en este caso todos irán a la cuenca principal del Esmeraldas). Estos ríos suelen estar completamente cubiertos por el dosel del bosque montano y tienen abundantes cascadas creadas por la accidentada topografía que recorren. Debido al área mucho más grande que drenan, los ríos de cordillera del Bosque Montano tienen características hidrológicas principalmente dominadas por los patrones de precipitación y suelen tener un régimen hidrológico multimodal. Durante las épocas más lluviosas, estos ríos suben de caudal y su agua suele tornarse turbia al cargarse con los abundantes sedimentos que se producen por la erosión del joven sustrato geológico de la cordillera de los Andes. Otra característica importante de estos ríos es la marcada inestabilidad de sus cauces. La activa geología de la cordillera, las laderas extremadamente empinadas, y la violencia de las lluvias, hacen que las crecidas de estos ríos, los deslaves y derrumbes sean muy frecuentes. La magnitud y frecuencia de estas alteraciones tienen consecuencias importantes en la estructura y composición de sus comunidades biológicas. En base a lo antes mencionado este muestreo utilizó el índice AAMBI, Andean-Amazon Biotic Index, es un índice biótico que sirve para evaluar la calidad del agua y la integridad ecológica de ecosistemas acuáticos Andino-Amazónicos y cuyo resultado registró para el punto LPFA-5-MB una integridad ecológica Excelente. Seguidos de los cuerpos de agua LPFA-3-MB, LPFA-6-MB, LPFA-10-MB y LPFA-11-MB que registraron una integridad ecológica Muy Buena. A continuación, los cuerpos de agua, LPFA-1-MB, LPFA-4-MB y LPFA-7-MB, que registraron una integridad ecológica Buena. Seguido del cuerpo de agua LPFA-8-MB

que registro una integridad ecológica Regular. Finalmente, los cuerpos de agua LPFA-2-MB y LPFA-9-MB que registraron una integridad ecológica Mala.

- En términos de su valor biológico, los cuerpos de agua que están dentro del área de estudio se destacan por poseer una biota rica y variada de macroinvertebrados acuáticos y que cumplen un rol fundamental en la cadena trófica de este tipo de ecosistemas.
- Se debe considerar que a pesar de que los invertebrados acuáticos pueden ser excelentes indicadores de la integridad ecológica de ríos, en realidad no sirven para evaluar todo tipo de contaminación. En general, se está evaluando la sensibilidad o tolerancia de estos organismos a cambios físicos y químicos relacionados a la contaminación orgánica, aumento de nutrientes, y ciertos tipos de contaminación. Sin embargo, se sabe menos de cómo es la respuesta de estos grupos a la contaminación por metales pesados y otros compuestos industriales. En algunos casos, la contaminación da lugar a mortalidad directa de los macroinvertebrados, pero en otras circunstancias los organismos pueden ser bio-acumuladores de estos elementos y el contaminante no causa efectos letales. En estos casos, la contaminación puede afectar la reproducción y crecimiento de los organismos, pero no necesariamente los mata y el efecto del contaminante se magnifica cuando estos son consumidos por otros organismos dentro de la comunidad. En virtud de esto es importante siempre tener en cuenta los planes de mitigación que se pondrán en práctica ante los impactos que se producirán en el área de influencia directa y que involucren a los cuerpos de agua muestreados que estén relacionados exclusivamente con los macroinvertebrados acuáticos.

Clima Lluvioso (Marzo 2022)

- Este muestreo se lo realizó en los mismos once cuerpos de agua considerados en clima seco, en el muestreo actual el punto LPFA-9-MB (Quebrada Boca Mina) debido a las fuertes lluvias y la turbidez del agua no registro individuos ni especies, motivo por el cual el análisis está enfocado en los diez cuerpos de agua restantes que arrojaron resultados en clima lluvioso. Obteniéndose un total de 459 individuos agrupados en 3 phylums, 4 clases, 11 órdenes, 31 familias, 44 morfoespecies.
- El orden más representativo en clima lluvioso fue Coleoptera (13 morfoespecies), estuvo presente en los diez cuerpos de agua muestreados, los coleópteros constituyen un grupo de gran interés e importancia biológica, económica y ecológica, han propuesto su utilidad para determinar el grado de conservación de los hábitats. La información que proporcionan los coleópteros acuáticos basta para caracterizar los

distintos ambientes de un río, mejor que con grupos tradicionalmente utilizados, constituyendo una buena herramienta como indicadores, al reflejar condiciones ambientales con cara a la gestión de conservación de áreas particularmente ricas en especies raras o amenazadas, por el gran número de especies que presentan, su gran diversidad ecológica-funcional y la gran variedad de hábitats que ocupan. En base a lo mencionado anteriormente los diez cuerpos de agua son sitios propicios para el desarrollo de estos.

- La morfoespecie más dominante en clima lluvioso sigue siendo *Smicridae sp.* “Caddis de agallas de plumas” (121 individuos), se registró en siete de los diez cuerpos de agua muestreados a excepción de los puntos LPFA-2-MB, LPFA-5-MB y LPFA-11-MB donde no hubo registro, esta morfoespecie se destaca por ser de amplia distribución dentro de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de los ecosistemas lóticos se encuentran casi siempre en la zona de corrientes moderadas a fuertes (inclusive en paredes de cascadas), donde filtran la materia orgánica en suspensión y pueden ser localmente muy abundantes. Toleran aguas con poca contaminación orgánica producto de perturbaciones de origen antrópico. Prefieren aguas con corriente y mucha vegetación.
- Los cuerpos de agua analizados de acuerdo a las características que presentan en clima lluvioso, sugieren una estrecha relación entre los sustratos del lecho y la vegetación riparia, lo cual favorece a grupos funcionales como es el caso de predadores y fragmentadores como: *Anacroneuria sp.* y *Anacroneuria sp.1* pertenecientes al orden Plecoptera; *Smicridae sp.* de la familia Hydropsychidae, además de *Atanatolica sp.* de la familia Leptoceridae, pertenecientes al orden Trichoptera; esta relación se incrementa en arroyos rodeados por riberas de vegetación nativa.
- Mediante la aplicación del índice ecológico BMWP/Col, se observa que los cuerpos de agua LPFA-6-MB, registro una clase I, calidad Buena; es decir, Aguas muy limpias a limpias, en un 10%, posiblemente esto se deba a que el área por donde discurre este cuerpo de agua, no está alterada, tiene sus aguas lóticas y con presencia de cantos rodados, lo que le permite recuperarse e ingresar oxígeno al sistema acuático, dando lugar al desarrollo de una población estable de invertebrados acuáticos sensibles a cambios ambientales como la lluvia, seguidos de los cuerpos de agua LPFA-1-MB, LPFA-3-MB, LPFA-4-MB, LPFA-5-MB, LPFA-7-MB, LPFA-10-MB y LPFA-11-MB, que registraron una clase II, calidad Aceptable; es decir, Aguas ligeramente contaminadas, en un 70%, este resultado posiblemente se deba a las lluvias antes y durante los muestreos, las cuales afectan de manera negativa a la presencia de invertebrados en los cuerpos de agua, ya que influyen en la dispersión de las poblaciones. Y finalmente

los cuerpos de agua LPFA-2-MB y LPFA-8-MB que registraron una clase III, calidad Dudosa; es decir, Aguas moderadamente contaminadas, en un 20%, esto posiblemente debido al ingreso de sólidos disueltos que produce la destrucción del cauce por las intensas lluvias afectando a la población macrobentónica, ya que destruye sus sitios de refugio, alimentación y ovoposición.

- El análisis EPT, determinó ambientes medianamente impactados, lo cual es un indicativo de la baja intervención que presentan los cuerpos de agua, más bien el resultado es el reflejo del clima lluvioso, esto a su vez se refleja con la diversidad registrada de organismos pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera.
- Los diez cuerpos de agua muestreados son ríos pequeños que drenan las pequeñas cuencas laterales de los ríos principales y que se originan en los bosques circundantes a lo largo de la cuenca (en este caso todos irán a la cuenca principal del Esmeraldas). Estos ríos suelen estar completamente cubiertos por el dosel del bosque montano y tienen abundantes cascadas creadas por la accidentada topografía que recorren. Debido al área mucho más grande que drenan, los ríos de cordillera del Bosque Montano tienen características hidrológicas principalmente dominadas por los patrones de precipitación y suelen tener un régimen hidrológico multimodal. Es por ello que en el clima lluvioso, los ríos muestreados estuvieron altos de caudal y con sus aguas semiturbias y turbias al cargarse con los abundantes sedimentos que se producen por la erosión del joven sustrato geológico de la cordillera de los Andes. Otra característica importante de estos ríos es la marcada inestabilidad de sus cauces. La activa geología de la cordillera, las laderas extremadamente empinadas, y la violencia de las lluvias, hacen que las crecidas de estos ríos, los deslaves y derrumbes sean muy frecuentes. La magnitud y frecuencia de estas alteraciones tienen consecuencias importantes en la estructura y composición de sus comunidades biológicas como es el caso de los macroinvertebrados acuáticos.
- Este muestreo utilizó el índice AAMBI, Andean-Amazon Biotic Index, es un índice biótico que sirve para evaluar la calidad del agua y la integridad ecológica de ecosistemas acuáticos Andino-Amazónicos y cuyo resultado registró para el punto LPFA-6-MB una integridad ecológica Muy Buena. Seguidos de los cuerpos de agua LPFA-1-MB, LPFA-3-MB, LPFA-4-MB, LPFA-5-MB, LPFA-7-MB, LPFA-10-MB y LPFA-11-MB, que registraron una integridad ecológica Buena. Finalmente, los cuerpos de agua LPFA-2-MB y LPFA-8-MB que registraron una integridad ecológica Regular.

- En términos de su valor biológico, los cuerpos de agua que están dentro del área de estudio pese al clima lluvioso se destacan por poseer una biota variada de macroinvertebrados acuáticos, quienes están representados por un aceptable número de morfoespecies que cumplen un rol fundamental en la cadena trófica de este tipo de ecosistemas como es el caso de *Simulium* sp., Sub. *Tanypodinae* sp., Sub. *Orthocladinae* sp., *Hexatoma* sp., *Limonia* sp., *Cyloopus* sp. (adulto), *Macrelmis* sp. (adulto), *Macrelmis* sp. (larva), *Stenelmis* sp. (larva), *Disersus* sp. (larva), Elmidae n.d., Ptilodactylidae n.d., *Anchytarsus* sp., Staphylinidae n.d., *Scirtes* sp., *Pelonomus* sp., Hydrophilidae n.d. (larva), *Donacia* sp., *Tricorythodes* sp., *Leptohyphes* sp., *Baetodes* sp., *Camelobaetidius* sp., *Thraulodes* sp., *Terpides* sp., *Lachlania* sp., *Smicridea* sp., *Helicopsyche* sp., *Atopsyche* sp., *Chimarra* sp., *Polycentropus* sp., *Atanatolica* sp., *Anacroneuria* sp., *Anacroneuria* sp1., *Corydalus* sp., *Limnocois* sp., *Cryphocricos* sp., *Stridulivelia* sp., *Rhagovelia* sp., *Centrocorisa* sp., *Polythore* sp., *Progomphus* sp., Glossiphoniidae n.d., Haplotaxidae n.d. y *Gyraulus* sp.

❖ Conclusiones

- Se realizó un levantamiento de información macrobentónica en el Área Operativa de la Concesión Minera La Plata en clima seco (Septiembre 2021) y clima lluvioso (Marzo 2022) en donde se analizaron 11 puntos de muestreo acuático. Aquí pudimos observar que la condición ambiental de los ríos está determinada por la temporalidad de las lluvias con los consecuentes cambios del flujo superficial en el lecho, sumado a la dinámica en la acumulación de hojarasca, raíces y troncos en el lecho de los ríos formados durante la temporada seca, así como con las crecientes de caudal en clima lluvioso. Sin embargo, a pesar que los cambios son aparentemente extremos, cada temporada es aprovechada por un grupo de taxones que a través de sus rasgos aprovechan las circunstancias o sobreviven como es el caso de *Smicridae* sp., *Corydalus* sp., *Baetodes* sp., *Tricorythodes* sp., *Stridulivelia* sp., *Thraulodes* sp. y *Limnocois* sp. que fueron los más notorios y relevantes en ambos periodos climáticos. De tal manera que los cambios no son catastróficos para el mantenimiento de la diversidad taxonómica de la comunidad macrobentónica.
- Se corroboró, en parte, que durante la periodo seco se presentó mayor diversidad y riqueza de macroinvertebrados esto estaría relacionado con la predictibilidad de la época y estos ecosistemas, además del papel de sistemas intermitentes como zonas de refugio de la fauna de quebradas como las efímeras (*Baetodes* sp., *Tricorythodes* sp., *Thraulodes* sp., *Leptohyphes* sp., *Camelobaetidius* sp., *Terpides* sp. y *Lachlania* sp.), ya que los rasgos funcionales asociados a este periodo confieren a los organismos resistencia ante condiciones extremas, variación del régimen hidrológico, conductividad, alcalinidad y concentraciones de oxígeno disuelto. Mientras que los

rasgos sobresalientes en clima lluvioso se relacionan con la resistencia a velocidades de corriente altas (protección con caparazón o estuches (*Smicridea* sp.), ciclos de vida lentos estacionales, hábito trófico colector recolector y ciclo de vida largo).

- La diversidad de Shannon es Media para los once cuerpos de agua analizados en clima seco y lluvioso (LPFA-1-MB, LPFA-2-MB, LPFA-3-MB, LPFA-4-MB, LPFA-5-MB, LPFA-6-MB, LPFA-7-MB, LPFA-8-MB, LPFA-9-MB, LPFA-10-MB, LPFA-11-MB) en el Área Operativa de la Concesión Minera La Plata es decir (100% de cuerpos hídricos analizados) lo que nos indica heterogeneidad (Abundancia de recursos Ecológicos) en estos puntos, pese a la diversidad baja del LPFA-2-MB en clima seco y a la ausencia de datos del LPFA-9-MB en clima lluvioso. Mientras que el índice Simpson (1-D) indica diversidad alta para los dos periodos climáticos en los once puntos. En términos de su valor biológico, los cuerpos de agua que están dentro del área de estudio, se destacan por poseer una biota rica y variada de macroinvertebrados acuáticos.
- Se determina que los once cuerpos de agua (LPFA-1-MB, LPFA-2-MB, LPFA-3-MB, LPFA-4-MB, LPFA-5-MB, LPFA-6-MB, LPFA-7-MB, LPFA-8-MB, LPFA-9-MB, LPFA-10-MB, LPFA-11-MB) en el Área Operativa de la Concesión Minera La Plata, no se encuentran completamente saturados, carácter indicativo del moderado estado ecológico y abundancia de recursos.
- Según el Índice Ecológico BMWP/COL para los dos periodos climáticos se determinó que el 72% de recursos hídricos (LPFA-1-MB, LPFA-3-MB, LPFA-4-MB, LPFA-5-MB, LPFA-6-MB, LPFA-7-MB, LPFA-10-MB, LPFA-11-MB) tienen una Buena y Aceptable calidad de agua, seguido del Índice Ecológico AAMBI que para los dos periodos climáticos también determinó que el 72% de recursos hídricos (LPFA-1-MB, LPFA-3-MB, LPFA-4-MB, LPFA-5-MB, LPFA-6-MB, LPFA-7-MB, LPFA-10-MB, LPFA-11-MB) tienen una Excelente y Buena calidad de agua, es importante conocer que al aplicar los índices cada uno de ellos cuenta con su propia interpretación dependiendo del autor, es por ello que se recomienda escoger el índice que mejor se adapte al sitio donde va a desarrollarse el proyecto, para no ocasionar confusión. En este caso se aplicó todos porque la autoridad así lo exige. Lo favorable en este caso fue que al aplicar estos dos índices en los once cuerpos de agua en dos periodos climáticos la interpretación prácticamente es la misma solo que con diferentes términos debido a los autores, este factor es importante para mantener una buena diversidad biótica en las áreas finqueras y también un buen estado de salud en las áreas comunales. Y finalmente el Índice Ecológico EPT para los dos periodos climáticos se determinó que el 55% de recursos hídricos (LPFA-1-MB, LPFA-3-MB, LPFA-4-MB, LPFA-6-MB, LPFA-7-MB, LPFA-10-MB) tienen una Muy Buena y Regular calidad de agua, tomando en

cuenta que para sacar este índice se trabaja únicamente con la presencia de morfo especies pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera.

- La presencia de zonas agrícolas y el avance de las mismas sobre el bosque es una de las causas para el declive poblacional macrobentónico, lo mismo se puede decir de la presencia de obra civil y presencia antrópica que afecta negativamente a este componente biótico.

❖ Conclusiones por punto de muestreo

- El punto de muestreo LPFA-1-MB presenta diversidad media con el índice Shannon-Wiener (H') y alta con el de Simpson (1-D). Mientras que con los Índices ecológicos BMWP/COL presenta una calidad de agua Aceptable, seguido del Índice AAMBI que presenta una calidad de agua Buena. Y finalmente el Índice EPT donde registra una calidad de agua Buena. Estos resultados se presentaron así para los dos periodos climáticos, concluyendo que este cuerpo de agua es de importancia dentro del área operativa de la concesión minera La Plata por su alta sensibilidad a algún cambio que se podría presentar a futuro debido a especies sensibles presentes ahí como *Simulium* sp., *Thraulodes* sp., *Anacroneuria* sp. *Psephenops* sp. y *Chimarra* sp.
- El punto de muestreo LPFA-2-MB presenta diversidad baja para clima seco y media para clima lluvioso con el índice Shannon-Wiener (H') y alta con el de Simpson (1-D). Mientras que con los Índices ecológicos BMWP/COL presenta una calidad de agua Dudosa, seguido del Índice AAMBI que presenta una calidad de agua Mala para clima seco y Regular en clima lluvioso presentando una mejora. Y finalmente el Índice EPT presenta una calidad de agua Mala para clima seco y Regular en clima lluvioso presentando un aumento de los órdenes utilizados en este índice. Se concluye que este cuerpo de agua es de baja sensibilidad a algún cambio que se podría presentar a futuro debido a especies sensibles y tolerantes presentes ahí como *Anchytarsus* sp., *Thraulodes* sp., *Thermonectus* sp. y *Stridulivelia* sp.
- El punto de muestreo LPFA-3-MB presenta diversidad media con el índice Shannon-Wiener (H') y alta con el de Simpson (1-D). Mientras que con los Índices ecológicos BMWP/COL presenta una calidad de agua Buena y Aceptable, seguido del Índice AAMBI que presenta una calidad de agua Muy Buena y Buena. Y finalmente el Índice EPT donde registra una calidad de agua Regular. Estos resultados se presentaron así para los dos periodos climáticos, concluyendo que este cuerpo de agua es de importancia dentro del proyecto por su alta sensibilidad a algún cambio que se podría presentar a futuro debido a especies sensibles presentes ahí como *Anchytarsus* sp.,

Thermonectus sp., Simulium sp., Atopsyche sp., Helicopsyche sp., Polycentropus sp., Stridulivelia sp., Rhagovelia sp. y Polythore sp.

- El punto de muestreo LPFA-4-MB presenta diversidad media con el índice Shannon-Wiener (H') y alta con el de Simpson (1-D). Mientras que con los Índices ecológicos BMWP/COL presenta una calidad de agua Aceptable, seguido del Índice AAMBI que presenta una calidad de agua Buena. Y finalmente el Índice EPT donde registra una calidad de agua Muy Buena y Buena. Estos resultados se presentaron así para los dos periodos climáticos, concluyendo que este cuerpo de agua es de importancia dentro del proyecto por su alta sensibilidad a algún cambio que se podría presentar a futuro debido a especies sensibles presentes ahí como *Anchytarsus sp., Simulium sp., Terpides sp., Lachlania sp., Thraulodes sp., Anacroneuria sp., Oecetis sp., Atopsyche sp.*
- El punto de muestreo LPFA-5-MB presenta diversidad media con el índice Shannon-Wiener (H') y alta con el de Simpson (1-D). Mientras que con los Índices ecológicos BMWP/COL presenta una calidad de agua Buena y Aceptable, seguido del Índice AAMBI que presenta una calidad de agua Excelente y Buena. Y finalmente el Índice EPT donde registra una calidad de agua Buena y Mala (debido a la escasa presencia de especies pertenecientes a los órdenes para aplicar este índice, esto posiblemente se deba a factores climáticos como es la lluvia constante. Estos resultados se presentaron así para los dos periodos climáticos, concluyendo que este cuerpo de agua es de importancia dentro del proyecto por su alta y tolerante sensibilidad a algún cambio que se podría presentar a futuro debido a especies sensibles presentes ahí como *Anchytarsus sp., Gyrimus sp., Simulium sp., Limonicola sp., Terpides sp., Thraulodes sp., Atanatolica sp., Atopsyche sp., Phylloicus sp., Polycentropus sp., Rhagovelia sp. y Stridulivelia sp.*
- El punto de muestreo LPFA-6-MB presenta diversidad media con el índice Shannon-Wiener (H') y alta con el de Simpson (1-D). Mientras que con los Índices ecológicos BMWP/COL presenta una calidad de agua Buena, seguido del Índice AAMBI que presenta una calidad de agua Muy Buena. Y finalmente el Índice EPT donde registra una calidad de agua Buena. Estos resultados se presentaron así para los dos periodos climáticos, concluyendo que este cuerpo de agua es de gran importancia dentro del proyecto por su altísima sensibilidad a algún cambio que se podría presentar a futuro debido a especies sensibles presentes ahí como *Anchytarsus sp., Psephenops sp., Simulium sp., Thraulodes sp., Lachlania sp., Anacroneuria sp., Atopsyche sp., Hebrus sp. y Terpides sp.*

- El punto de muestreo LPFA-7-MB presenta diversidad media con el índice Shannon-Wiener (H') y alta con el de Simpson (1-D). Mientras que con los Índices ecológicos BMWP/COL presenta una calidad de agua Aceptable, seguido del Índice AAMBI que presenta una calidad de agua Buena. Y finalmente el Índice EPT donde registra una calidad de agua Buena y Regular. Estos resultados se presentaron así para los dos periodos climáticos, concluyendo que este cuerpo de agua es de importancia dentro del proyecto por su alta sensibilidad a algún cambio que se podría presentar a futuro debido a especies sensibles y tolerantes presentes ahí como *Simulium sp.*, *Thraulodes sp.*, *Rhagovelia sp.*, *Atopsyche sp.*, *Terpides sp.* y *Chimarra sp.*
- El punto de muestreo LPFA-8-MB presenta diversidad media con el índice Shannon-Wiener (H') y alta con el de Simpson (1-D). Mientras que con los Índices ecológicos BMWP/COL presenta una calidad de agua Dudosa, seguido del Índice AAMBI que presenta una calidad de agua Regular. Y finalmente el Índice EPT donde registra una calidad de agua Buena y Regular. Estos resultados se presentaron así para los dos periodos climáticos, concluyendo que este cuerpo de agua es de baja sensibilidad a algún cambio que se podría presentar a futuro debido a especies sensibles y tolerantes presentes ahí como *Atopsyche sp.*, *Anchytarsus sp.* y *Stridulivelia sp.*
- El punto de muestreo LPFA-9-MB presenta diversidad media con el índice Shannon-Wiener (H') y alta con el de Simpson (1-D). Mientras que con los Índices ecológicos BMWP/COL presenta una calidad de agua Dudosa, seguido del Índice AAMBI que presenta una calidad de agua Mala. Y finalmente el Índice EPT donde registra una calidad de agua Mala. Cabe recalcar que este cuerpo de agua arrojo resultados solo en clima seco y en clima lluvioso no, debido a la abundante sedimentación que presentaba el cuerpo de agua al momento del muestreo, ocasionado la perdida de la escasa fauna macrobentónica que habitaba ahí, se concluye que este cuerpo de agua es de bajísima sensibilidad en clima lluvioso. Pero si para tener encuentra en clima seco debido a las especies que habitan ahí como *Thermonectus sp.*, *Polycentropus sp.*, *Rhagovelia sp.* y *Stridulivelia sp.*
- El punto de muestreo LPFA-10-MB presenta diversidad media con el índice Shannon-Wiener (H') y alta con el de Simpson (1-D). Mientras que con los Índices ecológicos BMWP/COL presenta una calidad de agua Buena y Aceptable, seguido del Índice AAMBI que presenta una calidad de agua Muy Buena y Buena. Y finalmente el Índice EPT donde registra una calidad de agua Buena. Estos resultados se presentaron así para los dos periodos climáticos, concluyendo que este cuerpo de agua es de importancia dentro del proyecto por su alta y tolerante sensibilidad a algún cambio que se podría presentar a futuro debido a especies sensibles presentes ahí como

Anchytarsus sp., *Gyrinus sp.*, *Simulium sp.*, *Thraulodes sp.*, *Anacroneuria sp.*, *Atopsyche sp.*, *Polycentropus sp.*, *Stridulivelia sp.* y *Chimarra sp.*

- El punto de muestreo LPFA-11-MB presenta diversidad media con el índice Shannon-Wiener (H') y alta con el de Simpson (1-D). Mientras que con los Índices ecológicos BMWP/COL presenta una calidad de agua Buena y Aceptable, seguido del Índice AAMBI que presenta una calidad de agua Muy Buena y Buena. Y finalmente el Índice EPT donde registra una calidad de agua Regular y Mala (debido a la escasa presencia de especies pertenecientes a los órdenes para aplicar este índice, esto posiblemente se deba a factores climáticos como es la lluvia constante. Estos resultados se presentaron así para los dos periodos climáticos, concluyendo que este cuerpo de agua es de importancia dentro del proyecto por su alta y tolerante sensibilidad a algún cambio que se podría presentar a futuro debido a especies sensibles presentes ahí como *Anchytarsus sp.*, *Polycentropus sp.*, *Atanatolica sp.*, *Atopsyche sp.*, *Thermonectus sp.*, *Gyrinus sp.*, *Simulium sp.*, *Thraulodes sp.*, *Terpides sp.*, *Anacroneuria sp.*, *Rhagovelia sp.* y *Stridulivelia sp.*

❖ Registro Fotográfico

A. Sitios de muestreo macroinvertebrados acuáticos

• Clima seco (Septiembre 2021)



Fotografía 6.2-196:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Río San Pablo, Código LPFA-1-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
X: 0728585 **Y:** 9958936
Altitud: 1264 m.s.n.m
Fecha: 09-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-197:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José, Código LPFA-2-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
X: 0729295 **Y:** 9957436
Altitud: 1411 m.s.n.m
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-198:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Quebrada la Florida, Código LPFA-3-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
X: 0729751 **Y:** 9956181
Altitud: 1451 m.s.n.m
Fecha: 07-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-199:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Río San Pablo, Código LPFA-4-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
X: 0727929 **Y:** 9957922
Altitud: 1345 m.s.n.m
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-200:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Quebrada la Florida, Código LPFA-5-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
X: 0730166 **Y:** 9956815
Altitud: 1378 m.s.n.m
Fecha: 07-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-201:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Río San Pablo, Código LPFA-6-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
X: 0729954 **Y:** 9959713
Altitud: 1184 m.s.n.m
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-202:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Río San Pablo, Código LPFA-6-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
X: 0729954 **Y:** 9959713
Altitud: 1184 m.s.n.m
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-203:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Río La Plata, Código LPFA-7-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
X: 0730217 **Y:** 9959592
Altitud: 1180 m.s.n.m
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-204:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Río La Plata, Código LPFA-8-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
X: 0730343 **Y:** 9957869
Altitud: 1331 m.s.n.m
Fecha: 09-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-205:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Quebrada Boca Mina, Código LPFA-9-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
X: 0729148 **Y:** 9957032
Altitud: 1467 m.s.n.m
Fecha: 07-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-206:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique, Cód. LPFA-10-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
X: 0730317 **Y:** 9957339
Altitud: 1344 m.s.n.m
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-207:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Río La Plata, Código LPFA-11-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
X: 0730591 **Y:** 9958451
Altitud: 1261 m.s.n.m
Fecha: 09-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno

- **Clima lluvioso (Marzo 2022)**



Fotografía 6.2-208:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Rio San Pablo, Código LPFA-1-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0728585 Y: 9958936
Altitud: 1264 m.s.n.m
Fecha: 03/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-209:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José, Código LPFA-2-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0729398 Y: 9957615
Altitud: 1331 m.s.n.m
Fecha: 02/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-210:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Quebrada la Florida, Código LPFA-3-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0729751 Y: 9956181
Altitud: 1451 m.s.n.m
Fecha: 03/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-211:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Rio San Pablo, Código LPFA-4-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0727929 Y: 9957922
Altitud: 1345 m.s.n.m
Fecha: 03/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-212:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Quebrada la Florida, Código LPFA-5-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0730232 Y: 9956937
Altitud: 1378 m.s.n.m
Fecha: 03/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-213:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Río San Pablo, Código LPFA-6-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0729954 Y: 9959713
Altitud: 1184 m.s.n.m
Fecha: 04/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-214:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Río La Plata, Código LPFA-7-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0730217 Y: 9959592
Altitud: 1180 m.s.n.m
Fecha: 04/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-215:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Río La Plata, Código LPFA-8-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0730343 Y: 9957869
Altitud: 1331 m.s.n.m
Fecha: 03/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-216:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Quebrada Boca Mina, Código LPFA-9-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0729148 Y: 9957032
Altitud: 1467 m.s.n.m
Fecha: 02/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-217:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique, Cód. LPFA-10-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0730317 Y: 9957339
Altitud: 1344 m.s.n.m
Fecha: 02/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-218:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Sigchos
Parroquia: Palo Quemado
Punto de muestreo (código): Río La Plata, Código LPFA-11-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0730591 Y: 9958451
Altitud: 1261 m.s.n.m
Fecha: 02/03/2022
Investigador: Paola Centeno

B. Metodología macroinvertebrados acuáticos

- Clima seco (Septiembre 2021)



Fotografía 6.2-219:

Punto de muestreo (código): Quebrada la Florida, Código LPFA-3-MB

Coordenadas WGS-84 Zona 17M:

X: 0729751 Y: 9956181

Altitud: 1451 m.s.n.m

Tipo de Metodología: Red D-net

Fecha: 07-septiembre-2021

Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-200:

Punto de muestreo (código): Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique, Código LPFA-10-MB

Coordenadas WGS-84 Zona 17M:

X: 0730317 Y: 9957339

Altitud: 1344 m.s.n.m

Tipo de Metodología: Separación y limpieza de macroinvertebrados acuáticos.

Fecha: 08-septiembre-2021

Investigador: Paola Centeno



Fotografías 6.2-221 y 6.2-222:

Fase de Gabinete: Identificación, clasificación y toma de fotografías de macroinvertebrados acuáticos usando Estereomicroscopio.

Fecha: 20-septiembre-2021

Investigador: Paola Centeno



- **Clima lluvioso (Marzo 2022)**



Fotografía 6.2-223:

Punto de muestreo (código): Río La Plata, Código LPFA-11-MB

Coordenadas WGS-84 Zona 17M:

X: 0730591 Y: 9958451

Altitud: 1261 m.s.n.m

Tipo de Metodología: Red D-net

Fecha: 02/03/2022

Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-224:

Punto de muestreo (código): Río San Pablo, Código LPFA-6-MB

Coordenadas WGS-84 Zona 17M:

X: 0729954 Y: 9959713

Altitud: 1184 m.s.n.m

Tipo de Metodología: Separación y limpieza de macroinvertebrados acuáticos.

Fecha: 04/03/2022

Investigador: Paola Centeno



Fotografías 6.2-225 y 6.2-226:

Fase de Gabinete: Identificación, clasificación y toma de fotografías de macroinvertebrados acuáticos usando Estereomicroscopio.

Fecha: 10/03/2022

Investigador: Paola Centeno

C. Especies encontradas macroinvertebrados acuáticos

• **Clima seco (Septiembre 2021)**



Fotografía 6.2-227:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Odonata
Familia: Libellulidae
Morfoespecie: *Macrothemis* sp.
Nombre común: Caballito del diablo
Punto de muestreo (código): Río San Pablo, Código LPFA-1-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M: X: 0728585 Y: 9958936
Tipo de registro: Captura
Fecha: 09-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-228:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Coleoptera
Familia: Dytiscidae
Morfoespecie: *Thermonectus* sp.
Nombre común: Escarabajo acuático
Punto de muestreo (código): Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José, Código LPFA-2-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M: X: 0729295 Y: 9957436
Tipo de registro: Captura
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



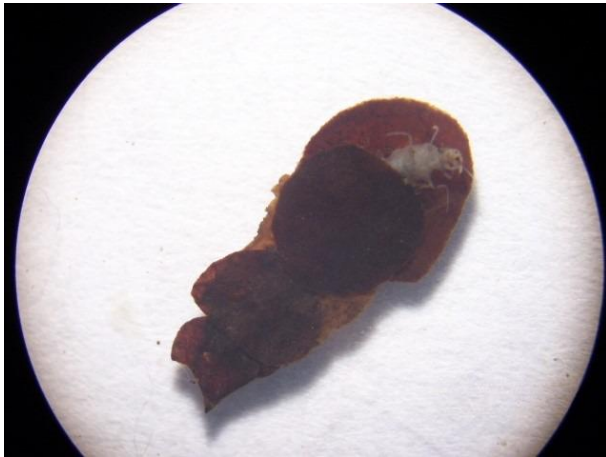
Fotografía 6.2-229:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Diptera
Familia: Tipulidae
Morfoespecie: *Hexatoma* sp.
Nombre común: Cabeza de cebolla
Punto de muestreo (código): Quebrada la Florida, Código LPFA-3-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M: X: 0729751 Y: 9956181
Tipo de registro: Captura
Fecha: 07-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-230:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Hemiptera
Familia: Naucoridae
Morfoespecie: *Cryphocricos* sp.
Nombre común: Chinche acuático
Punto de muestreo (código): Río San Pablo, Código LPFA-4-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M: X: 0727929 Y: 9957922
Tipo de registro: Captura
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Paola Centen



Fotografía 6.2-231:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Trichoptera
Familia: Calamoceratidae
Morfoespecie: *Phylloicus* sp.
Nombre común: Frigánea
Punto de muestreo (código): Quebrada la Florida, Código LPFA-5-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M: X: 0730166 Y: 9956815
Tipo de registro: Captura
Fecha: 07-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-232:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Ephemeroptera
Familia: Oligoneuriidae
Morfoespecie: *Lachlania* sp.
Nombre común: Efímera
Punto de muestreo (código): Río San Pablo, Código LPFA-6-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M: X: 0729954 Y: 9959713
Tipo de registro: Captura
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-233:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Trichoptera
Familia: Hydrobiosidae
Morfoespecie: *Atopsyche* sp.
Nombre común: Frigánea
Punto de muestreo (código): Río La Plata, Código LPFA-7-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M: X: 0730217 Y: 9959592
Tipo de registro: Captura
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-234:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Diptera
Familia: Simuliidae
Morfoespecie: *Simulium* sp.
Nombre común: Jején
Punto de muestreo (código): Río La Plata, Código LPFA-8-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M: X: 0730343 Y: 9957869
Tipo de registro: Captura
Fecha: 09-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-235:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Trichoptera
Familia: Polycentropodidae
Morfoespecie: *Polycentropus* sp.
Nombre común: Frigánea
Punto de muestreo (código): Quebrada Boca Mina, Código LPFA-9-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M: X: 0729148 Y: 9957032
Tipo de registro: Captura
Fecha: 07-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-236:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Odonata
Familia: Coenagrionidae
Morfoespecie: *Argia* sp.
Nombre común: Caballito del diablo
Punto de muestreo (código): Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique, Código LPFA-10-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M: X: 0730317 Y: 9957339
Tipo de registro: Captura
Fecha: 08-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-237:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Megaloptera
Familia: Corydalidae
Morfoespecie: *Corydalis* sp.
Nombre común: Perro de agua
Punto de muestreo (código): Río La Plata, Código LPFA-11-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M: X: 0730591 Y: 9958451
Tipo de registro: Captura
Fecha: 09-septiembre-2021
Investigador: Paola Centeno

• Clima lluvioso (Marzo 2022)



Fotografía 6.2-238:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Plecoptera
Familia: Perlidae
Morfoespecie: *Anacroneria* sp1.
Nombre común: Mosca de la piedra
Punto de muestreo (código): Rio San Pablo, Código LPFA-1-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0728585 Y: 9958936
Tipo de registro: Captura
Fecha: 10/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-239:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Coleoptera
Familia: Ptilodactylidae
Morfoespecie: Ptilodactylidae n.d.
Nombre común: Escarabajo acuático
Punto de muestreo (código): Unión Quebrada Guatusa y Quebrada San José, Código LPFA-2-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0729295 Y: 9957436
Tipo de registro: Captura
Fecha: 10/03/2022
Investigador: Paola Centeno



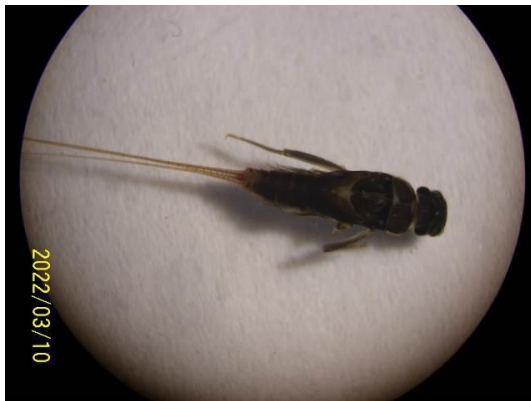
Fotografía 6.2-240:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Coleoptera
Familia: Dryopidae
Morfoespecie: *Pelonomus* sp.
Nombre común: Escarabajo acuático
Punto de muestreo (código): Quebrada la Florida, Código LPFA-3-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0729751 Y: 9956181
Tipo de registro: Captura
Fecha: 11/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-241:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Coleoptera
Familia: Elmidae
Morfoespecie: *Macrelmis* sp. (adulto)
Nombre común: Escarabajo acuático
Punto de muestreo (código): Rio San Pablo, Código LPFA-4-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0727929 Y: 9957922
Tipo de registro: Captura
Fecha: 10/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-242:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Ephemeroptera
Familia: Leptophlebiidae
Morfoespecie: *Thraulodes* sp.
Nombre común: Efímera
Punto de muestreo (código): Quebrada la Florida, Código LPFA-5-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0730166 Y: 9956815
Tipo de registro: Captura
Fecha: 10/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-243:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Diptera
Familia: Chironomidae
Morfoespecie: *Sub. Orthocladinae* sp.
Nombre común: Zancudo ciego
Punto de muestreo (código): Río San Pablo, Código LPFA-6-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0729954 Y: 9959713
Tipo de registro: Captura
Fecha: 10/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-244:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Coleoptera
Familia: Chrysomelidae
Morfoespecie: *Donacia* sp.
Nombre común: Escarabajo acuático
Punto de muestreo (código): Río La Plata, Código LPFA-7-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0730217 Y: 9959592
Tipo de registro: Captura
Fecha: 10/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-245:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Hemiptera
Familia: Veliidae
Morfoespecie: *Stridulivelia* sp.
Nombre común: Patinador
Punto de muestreo (código): Río La Plata, Código LPFA-8-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0730343 Y: 9957869
Tipo de registro: Captura
Fecha: 10/03/2022
Investigador: Paola Centeno



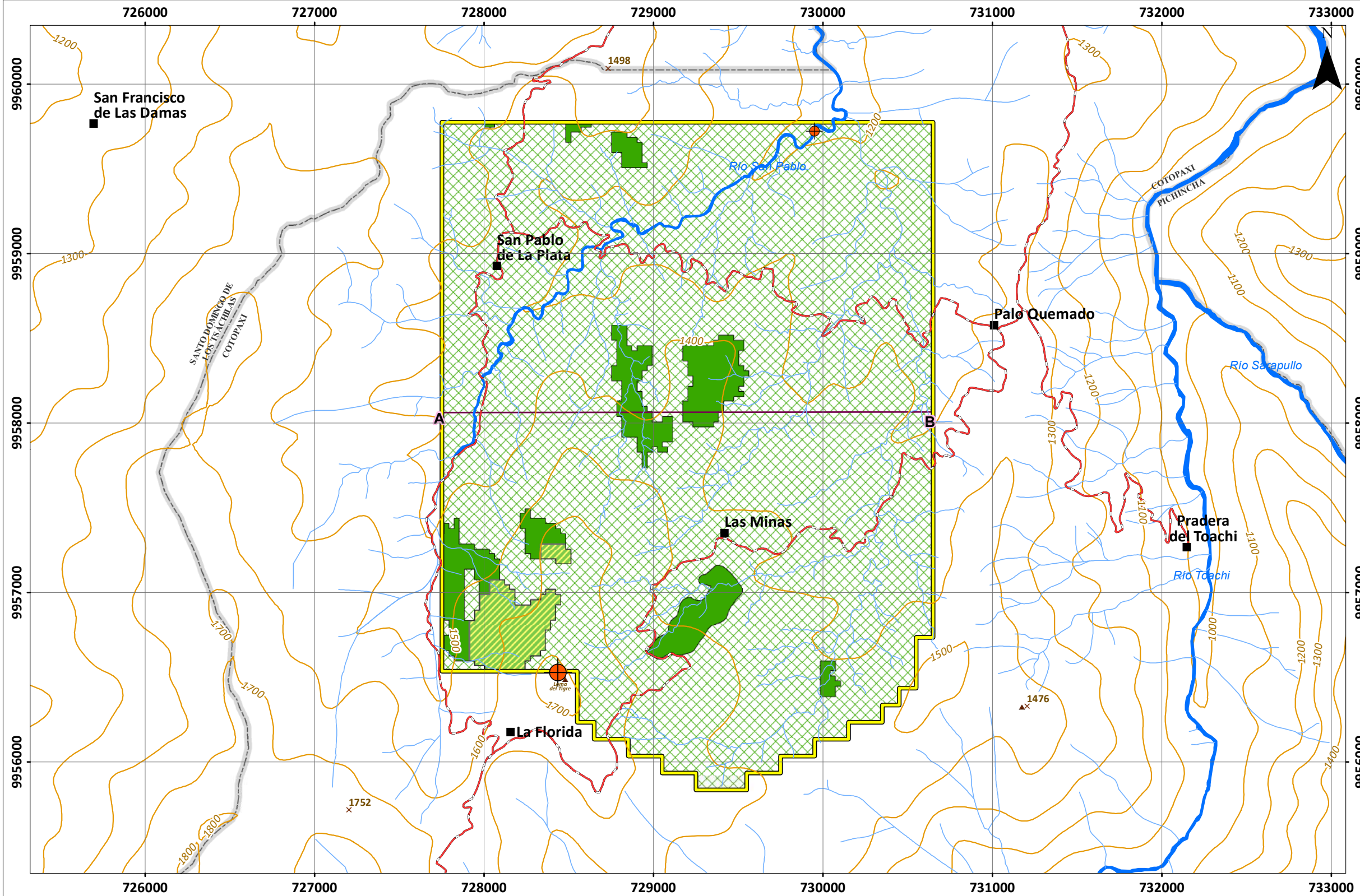
Fotografía 6.2-246:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Hemiptera
Familia: Naucoridae
Morfoespecie: *Limnocoris* sp.
Nombre común: Chinche acuático
Punto de muestreo (código): Unión Quebrada La Florida y Quebrada Alambique, Código LPFA-10-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0730317 Y: 9957339
Tipo de registro: Captura
Fecha: 10/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Fotografía 6.2-247:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Coleoptera
Familia: Staphylinidae
Morfoespecie: Staphylinidae n.d.
Nombre común: Escarabajo acuático
Punto de muestreo (código): Río La Plata, Código LPFA-11-MB
Coordenadas WGS-84 Zona 17M:
 X: 0730591 Y: 9958451
Tipo de registro: Captura
Fecha: 10/03/2022
Investigador: Paola Centeno



Leyenda

- Área operativa (1030,59 ha)

Estrato potencial de bosque

- Bosque Siempre Verde Andino Pie de Monte (21,75 ha)
- Bosque Siempre Verde Andino Montano (64,36 ha)
- No Bosque (944.5 ha)



Realizado para:

Elaborado por:

Nombre del mapa:
Estratificación de bosque natural área operativa concesión minera La Plata (Código 2001.1)

Ubicación político-administrativa:
Parroquia: Palo Quemado
Cantón: Sigchos
Provincia: Cotopaxi

Fuente de información:
Información temática:
Interpretación Equipo Consultor
Ministerio del Ambiente y Agua, 2021
Información base:
Instituto Geográfico Militar (I.G.M), 2013

Fecha: Marzo, 2022
Número de Mapa: 6.2-1

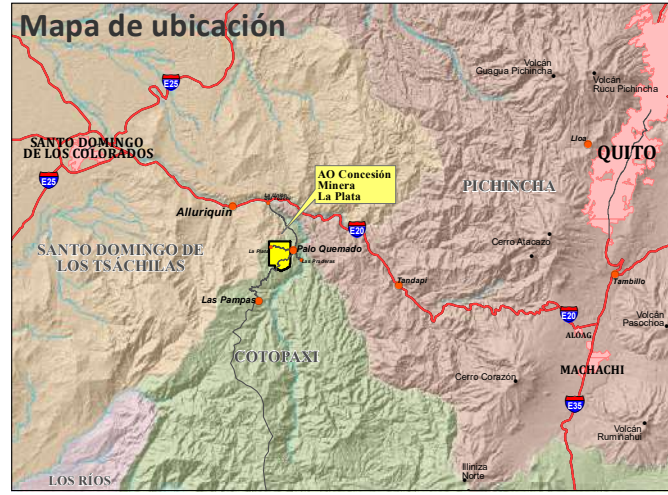
Signos y símbolos convencionales

Aplican en Vista Principal

- Poblado
- × Punto acotado
- ▲ Área representativa
- Elevación mínima
- ⊙ Elevación máxima
- Limite provincial
- Perfil de elevación
- Vía principal
- Río simple
- Río doble
- Curva de nivel principal

Aplican en Mapa de Ubicación

- Limite Área Operativa CM La Plata
- Poblados
- Elevaciones referenciales
- Vialidad principal
- Zona Urbana
- Ríos dobles
- Limite Provincial



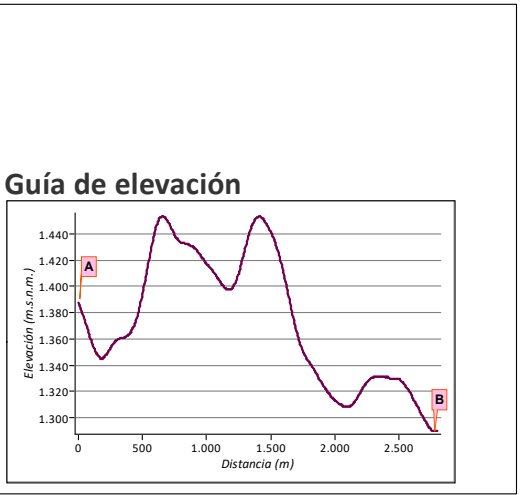
Escala numérica

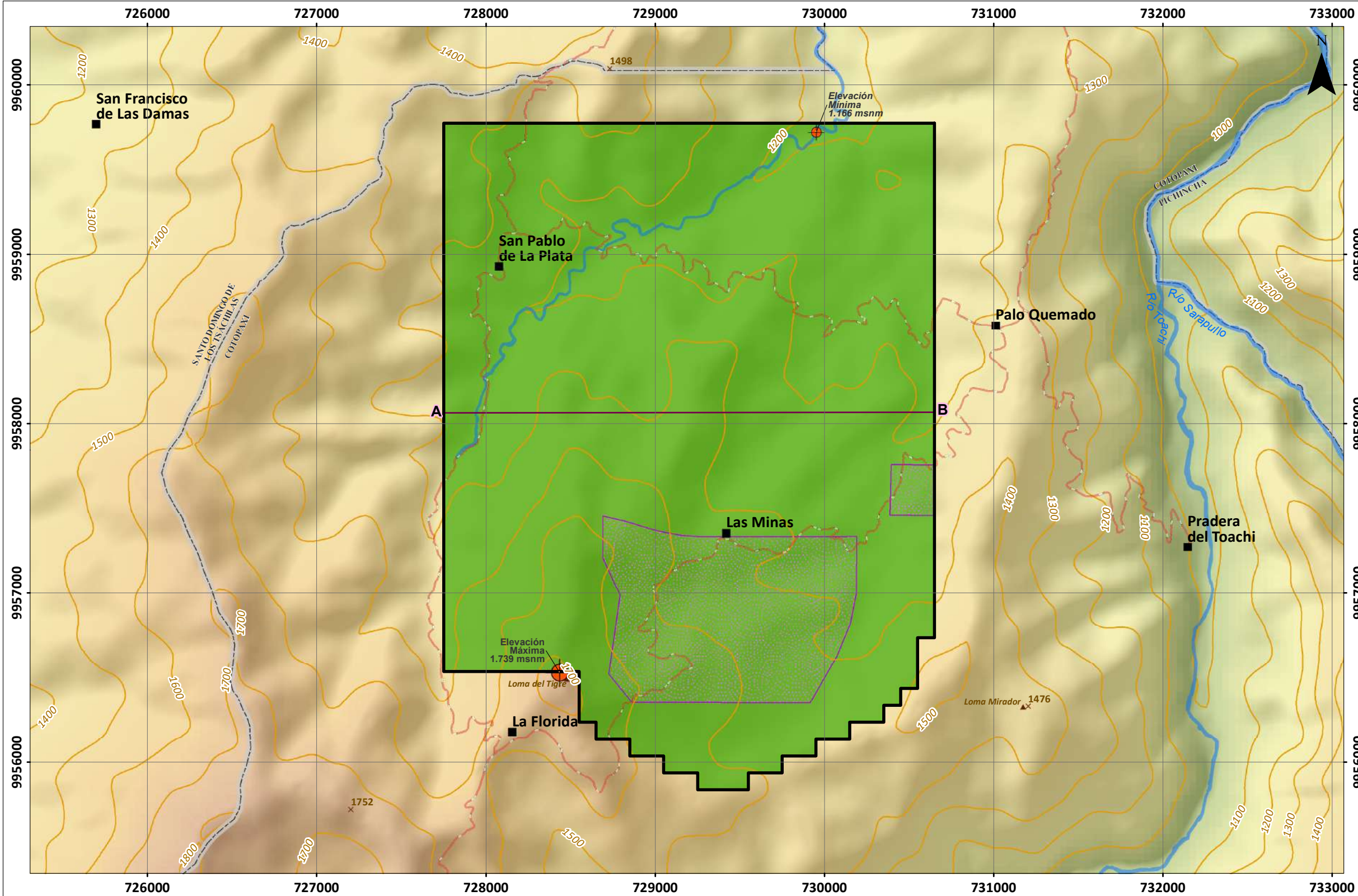
0 310 620 1.240 Metros

1 cm = 250 m

Escala de impresión: ISO A-3

Sistema de coordenadas:
Proyección Universal Transversa Mercator - UTM
World Geodesic System - WGS 1984
Zona 17 Sur





Leyenda

- Área operativa (1030,59 ha)
- Huella del proyecto

Pisos Zoogeográficos en el Área de Estudio

- Tropical Oriental (TE)



Realizado para:

Elaborado por:

Nombre del mapa:
Pisos zoogeográficos área operativa concesión minera La Plata (Código 2001.1)

Ubicación político-administrativa:
Parroquia: Palo Quemado
Cantón: Sigchos
Provincia: Cotopaxi

Fuente de información:
Información temática:
Interpretación Equipo Consultor
Ministerio del Ambiente y Agua, 2021
Información base:
Instituto Geográfico Militar (I.G.M), 2013

Fecha: Marzo, 2022 **Número de Mapa:** 6.2-2

Signos y símbolos convencionales

Aplican en vista principal

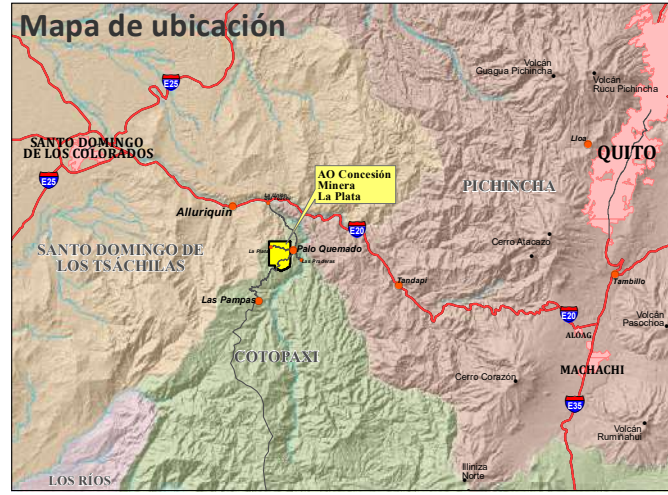
- Poblado
- × Punto acotado
- ▲ Área representativa
- ⊙ Elevación mínima
- ⊙ Elevación máxima

Aplican en mapa de ubicación

- Límite Área Operativa CM La Plata
- Poblados
- Elevaciones referenciales

Simbología adicional:

- Límite provincial
- Perfil de elevación
- Vía principal
- Río simple
- Río doble
- Curva de nivel principal
- Vialidad principal
- Zona Urbana
- Ríos dobles
- Límite Provincial



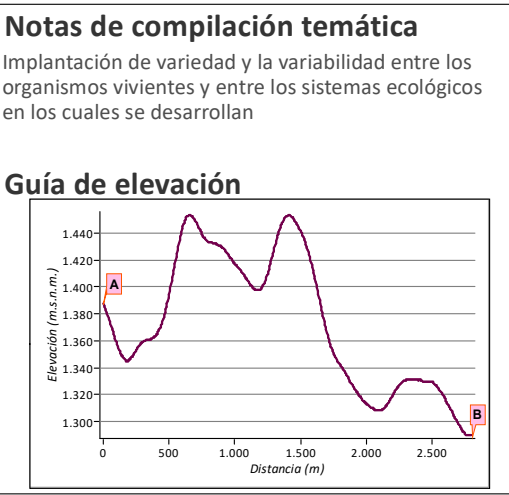
Escala numérica

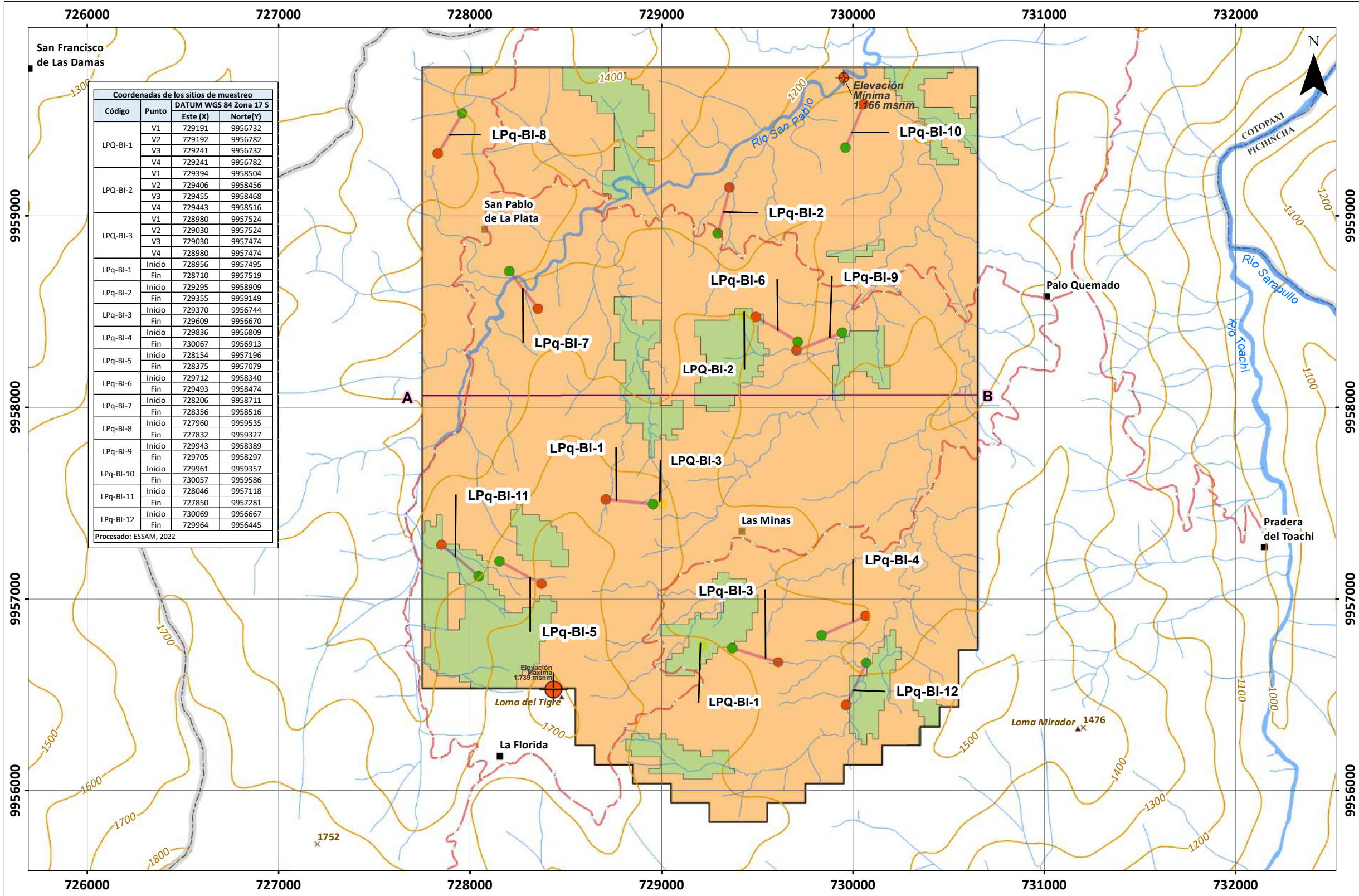
0 250 500 1.000 Metros

1 cm = 250 m

Escala de impresión: ISO A-3

Sistema de coordenadas:
Proyección Universal Transversa Mercator - UTM
World Geodesic System - WGS 1984
Zona 17 Sur





Coordenadas de los sitios de muestreo DATUM WGS 84 Zona 17 S			
Código	Punto	Este (X)	Norte (Y)
LPq-BI-1	V1	729191	9956732
	V2	729192	9956782
	V3	729241	9956732
	V4	729241	9956782
LPq-BI-2	V1	729394	9958504
	V2	729406	9958456
	V3	729455	9958468
	V4	729443	9958516
LPq-BI-3	V1	728980	9957524
	V2	729030	9957524
	V3	729030	9957474
	V4	728980	9957474
LPq-BI-1	Inicio	728956	9957495
	Fin	728710	9957519
LPq-BI-2	Inicio	729295	9958909
	Fin	729355	9959149
LPq-BI-3	Inicio	729370	9956744
	Fin	729609	9956670
LPq-BI-4	Inicio	729836	9956809
	Fin	730067	9956913
LPq-BI-5	Inicio	728154	9957196
	Fin	728375	9957079
LPq-BI-6	Inicio	729712	9958340
	Fin	729493	9958474
LPq-BI-7	Inicio	728206	9958711
	Fin	728356	9958516
LPq-BI-8	Inicio	727960	9959535
	Fin	727832	9959327
LPq-BI-9	Inicio	729943	9958389
	Fin	729705	9958297
LPq-BI-10	Inicio	729961	9959357
	Fin	730057	9959586
LPq-BI-11	Inicio	728046	9957118
	Fin	727850	9957281
LPq-BI-12	Inicio	730069	9956667
	Fin	729964	9956445

Procesado: ESSAM, 2022

Leyenda

- Área operativa (1030,59 ha)
- Inicio
- Fin
- Parcela
- Transecto

Cobertura y uso de la tierra

Área	Símbolo	Cobertura
898,92 ha	(Color naranja)	Tierra agropecuaria
131,66 ha	(Color verde)	Bosque nativo



Realizado para:

Elaborado por:

Nombre del mapa: Ubicación sitios de muestreo del componente flora

Ubicación político-administrativa:
Parroquia: Palo Quemado
Cantón: Sigchos
Provincia: Cotopaxi

Fuente de información:
Información temática:
Puntos de muestreo: ESSAM Cia Ltda, 2022
CUT: MAE, 2018
Información base:
Instituto Geográfico Militar, 2013

Fecha: Marzo, 2022 Número de Mapa: 6.2-3

Signos y símbolos convencionales

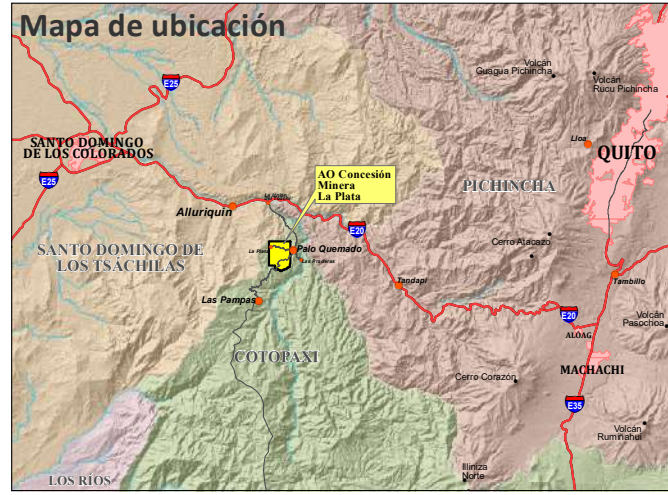
Aplican en vista principal

- Poblado
- × Punto acotado
- ▲ Área representativa
- Elevación mínima
- ⊙ Elevación máxima

Aplican en mapa de ubicación

- Límite Área Operativa CM La Plata
- Poblados
- Elevaciones referenciales

--- Límite provincial
 --- Perfil de elevación
 --- Vía principal
 --- Río simple
 --- Río doble
 --- Vialidad principal
 --- Zona Urbana
 --- Ríos dobles
 --- Límite Provincial



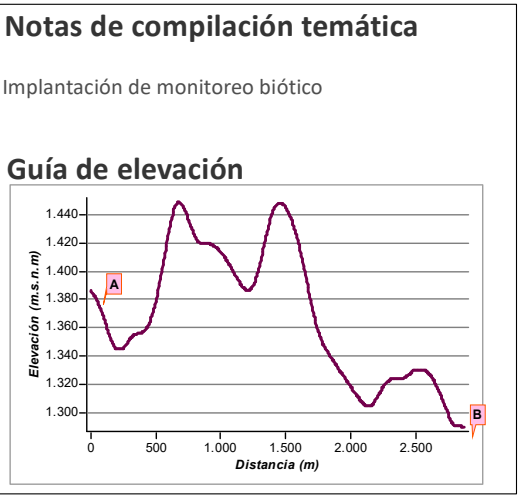
Escala numérica

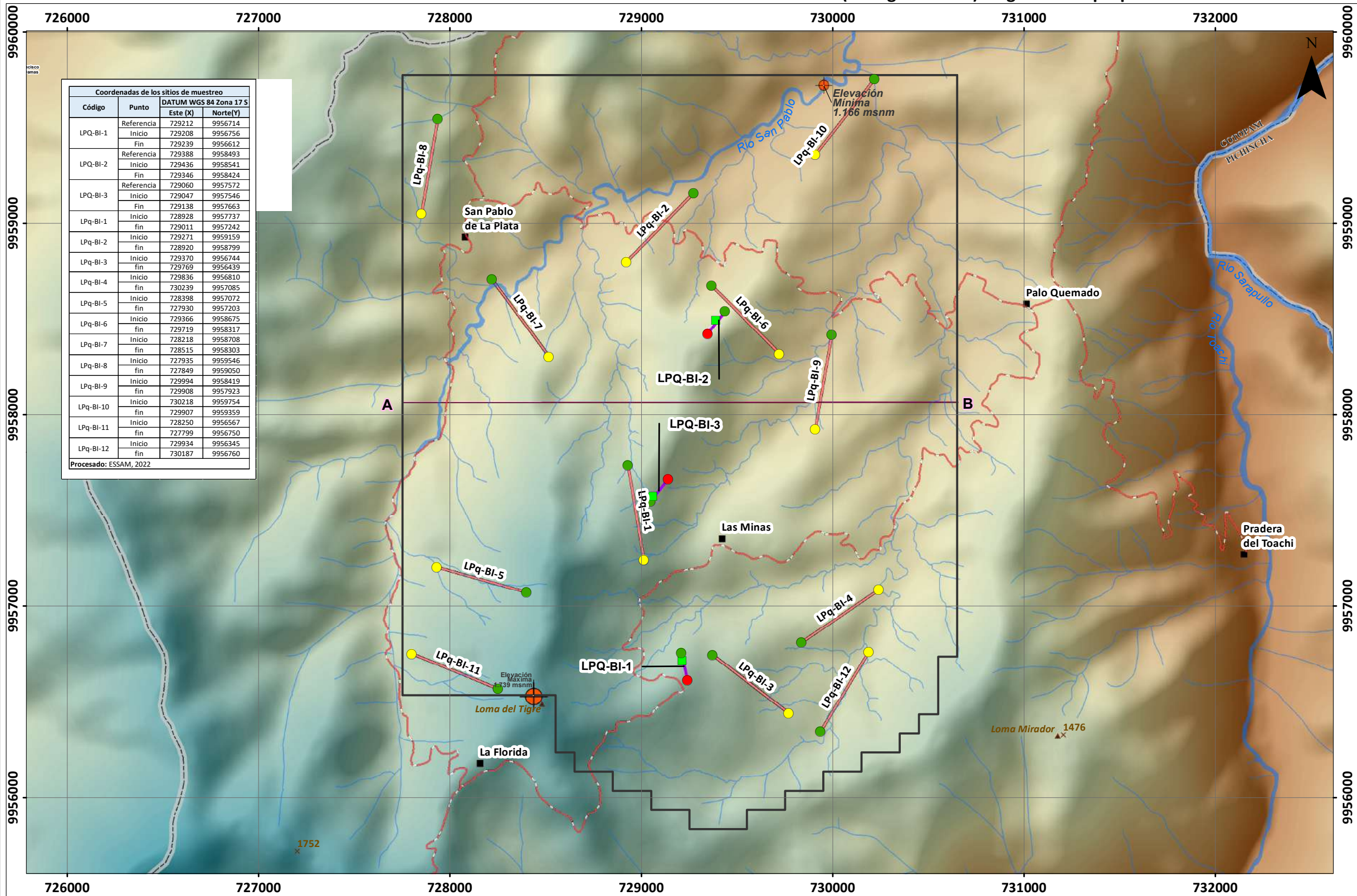
0 220 440 880 Metros

1 cm = 220 m

Escala de impresión: ISO A-3

Sistema de coordenadas:
Proyección Universal Transversa Mercator - UTM
World Geodesic System - WGS 1984
Zona 17 Sur





Leyenda

- Área operativa (1030,59 ha)
- Inicio
- Fin
- Referencia
- Transecto



Realizado para:

Elaborado por:

Nombre del mapa: Ubicación de sitios de muestreo del componente avifauna

Ubicación político-administrativa:
Parroquia: Palo Quemado
Cantón: Sigchos
Provincia: Cotopaxi

Fuente de información:
Información temática: Puntos de muestreo: ESSAM Cia Ltda, 2022
CUT: MAATE, 2018
Información base: Instituto Geográfico Militar, 2013

Fecha: Marzo, 2022
Número de Mapa: 6.2-4

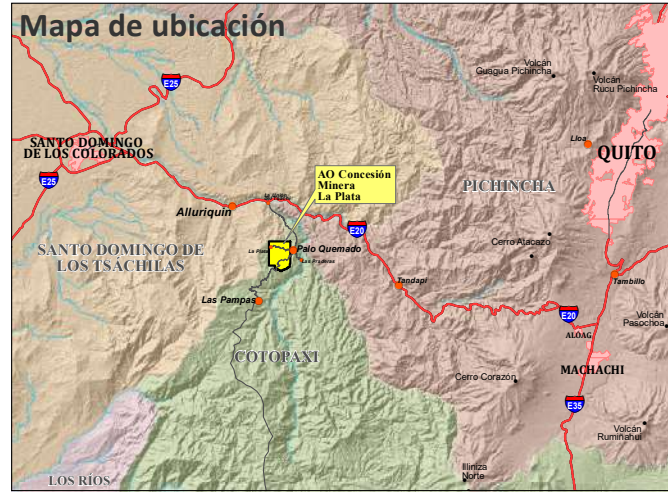
Signos y símbolos convencionales

Aplican en vista principal

- Poblado
- × Punto acotado
- ▲ Área representativa
- Elevación mínima
- ⊙ Elevación máxima
- Límite provincial
- ~ Perfil de elevación
- Vía principal
- Río simple
- Río doble

Aplican en mapa de ubicación

- Límite Área Operativa CM La Plata
- Poblados
- Elevaciones referenciales
- Vialidad principal
- Zona Urbana
- Ríos dobles
- Límite Provincial



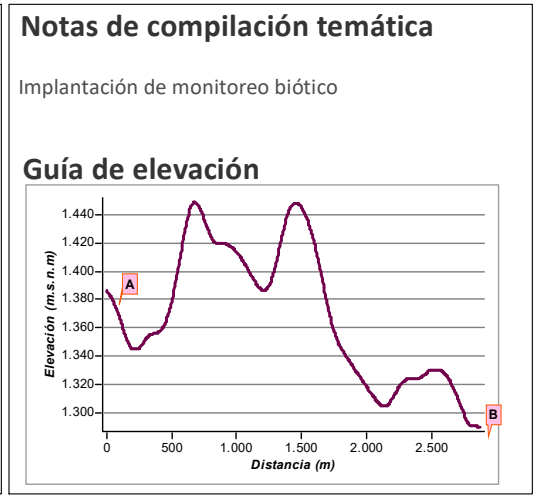
Escala numérica

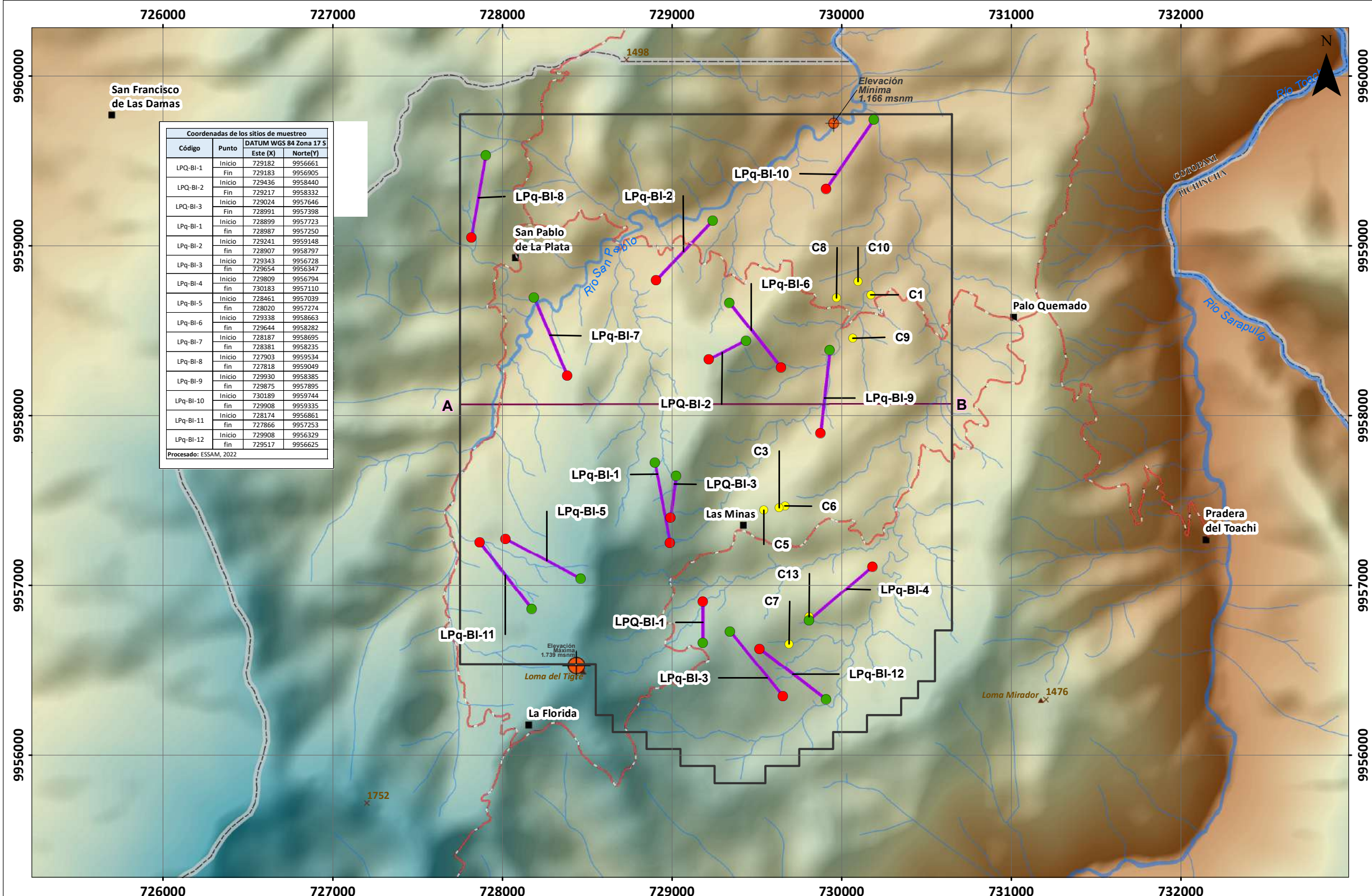
0 220 440 880 Metros

1 cm = 220 m

Escala de impresión: ISO A-3

Sistema de coordenadas:
Proyección Universal Transversa Mercator - UTM
World Geodesic System - WGS 1984
Zona 17 Sur





Coordenadas de los sitios de muestreo			
Código	Punto	DATUM WGS 84 Zona 17 S	
		Este (X)	Norte (Y)
LPq-BI-1	Inicio	729182	9956661
	Fin	729183	9956905
LPq-BI-2	Inicio	729436	9958440
	Fin	729217	9958332
LPq-BI-3	Inicio	729024	9957646
	Fin	728991	9957398
LPq-BI-4	Inicio	728899	9957723
	Fin	728987	9957250
LPq-BI-5	Inicio	729241	9959148
	Fin	728907	9958797
LPq-BI-6	Inicio	729343	9956728
	Fin	729654	9956347
LPq-BI-7	Inicio	729809	9956794
	Fin	730183	9957110
LPq-BI-8	Inicio	728461	9957039
	Fin	728020	9957274
LPq-BI-9	Inicio	729338	9958663
	Fin	729644	9958282
LPq-BI-10	Inicio	728187	9958695
	Fin	728381	9958235
LPq-BI-11	Inicio	727903	9959534
	Fin	727818	9959049
LPq-BI-12	Inicio	729930	9958385
	Fin	729875	9957895
LPq-BI-13	Inicio	730189	9959744
	Fin	729908	9959335
LPq-BI-14	Inicio	728174	9956861
	Fin	727866	9957253
LPq-BI-15	Inicio	729908	9956329
	Fin	729517	9956625

Procesado: ESSAM, 2022

Legenda

- Área operativa (1030,59 ha)
- Inicio
- Fin
- Transecto
- Cámara trampa



Realizado para:

Elaborado por:

Nombre del mapa: Ubicación de sitios de muestreo del componente mastofauna

Ubicación político-administrativa:
Parroquia: Palo Quemado
Cantón: Sigchos
Provincia: Cotopaxi

Fuente de información:
Información temática: Puntos de muestreo: ESSAM Cia Ltda, 2022
CUT: MAATE, 2018
Información base: Instituto Geográfico Militar, 2013

Fecha: Marzo, 2022 Número de Mapa: 6.2-5

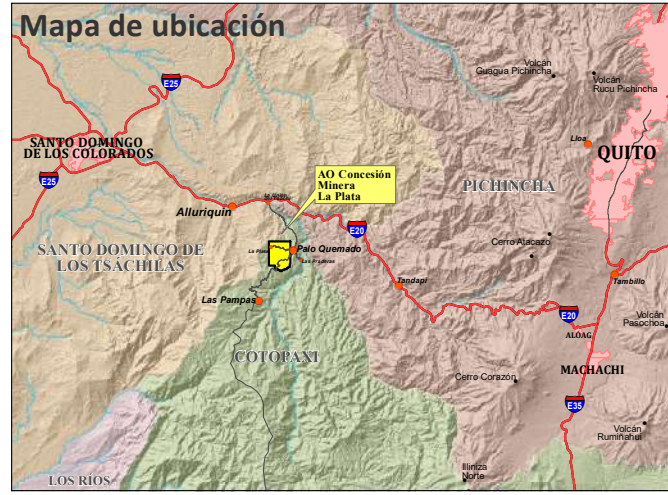
Signos y símbolos convencionales

Aplican en vista principal

- Poblado
- Punto acotado
- Área representativa
- Elevación mínima
- Elevación máxima
- Límite provincial
- Perfil de elevación
- Vía principal
- Río simple
- Río doble

Aplican en mapa de ubicación

- Límite Área Operativa CM La Plata
- Poblados
- Elevaciones referenciales
- Vialidad principal
- + Zona Urbana
- Ríos dobles
- Límite Provincial



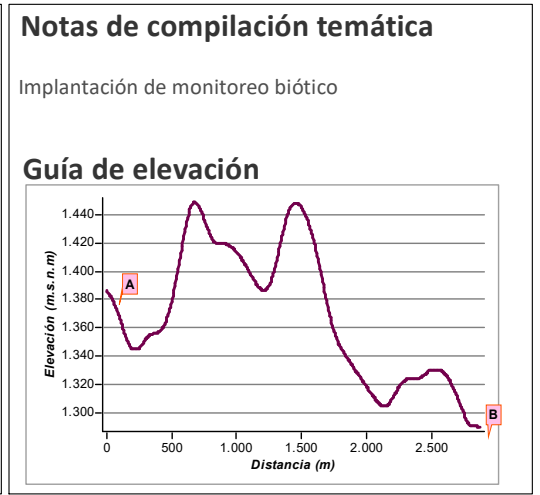
Escala numérica

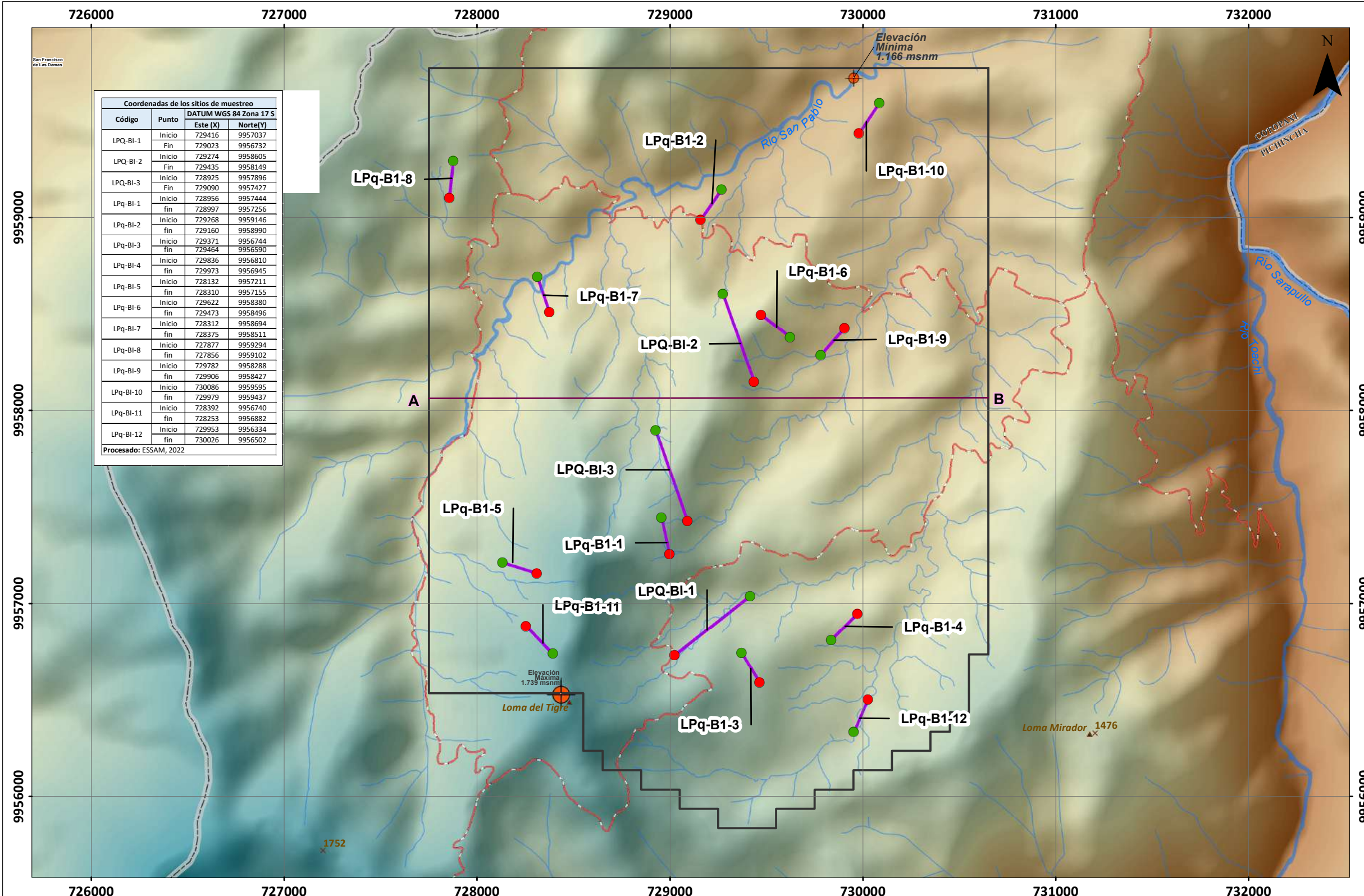
0 250 500 1.000 Metros

1 cm = 250 m

Escala de impresión: ISO A-3

Sistema de coordenadas:
Proyección Universal Transversa Mercator - UTM
World Geodesic System - WGS 1984
Zona 17 Sur





Legenda

- Área operativa (1030,59 ha)
- Inicio
- Fin
- Transecto



Realizado para:

Elaborado por:

Nombre del mapa: Ubicación de sitios de muestreo del componente herpetofauna

Ubicación político-administrativa:
Parroquia: Palo Quemado
Cantón: Sigchos
Provincia: Cotopaxi

Fuente de información:
Información temática:
Puntos de muestreo: ESSAM Cia Ltda, 2022
CUT: MAATE, 2018
Información base:
Instituto Geográfico Militar, 2013

Fecha: Marzo, 2022 Número de Mapa: 6.2-6

Signos y símbolos convencionales

Aplican en vista principal

- Poblado
- × Punto acotado
- ▲ Área representativa
- Elevación mínima
- ⊙ Elevación máxima

Aplican en mapa de ubicación

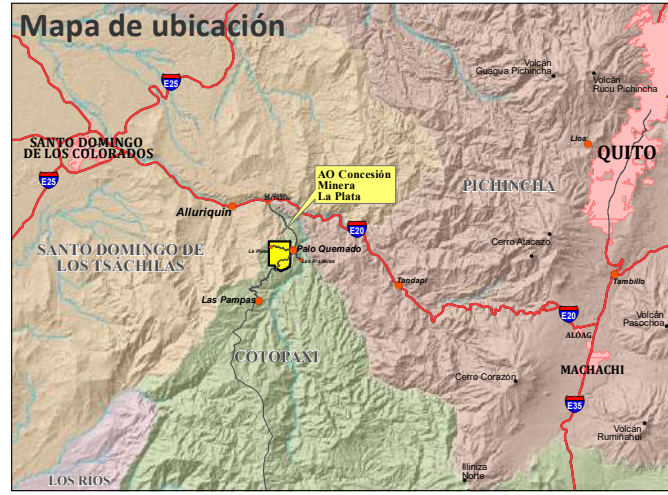
- Límite Área Operativa CM La Plata
- Poblados
- Elevaciones referenciales

Aplican en vista principal

- Límite provincial
- Perfil de elevación
- Vía principal
- Río simple
- Río doble

Aplican en mapa de ubicación

- Vialidad principal
- Zona Urbana
- Ríos dobles
- Límite Provincial



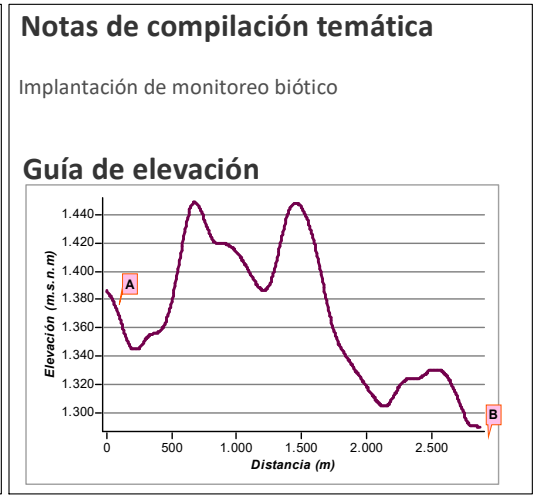
Escala numérica

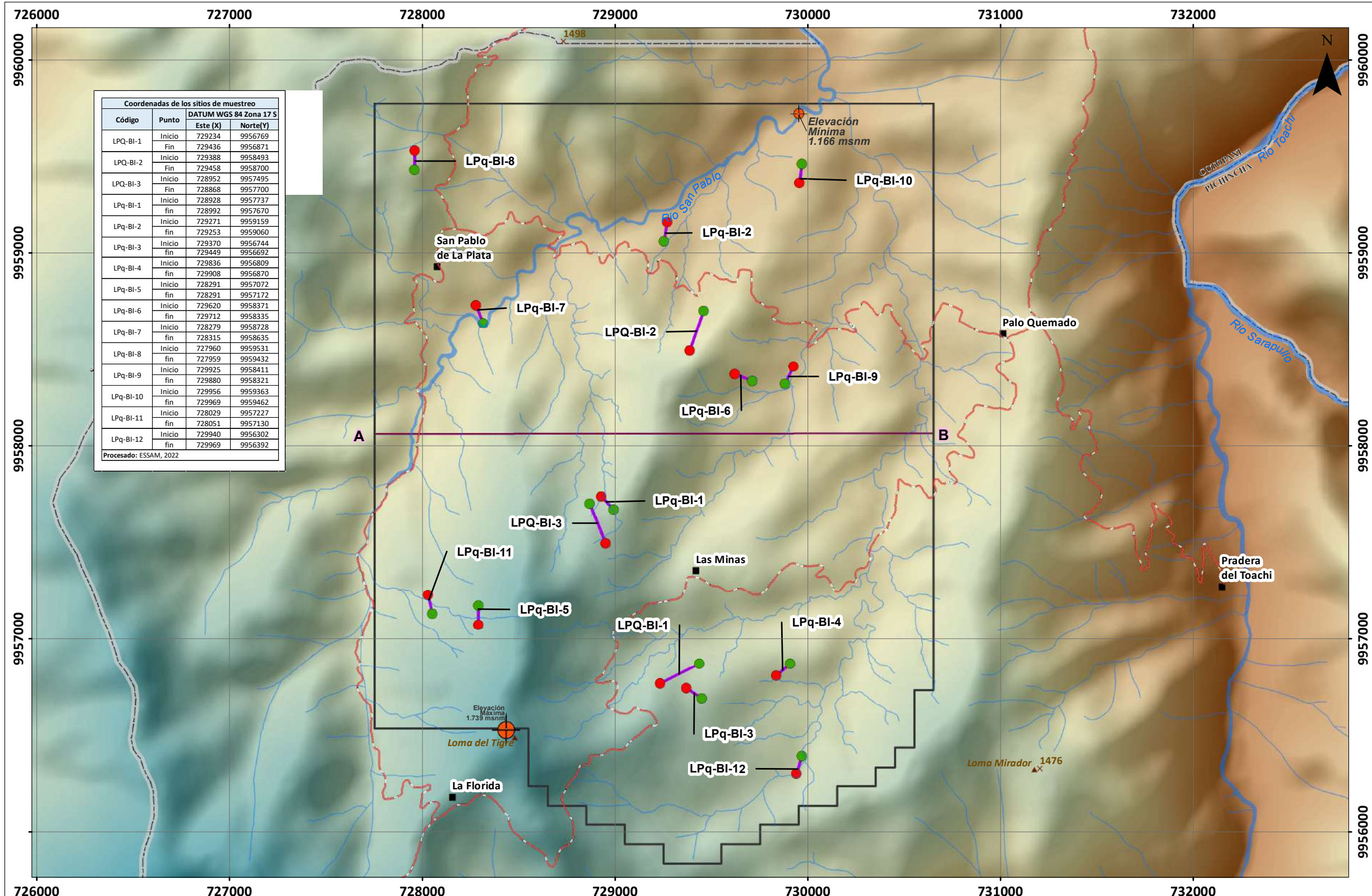
0 220 440 880 Metros

1 cm = 220 m

Escala de impresión: ISO A-3

Sistema de coordenadas:
Proyección Universal Transversa Mercator - UTM
World Geodesic System - WGS 1984
Zona 17 Sur





Coordenadas de los sitios de muestreo			
Código	Punto	DATUM WGS 84 Zona 17 S	
		Este (X)	Norte(Y)
LPq-BI-1	Inicio	729234	9956769
	Fin	729436	9956871
LPq-BI-2	Inicio	729388	9958493
	Fin	729458	9958700
LPq-BI-3	Inicio	728952	9957495
	Fin	728868	9957700
LPq-BI-4	Inicio	728928	9957737
	fin	728992	9957670
LPq-BI-5	Inicio	729271	9959159
	fin	729253	9959060
LPq-BI-6	Inicio	729370	9956744
	fin	729449	9956692
LPq-BI-7	Inicio	729836	9956809
	fin	729908	9956870
LPq-BI-8	Inicio	728291	9957072
	fin	728291	9957172
LPq-BI-9	Inicio	729620	9958371
	fin	729712	9958335
LPq-BI-10	Inicio	728279	9958728
	fin	728315	9958635
LPq-BI-11	Inicio	727960	9959531
	fin	727959	9959432
LPq-BI-12	Inicio	729925	9958411
	fin	729880	9958321
LPq-BI-1	Inicio	729956	9959363
	fin	729969	9959462
LPq-BI-2	Inicio	728029	9957227
	fin	728051	9957130
LPq-BI-3	Inicio	729940	9956302
	fin	729969	9956392

Procesado: ESSAM, 2022

Legenda

- Área operativa (1030,59 ha)
- Inicio
- Fin
- Transecto



Realizado para:

Elaborado por:

Nombre del mapa: Ubicación de sitios de muestreo del componente entomofauna

Ubicación político-administrativa:
Parroquia: Palo Quemado
Cantón: Sigchos
Provincia: Cotopaxi

Fuente de información:
Información temática: Puntos de muestreo: ESSAM Cia Ltda, 2022
CUT: MAATE, 2018
Información base: Instituto Geográfico Militar, 2013

Fecha: Marzo, 2022 Número de Mapa: 6.2-7

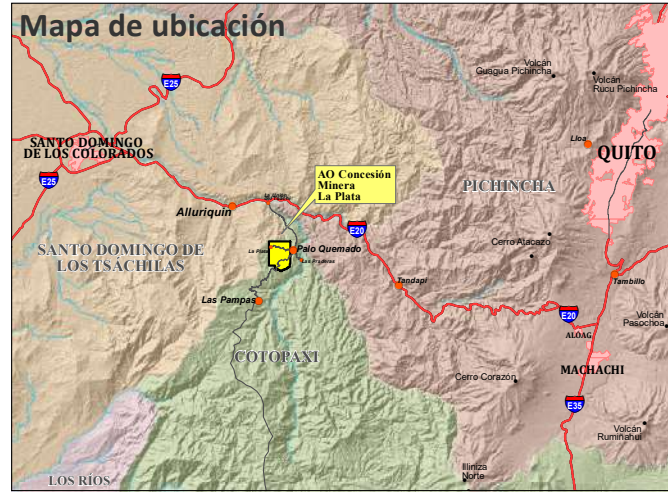
Signos y símbolos convencionales

Aplican en vista principal

- Poblado
- Punto acotado
- Área representativa
- Elevación mínima
- Elevación máxima
- Límite provincial
- Perfil de elevación
- Vía principal
- Río simple
- Río doble

Aplican en mapa de ubicación

- Límite Área Operativa CM La Plata
- Poblados
- Elevaciones referenciales
- Vialidad principal
- + Zona Urbana
- Ríos dobles
- Límite Provincial



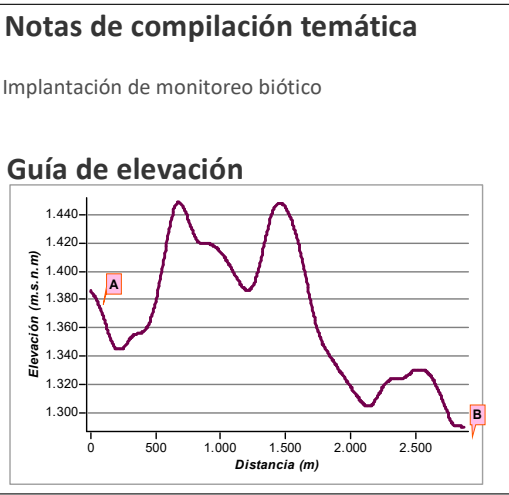
Escala numérica

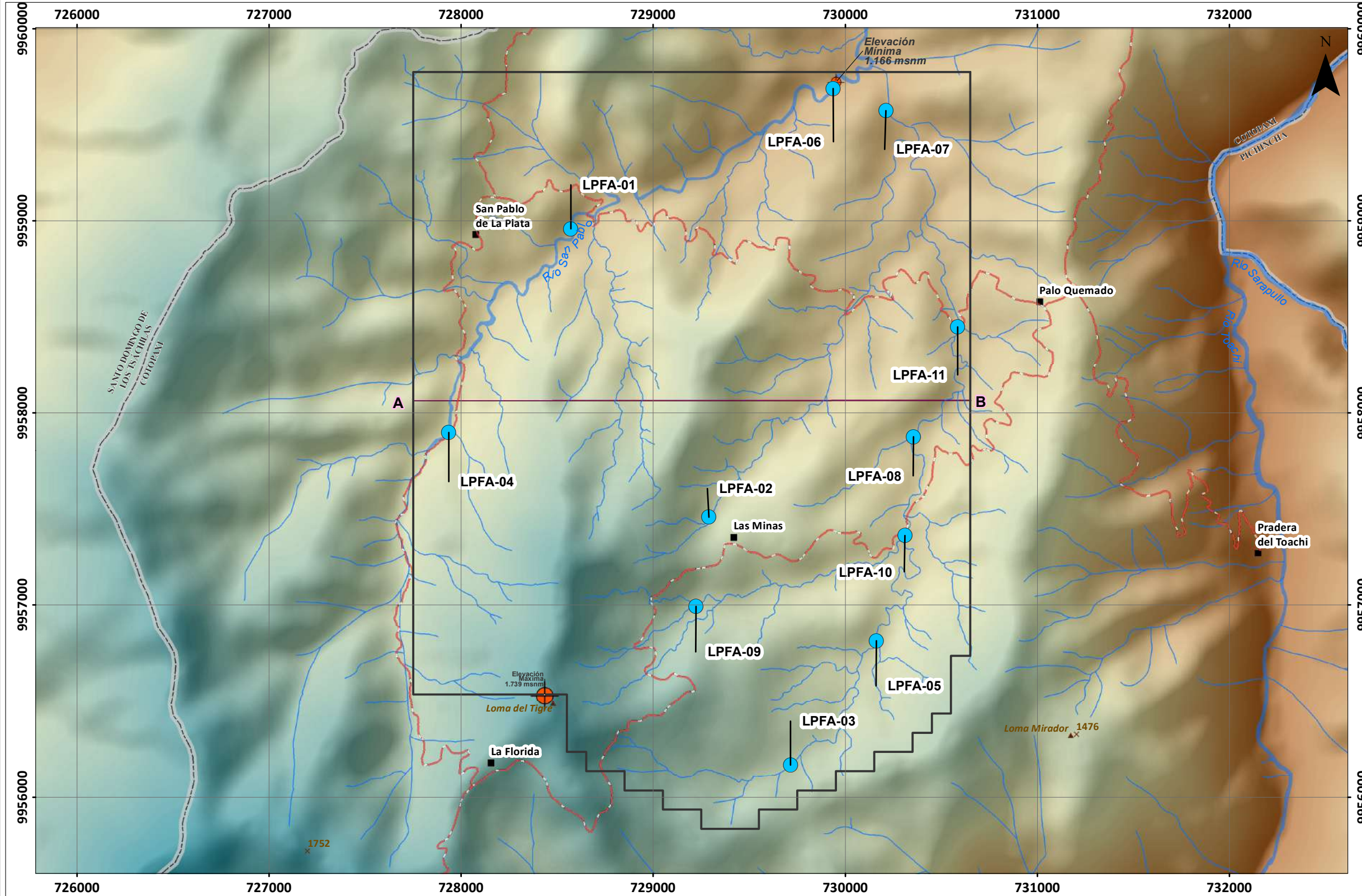
0 220 440 880 Metros

1 cm = 220 m

Escala de impresión: ISO A-3

Sistema de coordenadas:
Proyección Universal Transversa Mercator - UTM
World Geodesic System - WGS 1984
Zona 17 Sur





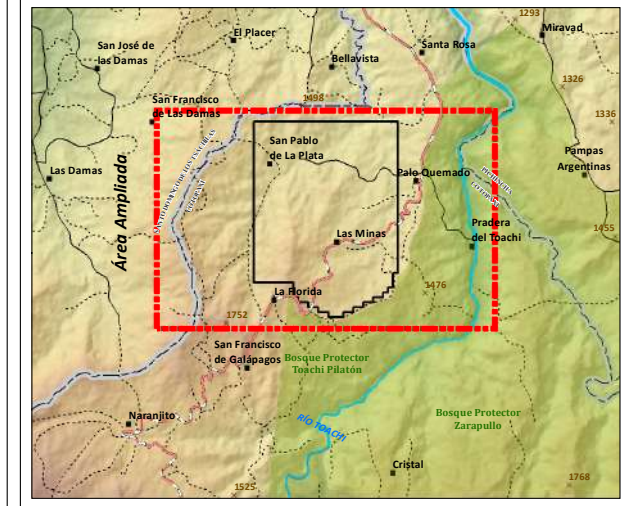
Legenda

- Área operativa (1030,59 ha)
- Punto biótico

Coordenadas de los sitios de muestreo del componente ictiofauna

Código	Punto	DATUM WGS 84 Zona 17 S	
		Este (X)	Norte(Y)
LPFA-01	P1	728572	9958959
LPFA-02	P2	729290	9957457
LPFA-03	P3	729716	9956167
LPFA-04	P4	727936	9957898
LPFA-05	P5	730162	9956814
LPFA-06	P6	729937	9959688
LPFA-07	P7	730213	9959573
LPFA-08	P8	730356	9957875
LPFA-09	P9	729223	9956992
LPFA-10	P10	730312	9957362
LPFA-11	P11	730586	9958447

Vista general del área operativa de la concesión minera La Plata:



Realizado para:

Elaborado por:
Estudios y Servicios Ambientales Cía. Ltda.

Nombre del mapa:
Ubicación de sitios de muestreo del componente ictiofauna

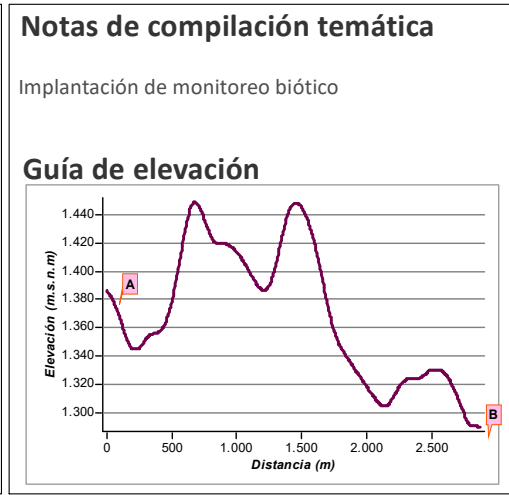
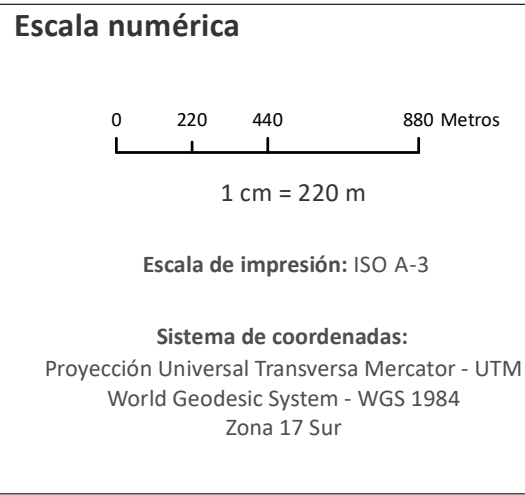
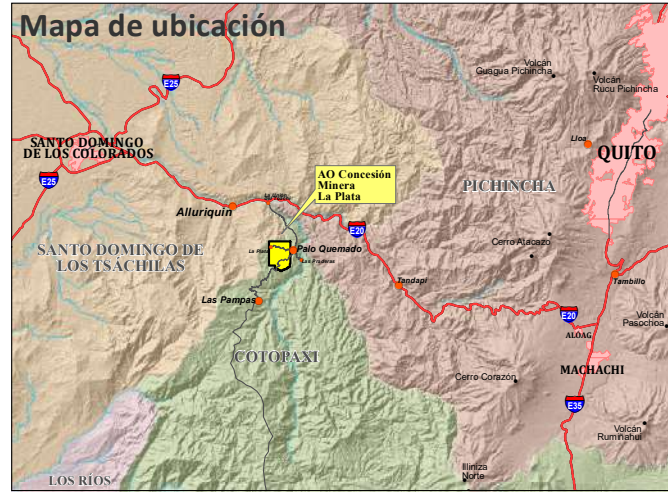
Ubicación político-administrativa:
Parroquia: Palo Quemado
Cantón: Sigchos
Provincia: Cotacachi

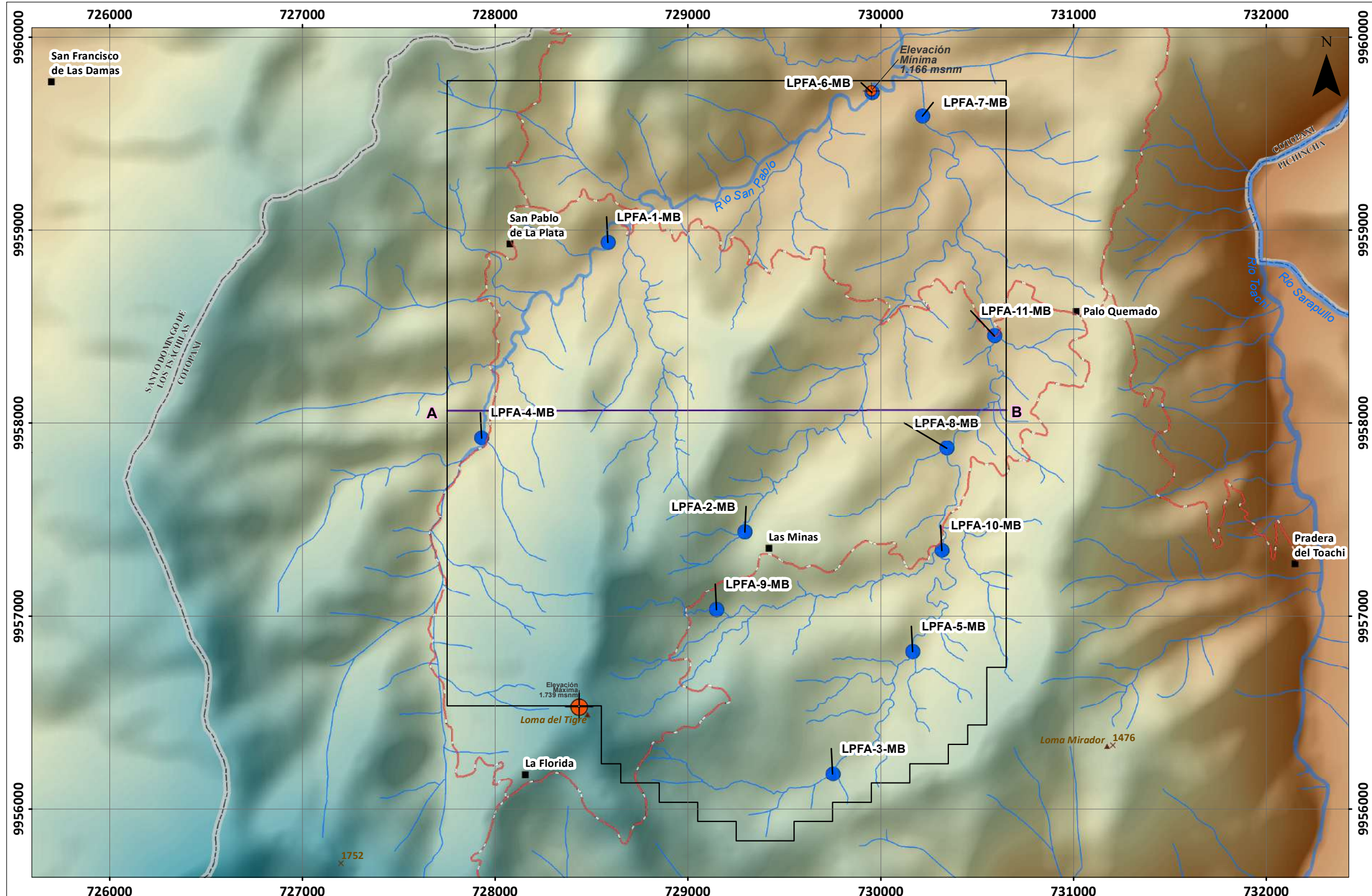
Fuente de información:
Información temática:
Puntos de muestreo: ESSAM Cia Ltda, 2022
CUT: MAATE, 2018
Información base:
Instituto Geográfico Militar, 2013

Fecha: Marzo, 2022 Número de Mapa: 6.2-8

Signos y símbolos convencionales

- Aplican en vista principal**
 - Poblado
 - Punto acotado
 - Área representativa
 - Elevación mínima
 - Elevación máxima
- Aplican en mapa de ubicación**
 - Límite Área Operativa CM La Plata
 - Poblados
 - Elevaciones referenciales
 - Límite provincial
 - Perfil de elevación
 - Vía principal
 - Río simple
 - Río doble
 - Curva de nivel principal
 - Vialidad principal
 - Zona Urbana
 - Ríos dobles
 - Límite Provincial





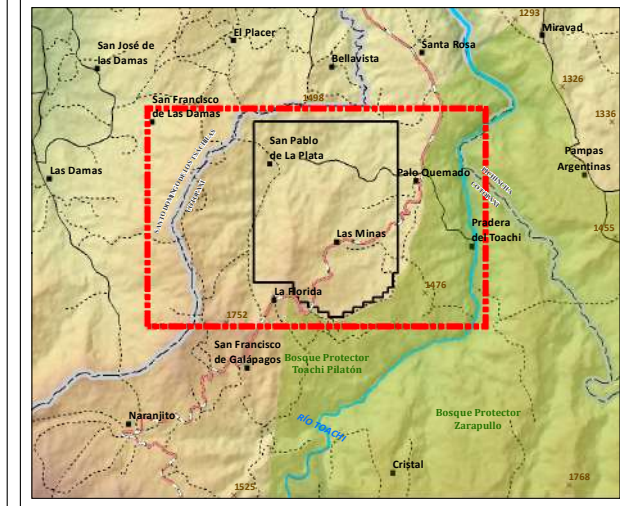
Legenda

- Área operativa (1030,59 ha)
- Muestreo componente macroinvertebrados

Coordenadas de los sitios de muestreo del componente macroinvertebrados

Código	Punto	DATUM WGS 84 Zona 17 S	
		Este (X)	Norte(Y)
LPFA-1-MB	P1	728585	9958936
LPFA-2-MB	P2	729295	9957436
LPFA-3-MB	P3	729751	9956181
LPFA-4-MB	P4	727929	9957922
LPFA-5-MB	P5	730166	9956815
LPFA-6-MB	P6	729954	9959713
LPFA-7-MB	P7	730217	9959592
LPFA-8-MB	P8	730343	9957869
LPFA-9-MB	P9	729148	9957032
LPFA-10-MB	P10	730317	9957339
LPFA-11-MB	P11	730591	9958451

Vista general del área operativa de la concesión minera La Plata:



Realizado para:

Elaborado por:

Nombre del mapa:
Ubicación de sitios de muestreo del componente macroinvertebrados acuáticos

Ubicación político-administrativa:
Parroquia: Palo Quemado
Cantón: Sigchos
Provincia: Cotopaxi

Fuente de información:
Información temática:
Puntos de muestreo: ESSAM Cia Ltda, 2022
CUT: MAATE, 2018
Información base:
Instituto Geográfico Militar, 2013

Fecha: Marzo, 2022 Número de Mapa: 6.2-9

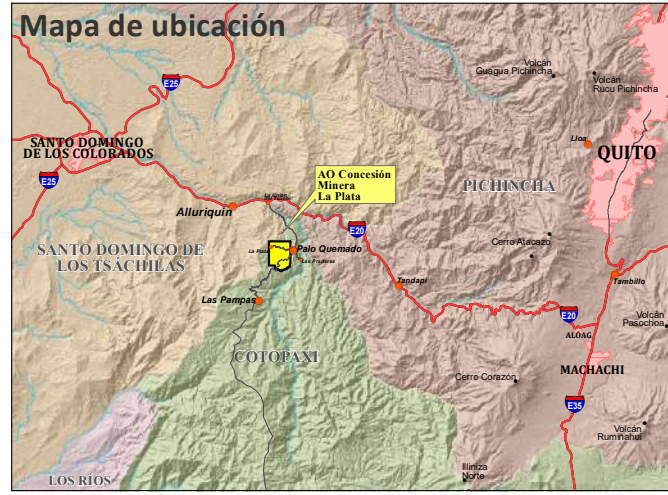
Signos y símbolos convencionales

Aplican en vista principal

- Poblado
- Punto acotado
- Área representativa
- Elevación mínima
- Elevación máxima

Aplican en mapa de ubicación

- Límite Área Operativa CM La Plata
- Poblados
- Elevaciones referenciales
- Límite provincial
- Zona Urbana
- Ríos dobles
- Límite Provincial



Escala numérica

0 220 440 880 Metros

1 cm = 220 m

Escala de impresión: ISO A-3

Sistema de coordenadas:
Proyección Universal Transversa Mercator - UTM
World Geodesic System - WGS 1984
Zona 17 Sur

