

CAPÍTULO 4.0

4.2 MEDIO BIOLÓGICO

**Estudio de Impacto Ambiental Detallado Proyecto
“Enlace 220 Kv Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2
Circuitos), Ampliaciones y SE Asociadas”**

Titular:

CONSORCIO TRANSMANTARO S.A



Elaborado por:

INERCO CONSULTORIA PERÚ S.A.C



ÍNDICE DE CONTENIDO

4.2	LÍNEA BASE BIOLÓGICA	20
4.2.1	INTRODUCCIÓN	20
4.2.2	BASE LEGAL APLICABLE	21
4.2.3	OBJETIVOS	22
4.2.3.1	OBJETIVO GENERAL	22
4.2.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
4.2.4	ÁREA DEL PROYECTO.....	23
4.2.4.1	DESCRIPCIÓN DE UNIDADES AMBIENTALES	23
4.2.4.2	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	46
4.2.4.3	ECOSISTEMAS FRÁGILES	46
4.2.4.4	ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE AVES (IBAS).....	47
4.2.4.5	ÁREAS DE ENDEMISMOS DE AVES (EBAS)	48
4.2.4.6	ÁREAS RECONOCIDAS INTERNACIONALMENTE POR SU VALOR BIOLÓGICO	49
4.2.4.7	CONCESIONES FORESTALES	49
4.2.4.8	ESTACIONALIDAD	49
4.2.5	ECOSISTEMAS TERRESTRES	51
4.2.5.1	ESTACIONES DE EVALUACIÓN	51
4.2.5.2	ESFUERZO DE MUESTREO	55
4.2.5.3	FLORA Y VEGETACIÓN	58
4.2.5.4	FAUNA TERRESTRE	162
4.2.6	ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.....	352
4.2.6.1	ESTACIONES DE EVALUACIÓN	353
4.2.6.2	ESFUERZO DE MUESTREO	355
4.2.6.3	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS.....	355
4.2.6.4	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	356
4.2.6.5	RESULTADOS.....	359
4.2.7	EVALUACIÓN DE FRAGMENTACIÓN.....	461
4.2.7.1	GENERALIDADES.....	461
4.2.7.2	ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN Y CONECTIVIDAD DEL PAISAJE.....	462
4.2.7.3	RESULTADOS.....	464
4.2.8	ÁREAS BIOLÓGICAMENTE SENSIBLES.....	468
4.2.8.1	MÉTODO DE MUESTREO	468
4.2.8.2	IDENTIFICACIÓN DE ABS	469
4.2.9	ESPECIES CLAVE	470
4.2.10	REDES TRÓFICAS.....	472
4.2.10.1	METODOLOGIA.....	473
4.2.10.2	RESULTADOS.....	475
4.2.10.3	CONCLUSIONES	479
4.2.11	AMENAZAS AL ECOSISTEMA	479
4.2.12	SÍNTESIS BIOLÓGICA	481
4.2.12.1	METODOLOGÍA.....	481
4.2.12.2	RESULTADOS.....	484
4.2.13	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.....	485
4.2.13.1	GENERALIDADES.....	485
4.2.13.2	CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS IDENTIFICADOS	488
4.2.14	ECOSISTEMAS FRÁGILES	504
4.2.15	RECURSOS GENÉTICOS	505
4.2.16	HÁBITATS CRÍTICOS	505

4.2.16.1	HÁBITAT CRÍTICO RUMIYACU MISHQUIYACU.....	505
4.2.16.2	ALIANZA PARA LA CERO EXTINCIÓN DE TARAPOTO	505
4.2.17	BIBLIOGRAFÍA	506
4.2.17.1	ECOSISTEMAS TERRESTRES	506
4.2.17.2	ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.....	513

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.2- 1:	Cobertura vegetal identificadas en el área del proyecto.....	27
Tabla 4.2- 2:	Ecosistemas identificados en el área del proyecto	29
Tabla 4.2- 3:	Unidades de vegetación identificadas en el área del proyecto	40
Tabla 4.2- 4:	Áreas Naturales Protegidas cercanas al área del proyecto	46
Tabla 4.2- 5:	Ecosistemas Frágiles cercanos al área del proyecto	46
Tabla 4.2- 6:	Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (IBAs) cercanos al área del proyecto.....	47
Tabla 4.2- 7:	Áreas de Endemismo de Aves (EBAs) cercanos al área del proyecto.....	49
Tabla 4.2- 8:	Estación meteorológica cercana al área del proyecto	50
Tabla 4.2- 9:	Registros de datos de temperatura de máxima (2014 - 2023)	50
Tabla 4.2- 10:	Registros de datos de temperatura mínima (2014 - 2023).....	50
Tabla 4.2- 11:	Registros de datos temperatura promedio (2014 - 2023).....	50
Tabla 4.2- 12:	Registros de datos de precipitación (2014 - 2023)	51
Tabla 4.2- 13:	Temperatura mínima, máxima media y precipitación media mensual	51
Tabla 4.2- 14:	Esfuerzo de Muestreo por Zona de influencia	52
Tabla 4.2- 15:	Estaciones de evaluación de la flora y fauna silvestre	52
Tabla 4.2- 16:	Esfuerzo de Muestreo para la evaluación de la flora y fauna silvestre	56
Tabla 4.2- 17:	Riqueza y abundancia de flora y vegetación por temporada de evaluación	63
Tabla 4.2- 18:	Composición taxonómica de flora y vegetación registrada en el área del proyecto	63
Tabla 4.2- 19:	Especies de flora y vegetación registradas en el área del proyecto	64
Tabla 4.2- 20:	Curva de acumulación de especies – Flora y vegetación (No Paramétrico) – Temporada Muy Húmeda.....	70
Tabla 4.2- 21:	Riqueza y abundancia de flora y vegetación por Clase – Temporada Muy Húmeda	71
Tabla 4.2- 22:	Abundancia y frecuencia de flora y vegetación por Orden – Temporada Muy Húmeda	73
Tabla 4.2- 23:	Abundancia y frecuencia de flora y vegetación por Familia – Temporada Muy Húmeda	74
Tabla 4.2- 24:	Índices de diversidad alfa de la flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda.....	77
Tabla 4.2- 25:	Índices de diversidad alfa de la flora y vegetación por unidad de vegetación – Temporada Muy Húmeda.....	78
Tabla 4.2- 26:	Curva de acumulación de especies – Flora y vegetación (No Paramétrico) – Temporada Húmeda	82
Tabla 4.2- 27:	Riqueza y abundancia de flora y vegetación por Clase – Temporada Húmeda	83
Tabla 4.2- 28:	Abundancia y frecuencia de flora y vegetación por Orden – Temporada Húmeda	85
Tabla 4.2- 29:	Abundancia y frecuencia de flora y vegetación por Familia – Temporada Húmeda	86

Tabla 4.2- 30: Índices de diversidad alfa de la flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Húmeda	89
Tabla 4.2- 31: Índices de diversidad alfa de la flora y vegetación por unidad de vegetación – Temporada Húmeda	90
Tabla 4.2- 32: Composición de flora y vegetación en la unidad de vegetación “Bmb-ma”	93
Tabla 4.2- 33: Composición de flora y vegetación en la unidad de vegetación “Cmsa”	97
Tabla 4.2- 34: Composición de flora y vegetación en la unidad de vegetación “Agro”	97
Tabla 4.2- 35: Composición de flora y vegetación en la unidad de vegetación “Vs”	100
Tabla 4.2- 36: Forma de crecimiento de flora y vegetación por periodo de evaluación	101
Tabla 4.2- 37: Especies protegidas de flora y vegetación según norma nacional e internacional	104
Tabla 4.2- 38: Especies de flora y vegetación empleadas en el área del proyecto	104
Tabla 4.2- 39: Especies claves de flora y vegetación identificadas en el área del proyecto ..	105
Tabla 4.2- 40: Especies de epífitas vasculares registradas en el área del proyecto – Temporada Muy Húmeda	106
Tabla 4.2- 41: Índices de diversidad alfa de epífitas vasculares por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda	108
Tabla 4.2- 42: Índices de diversidad alfa de epífitas vasculares por unidad de vegetación – Temporada Muy Húmeda	109
Tabla 4.2- 43: Especies de epífitas vasculares registradas en el área del proyecto – Temporada Húmeda	109
Tabla 4.2- 44: Índices de diversidad alfa de epífitas vasculares por estación de evaluación – Temporada Húmeda	111
Tabla 4.2- 45: Índices de diversidad alfa de epífitas vasculares por unidad de vegetación – Temporada Húmeda	111
Tabla 4.2- 46: Especies de epífitas no vasculares registradas en el área del proyecto – Temporada Húmeda	112
Tabla 4.2- 47: Cobertura de epífitas no vasculares en el área del proyecto	113
Tabla 4.2- 48: Especies con valor agrostológico registradas en el área del proyecto	113
Tabla 4.2- 49: Especies con valor agrostológico registradas en el área del proyecto	114
Tabla 4.2- 50: Riqueza de especies y abundancia del recurso forestal por temporada de evaluación	116
Tabla 4.2- 51: Composición taxonomica de la flora silvestre registrada en el área del proyecto	116
Tabla 4.2- 52: Especies forestales registradas en el área del proyecto	117
Tabla 4.2- 53: Curva de acumulación de especies – Recursos forestales (No Paramétrico) ..	122
Tabla 4.2- 54: Riqueza de especies por Clase de los recursos forestales	122
Tabla 4.2- 55: Abundancia y frecuencia de especies por Orden de los recursos forestales	124
Tabla 4.2- 56: Abundancia y frecuencia de especies por Familia de los recursos forestales ..	125
Tabla 4.2- 57: Indices de diversidad alfa de los recursos forestales por estación	128
Tabla 4.2- 58: Indices de diversidad alfa de los recursos forestales por unidad de vegetación	129
Tabla 4.2- 59: Curva de acumulación de especies – Recursos forestales (No Paramétrico) ..	132
Tabla 4.2- 60: Riqueza de especies por Clase de los recursos forestales	133
Tabla 4.2- 61: Abundancia y frecuencia de especies por Orden de los recursos forestales	135
Tabla 4.2- 62: Abundancia y frecuencia de especies por Familia de los recursos forestales ..	136
Tabla 4.2- 63: Indices de diversidad alfa de los recursos forestales por estación	139
Tabla 4.2- 64: Indices de diversidad alfa de los recursos forestales por unidad de vegetación	140
Tabla 4.2- 65: Estratos poblacionales de las especies forestales	142

Tabla 4.2- 66: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales	143
Tabla 4.2- 67: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Bmb-am)	144
Tabla 4.2- 68: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Cmsa)	144
Tabla 4.2- 69: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Agro)	145
Tabla 4.2- 70: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Vs)	146
Tabla 4.2- 71: Estructura vertical (HT en m) de los recursos forestales	147
Tabla 4.2- 72: Estructura vertical (m) de los recursos forestales (Bmb-am)	148
Tabla 4.2- 73: Estructura vertical (m) de los recursos forestales (Cmsa)	149
Tabla 4.2- 74: Estructura vertical (m) de los recursos forestales (Agro)	150
Tabla 4.2- 75: Estructura vertical (m) de los recursos forestales (Vs)	151
Tabla 4.2- 76: Índice de Valor de Importancia	152
Tabla 4.2- 77: Categorización del potencial maderable	155
Tabla 4.2- 78: Potencial maderable por unidad de vegetación	155
Tabla 4.2- 79: Forma de crecimiento de los recursos forestales por periodo de evaluación ...	156
Tabla 4.2- 80: Fenología de flora por periodo de evaluación	157
Tabla 4.2- 81: Especies reportadas en regeneración natural de la flora	158
Tabla 4.2- 82: Especies protegidas del recurso forestal según norma nacional e internacional	160
Tabla 4.2- 83: Especies forestales de uso maderable en el área de estudio	160
Tabla 4.2- 84: Especies claves de flora identificadas en el área de estudio	161
Tabla 4.2- 85: Riqueza de especies y abundancia de aves por temporada de evaluación	169
Tabla 4.2- 86: Composición taxonómica de la comunidad de aves en el área del proyecto	170
Tabla 4.2- 87: Especies de aves registradas en el área del proyecto	172
Tabla 4.2- 88: Curva de acumulación de especies – Aves (No Paramétrico)	179
Tabla 4.2- 89: Riqueza de especies de aves por Orden	180
Tabla 4.2- 90: Abundancia y frecuencia de especies de aves por Orden	183
Tabla 4.2- 91: Abundancia y frecuencia de especies de aves por Familia	183
Tabla 4.2- 92: Abundancia y frecuencia de las aves	185
Tabla 4.2- 93: Abundancia de aves por unidad de vegetación	186
Tabla 4.2- 94: Índices de diversidad alfa de aves por estación	187
Tabla 4.2- 95: Índices de diversidad alfa de aves por unidad de vegetación	188
Tabla 4.2- 96: Curva de acumulación de especies – Aves (No Paramétrico)	192
Tabla 4.2- 97: Riqueza de especies de aves por Orden	193
Tabla 4.2- 98: Abundancia y frecuencia de aves por Orden	196
Tabla 4.2- 99: Abundancia y frecuencia de aves por Familia	197
Tabla 4.2- 100: Abundancia y frecuencia de especies de las aves	198
Tabla 4.2- 101: Abundancia de aves por unidad de vegetación	200
Tabla 4.2- 102: Índices de diversidad alfa de aves por estación	201
Tabla 4.2- 103: Índices de diversidad alfa de aves por unidad de vegetación	202
Tabla 4.2- 104: Frecuencia de altura de vuelo	207
Tabla 4.2- 105: Especies de aves con uso potencial en el área de estudio	210
Tabla 4.2- 106: Especies de aves categorizadas en el área del proyecto	211
Tabla 4.2- 107: Especies de mamíferos mayores registrados (registros cuantitativos)	214
Tabla 4.2- 108: Especies de mamíferos mayores registrados (registros cualitativos)	215
Tabla 4.2- 109: Especies de mamíferos menores voladores registrados	215
Tabla 4.2- 110: Especies de mamíferos categorizadas en el área del proyecto – Temporada muy húmeda	216
Tabla 4.2- 111: Composición taxonómica en el área de estudio – Mastofauna mayor	217
Tabla 4.2- 112: Lista de especies en el área del proyecto – Mastofauna mayor	217
Tabla 4.2- 113: Índices de diversidad alfa en el área de estudio – Mastofauna mayor	221

Tabla 4.2- 114: Índices de diversidad por estación de evaluación – Mastofauna mayor	223
Tabla 4.2- 115: Índices de diversidad por Cobertura Vegetal – Mastofauna mayor.....	226
Tabla 4.2- 116: Composición taxonómica en el Ano-ba– Mastofauna mayor	229
Tabla 4.2- 117: Lista de especies en el Ano-ba – Mastofauna mayor.....	230
Tabla 4.2- 118: Valores de los Índices de Ocurrencia y Actividad de Boddicker - UV “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna mayor	234
Tabla 4.2- 119: Índices de diversidad alfa en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna mayor.....	235
Tabla 4.2- 120: Especies protegidas y/o endémicas en la UV “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna mayor	239
Tabla 4.2- 121: Lista de especies en el Bm – Mastofauna mayor	240
Tabla 4.2- 122: Composición y abundancia de especies en el Bm – Mastofauna mayor	240
Tabla 4.2- 123: Índices de diversidad alfa en “Bosque de montaña (Bm)” – Mastofauna mayor	241
Tabla 4.2- 124: Especies protegidas y/o endémicas en el “Bosque de montaña (Bm)” – Mastofauna mayor.....	242
Tabla 4.2- 125: Composición taxonómica en el área de estudio – Mastofauna menor terrestre	243
Tabla 4.2- 126: Lista de especies en en el área de estudio – Mastofauna menor terrestre.....	243
Tabla 4.2- 127: Composición y abundancia de especies en la UV Bm – Mastofauna mayor ..	243
Tabla 4.2- 128: Análisis por cobertura vegetal – Mastofauna menor terrestre	244
Tabla 4.2- 129: Especies protegidas y/o endémicas en el Área de estudio – Mastofauna menor terrestre	245
Tabla 4.2- 130: Composición taxonómica Mastofauna menor voladora	246
Tabla 4.2- 131: Lista de especies Mastofauna menor voladora	246
Tabla 4.2- 132: Índices de diversidad alfa en el área de estudio – Mastofauna menor voladora	250
Tabla 4.2- 133: Índices de diversidad y equidad por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora	251
Tabla 4.2- 134: Índices de diversidad y equidad por Cobertura Vegetal – Mastofauna menor voladora.....	255
Tabla 4.2- 135: Composición taxonómica en Ano-ba – Mastofauna menor voladora	258
Tabla 4.2- 136: Lista de especies en Ano-ba – Mastofauna menor voladora	258
Tabla 4.2- 137: Índices de diversidad alfa en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna menor voladora.....	264
Tabla 4.2- 138: Especies protegidas y/o endémicas en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna menor voladora.....	267
Tabla 4.2- 139: Lista de especies en el Bm – Mastofauna menor voladora	268
Tabla 4.2- 140: Lista de especies en el Bm – Mastofauna menor voladora	268
Tabla 4.2- 141: Índices de diversidad alfa en “Bosque de montaña (Bm)” – Mastofauna menor voladora.....	272
Tabla 4.2- 142: Especies protegidas y/o endémicas en el “Bosque de montaña (Bm)” – Mastofauna menor voladora.....	274
Tabla 4.2- 143: Lista de especies en la Temporada Muy Húmeda – Mastofauna menor voladora (Bioacústica).....	275
Tabla 4.2- 144: Actividad acústica por Estación de evaluación en la Temporada Muy Húmeda – Mastofauna menor voladora (Bioacústica).....	276
Tabla 4.2- 145: Parámetros de Diversidad por Estación de evaluación en la Temporada Muy Húmeda – Mastofauna menor voladora (Bioacústica)	278

Tabla 4.2- 146: Especies protegidas y/o endémicas en la Temporada Muy Húmeda – Mastofauna menor voladora (Bioacústica).....	279
Tabla 4.2- 147: Lista de especies en la Temporada húmeda – Mastofauna menor voladora (Bioacústica).....	279
Tabla 4.2- 148: Actividad acústica por Estación de evaluación en la Temporada húmeda– Mastofauna menor voladora (Bioacústica).....	281
Tabla 4.2- 149: Parámetros de Diversidad por Estación de evaluación en la Temporada húmeda – Mastofauna menor voladora (Bioacústica).....	283
Tabla 4.2- 150: Especies protegidas y/o endémicas en la Temporada húmeda – Mastofauna menor voladora (Bioacústica).....	284
Tabla 4.2- 151: Análisis de diversidad alfa por estación – Herpetofauna.....	288
Tabla 4.2- 152: Análisis de diversidad alfa por unidad de vegetación – Herpetofauna.....	293
Tabla 4.2- 153: Especies protegidas y/o endémicas – Herpetofauna	295
Tabla 4.2- 154: Composición taxonómica en el área de estudio – Herpetofauna	295
Tabla 4.2- 155: Lista de especies en el área de estudio – Herpetofauna	296
Tabla 4.2- 156: Índices de diversidad alfa en el área de estudio – Herpetofauna.....	302
Tabla 4.2- 157: Índices de diversidad y equidad por estación de evaluación – Herpetofauna	303
Tabla 4.2- 158: Índices de diversidad y equidad por Unidad de Vegetación (UV) – Herpetofauna	307
Tabla 4.2- 159: Composición taxonómica en Ano-ba – Herpetofauna	310
Tabla 4.2- 160: Lista de especies en Ano-ba – Herpetofauna.....	310
Tabla 4.2- 161: Índices de diversidad alfa en la UV “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Herpetofauna.....	317
Tabla 4.2- 162: Especies protegidas y/o endémicas – Herpetofauna	319
Tabla 4.2- 163: Composición taxonómica en el Bm – Herpetofauna.....	321
Tabla 4.2- 164: Lista de especies en el Bm – Herpetofauna	321
Tabla 4.2- 165: Índices de diversidad alfa en “Bosque de montaña (Bm)” – Herpetofauna.....	326
Tabla 4.2- 166: Especies protegidas y/o endémicas – Herpetofauna	328
Tabla 4.2- 167: Frecuencia de especies de artrópodos.....	338
Tabla 4.2- 168: Curva de acumulación de especies de los artrópodos terrestres (No Paramétrico)	346
Tabla 4.2- 169: Riqueza de especies por Clase de los artrópodos terrestres	347
Tabla 4.2- 170: Abundancia y frecuencia de especies de los artrópodos terrestres	348
Tabla 4.2- 171: Índices de diversidad alfa de de los artrópodos terrestres por estación	349
Tabla 4.2- 172: Estaciones de Evaluación de Recursos Hidrobiológicos.....	354
Tabla 4.2- 173: Resumen de evaluación de comunidades acuáticas continental	355
Tabla 4.2- 174: Parametros fisicoquímicos evaluados en campo	356
Tabla 4.2- 175: Análisis de diversidad alfa por estación – Perifiton	367
Tabla 4.2- 176: Especies de perifiton registrados en la temporada húmeda	370
Tabla 4.2- 177: Curva de acumulación de especies – Perifiton (No Paramétrico)	372
Tabla 4.2- 178: Índices de diversidad alfa del Perifiton	374
Tabla 4.2- 179: Análisis de diversidad alfa por estación – Fitoplancton	384
Tabla 4.2- 180: Especies de fitoplancton registrados en la temporada húmeda	387
Tabla 4.2- 181: Curva de acumulación de especies – Fitoplancton (No Paramétrico).....	389
Tabla 4.2- 182: Índices de diversidad alfa del Fitoplancton	391
Tabla 4.2- 183: Especies de zooplancton registrados en la temporada muy húmeda	393
Tabla 4.2- 184: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)	394
Tabla 4.2- 185: Riqueza de especies por estación – Zooplancton (Cualitativo).....	396
Tabla 4.2- 186: Especies de zooplancton registrados en la temporada muy húmeda	397
Tabla 4.2- 187: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)	398

Tabla 4.2- 188: Riqueza de especies – Zooplancton (Cuantitativo)	399
Tabla 4.2- 189: Frecuencia de Phylum por estación – Zooplancton.....	401
Tabla 4.2- 190: Análisis de diversidad alfa por estación – Zooplancton.....	401
Tabla 4.2- 191: Especies de zooplancton registrados en la temporada húmeda	403
Tabla 4.2- 192: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)	404
Tabla 4.2- 193: Riqueza de especies por phylla – Zooplancton (Cualitativo).....	405
Tabla 4.2- 194: Riqueza de especies por estación – Zooplancton (Cualitativo).....	406
Tabla 4.2- 195: Especies de zooplancton registrados en la temporada húmeda	408
Tabla 4.2- 196: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)	409
Tabla 4.2- 197: Riqueza de especies – Zooplancton (Cuantitativo)	410
Tabla 4.2- 198: Frecuencia de Phylum por estación – Zooplancton.....	412
Tabla 4.2- 199: Análisis de diversidad alfa por estación – Zooplancton.....	413
Tabla 4.2- 200: Especies de macroinvertebrados acuáticos – Temporada muy Húmeda	415
Tabla 4.2- 201: Composición de la comunidad de macroinvertebrados – Temporada muy Húmeda	416
Tabla 4.2- 202: Curva de acumulación de especies – Macroinvertebrados (No Paramétrico).....	417
Tabla 4.2- 203: Riqueza de especies por Orden de macroinvertebrados bentónicos	418
Tabla 4.2- 204: Frecuencia de especies de macroinvertebrados bentónicos	421
Tabla 4.2- 205: Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos	422
Tabla 4.2- 206: Especies de macroinvertebrados acuáticos – Temporada húmeda.....	424
Tabla 4.2- 207: Composición de la comunidad de macroinvertebrados – Temporada húmeda.....	425
Tabla 4.2- 208: Curva de acumulación de especies – Macroinvertebrados (No Paramétrico)	427
Tabla 4.2- 209: Riqueza de especies por Orden de macroinvertebrados bentónicos	428
Tabla 4.2- 210: Frecuencia de especies de macroinvertebrados bentónicos	431
Tabla 4.2- 211: Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos	432
Tabla 4.2- 212: Especies de peces registrados en la temporada muy húmeda	435
Tabla 4.2- 213: Curva de acumulación de especies – Necton (No Paramétrico)	436
Tabla 4.2- 214: Riqueza de especies del necton por Orden.....	437
Tabla 4.2- 215: Abundancia del necton por estación.....	439
Tabla 4.2- 216: Índices de diversidad alfa del nectón.....	440
Tabla 4.2- 217: Especies de peces registrados en la temporada húmeda	442
Tabla 4.2- 218: Curva de acumulación de especies – Necton (No Paramétrico)	444
Tabla 4.2- 219: Riqueza de especies del necton por Orden.....	444
Tabla 4.2- 220: Abundancia del necton por estación.....	446
Tabla 4.2- 221: Índices de diversidad alfa del nectón.....	448
Tabla 4.2- 222: Uso de especies del nectón.....	450
Tabla 4.2- 223: Especies de macroinvertebrados acuáticos – Temporada muy Húmeda	451
Tabla 4.2- 224: Curva de acumulación de especies – Macrofitas (No Paramétrico).....	452
Tabla 4.2- 225: Riqueza de especies de macrofitos por estación	453
Tabla 4.2- 226: Especies de macroinvertebrados acuáticos – Temporada muy Húmeda	455
Tabla 4.2- 227: Curva de acumulación de especies – Macrofitas (No Paramétrico).....	456
Tabla 4.2- 228: Riqueza de especies de macrofitos por estación	457
Tabla 4.2- 229: Evaluación de la calidad del medio acuático mediante el índice de diversidad de Shannon Wiener.....	460
Tabla 4.2- 230: Calidad del agua según los índices Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera	460
Tabla 4.2- 231: Evaluación de la calidad del medio acuático mediante el índice ETP.....	461
Tabla 4.2- 232: Métricas de los atributos ecológicos a evaluarse para el análisis de patrones de fragmentación y conectividad del paisaje	463

Tabla 4.2- 233: Resultados de los análisis de los atributos ecológicos estructurales del paisaje en el AEA.....	465
Tabla 4.2- 234: Variación porcentual de los valores de los atributos ecológicos estructurales del paisaje en el AEA	465
Tabla 4.2- 235: Resultados de los análisis de los atributos ecológicos de continuidad de la conectividad funcional del paisaje evaluados para el AEA	466
Tabla 4.2- 236: Variación porcentual de los valores de los atributos ecológicos de continuidad de la conectividad funcional del paisaje para el AEA.....	467
Tabla 4.2- 237: Nivel de significancia de ABS	469
Tabla 4.2- 238: ABS identificados en el área del proyecto	469
Tabla 4.2- 239: Uso de los ABS identificados en el área del proyecto	470
Tabla 4.2- 240: Organización trófica de las categorías en la red trófica	474
Tabla 4.2- 241: Criterios o atributos para el análisis de sensibilidad	482
Tabla 4.2- 242: Valores de ponderación para los criterios o atributos del análisis de sensibilidad	483
Tabla 4.2- 243: Valores de ponderación para los criterios o atributos del análisis de sensibilidad	484
Tabla 4.2- 244: Valores de criterios o atributos para el análisis de sensibilidad	485
Tabla 4.2- 245: Tipos de servicios ecosistémicos.....	486
Tabla 4.2- 246: Servicios ecosistémicos identificados en el área del proyecto	489
Tabla 4.2- 247: Especies de flora empleadas con fines alimenticios en el área del proyecto ..	493
Tabla 4.2- 248: Especies de fauna empleadas en el área del proyecto	493
Tabla 4.2- 249: Especies de flora empleadas con fines alimenticios en el área del proyecto ..	495
Tabla 4.2- 250: Especies forestales de uso maderable en el área del proyecto	496
Tabla 4.2- 251: Especies forestales de uso en construcción en el área del proyecto	496
Tabla 4.2- 252: Especies forestales de uso como leña en el área del proyecto	497
Tabla 4.2- 253: Total de especies de flora y fauna registradas en el área del proyecto	497
Tabla 4.2- 254: Uso de especies del neotón	497
Tabla 4.2- 255: Uso de medicina tradicional reportadas en el área de estudio.....	498
Tabla 4.2- 256: Estimación de la captura de carbono en la región San Martín	500
Tabla 4.2- 257: Integración de la calidad y la capacidad de absorción del paisaje	502
Tabla 4.2- 258: Servicios ecosistémicos finales identificados en el área de estudio según unidades de vegetación	504
Tabla 4.2- 259: Ecosistemas Frágiles cercanos al área del proyecto	504

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.2- 1: Riqueza y abundancia de flora y vegetación en el área del proyecto.....	63
Gráfico 4.2- 3: Composición por clase y abundancia de flora y vegetación en el área del proyecto	64
Gráfico 4.2- 4: Curva de acumulación de especies – Flora y vegetación (Modelo de Clench) – Temporada Muy Húmeda.....	70
Gráfico 4.2- 5: Curva de acumulación de especies – Flora y vegetación (No Paramétrico) – Temporada Muy Húmeda.....	71
Gráfico 4.2- 6: Riqueza y abundancia de flora y vegetación por Clase – Temporada Muy Húmeda	72
Gráfico 4.2- 7: Riqueza de flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda	72

Gráfico 4.2- 8: Riqueza de flora y vegetación por unidad de vegetación – Temporada Muy Húmeda	73
Gráfico 4.2- 9: Abundancia de flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda	76
Gráfico 4.2- 10: Abundancia de flora y vegetación por unidad de vegetación – Temporada Muy Húmeda	77
Gráfico 4.2- 11: Evaluación de diversidad alfa de la flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda	78
Gráfico 4.2- 12: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Jaccard por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda	79
Gráfico 4.2- 13: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Morisita por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda	79
Gráfico 4.2- 13: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Jaccard por unidad de vegetación – Temporada Muy Húmeda	80
Gráfico 4.2- 14: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Morisita por unidad de vegetación – Temporada Muy Húmeda	80
Gráfico 4.2- 15: Curva de acumulación de especies – Flora y vegetación (Modelo de Clench) – Temporada Húmeda	82
Gráfico 4.2- 16: Curva de acumulación de especies – Flora y vegetación (No Paramétrico) – Temporada Húmeda	83
Gráfico 4.2- 17: Riqueza y abundancia de flora y vegetación por Clase – Temporada Húmeda	84
Gráfico 4.2- 18: Riqueza de flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Húmeda	84
Gráfico 4.2- 19: Riqueza de flora y vegetación por unidad de vegetación – Temporada Húmeda	85
Gráfico 4.2- 20: Abundancia de flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Húmeda	88
Gráfico 4.2- 21: Abundancia de flora y vegetación por unidad de vegetación – Temporada Húmeda	89
Gráfico 4.2- 22: Evaluación de diversidad alfa de la flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Húmeda	90
Gráfico 4.2- 23: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Jaccard por estación de evaluación – Temporada Húmeda	91
Gráfico 4.2- 24: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Morisita por estación de evaluación – Temporada Húmeda	92
Gráfico 4.2- 25: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Jaccard por unidad de vegetación – Temporada Húmeda	92
Gráfico 4.2- 26: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Morisita por unidad de vegetación – Temporada Húmeda	93
Gráfico 4.2- 27: Forma de crecimiento de flora y vegetación – Temporada Muy Húmeda	102
Gráfico 4.2- 28: Forma de crecimiento de flora y vegetación – Temporada Húmeda	102
Gráfico 4.2- 29: Fenología de flora y vegetación por periodo de evaluación	103
Gráfico 4.2- 30: Riqueza y abundancia de epífitas vasculares por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda	107
Gráfico 4.2- 31: Riqueza y abundancia de epífitas vasculares por unidad de vegetación – Temporada Muy Húmeda	108
Gráfico 4.2- 32: Riqueza y abundancia de epífitas vasculares por estación de evaluación – Temporada Húmeda	110

Gráfico 4.2- 33: Riqueza y abundancia de epífitas vasculares por unidad de vegetación – Temporada Húmeda	110
Gráfico 4.2- 34: Riqueza de especies y abundancia de los recursos forestales en el área del proyecto.....	116
Gráfico 4.2- 35: Composición de la flora por clases y abundancia de la flora silvestre.....	117
Gráfico 4.2- 36: Curva de acumulación de especies – Recursos forestales (Modelo de Clench)	121
Gráfico 4.2- 37: Curva de acumulación de especies – Recursos forestales (No Paramétrico)	122
Gráfico 4.2- 38: Riqueza de especies por Clase de los recursos forestales	123
Gráfico 4.2- 39: Riqueza de especies por estación de evaluación de los recursos forestales	123
Gráfico 4.2- 40: Riqueza de especies por unidad de vegetación de los recursos forestales ...	124
Gráfico 4.2- 41: Abundancia por estación de evaluación de los recursos forestales	127
Gráfico 4.2- 42: Abundancia por unidad de vegetación de los recursos forestales.....	127
Gráfico 4.2- 43: Evaluación de la diversidad alfa de los recursos forestales	128
Gráfico 4.2- 44: Análisis de similaridad de los recursos forestales mediante el índice de Jaccard por estación de evaluación.....	129
Gráfico 4.2- 45: Análisis de similaridad de los recursos forestales mediante el índice de Morisita por estación de evaluación.....	130
Gráfico 4.2- 46: Análisis de similaridad de los recursos forestales mediante el índice de Jaccard por unidad de vegetación	130
Gráfico 4.2- 47: Análisis de similaridad de los recursos forestales mediante el índice de Morisita por unidad de vegetación	131
Gráfico 4.2- 48: Curva de acumulación de especies – Recursos forestales (Modelo de Clench)	132
Gráfico 4.2- 49: Curva de acumulación de especies – Recursos forestales (No Paramétrico)	133
Gráfico 4.2- 50: Riqueza de especies por estación de evaluación de los recursos forestales	134
Gráfico 4.2- 51: Riqueza de especies por unidad de vegetación de los recursos forestales ...	135
Gráfico 4.2- 52: Abundancia por estación de evaluación de los recursos forestales	138
Gráfico 4.2- 53: Abundancia por unidad de vegetación de los recursos forestales.....	138
Gráfico 4.2- 54: Evaluación de la diversidad alfa de los recursos forestales	139
Gráfico 4.2- 55: Análisis de similaridad de los recursos forestales mediante el índice de Jaccard por estación de evaluación.....	140
Gráfico 4.2- 56: Análisis de similaridad de los recursos forestales mediante el índice de Morisita por estación de evaluación.....	141
Gráfico 4.2- 57: Análisis de similaridad de los recursos forestales mediante el índice de Jaccard por unidad de vegetación	141
Gráfico 4.2- 58: Análisis de similaridad de los recursos forestales mediante el índice de Morisita por unidad de vegetación	142
Gráfico 4.2- 59: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales	143
Gráfico 4.2- 60: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Bmb-am)	144
Gráfico 4.2- 61: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Cmsa)	145
Gráfico 4.2- 62: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Agro)	146
Gráfico 4.2- 63: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Vs).....	147
Gráfico 4.2- 64: Estructura vertical (HT en m) de los recursos forestales	148
Gráfico 4.2- 65: Estructura vertical (m) de los recursos forestales (Bmb-am)	149
Gráfico 4.2- 66: Estructura vertical (m) de los recursos forestales (Cmsa)	150
Gráfico 4.2- 67: Estructura vertical (m) de los recursos forestales (Agro)	151
Gráfico 4.2- 68: Estructura vertical (m) de los recursos forestales (Vs).....	151
Gráfico 4.2- 69: Forma de crecimiento de flora en la Temporada Muy Húmeda.....	156
Gráfico 4.2- 70: Forma de crecimiento de flora en la Temporada Húmeda	156

Gráfico 4.2- 71: Riqueza de especies y abundancia de las aves en el área del proyecto	170
Gráfico 4.2- 72: Composicion por Ordenes y abundancia de las aves.....	172
Gráfico 4.2- 73: Curva de acumulación de especies – Aves (Modelo de Clench).....	178
Gráfico 4.2- 74: Curva de acumulación de especies – Aves (No Paramétrico).....	179
Gráfico 4.2- 75: Riqueza de especies de aves por Clase.....	181
Gráfico 4.2- 76: Riqueza de especies de aves por estación de evaluación	181
Gráfico 4.2- 77: Riqueza de especies de aves por unidad de vegetación.....	182
Gráfico 4.2- 78: Abundancia de aves por estación de evaluación	185
Gráfico 4.2- 79: Abundancia de aves por unidad de vegetación	186
Gráfico 4.2- 80: Composicion de la abundancia de aves por unidad de vegetación.....	187
Gráfico 4.2- 81: Evaluacion de la diversidad alfa de aves	188
Gráfico 4.2- 82: Análisis de similaridad de aves mediante el índice de Jaccard por estación de evaluación	189
Gráfico 4.2- 83: Análisis de similaridad de aves mediante el índice de Morisita por estación de evaluación	190
Gráfico 4.2- 84: Análisis de similaridad de aves mediante el índice de Jaccard por unidad de vegetación	190
Gráfico 4.2- 85: Análisis de similaridad de aves mediante el índice de Morisita por unidad de vegetación	191
Gráfico 4.2- 86: Curva de acumulación de especies – Aves (Modelo de Clench).....	192
Gráfico 4.2- 87: Curva de acumulación de especies – Aves (No Paramétrico).....	193
Gráfico 4.2- 88: Riqueza de especies de aves por Clase.....	194
Gráfico 4.2- 89: Riqueza de especies de aves por estación de evaluación	194
Gráfico 4.2- 90: Riqueza de especies de aves por unidad de vegetación.....	195
Gráfico 4.2- 91: Abundancia de aves por estación de evaluación.....	199
Gráfico 4.2- 92: Abundancia de aves por unidad de vegetación	200
Gráfico 4.2- 93: Composicion de la abundancia de aves por unidad de vegetación.....	201
Gráfico 4.2- 94: Evaluacion de la diversidad alfa de aves	202
Gráfico 4.2- 95: Análisis de similaridad de las aves mediante el índice de Jaccard por estación de evaluación	203
Gráfico 4.2- 96: Análisis de similaridad de las aves mediante el índice de Morisita por estación de evaluación	203
Gráfico 4.2- 97: Análisis de similaridad de las aves mediante el índice de Jaccard por unidad de vegetación	204
Gráfico 4.2- 98: Análisis de similaridad de las aves mediante el índice de Morisita por unidad de vegetación	205
Gráfico 4.2- 99: Composicion de las aves por nicho trófico.....	205
Gráfico 4.2- 100: Riqueza en el área de estudio a Nivel de Orden – Mastofauna mayor	218
Gráfico 4.2- 101: Riqueza en el área de estudio a Nivel de Familias – Mastofauna mayor	218
Gráfico 4.2- 102: Riqueza de especies por estación de evaluación – Mastofauna mayor	219
Gráfico 4.2- 103: Frecuencia relativa de especies por estación de evaluación – Mastofauna mayor	220
Gráfico 4.2- 104: Abundancia de especies por estación de evaluación – Mastofauna mayor	220
Gráfico 4.2- 105: Diversidad y equidad de especies por estación de evaluación	223
Gráfico 4.2- 106: Índice de Jaccard por estación de evaluación – Mastofauna mayor	224
Gráfico 4.2- 107: Índice de Morisita - Horn por estación de evaluación – Mastofauna mayor	225
Gráfico 4.2- 108: Indices de diversidad por Cobertura Vegetal – Mastofauna mayor	226
Gráfico 4.2- 109: Índice de Jaccard por Cobertura Vegetal – Mastofauna mayor.....	227
Gráfico 4.2- 110: Índice de Morisita - Horn por Cobertura Vegetal –Mastofauna mayor.....	227

Gráfico 4.2- 111: Unidad de Vegetación “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” - Curva de Acumulación de Especies – Mastofauna mayor	229
Gráfico 4.2- 112: Riqueza en la UV “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” a Nivel de Orden – Mastofauna mayor	230
Gráfico 4.2- 113: Riqueza en el “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” a Nivel de Familias – Mastofauna mayor	231
Gráfico 4.2- 114: Riqueza de especies por estación de evaluación - “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna mayor	231
Gráfico 4.2- 115: Frecuencia de especies por estación de evaluación - “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna mayor	232
Gráfico 4.2- 116: Abundancia de especies por estación de evaluación - UV “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna mayor	233
Gráfico 4.2- 117: Índices de Ocurrencia y Actividad de Boddicker - UV “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna mayor	234
Gráfico 4.2- 118: Diversidad de especies en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna mayor	236
Gráfico 4.2- 119: Índice de Jaccard en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna mayor	237
Gráfico 4.2- 120: Índice de Morisita - Horn en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna mayor	238
Gráfico 4.2- 121: Índice de Pucek en el “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna menor terrestre	245
Gráfico 4.2- 122: Riqueza en el área de estudio a Nivel de Familias – Mastofauna menor voladora	247
Gráfico 4.2- 123: Área de estudio - Riqueza de especies por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora	247
Gráfico 4.2- 124: Área de estudio – Frecuencia relativa de especies por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora	248
Gráfico 4.2- 125: Área de estudio – Abundancia de especies por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora	249
Gráfico 4.2- 126: Área de estudio – Diversidad y equidad de especies por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora	252
Gráfico 4.2- 127: Índice de Jaccard por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora	253
Gráfico 4.2- 128: Índice de Morisita - Horn por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora	254
Gráfico 4.2- 129: Área de estudio – Diversidad y equidad de especies por Cobertura Vegetal – Mastofauna menor voladora	255
Gráfico 4.2- 130: Índice de Jaccard por Cobertura vegetal – Mastofauna menor voladora	256
Gráfico 4.2- 131: Índice de Morisita - Horn por Cobertura Vegetal – Mastofauna menor voladora	256
Gráfico 4.2- 132: Curva de Acumulación de Especies – Mastofauna menor voladora	258
Gráfico 4.2- 133: Riqueza en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” a Nivel de Familias – Mastofauna menor voladora	259
Gráfico 4.2- 134: Riqueza de especies por estación de evaluación - Mastofauna menor voladora	260
Gráfico 4.2- 135: Frecuencia de especies por estación de evaluación - Mastofauna menor voladora	261
Gráfico 4.2- 136: Abundancia de especies por estación de evaluación - Mastofauna menor voladora	262

Gráfico 4.2- 137: Índice de Pucek en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna menor voladora.....	263
Gráfico 4.2- 138: Diversidad de especies en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna menor voladora.....	264
Gráfico 4.2- 139: Índice de Jaccard en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna menor voladora.....	265
Gráfico 4.2- 140: Índice de Morisita - Horn en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna menor voladora.....	266
Gráfico 4.2- 141: Riqueza de especies por estación de evaluación - Mastofauna menor voladora.....	268
Gráfico 4.2- 142: Frecuencia de especies por estación de evaluación - Mastofauna menor voladora.....	269
Gráfico 4.2- 143: Abundancia de especies por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora.....	270
Gráfico 4.2- 144: Índice de Pucek – Mastofauna menor voladora.....	271
Gráfico 4.2- 145: Diversidad y equidad de especies en “Bosque de montaña (Bm)” – Mastofauna menor voladora.....	272
Gráfico 4.2- 146: Índice de Jaccard en la UV “Bosque de montaña (Bm)” – Mastofauna menor voladora.....	273
Gráfico 4.2- 147: Índice de Morisita - Horn en la UV “Bosque de montaña (Bm)” – Mastofauna menor voladora.....	273
Gráfico 4.2- 148: Curva de acumulación de especies por estación – Herpetofauna.....	286
Gráfico 4.2- 149: Riqueza de especies por estación – Herpetofauna	287
Gráfico 4.2- 150: Abundancia de especies por estación – Herpetofauna	287
Gráfico 4.2- 151: Frecuencia de especies por estación – Herpetofauna.....	288
Gráfico 4.2- 152: Diversidad y equidad por estación – Herpetofauna	289
Gráfico 4.2- 153: Índice de Jaccard por estación – Herpetofauna.....	290
Gráfico 4.2- 154: Índice de Morisita por estación – Herpetofauna.....	291
Gráfico 4.2- 155: Riqueza de especies por unidad de vegetación – Herpetofauna	292
Gráfico 4.2- 156: Abundancia por unidad de vegetación – Herpetofauna.....	292
Gráfico 4.2- 157: Frecuencia por unidad de vegetación – Herpetofauna	293
Gráfico 4.2- 158: Diversidad y equidad por unidad de vegetación – Herpetofauna	294
Gráfico 4.2- 159: Riqueza en el área de estudio a Nivel de Clase - Herpetofauna	297
Gráfico 4.2- 160: Riqueza en el área de estudio a Nivel de Orden - Herpetofauna	297
Gráfico 4.2- 161: Riqueza en el área de estudio a Nivel de Familias - Herpetofauna.....	298
Gráfico 4.2- 162: Área de estudio - Riqueza de especies por estación de evaluación - Herpetofauna.....	299
Gráfico 4.2- 163: Área de estudio – Frecuencia relativa de especies por estación de evaluación - Herpetofauna.....	300
Gráfico 4.2- 164: Área de estudio – Abundancia de especies por estación de evaluación - Herpetofauna.....	301
Gráfico 4.2- 165: Área de estudio – Diversidad y equidad de especies por estación de evaluación - Herpetofauna.....	304
Gráfico 4.2- 166: Índice de Jaccard por estación de evaluación –Herpetofauna	305
Gráfico 4.2- 167: Índice de Morisita - Horn por estación de evaluación –Herpetofauna	306
Gráfico 4.2- 168: Área de estudio – Diversidad y equidad de especies por Unidad de Vegetación (UV) – Herpetofauna	307
Gráfico 4.2- 169: Índice de Jaccard por Cobertura vegetal – Herpetofauna	308
Gráfico 4.2- 170: Índice de Morisita - Horn por Cobertura Vegetal –Herpetofauna.....	308
Gráfico 4.2- 171: Curva de Acumulación de Especies – Herpetofauna.....	310

Gráfico 4.2- 172: Riqueza en la UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" a Nivel de Clase - Herpetofauna.....	312
Gráfico 4.2- 173: Riqueza en la UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" a Nivel de Orden - Herpetofauna.....	312
Gráfico 4.2- 174: Riqueza en la UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" a Nivel de Familias - Herpetofauna.....	313
Gráfico 4.2- 175: Riqueza de especies por estación de evaluación - UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" - Herpetofauna.....	314
Gráfico 4.2- 176: Frecuencia de especies por estación de evaluación - UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" - Herpetofauna.....	315
Gráfico 4.2- 177: Abundancia de especies por estación de evaluación - UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" - Herpetofauna.....	316
Gráfico 4.2- 178: Diversidad de especies en el "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" – Herpetofauna.....	317
Gráfico 4.2- 179: Índice de Morisita - Horn en el "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" – Herpetofauna.....	318
Gráfico 4.2- 180: Curva de Acumulación de Especies – Herpetofauna.....	321
Gráfico 4.2- 181: Riqueza en el "Bosque de montaña (Bm)" a Nivel de Familias - Herpetofauna.....	322
Gráfico 4.2- 182: Riqueza de especies por estación de evaluación - "Bosque de montaña (Bm)" - Herpetofauna.....	323
Gráfico 4.2- 183: Frecuencia de especies por estación de evaluación - "Bosque de montaña (Bm)" - Herpetofauna.....	324
Gráfico 4.2- 184: Abundancia de especies por estación de evaluación - Herpetofauna.....	325
Gráfico 4.2- 185: Diversidad y equidad de especies – Herpetofauna.....	326
Gráfico 4.2- 186: Índice de Jaccard en el "Bosque de montaña (Bm)" – Herpetofauna.....	327
Gráfico 4.2- 187: Índice de Morisita - Horn en "Bosque de montaña (Bm)" – Herpetofauna...	327
Gráfico 4.2- 188: Curva de acumulación de especies por estación – Artropodos (Bandeja amarilla).....	330
Gráfico 4.2- 189: Curva de acumulación de especies por estación – Artropodos (Intercepción).....	331
Gráfico 4.2- 190: Curva de acumulación de especies por estación – Artropodos (Directa).....	331
Gráfico 4.2- 191: Curva de acumulación de especies por estación – Artropodos (Pitfall cebada).....	332
Gráfico 4.2- 192: Curva de acumulación de especies por estación – Artropodos (Pitfall).....	333
Gráfico 4.2- 193: Riqueza de especies por estación – Artropodos (Bandeja amarilla).....	333
Gráfico 4.2- 194: Riqueza de especies por estación – Artropodos (Intercepción).....	334
Gráfico 4.2- 195: Riqueza de especies por estación – Artropodos (Directa).....	334
Gráfico 4.2- 196: Riqueza de especies por estación – Artropodos (Pitfall cebada).....	335
Gráfico 4.2- 197: Riqueza de especies por estación – Artropodos (Pitfall).....	335
Gráfico 4.2- 198: Abundancia de especies por estación – Artropodos (Bandeja amarilla).....	336
Gráfico 4.2- 199: Abundancia de especies por estación – Artropodos (Intercepción).....	336
Gráfico 4.2- 200: Abundancia de especies por estación – Artropodos (Directa).....	337
Gráfico 4.2- 201: Abundancia de especies por estación – Artropodos (Pitfall cebada).....	337
Gráfico 4.2- 202: Abundancia de especies por estación – Artropodos (Pitfall).....	338
Gráfico 4.2- 203: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Bandeja amarilla).....	339
Gráfico 4.2- 204: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Intercepción).....	340
Gráfico 4.2- 205: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Directa).....	340
Gráfico 4.2- 206: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Pitfall cebada).....	341
Gráfico 4.2- 207: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Pitfall).....	341

Gráfico 4.2- 208: Diversidad alfa por estación – Artrópodos (Bandeja amarilla)	342
Gráfico 4.2- 209: Diversidad alfa por estación – Artrópodos (Intercepción)	343
Gráfico 4.2- 210: Diversidad alfa por estación – Artrópodos (Directa)	343
Gráfico 4.2- 211: Diversidad alfa por estación – Artrópodos (Pitfall cebada)	344
Gráfico 4.2- 212: Diversidad alfa por estación – Artrópodos (Pitfall)	344
Gráfico 4.2- 213: Curva de acumulación de especies de los artrópodos terrestres (Modelo de Clench)	345
Gráfico 4.2- 214: Curva de acumulación de especies de los artrópodos terrestres (No Paramétrico)	346
Gráfico 4.2- 215: Riqueza de especies por Clase de los artrópodos terrestres	347
Gráfico 4.2- 216: Riqueza de especies por estación de evaluación de de los artrópodos terrestres	347
Gráfico 4.2- 217: Abundancia por estación de evaluación de de los artrópodos terrestres	349
Gráfico 4.2- 218: Evaluacion de la diversidad alfa de de los artrópodos terrestres	350
Gráfico 4.2- 219: Análisis de similaridad de los artrópodos terrestres mediante el índice de Jaccard por estación de evaluación	350
Gráfico 4.2- 220: Análisis de similaridad de los artrópodos terrestres mediante el índice de Morisita por estación de evaluación	351
Gráfico 4.2- 221: Curva de acumulación de especies por estación – Perifitón (Cualitativo)	360
Gráfico 4.2- 222: Riqueza a nivel de Phylum/División – Perifitón (Cualitativo)	360
Gráfico 4.2- 223: Riqueza de especies por estación – Perifitón (Cualitativo)	361
Gráfico 4.2- 224: Índice de Jaccard por estación – Perifitón (Cualitativo)	362
Gráfico 4.2- 225: Curva de acumulación de especies por estación – Perifitón (Cuantitativo) ..	363
Gráfico 4.2- 226: Riqueza a nivel de Phylum/División – Perifitón (Cuantitativo)	363
Gráfico 4.2- 227: Riqueza de especies por estación – Perifitón (Cuantitativo)	364
Gráfico 4.2- 228: Abundancia a nivel de Phylum/División por estación – Perifitón	365
Gráfico 4.2- 229: Abundancia de especies por estación – Perifitón	365
Gráfico 4.2- 230: Frecuencia a nivel de Phylum/División – Perifitón	366
Gráfico 4.2- 231: Frecuencia de especies por estación – Perifitón	367
Gráfico 4.2- 232: Diversidad y equidad por estación – Perifitón	368
Gráfico 4.2- 233: Índice de Jaccard por estación – Perifitón (Cuantitativo)	369
Gráfico 4.2- 234: Índice de Morisita por estación – Perifitón	369
Gráfico 4.2- 235: Curva de acumulación de especies por estación – Fitoplancton (Cualitativo)	377
Gráfico 4.2- 236: Riqueza de División por estación – Fitoplancton (Cualitativo)	377
Gráfico 4.2- 237: Riqueza de especies por estación – Fitoplancton (Cualitativo)	378
Gráfico 4.2- 238: Índice de Jaccard por estación – Fitoplancton (Cualitativo)	379
Gráfico 4.2- 239: Curva de acumulación de especies por estación – Fitoplancton (Cuantitativo)	380
Gráfico 4.2- 240: Riqueza de División por estación – Fitoplancton (Cuantitativo)	380
Gráfico 4.2- 241: Riqueza de especies por estación – Fitoplancton (Cuantitativo)	381
Gráfico 4.2- 242: Abundancia de División por estación – Fitoplancton	382
Gráfico 4.2- 243: Abundancia de especies por estación – Fitoplancton	382
Gráfico 4.2- 244: Frecuencia de División por estación – Fitoplancton	383
Gráfico 4.2- 245: Frecuencia de especies por estación – Fitoplancton	384
Gráfico 4.2- 246: Diversidad y equidad por estación – Fitoplancton	385
Gráfico 4.2- 247: Índice de Jaccard por estación – Fitoplancton (Cuantitativo)	386
Gráfico 4.2- 248: Índice de Morisita por estación – Fitoplancton	386
Gráfico 4.2- 249: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (Modelo de Clench)	394
Gráfico 4.2- 250: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)	395

Gráfico 4.2- 251: Riqueza de especies por Orden – Zooplancton (Cualitativo)	395
Gráfico 4.2- 252: Riqueza de especies por estación – Zooplancton (Cualitativo)	396
Gráfico 4.2- 253: Análisis de similaridad beta por estación – Zooplancton (Índice de Jaccard)	397
Gráfico 4.2- 254: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (Modelo de Clench)	398
Gráfico 4.2- 255: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)	399
Gráfico 4.2- 256: Riqueza de Phylum por estación – Zooplancton (Cuantitativo)	399
Gráfico 4.2- 257: Riqueza de especies del zooplancton por estación (Cuantitativo)	400
Gráfico 4.2- 258: Abundancia del zooplancton por estación (Cuantitativo)	400
Gráfico 4.2- 259: Diversidad y equidad por estación – Zooplancton	401
Gráfico 4.2- 260: Índice de diversidad beta – Zooplancton (Índice de Bray Curtis)	402
Gráfico 4.2- 261: Índice de diversidad beta – Zooplancton (Índice de Morisita)	402
Gráfico 4.2- 262: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (Modelo de Clench)	404
Gráfico 4.2- 263: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)	405
Gráfico 4.2- 264: Riqueza de especies por Phylla – Zooplancton (Cualitativo)	406
Gráfico 4.2- 265: Riqueza de especies por estación – Zooplancton (Cualitativo)	407
Gráfico 4.2- 266: Análisis de similaridad beta por estación – Zooplancton (Índice de Jaccard)	408
Gráfico 4.2- 267: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (Modelo de Clench)	409
Gráfico 4.2- 268: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)	410
Gráfico 4.2- 269: Riqueza de Phylum por estación – Zooplancton (Cuantitativo)	411
Gráfico 4.2- 270: Riqueza de especies del zooplancton por estación (Cuantitativo)	411
Gráfico 4.2- 271: Abundancia del zooplancton por estación (Cuantitativo)	412
Gráfico 4.2- 272: Diversidad y equidad por estación – Zooplancton	413
Gráfico 4.2- 273: Índice de diversidad beta – Zooplancton (Índice de Bray Curtis)	414
Gráfico 4.2- 274: Índice de diversidad beta – Zooplancton (Índice de Morisita)	414
Gráfico 4.2- 275: Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos – Temporada muy Húmeda	416
Gráfico 4.2- 276: Curva de acumulación de especies – Macroinvertebrados (Modelo de Clench)	417
Gráfico 4.2- 277: Curva de acumulación de especies – Macroinvertebrados (No Paramétrico)	418
Gráfico 4.2- 278: Riqueza de especies por Orden de macroinvertebrados bentónicos	419
Gráfico 4.2- 279: Riqueza de especies por estación de macroinvertebrados bentónicos	419
Gráfico 4.2- 280: Composición de la riqueza de especies por estación de macroinvertebrados bentónicos	420
Gráfico 4.2- 281: Abundancia por estación de macroinvertebrados bentónicos	420
Gráfico 4.2- 282: Abundancia de especies por estación de macroinvertebrados bentónicos ..	421
Gráfico 4.2- 283: Diversidad y equidad por estación de macroinvertebrados bentónicos	423
Gráfico 4.2- 284: Análisis de diversidad beta - Índice de Bray Curtis	423
Gráfico 4.2- 285: Análisis de diversidad beta - Índice de Morisita	424
Gráfico 4.2- 286: Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos – Temporada húmeda	426
Gráfico 4.2- 287: Curva de acumulación de especies – Macroinvertebrados (Modelo de Clench)	426
Gráfico 4.2- 288: Curva de acumulación de especies – Macroinvertebrados (No Paramétrico)	427
Gráfico 4.2- 289: Riqueza de especies por Orden de macroinvertebrados bentónicos	428
Gráfico 4.2- 290: Riqueza de especies por estación de macroinvertebrados bentónicos	429

Gráfico 4.2- 291: Composición de la riqueza de especies por estación de macroinvertebrados bentónicos	429
Gráfico 4.2- 292: Abundancia por estación de macroinvertebrados bentónicos	430
Gráfico 4.2- 293: Abundancia de especies por estación de macroinvertebrados bentónicos ..	430
Gráfico 4.2- 294: Diversidad y equidad por estación de macroinvertebrados bentónicos.....	433
Gráfico 4.2- 295: Análisis de diversidad beta - Índice de Bray Curtis.....	433
Gráfico 4.2- 296: Análisis de diversidad beta - Índice de Morisita	434
Gráfico 4.2- 297: Curva de acumulación de especies – Necton (Modelo de Clench)	436
Gráfico 4.2- 298: Curva de acumulación de especies – Necton (No Paramétrico)	437
Gráfico 4.2- 299: Riqueza de especies del necton por Orden	438
Gráfico 4.2- 300: Composición de la riqueza de especies del necton por estación	438
Gráfico 4.2- 301: Abundancia del necton por estación	439
Gráfico 4.2- 302: Composición de la abundancia del necton por estación	440
Gráfico 4.2- 303: Índices de diversidad alfa del nectón	441
Gráfico 4.2- 304: Análisis de similaridad beta por estación – Necton (Índice de Jaccard).....	441
Gráfico 4.2- 305: Análisis de similaridad beta por estación – Necton (Índice de Morisita).....	442
Gráfico 4.2- 306: Curva de acumulación de especies – Necton (Modelo de Clench)	443
Gráfico 4.2- 307: Curva de acumulación de especies – Necton (No Paramétrico)	444
Gráfico 4.2- 308: Riqueza de especies del necton por Orden	445
Gráfico 4.2- 309: Composición de la riqueza de especies del necton por estación	445
Gráfico 4.2- 310: Abundancia del necton por estación	447
Gráfico 4.2- 311: Composición de la abundancia del necton por estación	447
Gráfico 4.2- 312: Índices de diversidad alfa del nectón	448
Gráfico 4.2- 313: Análisis de similaridad beta por estación – Necton (Índice de Jaccard).....	449
Gráfico 4.2- 314: Análisis de similaridad beta por estación – Necton (Índice de Morisita).....	449
Gráfico 4.2- 315: Curva de acumulación de especies – Macrofitas (Modelo de Clench)	451
Gráfico 4.2- 316: Curva de acumulación de especies – Macrofitos (No Paramétrico)	452
Gráfico 4.2- 317: Riqueza de especies de macrofitos por Orden	453
Gráfico 4.2- 318: Riqueza de especies de macrofitos por estación.....	454
Gráfico 4.2- 319: Análisis de similaridad beta por estación – Macrofitos (Índice de Jaccard) .	454
Gráfico 4.2- 320: Curva de acumulación de especies – Macrofitos (No Paramétrico)	456
Gráfico 4.2- 321: Riqueza de especies de macrofitos por Clase.....	457
Gráfico 4.2- 322: Riqueza de especies de macrofitos por estación.....	458
Gráfico 4.2- 323: Análisis de similaridad beta por estación – Macrofitos (Índice de Jaccard).	459

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.2- 1: Análisis de la vegetación NDVI (Imagen 23/10/2023)	36
Figura 4.2- 2: Análisis espectral de la vegetación NDVI (Imagen 23/10/2023)	37
Figura 4.2- 3: Análisis de áreas agrícolas (Imagen 23/10/2023)	38
Figura 4.2- 4: Análisis de áreas sin cobertura (Imagen 23/10/2023)	39
Figura 4.2- 5: Pérdida de cobertura vegetal en el distrito de Moyobamba 2002 - 2003	43
Figura 4.2- 6: Pérdida de cobertura vegetal en el distrito de Lamas 2002 - 2003	44
Figura 4.2- 7: Pérdida de cobertura vegetal en el distrito de San Martín 2002 - 2003 .	44
Figura 4.2- 8: Deforestación en el departamento de San Martín entre los años 2011 y 2017	45
Figura 4.2- 9: Estaciones de evaluación de la flora y fauna silvestre	54
Figura 4.2- 10: Diseño de la Parcela Modificada de Whittaker	58

Figura 4.2- 11: Escala de valores semicuantitativa de Braun-Blanquet (1964) para epífitas no vasculares	59
Figura 4.2- 12: Configuración de parcela de medición para la evaluación de recursos forestales en Selva baja.....	60
Figura 4.2- 13: Perfil de la vegetación en la unidad de vegetación "Bmb-ma"	96
Figura 4.2- 14: Perfil de la vegetación en la unidad de vegetación "Cmsa"	97
Figura 4.2- 15: Perfil de la vegetación en la unidad de vegetación "Vs"	100
Figura 4.2- 16: Perfil de la vegetación en la unidad Vegetación secundaria (Vs)	101
Figura 4.2- 17 Riqueza de especies por Clase de los recursos forestales	134
Figura 4.2- 18: Procesos de transformación del paisaje	462
Figura 4.2- 19: Esquema de la red trófica identificada en el área del proyecto	479
Figura 4.2- 20: Clasificación de los Servicios ecosistémicos.....	486

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 4.2. 1 Autorizaciones Para la Realización de Estudios Biológicos.....	21
Anexo 4.2. 2 Mapa de Zonas de Vida	26
Anexo 4.2. 3 Mapa de Cobertura Vegetal	28
Anexo 4.2. 4 Mapa de Áreas Naturales Protegidas.....	46
Anexo 4.2. 5 Mapa de IBAS & EBAS	47
Anexo 4.2. 6 Mapa de Estaciones Biológicas	53
Anexo 4.2. 7 Mapa de Unidades de Vegetación	45
Anexo 4.2. 8 Bases de Datos de Flora & Fauna	69
Anexo 4.2. 9 Registro Fotográfico de Flora & Fauna.....	53
Anexo 4.2. 10 Mapa de Estaciones - Hidrobiología.....	352
Anexo 4.2. 11 Ensayo de Análisis Hidrobiológico - ALAB	352
Anexo 4.2. 12 Descripción Biofísica - Hidrobiología.....	354
Anexo 4.2. 13 Registro Fotográfico - Hidrobiología.....	352
Anexo 4.2. 14 Base de Datos Hidrobiológica	352
Anexo 4.2. 15 Constancias de Deposito de Material Biológico.....	354
Anexo 4.2. 16 Actas de Participación de Especialistas	21
Anexo 4.2. 17 Mapa de Hábitat crítico (SERFOR)	502
Anexo 4.2. 19 Comunicación ATF.....	21
Anexo 4.2. 20 Fichas de Campo de Recursos Forestales.....	120
Anexo 4.2. 21 Análisis de Altura de vuelo	204
Anexo 4.2. 22 Análisis de Fragmentación	465
Anexo 4.2. 23 Mapa de ecosistemas	32
Anexo 4.2. 24 Mapa de Distancias a Ecosistemas Frágiles	46
Anexo 4.2. 26 Mapa de Rutas Migratorias	211
Anexo 4.2. 27 Mapa de Zonas de Concesión	49
Anexo 4.2. 28 Mapa de Áreas Biológicamente Sensibles	465
Anexo 4.2. 29 Informe Bioacústico.....	277

4.2 LÍNEA BASE BIOLÓGICA

4.2.1 Introducción

El medio biológico comprende todos los organismos vivos dentro de un entorno. La evaluación del medio biológico brinda información importante sobre las condiciones ambientales donde se desarrolla un determinado proyecto; debido a que, entre el medio biológico y el medio físico existe un flujo de energía que puede visualizarse en la estructura trófica y/o en los ciclos de la materia, mediante una interacción recíproca (Andersson et al., 2004).

Es por ello por lo que cualquier cambio en el entorno del medio físico, tendrá una reacción en el medio biológico; haciendo que la evaluación del componente biótico sea trascendental en los proyectos. La importancia de evaluar la diversidad biológica recae en el concepto de “Resiliencia”, definida como la capacidad del ecosistema (incluyendo a todos sus elementos) para tolerar o amortiguar perturbaciones y de auto organizarse cuando el medio es cambiante, reteniendo esencialmente la misma función y estructura (Crome et al., 1996; Sheil et al., 2004).

El desarrollo de un proyecto de transmisión eléctrica implica una interacción específica con el medio biótico, lo que conlleva a considerar algunas particularidades. En primer lugar, debido a su largo trazo lineal, se interactúa con diversos tipos de ecosistemas. En segundo lugar, pueden surgir potenciales eventos de desbosque y fragmentación de ecosistemas.

Asimismo, la afectación a la fauna silvestre, especialmente las aves, constituye una preocupación importante debido a la colisión y electrocución con el tendido eléctrico. Por lo tanto, es fundamental caracterizar el medio biológico para el desarrollo de un proyecto sostenible.

La descripción del medio biótico (flora y fauna terrestre y acuática) tendrá por objetivo registrar las formas de vida albergadas en zonas representativas de la zona de estudio y las interacciones ecológicas de los mismos con su entorno, este registro nos permitirá conocer el estado actual de la presencia de organismos y las poblaciones de los mismos en la ecorregión motivo de estudio, de acuerdo a las zonas evaluadas; reportándose además las zonas afectadas por las actividades antropogénicas dentro de este ecosistema.

Cabe mencionar que, para la evaluación de la flora, se empleó como referencia la “Guía de Inventario de Flora y Vegetación”, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 059-2015-MINAM y “Guía de evaluación del estado de ecosistemas de yunga: bosques basimontano y montano” aprobada con Resolución Ministerial N° 183-2016-MINAM, para la evaluación de la fauna terrestre se empleó como referencia la “Guía de inventario de Fauna Silvestre” aprobada en la Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM.

Antes del inicio de las actividades en campo, se realizó la comunicación formal con la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre (ATFS) San Martín, en cumplimiento de los procedimientos establecidos para la evaluación ambiental.

Para la ejecución de los estudios en campo, se obtuvo la "Autorización para la realización de estudios del Patrimonio en el marco del Instrumento de Gestión Ambiental", aprobada el 18 de enero de 2024 mediante la Resolución de la Dirección General N° RDG 000027-2024-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS. Posteriormente, esta autorización fue modificada en dos ocasiones con el fin de incluir nuevos profesionales, sin alterar los alcances del proyecto: la primera, el 8 de marzo de 2024 mediante la Resolución N° RDG 000104-2024-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS, y la segunda, el 25 de julio de 2024 mediante la Resolución N° RDG 000287-2024-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS.

En el anexo Comunicación ATF se encuentra el cargo de la comunicación formal realizada; y, en el anexo Autorizaciones para la realización de estudios biológicos, se detallan las resoluciones correspondientes.

Anexo 4.2.1 Autorizaciones para la Realización de Estudios Bológicos

Anexo 4.2.19 Comunicación ATF

Anexo 4.2.16 Actas de participación de Especialistas

4.2.2 Base legal aplicable

Los requisitos medio ambientales del Perú tienen reglas generales que establecen los lineamientos que se deben seguir cuando se dicten reglas específicas para un sector dado. Los Principios del Derecho Ambiental están compilados en una serie de normas peruanas, pero mayormente en la Ley General del Medio Ambiente (Ley N°. 28611). La legislación del sector ambiental son leyes aprobadas para proteger ciertos elementos ambientales o para proteger el medio ambiente de los efectos de algunas actividades de producción.

Se enumeran las normas nacionales a los cuales está sujeto el presente ítem:

- Convenio sobre Diversidad Biológica adoptado en Río de Janeiro. Resolución N° 26181 del 11-05-1993.
- Ley de Áreas Naturales Protegidas. Ley N° 26834 del 04-05-1997.
- Ley de la Conservación y el Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica. Ley N° 26839 del 08-07-1997.
- Estrategia Nacional de la Diversidad Biológica del Perú. Decreto Supremo N° 102-2001-PCM del 05-09-2001.
- Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas (ANP). Decreto Supremo 038-2001-AG del 22 de junio 2001.
- Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, publicada el 15 de octubre del 2005.
- Categorización de especies amenazadas de flora silvestre. Decreto Supremo N° 043-2006-AG.
- Reglamento del SEIA. Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM.
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley N° 29763, promulgada el 22-07-2011.
- Actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI.
- Decreto Supremo que Aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal, tiene por finalidad promover la conservación, la protección, el incremento y el uso

sostenible del patrimonio forestal, integrando su manejo con el mantenimiento y mejora de los servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación Silvestre. Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI.

- Decreto Supremo que Aprueba el Reglamento para la Gestión Fauna Silvestre, tiene por finalidad promover la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible de los recursos de fauna silvestre. Decreto Supremo N° 0192015-MINAGRI.
- Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM. Guía de inventario de la fauna silvestre.
- Resolución Ministerial N° 059-2015-MINAM. Guía de inventario de la Flora y Vegetación.
- Resolución Ministerial N° 0455-2018-MINAM. Guía para la Elaboración de la Línea Base y la Guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales, en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental - SEIA.
- Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas. Decreto Supremo N° 014-2019-EM.
- Términos de Referencia para Estudios de Impacto Ambiental de proyectos de inversión con características comunes o similares en el Subsector Electricidad. Resolución Ministerial N° 547-2013-MEM-DM. TdR-ELEC-02 (EIA-D) Proyectos de Líneas de Transmisión.

4.2.3 Objetivos

4.2.3.1 Objetivo general

- Realizar la caracterización del estado actual de la flora, fauna terrestre y fauna acuática, presentes en el área de influencia del proyecto como parte de la Línea Base Biológica para el Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d). del proyecto: "Enlace 220 Kv Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas".

4.2.3.2 Objetivos específicos

- Identificar, delimitar y describir las unidades de vegetación en el área del proyecto y elaborar un mapa de unidades de vegetación a escala local.
- Realizar la caracterización cualitativa (composición de especies) y cuantitativa (abundancia, cobertura, diversidad alfa y beta) de la flora y fauna silvestre, en temporada húmeda (verano) y muy húmeda (invierno) del área del proyecto.
- Realizar el análisis comparativo de los resultados obtenidos en ambas temporadas de evaluación.
- Determinar las especies endémicas, además de las especies EBAs; las especies de interés en la conservación, según las normativas nacionales (D.S. N°043-2006-AG y D.S. N°004-2014-MINAGRI) e internacionales (IUCN y CITES), además de las especies consideradas en la Convención de Especies Migratorias (CMS).
- Identificar especies migratorias y especies clave de la fauna silvestre, presentes en el área del proyecto.

- Determinar las especies de flora y fauna naturalizadas, exóticas, con importancia económica y socioculturalmente importantes para la región y/o localidad.
- Determinar la presencia de la especie *Plecturocebus oenanthe* (“mono tocón”) en el área del proyecto.
- Determinar la presencia de las especies *Hyloxalus azureiventris* “Rana venenosa azul cielo” y *Rulyrana saxiscandens* “Rana de Tarapoto” en el área del proyecto cercana a la AZE Tarapoto.
- Determinar la presencia de la especie *Herpsilochmus parkeri* (“hormiguerito de garganta ceniza”) en el área del proyecto que intercepta con el hábitat crítico “Rumiyacu Mishquiyacu”.

4.2.4 Área del proyecto

4.2.4.1 Descripción de unidades ambientales

4.2.4.1.1 Zonas de vida

Las zonas de vida constituyen áreas delimitadas en base a la relación de factores climáticos (biotemperatura, precipitación y humedad ambiental) y bióticos (vegetación), considerando, al mismo tiempo, las manifestaciones culturales, sociales y económicas del hombre (INRENA, 1995). Las zonas de vida representan las condiciones potenciales clímax o máximas de las tierras que configuran el medio geográfico de un territorio en base a factores físicos y biológicos.

Considerando lo mencionado a continuación, se describen las zonas de vida correspondientes al área del proyecto, especificando los criterios de altitud, clima, relieve, fauna o flora que históricamente definen y delimitan dichas zonas. Esta descripción textual corresponde al panorama general del tipo de ecosistemas en donde se desenvuelve el área del proyecto, el cual permite tener una idea general de la potencialidad de esta, siendo estas posteriormente confirmadas o discutidas en las descripciones correspondientes al análisis de la información recopilada en campo (flora y fauna terrestre).

Es importante mencionar que los datos recopilados de los componentes biológicos estudiados se presentan en la descripción de los resultados de línea base biológica del presente documento, mas no en la descripción de las zonas de vida (INRENA, 1995) o descripción de la cobertura vegetal (MINAM, 2015) considerando que, tal como se indicó previamente, estas representan el estado potencial de un medio geográfico, y no el estado actual o real.

Según la Guía explicativa del Mapa Ecológico del Perú (INRENA, 1995) y Atlas de zonas de vida del Perú – Guía explicativa (SENAMHI, 2017), el área del proyecto se encuentra dentro de las siguientes zonas de vida: Bosque húmedo Premontano Tropical Transicional a bosque húmedo (bh-PT) y el Bosque seco Tropical (bs-T).

a) Bosque húmedo Premontano Tropical Transicional a bosque húmedo (bh-PT)

La zona de vida bosque húmedo - Premontano Tropical se ubica en la región latitudinal Tropical del país con una superficie de 32,775 Km², junto con la Zona de vida bosque húmedo Premontano subtropical cubren el 4.30% del territorio nacional.

Se distribuyen en las regiones de Selva del país (Selva Alta y Selva Baja), comprendiendo parte de los valles de los ríos Tabaconas, Alto Mayo, Chanchamayo, Paucartambo, Perené, Satipo, Pangoa, Ene y Urubamba (valle de la Convención), en la denominada Selva Alta. En el Penillano Amazónico o Selva Baja, se distribuyen comprendiendo el río Purus y la zona baja de los ríos Manuripe, Piedras, Madre de Dios y Tambopata, en el departamento de Madre de Dios.

En la zona de vida bosque húmedo - Premontano Tropical, se han diferenciado una zona transicional a bosque húmedo - Tropical

Altitudinalmente, se distribuyen entre los 500 y hasta muy cerca de los 2,000 m.s.n.m., para el caso de la Selva Alta, y en la zona de Selva Baja, entre los 150 y 250 m.s.n.m. Entre las localidades más importantes de esta Zonas de Vida, se tiene: Rodríguez de Mendoza, San Ramón, La Merced, Satipo y Pucallpa, en la Zona de Vida bosque húmedo - Premontano Tropical.

En el Bosque húmedo Premontano Tropical Transicional a bosque húmedo (bh-PT), donde existen 17 estaciones climatológicas y 15 pluviométricas, la biotemperatura media anual máxima es de 24.9°C (Contamana, Loreto) y la media anual mínima, es de 17.2°C (Tabaconas, Cajamarca). El promedio máximo de precipitación total por año es de 1,968 milímetros (San Ramón, Junín) y el promedio mínimo, de 936 milímetros (Campanula, San Martín).

Según el Diagrama Bioclimático de Holdridge las características bioclimáticas son; la biotemperatura media anual varía entre 24°C y 25.5°C y el promedio de precipitación total por año, entre 1,800 / 2,000 milímetros.

La vegetación climática (clímax) es un bosque siempre verde, alto y tupido, que contiene volúmenes apreciables de madera para usos diversos. El rodal primario está conformado hasta de 4 estratos arbóreos. El dosel más alto está constituido por árboles emergentes de alturas excepcionales que alcanzan hasta 35 metros y 2 metros de diámetro. El segundo estrato consta de árboles de 30 metros de altura y diámetros entre 0.60 y 1.40 metros. La mayor parte de los árboles de estos dos estratos superiores presentan un fuste libre de ramas hasta 15 o 20 metros de altura. El tercer y cuarto estrato presentan árboles más pequeños, delgados y con deformaciones y alturas entre 10 y 20 metros. La vegetación del piso sotobosque es relativamente escasa debido a la fuerte competencia radicular y a la sombra dominante. Aunque estas Zonas de Vida se componen de árboles perennifolios, algunos dominantes y casi todos los emergentes son heliófilos y pierden sus hojas durante la estación seca, floreciendo algunos muy vistosamente, como la *Erythrina*, *Tabebuia* y Jacarandá, entre los más importantes. Otra característica significativa de esta Zona de Vida es que no se observan especies con aletas y que la cantidad de palmeras es menor que en aquellas Zonas de Vida más húmedas y un tanto más cálidas.

Entre las especies forestales principales que caracterizan a esta zona de vida tenemos: "tornillo" (*Cedrelinga catenaeformis*), "moenas" blanca, amarilla, negra, etc. de la familia de las Laureaceas, "congona" (*Brosimum* sp.), "nogal" (*Juglans neotrófica*), "cedro de altura" (*Cedrela* sp.) y muchas otras especies de los géneros *Cordia*, *Ficus*, *Erythrina*, *Tabebuia*, *Sapium*, *Croton*, *Aspidosperma*, *Schizolobium*, *Pithecolobium*, *Cecrofia*, *Chorisia*, *Calophyllum*, *Calycophyllum*, *Matisia*, *Hura*, *Guazuma*, *Brosimum* y palmeras principalmente de los géneros *Socratea*, *Iriarte*, *Jessenia*, *Phytelephas*, *Scheelea*, *Astrocaryum*, etc. (INRENA, 1995).

b) Bosque seco Tropical (bs-T)

Esta zona de vida se ubica principalmente en la región latitudinal Tropical con una superficie total de 5,394 Km², es decir, el 0.42% de la extensión territorial. Se han reconocido dentro de esta Zona de Vida dos formaciones transicionales: (a) bosque húmedo - Premontano Tropical y (b) bosque húmedo - Subtropical.

Su centro geográfico más importante se ubica en el río Huallaga Central, comprendiendo las localidades de Tarapoto, Bellavista y Juanjuí; luego, aparece en el río Perené y su confluencia con el río Ene y, finalmente, más al sur, en un lunar cercano a la localidad de Quillabamba. Altitudinalmente, se distribuye entre 300 y 850 m.s.n.m.

En esta Zona de Vida, donde existen instaladas 6 estaciones climatológicas y 7 pluviométrica la biotemperatura media anual máxima es de 25,1°C (Juanjuí, San Martín) y la media anual mínima, de 23,9°C (Sirialo, Cuzco), El promedio máximo de precipitación total por año es de 1,391 milímetros (Juanjuí San Martín) y el promedio mínimo, de 1,020 milímetros (Tingo de Ponaza, San Martín).

Las formaciones, bosque seco - Tropical, Transicional a bosque húmedo - Premontano Tropical bosque seco - Tropical, Transicional a bosque- húmedo - Subtropical, de acuerdo al diagrama de Holdridge, presentan una biotemperatura media anual que varía entre 22.5° C y 24°C y un promedio de precipitación total por río variable entre 1,150 y 1,400 milímetros.

Según el Diagrama Bioclimático de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial total por año en esta Zona de Vida varía entre 1 y 2 veces el valor de la precipitación, ubicándose por lo tanto en la provincia de humedad: SUBHUMEDO.

La vegetación natural está conformada por un bosque alto con especies perennifolias y caducifolias, distribuidas sociológicamente en 3 estratos. El estrato superior está constituido por árboles algo dispersos que alcanzan alturas de casi 30 metros y diámetros (DAP) hasta 1.5 metros. La mayoría de estos árboles presenta un fuste marcadamente ahusado que se ramifica a partir de 15 metros del suelo. El estrato intermedio es mucho más denso en población, pero con árboles delgados cuyos diámetros escasamente alcanzan 60 cm. El sotobosque está compuesto por plantas arbustivas y herbáceas muy dispersas que permiten entrar al bosque sin dificultad. El epifitismo es poco significativo en esta zona de vida.

La presencia de plantas xerofíticas es un buen indicador de esta Zona de Vida, existiendo los "cactus" del género *Cereus* y otras especies vegetales pertenecientes a los géneros *Acacia* y *Prosopis*, observados a los costados de la carretera que une Tarapoto con Juanjuí.

En los bosques de la asociación climática de esta Zona de Vida, existen las siguientes especies importantes: "cedro" (*Cedrela odorata*), "ishpingo" (*Amburana caerensis*) "moenas" de la familia Lauraceas, "azúcar huayo" (*Hymenaea courbaril*), "quinilla" (*Manilkara bidentata*), "estoraque" (*Myroxylon balsamum*), "huito" (*Genipa americana*), "cocobolo" (*Schinopsis peruviana*), "paliperro" (*Tabebuia* sp.), "tahuari" (*Tabebuia* sp.), Además se tiene palmeras como "shapaja" (*Scheelea cephalotes*), "yarina" (*Phytelphas* sp.), "juicungo" (*Astrocarium huicungo*), "las ponas" de los géneros *Socratea* e *Iriartea*, muy utilizado, para la fabricación de parquet y "aguaje" (*Mauritia flexuosa*), esta última en muy poca cantidad.

Las asociaciones de tipo sabana sobre terrenos de topografía suave a ondulada presentan una composición florística a base de especies arbóreas dispersas asociado principalmente con gramíneas perennes anuales.

La actividad agropecuaria se encuentra bien extendida y fijada sobre terrenos planos o en laderas suaves, donde se conducen los cultivos de maíz, frijol yuca, café, caña de azúcar (elaboración de aguardiente de caña), "tabaco" (*Nicotiana tabacum*), "soya" (*Glycine soya*), cítricos, plátano y piña, entre los más importantes. La ganadería extensiva se practica en potreros y a base de pastos cultivados.

La actividad forestal consiste en la extracción selectiva de especies maderables de interés económico, entre las que destacan: "cedro" (*Cedrela odorata*), "ishpingo" (*Amburana caerensis*) y a veces "caoba" (*Swietenia macrophylla*), así como otras especies a las que se les denomina corrientemente "cocobolo", "estoraque", "quinilla", "tahuari" y "moena amarilla", entre otras.

Potencialmente, esta zona de vida reúne condiciones muy favorables para el desarrollo de una actividad agropecuaria intensiva. Debido a una estación invernal seca y un tanto prolongada, requiere de riego suplementario a fin de proporcionar rendimientos económicamente productivos. (INRENA, 1995).

En el Mapa Zonas de Vida (LBB-BETA-01), se presenta la ubicación del proyecto y las zonas de vida identificadas.

Anexo 4.2.2 Mapa de zonas de vida (LBB-BETA-01)

4.2.4.1.2 Cobertura vegetal (MINAM, 2015)

Para la determinación de las coberturas vegetales se ha empleado la información del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015), de acuerdo con ello, el área del proyecto se encuentra las siguientes clases de cobertura vegetal; Área de no bosque amazónico (Ano-ba) y Bosque de montaña (Bm) también intercepta áreas de no cobertura; Río, Laguna y Centros Poblados.

En la tabla siguiente se muestra la representatividad de cada cobertura vegetal en el ámbito del proyecto.

Tabla 4.2- 1: Cobertura vegetal identificadas en el área del proyecto

Comunidades	Cobertura vegetal	Símbolo	Área	
			Ha	Porcentaje
Comunidades naturales	Bosques de montaña	Bm	44.5	0.3%
	Rio	R	34.4	0.2%
	Laguna	L	20.5	0.1%
Comunidades de áreas intervenidas	Áreas de no bosque amazónico	Ano-ba	15600.6	99.4%

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A continuación, se presenta la descripción para cada cobertura vegetal.

a) Bosque de Montaña (Bm)

Este bosque se extiende a través de los departamentos de Loreto, San Martín, Amazonas, Ucayali, Madre de Dios, Cusco, Puno, Junín, Huánuco, Pasco y Amazonas. En la región de Tocache, San Martín, este tipo de bosque va desde los 300 m hasta los 800 m con pendientes desde 25 hasta 50 %, hasta el límite con el bosque de montaña basimontano. Ocupa una superficie de 3 658 450 ha, que representa el 2,85 % del territorio Nacional.

En los cerros del Távara, entre 400 y 800 m de altitud (Foster, 1994), registró como árboles emergentes a especies los siguientes géneros: *Cedrelinga*, *Cedrela*, *Buchenaria*, *Dipteryx*, *Sloanea* y *Podocarpus*; debajo de los árboles emergentes se encuentran: *Hevea*, *Hernandia*, *Calophyllum*, *Qualea*, *Inga*, entre otras; adicionalmente se encontró las siguientes especies: *Cecropia sciadophylla* ("Shiari"), *Pourouma guianensis* ("ubilla del monte"), *Pouteria* sp. ("quinilla"), *Matisia cordata* ("sapote"), *Hymenaea oblongifolia*, *Sloanea fragrans* ("cepanchina"), *Qualea* sp., *Hyeronima* sp., *Otoba parvifolia* ("aguanillo"), *Minquartia* sp., *Rinorea guianensis* ("timareo"), *Eschweilera* sp. ("machimango"), *Tachigali* sp. ("tanganrana") y especies de la familia Lauraceae. Entre las palmeras más comunes destacan: *Iriartea deltoidea* ("pona"), *Oenocarpus bataua* ("hungurau"), *O. mapora* ("cinamillo"), *Astrocaryum* sp. ("huicungo"), *Socratea exorrhiza* ("cashá pona") y *Euterpe precatoria* ("huasaí").

Inventarios forestales realizados en la cuenca baja del río Cenepa (Amazonas) entre 700 y 800 msnm, reportan la presencia de los siguientes géneros: *Licania* ("yukuko"), *Licaria* ("tinchí"), *Inga* ("sampi"), *Apeiba* ("shiut"), *Meliosma* ("ipaknum"), *Pouteria* ("yaas"), *Hevea* ("siringa"), *Nectandra* ("moena amarilla"), *Unnonopsis* ("yais"), *Astrocaryum* ("pona"), entre otras (MINAM, 2015).

b) Áreas de no bosque amazónico (Ano-ba)

Esta unidad de cobertura se encuentra ubicada en la región Amazónica y comprende las áreas que fueron desboscadas y hoy convertidas en áreas agropecuarias, es decir, actualmente con cultivos agrícolas y pastos cultivados; asimismo, comprenden todas las áreas cubiertas actualmente con vegetación secundaria ("purma") y que están en descaso por un determinado número de años hasta que retorne la fertilidad natural del suelo, para ser nuevamente integradas a la actividad agropecuaria. (MINAM, 2015). Ocupa un área total de 7 731 105 ha que representa el 6.02 % del área nacional.

c) Río (Cuenca del Río Mayo)

La cuenca del río Mayo está ubicada al noroeste de la región San Martín y al noreste de la región Amazonas, siendo una cuenca birregional. Tiene una extensión de 9 774.25 km², ubicándose el 91% de su extensión en la región San Martín (aprox. 8 897.94 km²) y el 9% (aprox. 867.38 km²) en la región Amazonas.

El río Mayo tiene sus orígenes en la unidad hidrográfica menor Alto Mayo principalmente por la convergencia de los ríos Huasta (conformado a su vez por la confluencia de los ríos Delta y Yanayacu), entre otros ríos y quebradas tributarias a más de 2000 msnm; el estado de conservación de su cabecera se debe al Área Natural Protegida por el estado denominada Bosque de Protección Alto Mayo, que alberga ecosistemas de bosques de neblina, importantes para la génesis del agua. Además, son importantes tributarios en la parte alta de la cuenca del río Mayo los ríos: Naranjos, Naranjillo, Cachiyacu, Tioyacu(I), Soritor, Yuracyacu, Negro, Avisado, Tónchima 2, Indoché, Huascayacu; en los segmentos medio y bajo los ríos: Gera, Cumbaza, Shilcayo y Mamonaquihua. Su dirección es de SE a NO. Con un cauce continuamente amplio hasta el segmento medio de su recorrido, en la parte baja de la cuenca su cauce se constriñe para posteriormente desembocar en el río Huallaga.

d) Laguna

Las lagunas son depósitos naturales de agua de menor profundidad que los lagos de régimen permanente o temporal y de distintas capacidades de almacenamiento. Desde el punto de vista de los recursos hídricos, los lagos y lagunas, comprenden todas las aguas que no presentan corriente continua y que corresponden a aguas en estado léntico. Abarca una superficie aproximada de 0.65% (845 836.26 ha) del territorio nacional, se ubican en todo el país (MINAM, 2019).

Dentro del área del proyecto se encuentra la laguna Totorillayco, un ecosistema de alto interés ambiental. Debido a su importancia en la conservación del agua y la biodiversidad local, ha sido incluida en el análisis ambiental mediante una evaluación biológica, permitiendo así conocer su estado ecológico y su función en el equilibrio natural de la zona.

En el Mapa Cobertura Vegetal (LBB-BETA-02), se presenta la ubicación del proyecto y las coberturas vegetales identificadas.

Anexo 4.2.3 Mapa de Cobertura Vegetal (LBB-BETA-02)

4.2.4.1.3 Ecosistemas (MINAM, 2018)

Según el Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú (MINAM, 2018), en el Perú se han identificado 36 ecosistemas continentales. De acuerdo con la clasificación de la Memoria Descriptiva del Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú (MINAM, 2018), el área del proyecto los siguientes ecosistemas: Bosque basimontano de Yunga, Bosque estacionalmente seco oriental, Bosque de colina alta, Ríos, Lagos y Lagunas. Ecosistemas con intervención de origen antropogénico (Zonas intervenidas) como Zona agrícola, Vegetación secundaria y Zona urbana.

En la tabla siguiente se muestra la representatividad de los ecosistemas identificados en el ámbito del proyecto.

Tabla 4.2- 2: Ecosistemas identificados en el área del proyecto

Comunidades	Ecosistemas	Símbolo	Área	
			Ha	Porcentaje
Comunidades naturales	Bosque basimontano de Yunga	B-By	2027.2	12.9%
	Bosque estacionalmente seco oriental	Bes-or	216.5	1.4%
	Bosque de colina alta	B-ca	11.8	0.1%
	Rio	R	20.5	0.1%
	Lagos y lagunas	L	34.4	0.2%
Comunidades de áreas intervenidas	Zona agrícola	Agri	9687.1	61.7%
	Vegetación secundaria	Vsec	3674.8	23.4%
	Zona urbana	Urb	27.7	0.2%

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A continuación, se presenta la descripción para cada tipo de ecosistema.

a) Bosque basimontano de yunga

Ecosistema montano bajo no nublado ubicado en las vertientes orientales de los Andes (entre 600 a 800 y 1 500 a 1 800 m. s. n. m.), con pendientes que pueden superar el 100 %. Bosque con dosel cerrado, con tres estratos distinguibles. La altura del dosel o cúpula alcanza por lo menos 25 metros, con algunos árboles emergentes de 35 metros. Los niveles de riqueza florística son altos. La composición florística de este tipo de bosque se caracteriza por contar con especies botánicas tanto de la Amazonía baja como de la yunga, por lo que constituye un complejo de formaciones vegetales transicionales. Presencia moderada de epífitas. Incluye algunas áreas con pacaes.

Abarca una superficie aproximada de 6.37% (8 237 633.88 ha) del territorio nacional, en los departamentos de San Martín, Amazonas, Huánuco, Pasco, Junín, Ayacucho, Cusco, Puno y Cajamarca.

b) Bosque estacionalmente seco oriental (Huallaga, Ene - Perené, Urubamba)

Ecosistema amazónico premontano localizado en colinas altas y en pequeñas terrazas aluviales entre los 300 y 850 metros, distribuido en grandes parches y con predominancia de bosque seco tropical caducifolio, transicional a bosque húmedo tropical y subtropical. Las formaciones típicas se hallan en los sectores del Huallaga central (Tarapoto, Bellavista y Juanjuí), en la confluencia de los ríos Ene y Perené (Junín) e inmediaciones de Quillabamba (Cusco). Dosel alcanza los 30 metros de alto. La vegetación está conformada por árboles y arbustos, principalmente Cactáceas, Malváceas y Fabáceas y cubierta herbácea estacional.

Abarca una superficie aproximada de 0.07% (87 254.76 ha) del territorio nacional, en los departamentos de San Martín, Junín y Cusco. Se extiende por 226.03 ha, correspondiendo al 1.45% del total de área del proyecto.

c) Bosque de colina alta

Ecosistema amazónico ubicado sobre terrenos moderados a fuertemente disectados y no inundables, con alturas relativas de 80 a 300 metros, con pendientes empinadas (60%) a fuertemente empinadas (70-80%), que los hace altamente susceptibles a la erosión hídrica. El sotobosque es denso; el bosque puede presentar 3 o 4 estratos con un dosel o cúpula de árboles que alcanzan 25 metros de alto e individuos emergentes de 30 a 35 metros de altura, aunque con una notable diferencia entre las partes bajas y altas de las colinas (en las cumbres, el bosque tiene menor altura o vigor).

Abarca una superficie aproximada de 2.98% (3 862 298.23 ha) del territorio nacional, en los departamentos de Loreto, Ucayali, San Martín, Amazonas, Cusco, Madre de Dios, Huánuco, Pasco y Junín.

d) Río

Es una corriente natural de agua de profundidad y tamaño variable que normalmente fluye con continuidad; se puede ubicar sobre relieves planos o de suave pendiente hasta relieves extremadamente accidentados y de altas pendientes (conformando incluso cascadas). Posee un caudal determinado que rara vez es constante o regular a lo largo del año, pudiendo incluso llegar a niveles mínimos en la estación seca; vierte sus aguas en el mar, en un lago o en otro río más grande. Cuando es de escaso caudal y cauce estrecho se le conoce como arroyo o quebrada. Abarcan una superficie aproximada de 1.14% (1 474 389.46 ha) del territorio nacional, distribuidos en todo el país (MINAM, 2019).

En el área del proyecto los ríos generalmente tienen un extenso recorrido a través de un amplio territorio de los Andes y del llano amazónico. Presentan aguas lodosas, turbias, debido al alto contenido de arena, arcilla y limo en suspensión, que proporcionan una coloración marrón claro a sus aguas. Se identificó al río Mayo que acompaña casi paralelamente a la extensión del proyecto y varios efluentes.

e) Lagos y Lagunas

Los lagos son extensiones de agua de gran tamaño y profundidad, separadas del mar, pudiendo contener agua dulce, salobre o salada. En nuestro país, los dos principales son el Lago Junín o Los lagos son extensiones de agua de gran tamaño y profundidad, separadas del mar, pudiendo contener agua dulce, salobre o salada. En nuestro país, los dos principales son el Lago Junín o Chinchaycocha y el Lago Titicaca, ambos considerados como humedales altoandinos, sobre los 4000 y 3800 msnm, respectivamente. Las lagunas son depósitos naturales de agua de menor profundidad que los lagos de régimen permanente o temporal y de distintas capacidades de almacenamiento. Desde el punto de vista de los recursos hídricos, los lagos y lagunas, comprenden todas las aguas que no presentan corriente continua y que corresponden a aguas en estado léntico. Abarca una superficie aproximada de 0.65% (845 836.26 ha) del territorio nacional, se ubican en todo el país (MINAM, 2019).

La laguna Totorillayco es un ecosistema importante dentro del área del proyecto, ya que contribuye a la conservación del agua y la biodiversidad. Por ello, ha sido incluida en el análisis ambiental mediante una evaluación biológica para conocer su estado y su función en el equilibrio natural de la zona.

f) Zona agrícola

Comprende las áreas dedicadas a cultivos. Pueden ser cultivos transitorios, es decir, aquellos que después de la cosecha deben volver a sembrar para seguir produciendo (ciclo vegetativo es corto, de pocos meses hasta 2 años); o cultivos permanentes, aquellos cuyo ciclo vegetativo es mayor a dos años, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar. En las imágenes de sensores remotos, por lo general, tienen un patrón típico de polígonos regulares (cuadrados, rectángulos y eventualmente triángulos).

g) Vegetación Secundaria

Estas zonas comprenden áreas de pastizales, áreas que fueron desboscadas y convertidas a pastos cultivados, así como las áreas cubiertas con vegetación secundaria ("purma") en la Amazonía, que se encuentran en descanso por un determinado número de años hasta que retorne la fertilidad natural del suelo, para ser nuevamente integradas a la actividad agropecuaria.

h) Zona urbana

Esta unidad está constituida por los espacios cubiertos por infraestructura urbana y todas aquellas áreas verdes y vías de comunicación asociadas con ellas, que configuran un sistema urbano. Incluye el casco urbano (edificios, casas y monumentos), áreas verdes (jardines, parques y huertos), cursos de agua (ríos, acequias y lagunas naturales y artificiales), áreas periurbanas o suburbanas (donde pueden predominar los huertos, chacras y corrales), entre otros (p.ej. grandes áreas sin construir).

En el Mapa de ecosistemas (LBB-BETA-03), se presenta la ubicación del proyecto y los ecosistemas identificados.

Anexo 4.2.23 Mapa de ecosistemas (LBB-BETA-03)

4.2.4.1.4 Unidades de vegetación

El uso de imágenes satelitales para la observación terrestre es una técnica conocida como teledetección. Este proceso incluye la captura y transferencia de datos desde los sensores satelitales hacia la tierra. Adicionalmente, los sensores de los satélites, así como una cámara de fotografía, tienen especificaciones que permiten comparar su desempeño.

Específicamente, una característica clave de los satélites son sus resoluciones. Hay diferentes tipos de resoluciones, la resolución espacial es la distancia capturada por la parte más pequeña de una imagen. Generalmente se mide esta resolución como metros por píxel. Si un píxel captura menor distancia la imagen tendrá mejor calidad. La resolución espectral indica cuantas bandas y de cuanto ancho es capaz de percibir el sensor. Mayor número de bandas indican mejor resolución espectral. La resolución temporal indica con qué frecuencia pasa el satélite por un punto específico de la tierra (Pardo, C., 2020).

Sentinel-2 es la segunda misión europea de constelación de satélites (Sentinel-2A y 2B) con una órbita polar. Adicionalmente, existen niveles de procesamiento de las imágenes. Uno de estos niveles es el Sentinel-L2A, que se mencionará más adelante. Esta misión fue diseñada para alimentar el sistema de monitoreo global para el ambiente y la seguridad (GMES, por sus siglas en inglés). Los dos satélites de la constelación se mueven con un desfase de 180 grados, cada uno con un Instrumento Multi Espectral (MSI). El MSI mide la radiación que refleja la tierra y que atraviesa la atmosfera. Permite la captura de 13 bandas espectrales que incluyen los segmentos del espectro electromagnético visibles y cercanos al infrarrojo (VNIR, por sus siglas en inglés) hasta los Infrarrojos de Onda Corta (SWIR). Las bandas se distribuyen así:

- 4 bandas con 10 metros de resolución espacial que incluyen al azul, verde, rojo y cercano a infrarrojo.
- 6 bandas con 20 metros de resolución espacial: 4 bandas delgadas para caracterización de vegetación, y dos bandas más anchas que en el segmento SWIR para aplicaciones como detección de nieve/hielo/nubes o la humedad de vegetación.
- 3 bandas con 60 metros de resolución espacial principalmente para la detección de nubes y correcciones atmosféricas.

Dentro de los objetivos de la misión Sentinel-2 se incluye ofrecer una fuente operacional de información óptica, con alta resolución temporal, alta cobertura, oportuno, y confiable. Los niveles de procesamiento de las imágenes Sentinel-2 que están disponibles para su descarga son niveles 1C y 2A. El nivel 1C o L1C proporciona una imagen orto rectificadas con reflectancia Top-of Atmosphere (TOA) con registros multispectrales y máscaras de agua y nubes.

Las máscaras son mapas de píxeles que indican que píxeles están representando agua y cuales están representando nubes. Las imágenes Sentinel L1C no son fieles a lo que se encuentra en la superficie terrestre ya que están distorsionadas por los efectos atmosféricos. El nivel de procesamiento 2A o L2A, proporciona imágenes de reflectancia orto rectificadas Bottom-of-Atmosphere (BOA) con registro multispectral y una clasificación de escenas por nubes, sombra de nubes, vegetación, tierra/desiertos, agua y nieve y se le considera como la información lista para análisis.

Un producto Sentinel-2 se entrega al usuario dependiendo del área de interés que el mismo haya seleccionado y los metadatos que crea relevantes. Este producto está compuesto por un grupo de "Granules" o "Tiles" (para productos orto rectificados) que intersecan el área de interés definida por el usuario. Un Granule es la partición mínima e indivisible de un producto que contiene todas las bandas espectrales posibles. Un Tile consiste en una imagen orto rectificada de 100 km x 100 km en proyección cartográfica de referencia UTM/WGS84.

La órbita de los satélites sentinel-2 no es completamente perpendicular al ecuador, en otras palabras, se tiene un grado de inclinación de la órbita para que recorra las diferentes zonas de la tierra. Debido a esto, la construcción de un Tile puede llegar a ser la suma de capturas de los dos satélites.

Considerando como referencia la información anterior, se realizó la identificación y delimitación de las unidades de vegetación en el área del proyecto a escala local, considerando los criterios de la Guía de Inventario de la Flora y Vegetación, sección 4.1. Elaboración del mapa de vegetación (MINAM, 2015a).

Asimismo, se ha considerado la guía metodológica para el Estudio de levantamiento de la cobertura vegetal (bosques) para la clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor (CTCUM), aprobada mediante Resolución de Dirección Ejecutiva N° D000278-2022-MIDAGRI-SERFOR-DE.

Para la elaboración del mapa de vegetación del área del proyecto, se consideró como base la información cartográfica del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal de escala 1/100 000 (MINAM, 2015), Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú de escala 1/100 000 (MINAM, 2018), Mapa de Sistemas Ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia (Nature Server, 2007) y Mapa Forestal elaborado para la Zonificación Ecológica y Económica del departamento de San Martín (2015).

Como no se cuenta con cartografía local adecuada se procedió a hacer uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) para generar dicha cartografía básica, la cual utiliza como insumo una imagen satelital. En la creación de la cobertura de vegetación y la interpretación de la imagen, se utilizó el software QGis 3.28 para la interpretación correcta de la imagen obtenida. El procedimiento a seguido se detalla a continuación:

- Obtención de la imagen satelital de la plataforma Sentinel, una de las plataformas más usadas para descargar imágenes satelitales; El satélite Sentinel 2A y Sentinel 2B nos proporciona imágenes satélites de cualquier parte del mundo. Estos satélites capturan imágenes de alta resolución gracias a sus 13

bandas y una capacidad de mapeo territorial de hasta 290 kilómetros de anchura. Estas características le sirven para llevar un seguimiento de los cambios de uso del suelo, la vegetación, la contaminación de masas de agua, etc.

- Selección, visualización y mejoramiento digital de las bandas espectrales B4, B3 y B2, como las más adecuadas para la interpretación o extracción de información visual de la imagen.
- Elaboración de un mapa base con los elementos cartográficos más relevantes a la escala de trabajo.
- Interpretación digital de la imagen del satélite, con el apoyo software QGis 3.28 con la participación de un profesional con conocimientos de la fisonomía de la vegetación presente en el área del proyecto.
- Identificación y codificación de polígonos en pantalla, contentivos de la fisonomía de la vegetación a escala 1:50.000.

A continuación, se detalla la información procesada y la descripción de las unidades de vegetación.

Para la elaboración del mapa de vegetación del área del proyecto, se consideró como base la información cartográfica del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal de escala 1/100 000 (MINAM, 2015a), Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú de escala 1/100 000 (MINAM, 2018), Mapa de Sistemas Ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia (Nature Server, 2007) y Mapa Forestal elaborado para la Zonificación Ecológica y Económica del departamento de San Martín (2009).

Como no se cuenta con cartografía local adecuada se procedió a hacer uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) para generar dicha cartografía básica, la cual utiliza como insumo una imagen satelital. En la creación de la cobertura de vegetación y la interpretación de la imagen, se utilizó el software QGis 3.28 para la interpretación correcta de la imagen obtenida. El procedimiento a seguido se detalla a continuación:

Obtención de la imagen satelital de la plataforma Sentinel Hub (<https://www.sentinel-hub.com>), una de las plataformas más usadas para descargar imágenes satelitales; El satélite Sentinel 2A y Sentinel 2B nos proporciona imágenes satélites de cualquier parte del mundo. Estos satélites capturan imágenes de alta resolución gracias a sus 13 bandas y una capacidad de mapeo territorial de hasta 290 kilómetros de anchura. Estas características le sirven para llevar un seguimiento de los cambios de uso del suelo, la vegetación, la contaminación de masas de agua, etc.

- Selección, visualización y mejoramiento digital de las bandas espectrales B4, B3 y B2, como las más adecuadas para la interpretación o extracción de información visual de la imagen.
- Elaboración de un mapa base con los elementos cartográficos más relevantes a la escala de trabajo.
- Interpretación digital de la imagen del satélite, con el apoyo software QGis 3.28 con la participación de un profesional con conocimientos de la fisonomía de la vegetación presente en el área del Proyecto.

- Identificación y codificación de polígonos en pantalla, contentivos de la fisonomía de la vegetación a escala 1:50.000.

4.2.4.1.4.1 Ejecución de algoritmos de análisis y cobertura vegetal

Una vez se tienen las imágenes se emplearon para los análisis y la determinación de la clasificación de cobertura vegetal, para ello se analizó el resultado de SEN2COR. Como resultado de este análisis se pudo encontrar que parte de los productos que produce esta herramienta es una máscara con diferentes clasificaciones de píxeles.

Para poder observar esta máscara se usa la herramienta QGIS, donde es posible importar esta imagen (en la opción agregar ráster) en formato JP2 y se aplica un filtro de color personalizado. Allí se relaciona cada clase clasificada con un color y se aplican los cambios. Los resultados muestran una imagen clasificada por colores discretos.

Al agregar esta imagen, se tiene como resultado una imagen en escala de grises. Esta imagen es la clasificación de suelos, sin embargo, aún no se han especificado los colores discretos de cada clase. Para esto se seleccionan propiedades de la imagen, en la pestaña de simbología y se selecciona "Single band pseudocolor" y se empiezan a agregar las clases de colores con su descripción.

4.2.4.1.4.2 Clasificación de la cobertura vegetal (unidades de vegetación)

La clasificación de la cobertura vegetal estuvo en función de la escala de mapeo, del área mínima de mapeo y de la resolución espacial del material satelital utilizado. La clasificación de la cobertura vegetal consistió en hacer una jerarquización de las unidades de cobertura vegetal, plasmada en la leyenda del mapa, que se basa en criterios que van de lo general a lo particular como los siguientes: geográficos, fisonómicos y fisiográficos. Estos se describen a continuación:

Criterio geográfico

La Amazonía tropical o selva baja se ubica en la gran penillanura amazónica o llano subandino, por debajo de la yunga, caracterizada por las reducidas oscilaciones estacionales, es decir, por poseer un régimen calórico con variación de temperaturas diarias relativamente grandes, contrastantes con las leves diferencias anuales y en las que la duración del día presenta pequeños cambios durante el año (Lamprecht, 1990).

Esta gran región natural está representada por formaciones boscosas con los más altos valores en biomasa vegetal y riqueza de especies; a su vez, soporta precipitaciones desde 1000 hasta cerca de 4000 mm anuales y temperatura media anual arriba de los 24 °C. Geológicamente, forma parte del antearco amazónico, caracterizado por acciones de levantamiento o de hundimiento y acumulación de los depósitos fluviales (Kalliola et al., 1993) del Cuaternario, depósitos lacustres y areniscas.

Criterio fisonómico

Este criterio se basa en clasificar a la vegetación a nivel de formaciones vegetales, las cuales están relacionadas directamente con sus formas de vida o formas biológicas

predominantes, para la presente se determinó el Bosque donde predominan árboles o palmeras arborescentes.

Criterio fisiográfico

Este criterio se basa en clasificar a la vegetación según las formas de tierra en que ocupan. Se sabe que existe una relación directa entre el suelo y la planta, y para expresar el suelo se ha utilizado una forma indirecta de expresarlo como las formas de tierra (terrazas, colinas, montañas, etc.).

Micro fisonomía

Se logró obtener una medida de la vegetación conocida como Índice de Diferencia de vegetación Normalizado (NDVI) así como la detección de agua y de nubes. La ecuación del NDVI documentada y predeterminada es la siguiente:

$$NDVI = ((NIR - Red) / (NIR + Red))$$

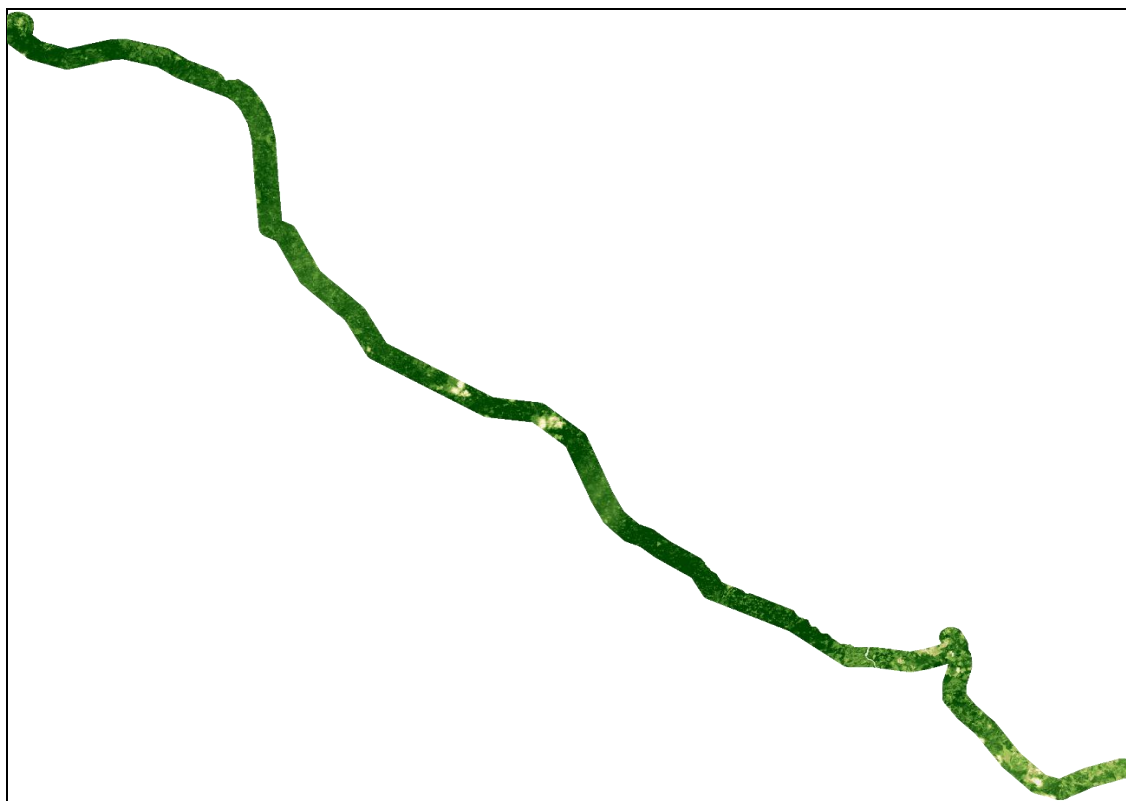
Donde:

NIR = valores de píxel de la banda infrarroja cercana

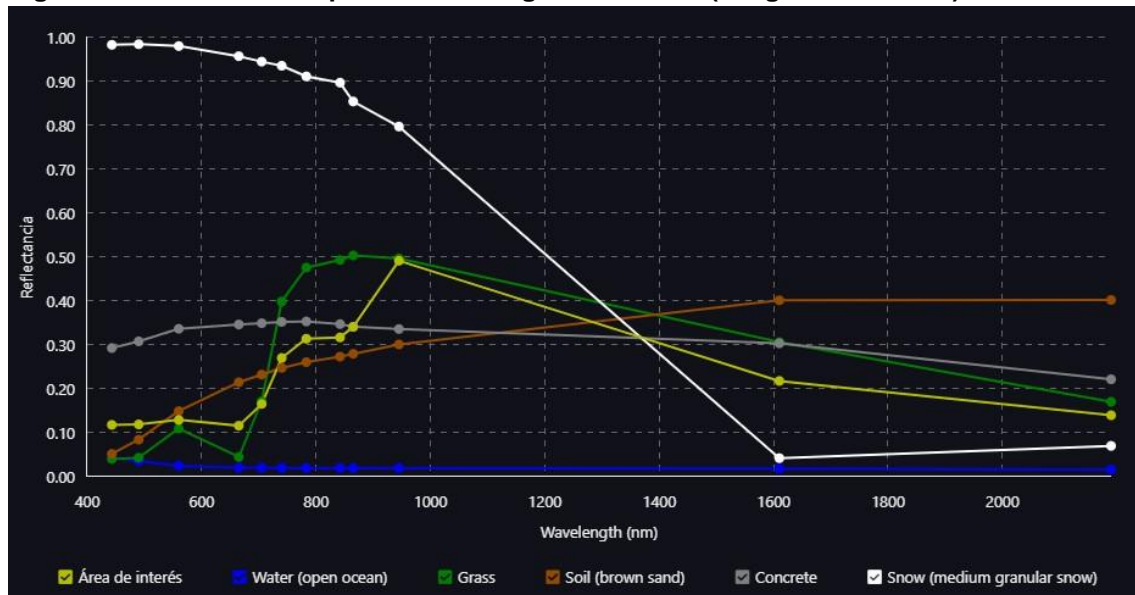
Red = valores de píxel de la banda roja

Este índice coloca los valores entre -1,0 y 1,0

Figura 4.2- 1: Análisis de la vegetación NDVI (Imagen 23/10/2023)

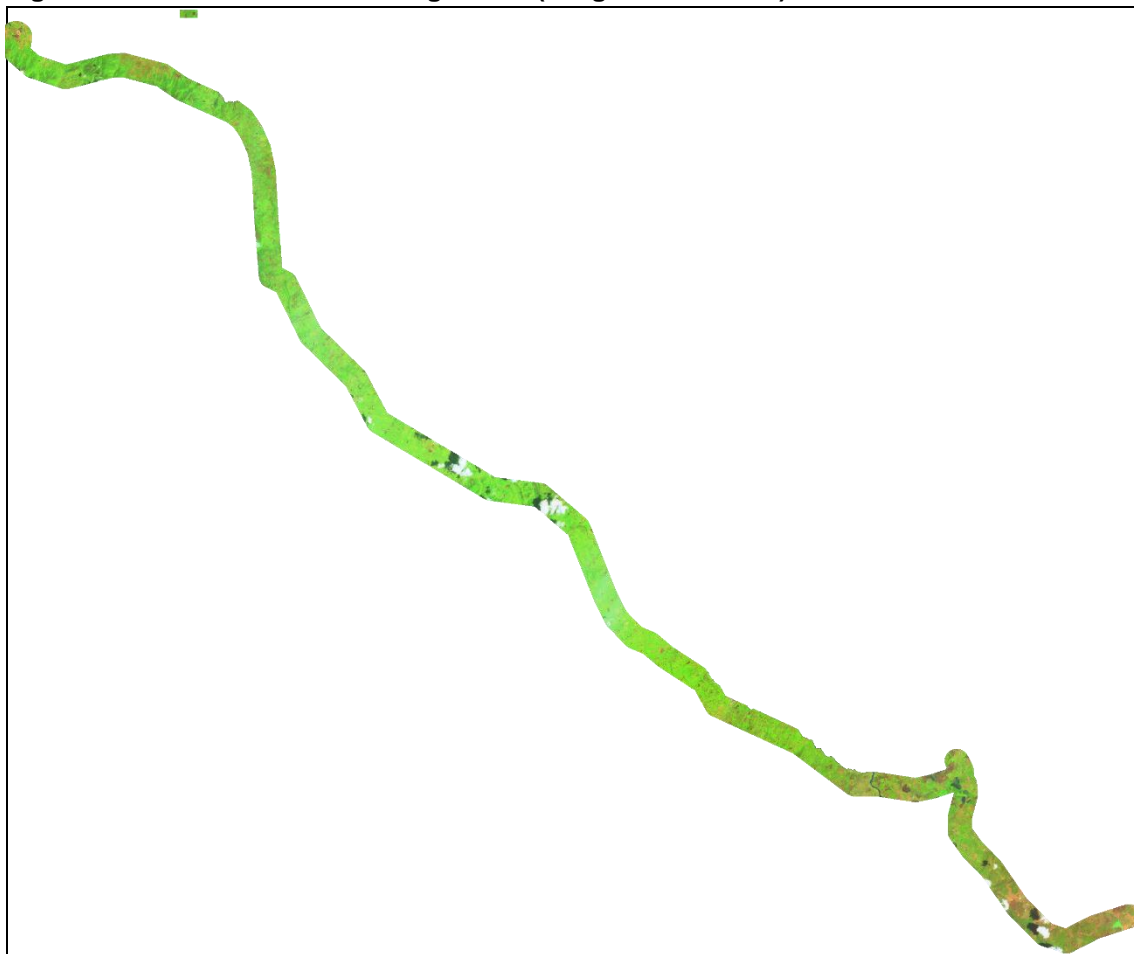


Fuente: INERCO 2024.

Figura 4.2- 2: Análisis espectral de la vegetación NDVI (Imagen 23/10/2023)

Fuente: INERCO 2024.

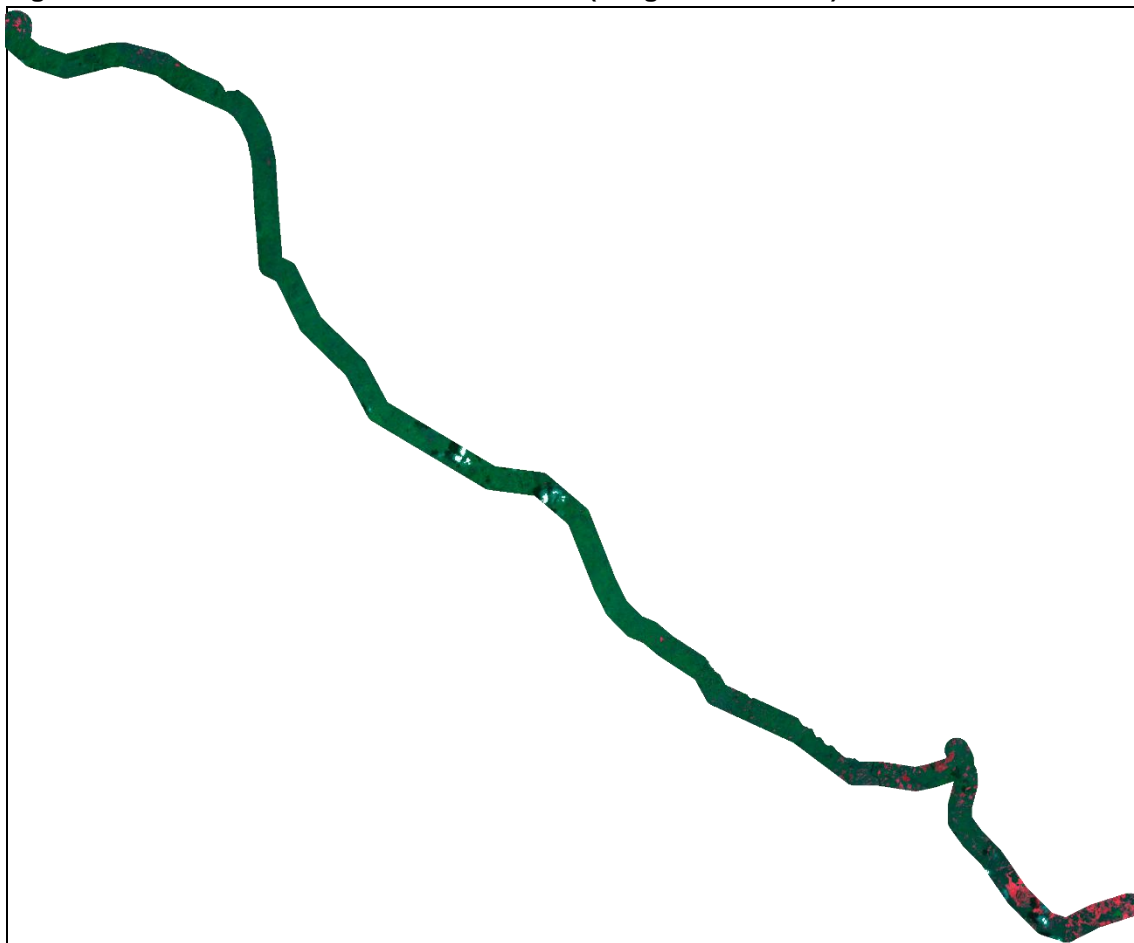
El índice normalizado de vegetación (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index) es un índice simple, pero efectivo, para cuantificar la vegetación verde. Ofrece una medida del estado de salud de la vegetación, basado en el modo en que las plantas reflejan la luz de ciertas longitudes de onda. NDVI adopta valores entre -1 y +1. Los valores negativos (los más cercanos a -1) corresponden a agua. Valores en torno a cero (entre -0.1 y +0.1) suelen indicar zonas sin vegetación como roca, arena o nieve. Los valores positivos pero pequeños se corresponden con arbustos y campos cubiertos de hierba (aproximadamente entre +0.2 y +0.4), en tanto que cifras más elevadas describen los bosques templados y las selvas tropicales (valores cercanos a +1).

Figura 4.2- 3: Análisis de áreas agrícolas (Imagen 23/10/2023)

Fuente: INERCO 2024.

Áreas agrícolas: Esta composición emplea bandas de infrarrojo de onda corta, infrarrojo cercano y azul, para monitorizar la salud de los cultivos (una banda es un intervalo del espectro electromagnético; los sensores satelitales pueden fotografiar la Tierra en múltiples bandas). Las bandas de infrarrojo de onda corta y de infrarrojo cercano son especialmente adecuadas para realzar la vegetación densa, que se representa en verde oscuro en la composición. Los cultivos aparecen de un verde fosforescente, y el suelo desnudo se muestra en magenta. Combinación de bandas B11, B08 y B02.

Figura 4.2- 4: Análisis de áreas sin cobertura (Imagen 23/10/2023)



Fuente: INERCO 2024.

Esta visualización muestra toda la vegetación en color verde y el suelo desnudo en rojo. El agua aparece en negro. Combinación de bandas BSI, B08 y B09.

Flora predominante

Esta fase es la determinante porque nos permitirá verificar si lo establecido en gabinete corresponde a la diagnosis realizada. Para esta actividad se usó la información obtenida en la línea base biológica. Complementariamente se usó fotos de las evaluaciones realizadas.

4.2.4.1.4.3 Unidades de vegetación

Como resultado del análisis de imágenes satelitales y la evaluación de campo, se determinó la presencia de seis (06) clases de coberturas vegetales: Bosques de montañas bajas con árboles medianos del Mayo, Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos, Área de cultivo, Área de cultivos agroforestales, Purmas o vegetación secundaria y Shapumbales, y tres (03) zonas no consideradas unidades de vegetación; Área antrópica, río y comunidades hidromórficas.

En la tabla siguiente se muestra la representatividad de las unidades de vegetación en el ámbito del proyecto.

Tabla 4.2- 3: Unidades de vegetación identificadas en el área del proyecto

Comunidades	Cobertura vegetal	Símbolo	Unidad de vegetación	Símbolo	Área	
					Ha	Porcentaje
Comunidades naturales	Bosque de montaña basimontano	Bm-ba	Bosques de montañas bajas con árboles medianos del Mayo.	Bmb-am	2089.6	13.30%
	Bosques de montaña	Bm	Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos.	Cmsa	448.1	2.90%
	Rio	R	Comunidades hidromórficas	Ch	33.4	0.20%
			Rio	R	47.7	0.30%
Comunidades de áreas intervenidas	Áreas de no bosque amazónico	Ano-ba	Área de cultivo	Agro	11294.1	71.90%
			Área de cultivos agroforestales	Agro-fo	2.8	0.00%
			Purmas o vegetación secundaria	Vs	1420.3	9.00%
			Shapumbales	Sh	2.3	0.00%
			Área antrópica	Aa	361.4	2.30%

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Las formaciones o unidades de vegetación fueron diferenciadas en el área del proyecto, sobre la base de la interrelación fisiográfica y altitudinal (distribución azonal) e interpretación de la deforestación en la región San Martín.

En el área del proyecto resaltan dos grandes formas, una de origen natural y otra como resultado de la intervención humana. Sin duda que los efectos cinegéticos de las actividades humanas han modelado paulatina e intermitentemente los paisajes naturales y sus formaciones.

A continuación, se presenta la descripción de las unidades de vegetación.

4.2.4.1.4.4 Comunidades naturales

A partir de una interpretación desde las altitudes más bajas hacia las partes altas, se diferencian 2 grupos de comunidades vegetales caracterizadas por; Bosques de

montañas bajas con árboles medianos del Mayo, Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos.

4.2.4.1.4.4.1 Bosques de montañas bajas con árboles medianos del Mayo

Estas comunidades de árboles medianos y arbustos de las montañas ocupan las laderas y montañas por debajo de los 1500-2000 msnm. En las partes bajas y en las amplias disecciones en formas de deltas, las comunidades de árboles son grandes de 15 a 25 m de alto, con abundancia de bejucos donde destacan; Ficus, Cedrela, Alseis y otras. La mayor cobertura está conformada por las comunidades continuas de las cimas de montañas, con especies leñosas arbustivo-arbóreas como Clusia sp., Ficus sp., Schefflera sp., Oreopanax sp., las arbustivas de los matorrales Mollinedia sp., Stylogyne ambigua. Entre los matorrales se registran; Styrax ovatus, Symplocos sp., Ternstroemia sp., helechos herbáceos como; Asplundia moritziana, Sphaeradenia steyermarkii y otras.

4.2.4.1.4.4.2 Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos

Comprende grandes extensiones de comunidades vegetales de fisionomía mixta, entre herbáceos, matorrales y formas arbóreas achaparrados, distribuidos en parches, como una respuesta a las condiciones del substrato mayormente rocoso, y fuertes pendientes, y solamente capa de suelo en los sectores con masas coluviales (Dempewolf 2000).

Esta compleja comunidad se caracteriza por su fisionomía dispersa y mixta de un conjunto de comunidades. Los árboles son de porte bajo y copas amplias y densas por la abundante ramificación, mientras que en sectores cálidos y secos son caducifolios y esclerófilos. En ambos tipos destacan la dominancia de matorrales y bejucos formando enmarañados. En los filos de las montañas la cubierta es propia de matorrales. Entre las especies se registran mirtáceas, clusiáceas (Vismia sp.), fabáceas, Mollinedia sp., Schefflera sp, y abundancia de bromeliáceas (Pitcairnia sp.).

4.2.4.1.4.4.3 Comunidades hidromórficas.

Comprende a comunidades adaptadas a las condiciones del suelo de mediana a alta saturación por el agua. Un primer grupo comprende a las riberas del río Mayo, con fisionomía sucesional y matorral ribereño por la dominancia de Gynerium sagittatum "caña brava", y un segundo grupo a los pequeños lagos presentes en el área del proyecto.

4.2.4.1.4.4.5 Comunidades intervenidas

Las implicancias de las actividades humanas se traducen en la ampliación de los paisajes deforestados y sujetos a la gran variedad de formas y ciclos del manejo agropecuario y del crecimiento urbano que incluye la Carretera Marginal como principal vía de comunicación.

Ozambela (2004)¹, desarrollo el estudio de Monitoreo de la deforestación de las provincias de San Martín, Picota y Bellavista en el departamento de San Martín, con el propósito de identificar y cuantificar el avance de la deforestación; mediante el uso de indicadores espaciales de los cambios en la cobertura forestal, utilizando los Sistemas de Percepción Remota (Teledetección) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), así como identificar y/o describir los procesos socioeconómicos que determinaron el proceso de la deforestación, además de identificar cual es la tendencia del avance de la deforestación. Para ello utilizó imágenes de satélite Landsat TM5, Landsat TM7 que data del año de 1986 y un Mosaico de imágenes de toda la región San Martín del año 1999.

Estas imágenes fueron, previamente corregidas geométricamente y tratadas especialmente para su posterior análisis. Los resultados presentan mapas de cambios de la cobertura vegetal, patrones de uso de la tierra y mapas de deforestación, para un lapso de 13 años. Se llegó a determinar que la superficie deforestada en el lapso (13 años) fue: Picota con 22,219.64 has., tasa anual de 2.62 %, para la provincia de Bellavista la intervención fue de 15,538.80 has., con una tasa anual solamente de 0.28 %, y para la provincia de San Martín presenta 9,552.07 has., con una tasa anual de 0.5 %. Estos procesos de la deforestación son consecuencia fundamental del desorden ocupacional del territorio.

Rabanal (2009)², realizó un estudio de monitoreo de la deforestación en la región de San Martín, el estudio tuvo como objetivo evaluar el estado de deforestación utilizando indicadores geográficos de la pérdida de cobertura vegetal, Sistemas de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la provincia de Mariscal Cáceres y Tocache, haciendo uso de imágenes satelitales de IKONOS del año 2009 y Landsat TM7 del año 1999, las cuales fueron procesadas en los programas ERDAS, ArcInfo 3.5.1 y ArcView GIS 3.2, además, utilizó información de campo sobre el cambio de uso de la cubierta forestal.

Los resultados del estudio muestran que la deforestación de los bosques de la provincia de Mariscal Cáceres fue alarmante, dado que al año 1977 hubo una pérdida de bosque de 17 504,77 ha (1,21 %) para el año 1987 la deforestación superó las 129 289,47 ha (8,94 %) y en el año 1999 tuvo una pérdida de cobertura boscosa de 186 486,86 ha (12,89 %) de superficie deforestada.

La provincia de Tocache contó con una cifra alta de deforestación en el año 1977 de 53 727,49 ha (8,79 %) para el año 1987 la pérdida de cobertura vegetal ascendió a 222 611,46 ha (36,40 %) y al año 1999 obtuvo 245 424,22 ha (40,13 %) de superficie deforestada. El estudio, concluye que en los 12 años de estudio en la provincia Mariscal Cáceres, el promedio de pérdida de bosque es de 4 302,31 ha/año, equivalente a 11,78

¹ Ozambela, M (2004). Monitoreo de la deforestación en las provincias de San Martín, Picota y Bellavista en el departamento de San Martín – Perú. Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis de Grado. Universidad Nacional San Martín.

² Rabanal, H. (2009). Monitoreo de la deforestación, empleando imágenes satelitales (Landsat 5 y 7), en las provincias de Mariscal Cáceres y Tocache, Región San Martín – Perú. Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis de Grado. Universidad Nacional San Martín.

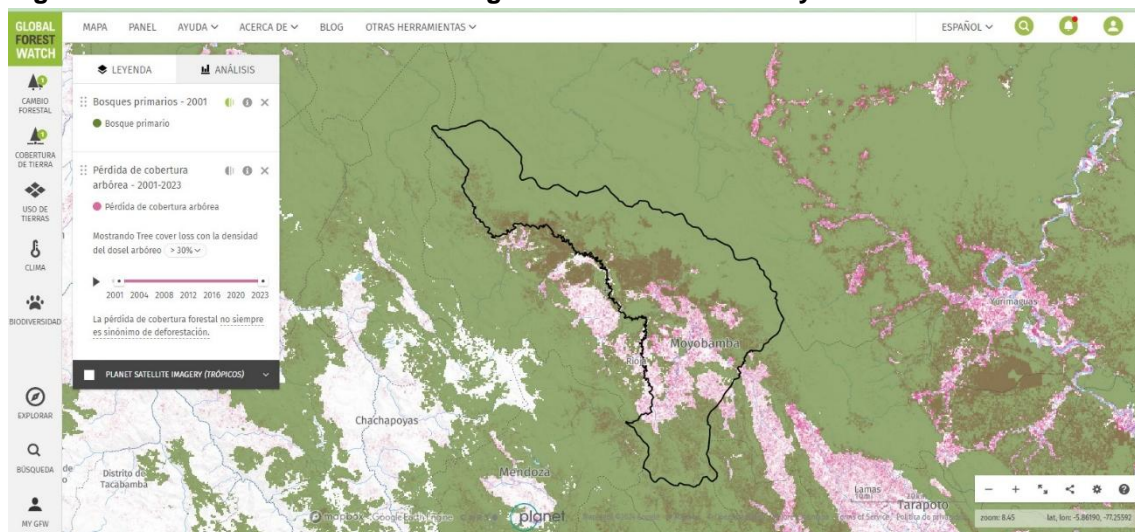
ha perdidas al día, con una tasa de deforestación baja de 0,37 %, mientras que Tocache en los 12 años de estudio contó con un promedio de deforestación de 1 931,71 ha/año, del cual, a diario se perdió 5,3 ha determinado una tasa de deforestación baja de 0,42 %.

En la región San Martín, en los últimos 30 años la demanda de tierras se ha incrementado con las consecuencias de tala para la agricultura de café, coca, cacao, maíz y otros en las colinas altas y base de las montañas con pendientes pronunciadas. En general, en las partes bajas, la cobertura vegetal está conformada por los cultivos anuales, los pastizales en pequeñas extensiones, y en mayores áreas corresponden a vegetación secundaria o "purmas" en diferentes estados.

Otro aspecto importante constituye los efectos de las costumbres tradicionales de quema para el manejo de pasturas. La práctica de la quema, para la eliminación de malezas y restos no apetecibles por el ganado, escapaba del control de los propietarios de modo que arrasaba con grandes extensiones de los bosques secos y achaparrados, transformándolos en las sábanas de "shapumbales" (*Pteridium aquilinum*) y "cashaucshales" (*Imperata* sp.).

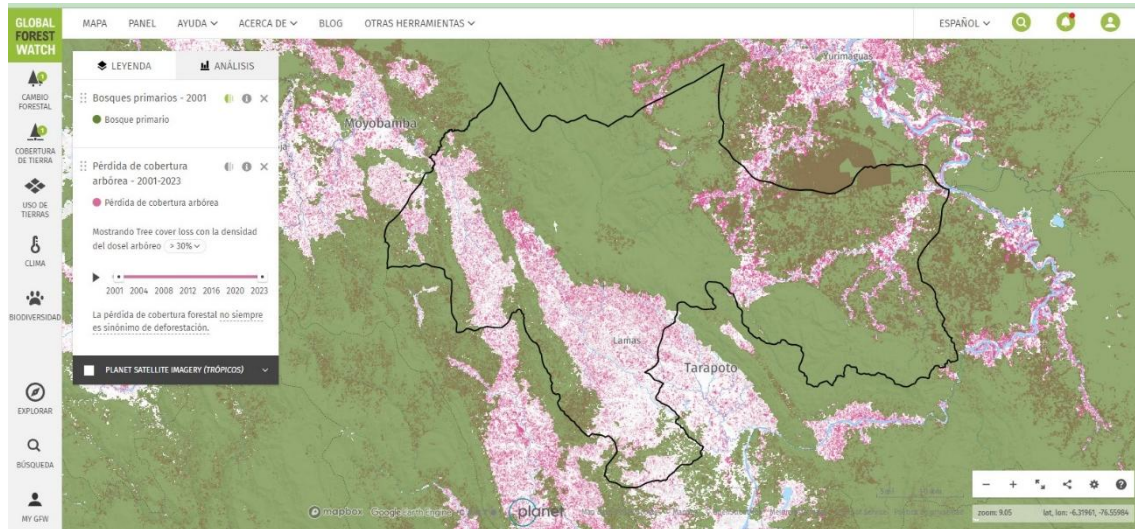
Según la organización mundial Global Forest Watch, el distrito de Moyobamba desde 2002 hasta 2023, perdió 48.8 kha de bosque primario húmedo, lo que representa 65% de su pérdida total de cobertura arbórea en el mismo periodo de tiempo. El área total de bosque primario húmedo en Moyobamba disminuyó en 18% en este periodo de tiempo.

Figura 4.2- 5: Pérdida de cobertura vegetal en el distrito de Moyobamba 2002 - 2003



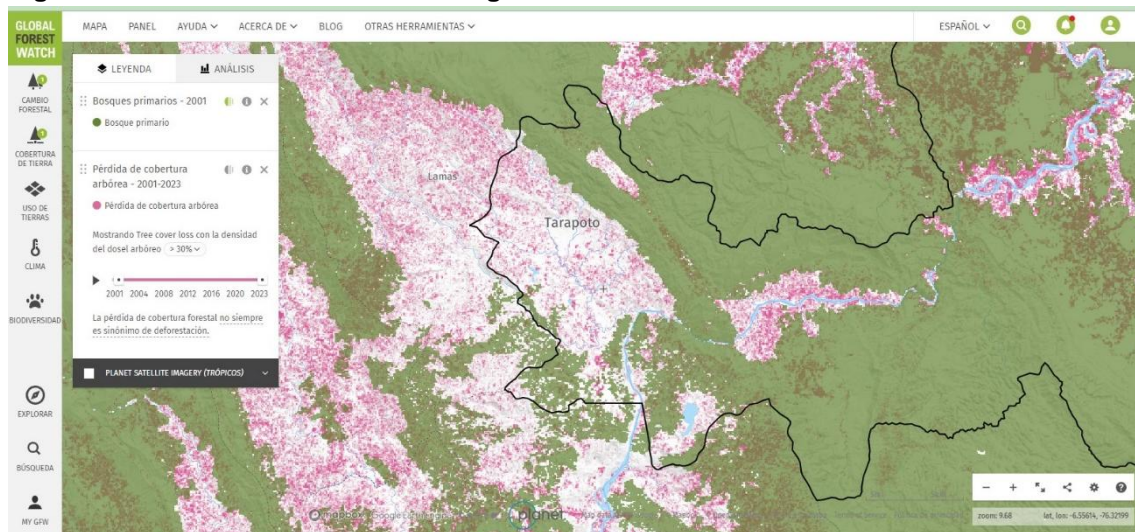
Fuente: Global Forest Watch (2024)

Desde 2002 hasta 2023, el distrito de Lamas perdió 50.5 kha de bosque primario húmedo, lo que representa 51% de su pérdida total de cobertura arbórea en el mismo periodo de tiempo. El área total de bosque primario húmedo en Lamas disminuyó en 16% en este periodo de tiempo.

Figura 4.2- 6: Pérdida de cobertura vegetal en el distrito de Lamas 2002 - 2003

Fuente: Global Forest Watch (2024)

Desde 2002 hasta 2023, el distrito de San Martín perdió 39.0 kha de bosque primario húmedo, lo que representa 57% de su pérdida total de cobertura arbórea en el mismo periodo de tiempo. El área total de bosque primario húmedo en San Martín disminuyó en 11% en este periodo de tiempo.

Figura 4.2- 7: Perdida de cobertura vegetal en el distrito de San Martin 2002 - 2003

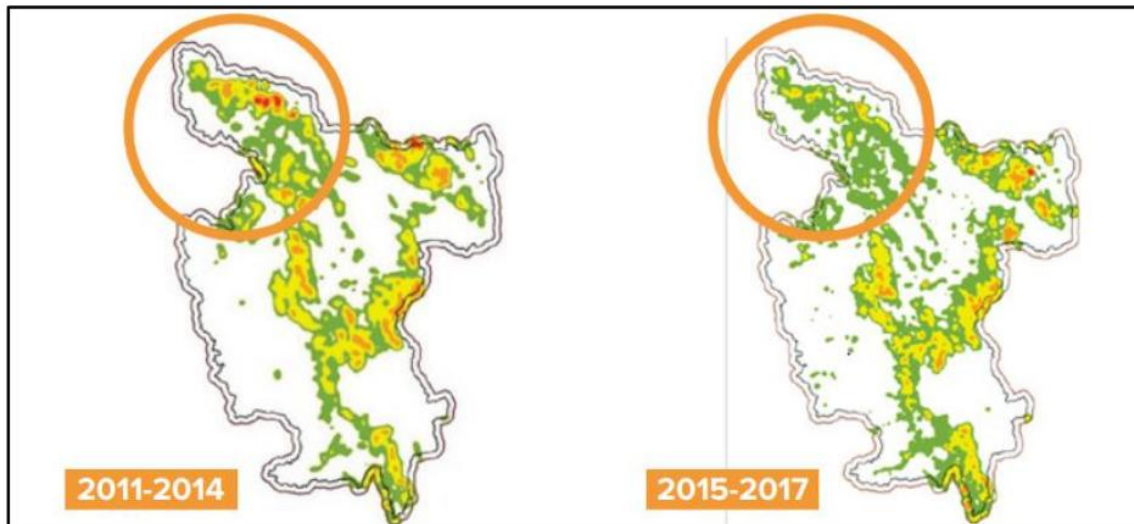
Fuente: Global Forest Watch (2024)

En la figura siguiente, se observan las zonas deforestadas del departamento de San Martín cuyas causas principales, según Conservación Internacional (CI) corresponden principalmente a las plantaciones de café, cacao, palma y a la ganadería. Sin embargo, el aspecto que más resalta en la imagen del año 2011 al 2014 son aquellas zonas que se encuentran en color rojo y que representan aquellas zonas más afectadas.

Si se comparan estas zonas con el mapa del 2015 al 2017, se puede apreciar una disminución de las zonas más expuestas a la deforestación. Según CI, los cultivos de

café ocupan 90 000 ha, mientras que las de cacao 50 000 ha. La tendencia entre ambos rangos de fechas es que sigue decreciendo la deforestación en San Martín.

Figura 4.2- 8: Deforestación en el departamento de San Martín entre los años 2011 y 2017



Fuente: CEPLAN (2022). Análisis de la deforestación y pérdida de vegetación a nivel nacional y el impacto a nivel regionales

En el grupo de esas comunidades vegetales, podemos diferenciar otros subgrupos de coberturas:

- Áreas con cobertura temporal, las cuales comprenden; Área de cultivos principalmente arrozales y maizales.
- Áreas con cobertura arbustivo-arbórea, las cuales comprenden principalmente cultivos agroforestales de tipo permanente como café, papaya, palmas (cocotero y aceitera).
- Áreas con cobertura de regeneración natural o purmas o vegetación secundaria; Las purmas o barbechos propiamente, o de índole agropecuario, caracterizadas por el abandono postcultivo con la finalidad de recuperación de la calidad del suelo en el terreno. Ocurren en diferentes portes de las especies arbóreas considerando altos de dosel y grados de densidad, estrechamente relacionados con la edad o tiempo desde inicio del abandono. Como carácter común, casi de inmediata mente después de al abandono ocurre la ocupación por los shapumbales que posteriormente son reemplazados por la vegetación leñosa arbustiva o arbórea.
- Los shapumbales y matorrales post quema, cuyas áreas no son de uso agropecuarios.

En el Mapa Unidades de Vegetación (LBB-BETA-04), se presenta la ubicación del proyecto y las formaciones vegetales identificadas.

Anexo 4.2.4 Mapa de Unidades de vegetación (LBB-BETA-04)

4.2.4.2 Áreas naturales protegidas

El área del proyecto no se superpone a ninguna Área Natural Protegida (ANP) o su Zona de Amortiguamiento (ZA), asimismo a ningún Área de Conservación Regional (ACR) y/o Privada (ACP).

En el Mapa de Áreas Naturales Protegidas (LBB-BETA-05), se presenta la ubicación del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas identificadas.

Anexo 4.2.4 Mapa de Áreas Naturales Protegidas (LBB-BETA-05)

Tabla 4.2- 4: Áreas Naturales Protegidas cercanas al área del proyecto

N°	Tipo	Área Natural Protegida	Distancia al trazo (km)
1	Nacional	ANP - Bosque de Protección Alto Mayo	22.8
2	Nacional	ZA - Bosque de Protección Alto Mayo	26.01
3	Regional	ACR - Cordillera Escalera	12.05
4	Regional	ACR Vista Alegre-Omia	42.88
5	Privada	ACP Yuningue	6.26

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.4.3 Ecosistemas frágiles

Los ecosistemas frágiles son valiosos en términos de conservación, pero también son vulnerables a las actividades humanas que se desarrollan en ellos o en sus alrededores, lo que amenaza y pone en riesgo los servicios ecosistémicos que proporcionan (SERFOR, 2018).

La "Lista Sectorial de Ecosistemas Frágiles" ha sido revisada y actualizada en varias ocasiones, incluyendo la referida a la incorporación de 28 ecosistemas frágiles en la región San Martín en enero de 2019, mediante R.D.E. 004-2019-MINAGRI-SERFOR-DE.

El área del proyecto no se superpone a Ecosistemas Frágiles que se encuentre en el "Listado Sectorial de Ecosistemas Frágiles" del Servicio Nacional Forestal y Fauna silvestre (SERFOR).

Tabla 4.2- 5: Ecosistemas Frágiles cercanos al área del proyecto

N°	Ecosistema Frágil	Ubicación	Documento Legal de reconocimiento	Tipo de ecosistema	Distancia al trazo (Km)
1	Pueblo Shawi	Dep: Loreto Prov: Alto Amazonas Dist: Balsapuerto	RDE N°121-2019-MINAGRI-SERFOR-DE	Bosque Basimontano de Yunga	18.10
2	Tingana	Dep: San Martín Prov: Moyobamba Dist: Moyobamba	RDE N° 004-2019-MINAGRI-SERFOR-DE	Pantanos de Palmeras	21.01
3	Alto Renaco	Dep: San Martín Prov: El Dorado y Huallaga Dist: San Martín /Alto Saposoa	RDE N° 004-2019-MINAGRI-SERFOR-DE	Bosque Basimontano de Yunga	21.51
4	Ishichiwi	Dep: San Martín Prov: Huallaga/El Dorado Dist: Alto Saposoa/San José de Sisa	RDE N° 004-2019-MINAGRI-SERFOR-DE	Bosque Basimontano de Yunga	31.10

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

El área del proyecto no se superpone a Ecosistemas Frágiles, aguajales u humedales, incorporados en el artículo 99 de la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611). En el Mapa de Ecosistemas Frágiles (LBB-BETA-06), se presenta la ubicación del proyecto y su distancia a los Ecosistemas Frágiles.

Anexo 4.2.24 Mapa de distancias a Ecosistemas Frágiles (LBB-BETA-06)

4.2.4.4 Áreas de importancia para la conservación de aves (IBAS)

Un Área de Importancia para las Aves (IBA) es un lugar de gran importancia internacional para la conservación de las aves. Estas áreas son herramientas prácticas utilizadas para conservar la biodiversidad y se seleccionan mediante criterios estandarizados y acordados internacionalmente. Estas áreas, ya sea solas o en combinación con otras áreas cercanas, deben proporcionar todos los requisitos necesarios para las poblaciones de aves identificadas.

Además, deben ser diferentes en carácter, hábitat o importancia ornitológica en comparación con las tierras circundantes. Las IBA forman parte de una propuesta integral y más amplia de conservación de la biodiversidad, la estrategia de conservación de BirdLife, que también incluye la protección de especies y hábitats.

El área del Proyecto se superpone parcialmente al área de importancia para la conservación de aves (IBAs) PE 059 Moyobamba, entre Moyobamba y Pacaypite, desde el río Mayo hasta el límite occidental del área del Proyecto.

PE 059 Moyobamba; Se encuentra en el extremo noroeste del departamento de San Martín, a 83,5 km al noroeste de la ciudad de Tarapoto. Es una zona que presenta un conjunto de hábitat, incluyendo bosque perennifolio tropical bajo, bosque de galería, bosque de arena blanca, bosque de palmas, cerrado, campos y pastizales estacionalmente inundados. El uso más frecuente de la tierra es para agricultura y ganadería.

Se conocen más de 60 especies de aves en la zona, que incluyen especies globalmente amenazadas y endémicas, como *Aburria aburri*, *Ara militaris*, *Touit stictoptera*, *Phaethornis koepckeae*, *Campylopterus villaviscensio*, *Heliodoxa gularis*, *Heliangelus regalis*, *Zimmerius villarejoi*, *Hemitriccus rufigularis* y *Henicorhina leucoptera*. No existe información sobre las poblaciones.

Los IBAs no serían una restricción para el desarrollo de un proyecto de electricidad, sin embargo, en el Instrumento de Gestión Ambiental respectivo se deberá de diseñar medidas de manejo de prevención, mitigación y compensación (este último aplicaría de mantenerse impactos negativos residuales luego de la aplicación de las medidas de manejo ambiental).

Tabla 4.2- 6: Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (IBAs) cercanos al área del proyecto

Código	Nombre	Distancia del trazo (km)
PE059	Moyobamba	Superpuesta

PE109	Parque Nacional Cordillera Azul	44.4
-------	---------------------------------	------

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En el Mapa de distancia al Área de Importancia para la Conservación de Aves (IBAs) (LBB-BETA-07), se presenta la ubicación del proyecto y su distancia al IBA; PE 059 Moyobamba.

Anexo 4.2.5 Mapa de IBAs y EBAs (LBB-BETA-07)

4.2.4.5 Áreas de endemismos de aves (EBAs)

Un Área de Endemismo de Aves (EBA) se define como un área que incluye los rangos de reproducción superpuestos de especies con distribución geográfica restringida. Esto significa que los rangos completos de dos o más especies de distribución geográfica restringida se encuentran dentro de los límites de la EBA. No obstante, esto no implica necesariamente que los rangos completos de todas las especies con distribución geográfica restringida de una EBA estén totalmente contenidos dentro de sus límites, ya que algunas especies pueden ser compartidas entre diferentes EBAs.

El área del Proyecto se superpone parcialmente a las siguientes áreas de endemismo de aves (EBAs).

El EBA 047 Bosques andinos de colina; el cual se presenta al norte del área del Proyecto y comprende desde Moyobamba hasta Jepelacio.

Esta EBA poco explorada incluye varias cimas montañosas: las de la Cordillera del Cóndor en la frontera entre el sureste de Ecuador y el norte de Perú, y en el norte de Perú la aislada Cordillera de Colán, el extremo más septentrional de la Cordillera Oriental, y la aislada Cordillera de Colán, el extremo más septentrional de la Cordillera Oriental, y la aislada montañas al este del río Mayo (en el límite del departamento de San Martín - Loreto); el área de distribución de una especie endémica extiende los límites de la EBA al este de la Cordillera del Cóndor hasta el valle medio del Maraón en el departamento de Amazonas, al norte de Perú. Desde el punto de vista de la distribución, las especies que definen la EBA son poco conocidas, por lo que los límites del área no pueden delinearse con mayor precisión que las diversas cadenas montañosas descritas anteriormente (Birdlife International, 2024).

El EBA 044 Andes orientales de Perú Ecuador; el cual se encuentra en la parte norte del área del Proyecto (desde Jepelacio hasta Pacaypite) y en la parte sur (desde Yanallpa, Tarapoto hasta Juan Guerra).

Esta EBA se distribuye a lo largo de todo el Ecuador, desde el extremo sur de Colombia en el departamento de Nariño, a lo largo de las laderas orientales de los Andes en Ecuador, abrazando las Cordilleras Cutucú y del Cóndor, hacia el sur hasta Perú alrededor de Huancabamba, y luego de manera discontinua a través del norte. final de la Cordillera Colán y a lo largo de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental norte (en los departamentos de Amazonas, Loreto y San Martín).

La EBA es adyacente a varias otras áreas, y sus especies de área de distribución restringida pueden en ocasiones superponerse con las de estas áreas: los bosques andinos centrales (EBA 042, 046) y los bosques de las cimas de las crestas andinas (EBA 047) del sureste de Ecuador y el norte de Perú (Birdlife International, 2024).

Tabla 4.2- 7: Áreas de Endemismo de Aves (EBAs) cercanos al área del proyecto

Código	Nombre	Distancia del trazo (km)
N° 047	Andean Ridgetop Forests	Superpuesta
N° 044	Ecuador-Peru East Andes - 1	Superpuesta
N° 044	Ecuador-Peru East Andes - 2	Superpuesta
N° 044	Ecuador-Peru East Andes - 3	A 34.56 Km del proyecto

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En el Mapa de distancia al Área de Endemismo Aves (EBAs) (LBB-BETA-08), se presenta la ubicación del proyecto y su distancia al EBA 047 Bosques andinos de colina y EBA 044 Andes orientales de Perú Ecuador.

Anexo 4.2.5 Mapa de IBAs y EBAs (LBB-BETA-08)

4.2.4.6 Áreas reconocidas internacionalmente por su valor biológico

Sitios RAMSAR

Ningún humedal Ramsar se encuentra en áreas dentro o cerca al área del proyecto. La Reserva Nacional de Junín, respectivamente, es el sitio Ramsar más cercano, a una distancia aproximada de 310 km. La distancia indicada ha sido considerada en línea recta desde el punto más cercano entre el área del proyecto y el humedal en cuestión.

4.2.4.7 Concesiones forestales

Con respecto a la presencia de concesiones forestales en la zona, de acuerdo con los *shapefiles* obtenidos en Geoserfor no existen concesiones forestales que se traslapan al Área de Influencia Directa del proyecto.

La Concesión de Conservación Bosques de Marona, creada mediante la RDE N° 251 – 2015/GRSM/ARA/DEACRN, actualmente es administrada por la Ronda Campesina del Centro Poblado de Marona, en un área de 419,62 has. Se ubica, en el distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, el objetivo de su creación es contribuir con la conservación de los bosques, y fuentes de agua, asegurando el mantenimiento y conservación de la biodiversidad, con la participación activa en beneficio de la población local.

En el Mapa Concesiones Forestales (LBB-BETA-09), se presenta la ubicación del proyecto y su distancia a las concesiones forestales.

Anexo 4.2.27 Mapa de zonas de concesión (LBB-BETA-09)

4.2.4.8 Estacionalidad

Para el estudio se planteó realizar la evaluación en dos temporadas, tomándose en consideración la información de precipitación y temperaturas de la estación

meteorológica Jepelacio ubicada a 1.9 km del área del proyecto (CD: 106088), en la provincia de Moyobamba (Fuente: SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos):

Tabla 4.2- 8: Estación meteorológica cercana al área del proyecto

Estación: JEPELACIO					
Departamento:	SAN MARTIN	Provincia:	MOYOBAMBA	Distrito:	JEPELACIO
Latitud:	6°6'45.9"	Longitud:	76°54'27.4"	Altitud:	1057 msnm.
Tipo:	CO – Meteorológica		Código:	106088	

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Tabla 4.2- 9: Registros de datos de temperatura de máxima (2014 - 2023)

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2014	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2015	26.6	27.8	27.4	27.3	27.1	27.3	27.5	28.5	29.1	29.3	29.2	27.0
2016	29.0	27.3	27.3	27.9	27.6	26.0	27.5	29.2	29.3	29.0	29.6	27.7
2017	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2018	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2019	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2020	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2022	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2023	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Promedio Mensual	27.8	27.6	27.4	27.6	27.4	26.7	27.5	28.9	29.2	29.2	29.4	27.4

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Tabla 4.2- 10: Registros de datos de temperatura mínima (2014 - 2023)

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2014	18.2	18.1	18.5	17.7	18.1	17.4	16.3	16.1	15.1	16.3	18.0	17.5
2015	17.2	18.0	17.4	17.1	17.2	15.6	17.0	16.8	17.0	18.1	19.0	17.9
2016	18.7	19.1	18.9	18.5	17.3	16.6	14.7	16.7	16.4	18.1	S/D	S/D
2017	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2018	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2019	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2020	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2022	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2023	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Promedio Mensual	18.0	18.4	18.3	17.8	17.5	16.5	16.0	16.5	16.2	17.5	18.5	17.7

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Tabla 4.2- 11: Registros de datos temperatura promedio (2014 - 2023)

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Promedio Mensual	22.9	23	22.85	22.7	22.45	21.6	21.75	22.7	22.7	23.35	23.95	22.55

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Tabla 4.2- 12: Registros de datos de precipitación (2014 - 2023)

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2014	138.9	151.8	239.9	168.7	54.4	74.9	42.0	63.9	72.8	211.9	301.6	240.4
2015	181.1	186.8	215.1	183.1	152.9	52.5	65.6	43.7	102.2	161.4	173.6	S/D
2016	55.8	176.9	150.5	123.0	84.7	44.9	15.2	26.9	121.5	149.8	48.8	138.7
2017	164.4	225.7	174.8	66.3	150.4	132.2	19.8	100.2	127.0	84.4	70.6	81.5
2018	193.2	106.6	163.6	99.3	122.8	24.6	39.0	71.5	111.5	113.2	111.4	136.7
2019	214.7	229.8	196.7	163.1	164.3	87.5	138.5	86.7	146.1	186.5	209.0	148.8
2020	174.7	201.9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	41.8	130.0	96.4	167.2	128.7
2021	151.7	223.3	279.3	71.3	99.2	192.4	66.3	63.6	117.4	126.4	168.1	119.1
2022	S/D	141.0	179.9	130.2	119.6	84.5	47.9	60.8	119.3	141.2	44.5	41.4
2023	105.3	52.7	110.1	73.6	112.5	20.0	26.4	54.0	42.6	23.8	42.2	88.9
Promedio Mensual	153.3	169.7	190.0	119.8	117.9	79.3	51.2	61.3	109.0	129.5	133.7	124.9

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A continuación, se muestra el resumen del promedio de datos meteorológicos y su respectivo climograma del periodo 2014 al 2023.

Tabla 4.2- 13: Temperatura mínima, máxima media y precipitación media mensual

Meses	T. mín (°C)	T. máx. (°C)	T. media (°C)	Precipitación (mm)
Enero	18	27.8	22.9	153.3
Febrero	18.4	27.6	23	169.7
Marzo	18.3	27.4	22.85	190
Abril	17.8	27.6	22.7	119.8
Mayo	17.5	27.4	22.45	117.9
Junio	16.5	26.7	21.6	79.3
Julio	16	27.5	21.75	51.2
Agosto	16.5	28.9	22.7	61.3
Setiembre	16.2	29.2	22.7	109
Octubre	17.5	29.2	23.35	129.5
Noviembre	18.5	29.4	23.95	133.7
Diciembre	17.7	27.4	22.55	124.9

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

De acuerdo con lo expuesto, la evaluación biológica se realizaría durante dos temporadas denominadas como húmeda y muy húmeda. La primera temporada de evaluación se realizó entre los meses de enero a marzo (muy húmeda) y la segunda temporada se realizará entre los meses de junio a agosto (húmeda) evitando los meses transicionales.

4.2.5 Ecosistemas terrestres

4.2.5.1 Estaciones de evaluación

Se determinó el número de las estaciones y ubicación de estas con relación al área de influencia del proyecto, siguiendo los lineamientos del Anexo 2, Factores Biológicos de

la "Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental – SEIA" (MINAM, 2019) que corresponden al Esfuerzo de muestreo y se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 4.2- 14: Esfuerzo de Muestreo por Zona de influencia

Cobertura Vegetal (MINAM 2015)	Huella	AID	All	Totales
Areas de no bosque amazónico	6	5	2	13
Bosque de montaña	1		1	2
Total de estaciones	7	5	3	15
% por Zona	46.67%	33.33%	20.00%	100.00%

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En relación a los criterios que se han tomado para determinar la ubicación y número de estaciones, para la evaluación de los componentes biológicos de flora y fauna, se plantearon 15 estaciones de muestreo de flora distribuidas a lo largo del área de la línea de transmisión y en todas las coberturas vegetales que ésta atraviesa, para asegurar la representatividad de éstas en el estudio, así como en relación a los principales componentes dentro del área de influencia tanto directa como indirecta.

De las 15 estaciones, 12 corresponden a estaciones de evaluación de Fauna terrestre. De estas 12 estaciones, las estaciones de muestreo FLFA-03AC, FLFA-09-AC y FLFA-11-AC contemplan evaluaciones de Avifauna acuática y anfibios, en donde se realizaron Conteos totales para avifauna acuática y búsqueda de renacuajos para anfibios. Se indicó que la evaluación de Artrópodos terrestres (Entomofauna) se realizó en las 14 estaciones de muestreo indicadas.

Adicionalmente se evaluó la estación de muestreo FLFA-10-AC, en la Temporada muy húmeda y Temporada húmeda, que corresponden a las fechas del 14 de marzo al 27 de marzo (Primera salida 2024-1) y del 31 de julio al 14 de agosto (Segunda salida 2024-2), respectivamente. Este punto de muestreo, a pesar de que se encuentra fuera del área de influencia del proyecto, fue evaluado debido a que se ubica el ecosistema de la laguna Ricuricocha, donde las especies de avifauna acuática residentes o migratorias pueden realizar vuelos cerca al área del proyecto siendo importante tomar nota del inventario de estas especies para la elaboración de matriz de impactos ambientales.

Tabla 4.2- 15: Estaciones de evaluación de la flora y fauna silvestre

Estación	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18M		Altitud (msnm)	Cobertura vegetal (MINAM, 2015)		Zona
	Norte	Este				
FLFA-01	280392	9328104	1303	Areas de no bosque amazónico	Ano-ba	AID
FLFA-02	286389	9327578	1023	Areas de no bosque amazónico	Ano-ba	All
FLFA-03AC	292257	9325462	793	Areas de no bosque amazónico	Ano-ba	Huella
FLFA-04	295552	9317882	1070	Areas de no bosque amazónico	Ano-ba	Huella

Estación	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18M		Altitud (msnm)	Cobertura vegetal (MINAM, 2015)		Zona
	Norte	Este				
FLFA-05	298840	9310387	828	Areas de no bosque amazónico	Ano-ba	Huella
FLFA-06	312451	9300854	996	Areas de no bosque amazónico	Ano-ba	AID
FLFA-07	316040	9296680	453	Areas de no bosque amazónico	Ano-ba	Huella
FLFA-08	324719	9287206	298	Areas de no bosque amazónico	Ano-ba	AID
FLFA-09-AC	333774	9282558	239	Bosque de montaña	Bm	Huella
FLFA-09	332222	9282529	359	Bosque de montaña	Bm	All
FLFA-10-AC ³	344247	9276083	281	Areas de no bosque amazónico	Ano-ba	All *
FLFA-10	343789	9273983	391	Areas de no bosque amazónico	Ano-ba	AID
FLFA-11-AC	349421	9274008	249	Areas de no bosque amazónico	Ano-ba	AID
FLFA-11	350024	9274019	304	Areas de no bosque amazónico	Ano-ba	Huella
FLFA-12	339372	9283091	281	Areas de no bosque amazónico	Ano-ba	Huella

*Ubicado fuera del área de influencia del proyecto.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En el anexo de Mapa de Estaciones Biológicas, se presenta la ubicación de las estaciones de evaluación para las diferentes tasas de flora y fauna silvestre en el área del proyecto.

Anexo 4.2.6 Mapa de estaciones biológicas

Mapa de unidades de muestreo de Artrópodos (LBB-BETA-16)

Mapa de unidades de muestreo de Flora y vegetación (LBB-BETA-10)

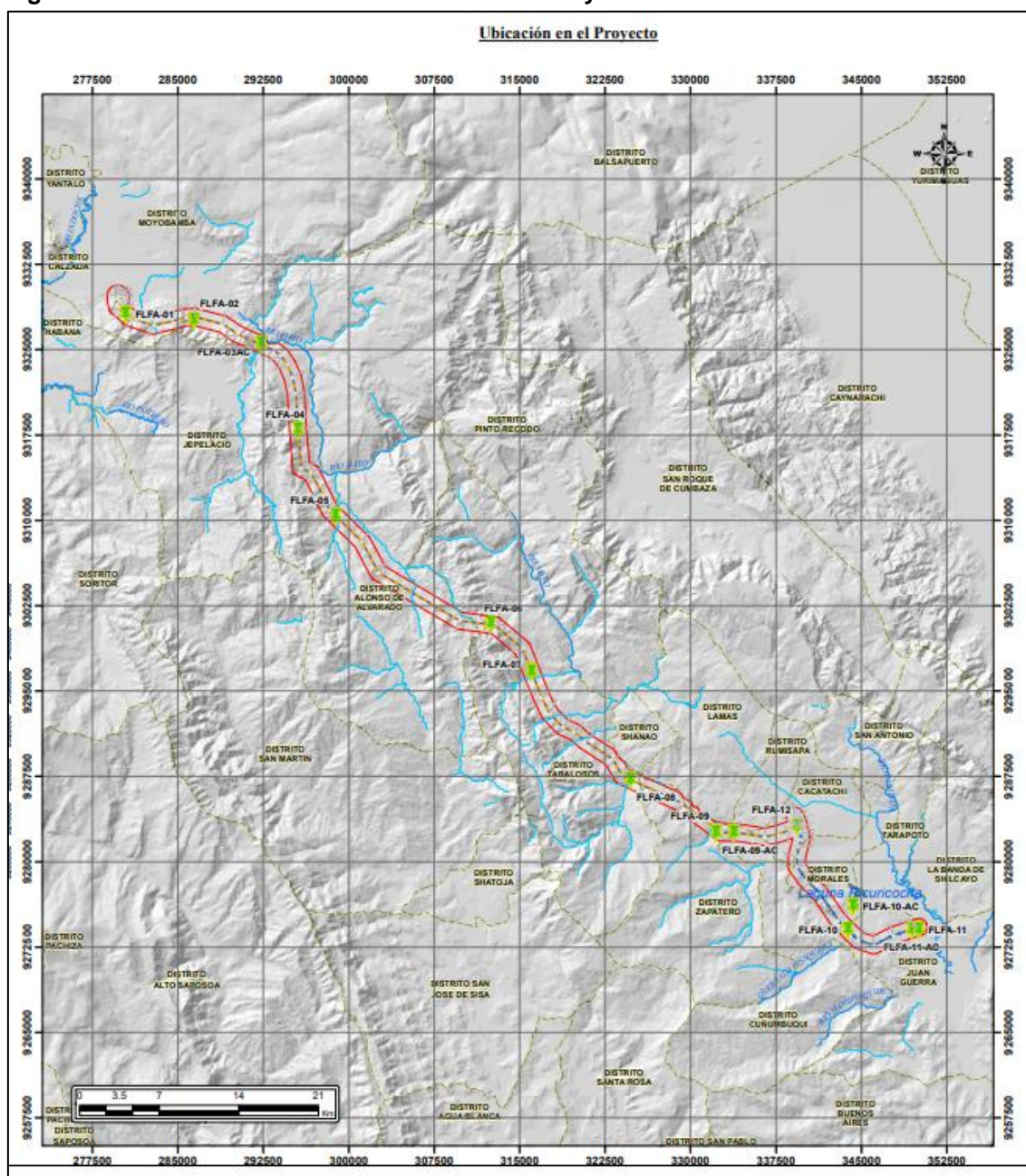
Mapa de unidades de muestreo de Ornitofauna (LBB-BETA-16)

Mapa de unidades de muestreo de Forestal (LBB-BETA-11)

³ Según la Herramienta Integrada de Evaluación de la Biodiversidad (IBAT, 2022), parte del área del proyecto se encuentra dentro del Área Alianza para la Cero Extinción (AZE, 2018) Tarapoto, que alberga especies en peligro como *Hyloxalus azureiventris* y *Rulyrana saxiscandens*. En esta zona se encuentra la laguna Ricuricocha, que, aunque fuera del área del proyecto, ha sido considerada en el análisis ambiental como una estación de muestreo por su importancia ecológica.

Mapa de unidades de muestreo de Herpetología (LBB-BETA-12)
Mapa de unidades de muestreo de Mamíferos mayores (LBB-BETA-14)
Mapa de unidades de muestreo de Mamíferos menores (LBB-BETA-13)

Además, en el anexo de Registro fotográfico de Flora y Fauna se evidencia el trabajo en campo de los especialistas, los paisajes de las estaciones de evaluación y las especies registradas.

Anexo 4.2.9 Registro fotográfico de Flora y Fauna
Figura 4.2- 9: Estaciones de evaluación de la flora y fauna silvestre


Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.2 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo para todos los taxones se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.2- 16: Esfuerzo de Muestreo para la evaluación de la flora y fauna silvestre

Grupo	Taxón/Subgrupo	Metodología	Unidad de esfuerzo de muestreo	Cantidad estaciones de muestreo	Esfuerzo por estación de muestreo	Esfuerzo total	Horario de evaluación (hr)
Flora y Vegetación	Flora	Parcela Modificada de Whittaker	01 parcela Modificada de Whittaker de 20m x 50 m 0.1 ha	2*	05 parcela Modificada de Whittaker de 20m x 50 m	10 parcelas Modificadas de Whittaker de 20m x 50 m	Diurno
				13	02 parcela Modificada de Whittaker de 20m x 50 m	26 parcelas Modificadas de Whittaker de 20m x 50 m	
	Epífitas	Evaluación de epífitas vasculares	01 forofito (dosel con DAP > ó = 20cm.)	2*	50 forofitos	100 forofitos	Diurno
				13	10 forofitos	130 forofitos	
		Evaluación de epífitas no vasculares	01 forofito (50cmx 20cm)	2*	50 forofitos	100 forofitos	
				13	10 forofitos	130 forofitos	
	Recursos forestales	Evaluación de recursos forestales	01 parcela de 0.7 ha.	13	01 parcela de 0.7 ha.	13 parcelas de 0.7 ha. (10.5 ha)	Diurno
			01 parcela de 0.7 ha.	2*	02 parcela de 0.7 ha.	4 parcelas de 0.7 ha. (10.5 ha)	
	Materia orgánica	Metodología para evaluar la materia orgánica del bosque montano	Una alícuota de suelo superficial con pala o barreno (horizonte A)	9**	03 alícuotas	27 muestras	Diurno
Aves	Avifauna terrestre	Transecto de puntos de conteo	Punto de conteo	12	20 PC	240 PC	06:00 -10:00 / 16:00 -18:00
		Redes de Neblina	N° de Redes de Neblina	9**	10 redes	90 redes	
	<i>Herpsilochmus parkeri</i>	Transecto de puntos de conteo	Punto de conteo	2*	20 PC	40 PC	
	Avifauna acuática	Conteo directo (censo directo)	01 punto de censo	4***	01 punto de censo x 30 min.	04 puntos de censo (2 hrs de censo).	
Mamíferos	Mamíferos mayores	Recorrido de Transectos Lineales	1 transecto (2 km)	12	02 T (4 km)	24 transectos (96 km)	Diurno 06:00 - 10:00 hrs.
		Recorrido de Transectos Lineales	1 transecto (2 km)	12	02 T (4 km)	24 transectos (96 km)	Nocturno 18:00 -22:00 hrs.
	<i>Callicebus oenanthe</i>	Recorrido de Transectos Lineales	1 transecto (2 km)	12	02 T (4 km)	24 transectos (96 km)	Diurno 06:00 - 10:00 hrs.
	Mamíferos menores terrestres	Trampas Sherman	1 transecto de 60 trampas Sherman	12	60 trampas Sherman	720 trampas	24 hrs
		Trampas Tomahawk	1 transecto de 10 trampas	12	10 trampas	120 trampas	24 hrs.

Grupo	Taxón/Subgrupo	Metodología	Unidad de esfuerzo de muestreo	Cantidad estaciones de muestreo	Esfuerzo por estación de muestreo	Esfuerzo total	Horario de evaluación (hr)
	Mamíferos menores voladores	Redes de neblina	1 transecto de 5 Redes	12	02 transectos (10 Redes)	24 transectos (120 Redes de	17:30 -00:00 hrs
Anfibios y reptiles		VES (30 min)	01 VES (30 min.)	12	4 VES (2 horas)	48 VES (24 horas)	Diurno 6:00 - 13:00 hrs
			01 VES (30 min.)	12	4 VES (2 horas)	48 VES (24 horas)	Nocturno 18:00 -21:00 hrs
		Transecto de Banda Fija (100 x 2m)	01 TBF	9**	3 TBF	27 TBF	Diurno 6:00 - 13:00 hrs
			01 TBF	9**	3 TBF	27 TBF	Nocturno 18:00 -21:00 hrs
Anfibios Hyloxalus azureiventris Rulyrana saxiscandens		Búsqueda intensiva	Búsqueda x 1 hora	4***	1 hora	4 horas	18:00 -21:00 hrs
Artrópodos terrestres		Trampas Pitfall Cebadas	01 Trampa Pitfal	14	09 Trampas Pitfall cebadas	126 Trampas Pitfall cebadas	24 hrs
		Trampas de caída Pitfall	01 Trampa Pitfall	14	10 Trampas Pitfall	140 Trampas Pitfall	24 hrs
		Trampas de intercepción de vuelo	01 Trampa de intercepción de vuelo	14	01 Trampa de intercepción de vuelo	14 Trampa de intercepción de vuelo	24 hrs
		Trampas Malaise	01 Trampa Malaise	14	01 Trampa Malaise	14 Trampas Malaise	24 hrs
		Trampa amarilla o Pantraps	01 Trampa amarilla	14	10 Trampas amarillas	140 Trampas amarillas	24 hrs
		Captura Manual	1 Hora / Captura manual	14	1 Hora	14 Horas	Diurno

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

* Estaciones que se superponen al Hábitat Crítico Rumiya Mishquiyacu: FLFA-01, FLFA-02.

** Estaciones de formación boscosa: FLFA-01, FLFA-02, FLFA-04, FLFA-05, FLFA-06, FLFA-07, FLFA-08, FLFA-09 y FLFA-10.

*** Estaciones con ambientes acuáticos, evaluación de avifauna acuática y anfibios y de las especies *Hyloxalus azureiventris* y *Rulyrana saxiscandens*: FLFA-03-AC, FLFA-09-AC FLFA-10-AC (laguna Ricuricocha) y FLFA-11-AC.

4.2.5.3 Flora y vegetación

4.2.5.3.1 Metodología de evaluación

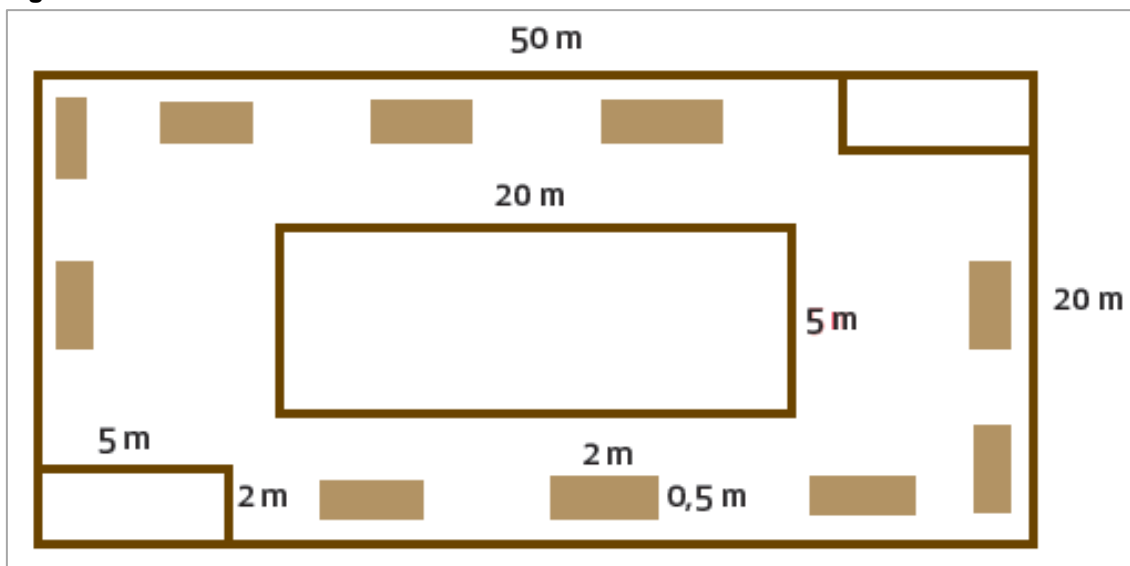
4.2.5.3.1.1 Evaluación de flora

Parcelas Modificadas de Whittaker

Consiste en parcelas de 0.1ha (20m x 50m), y son empleadas para evaluar diferentes tipos de cobertura vegetal donde se presenten formas de crecimiento arbórea, arbustiva y herbácea. Siendo la distribución espacial de las subparcelas de la siguiente manera:

- Parcela entera (50m x 20m): Se deberá considerar todos los árboles con un DAP (diámetro a la altura del pecho) > 10 cm, incluyendo plantas de 3 m de alto. En cada estación de evaluación se deberá levantar información en 1 parcela de este tipo (0.1 ha).
- Subparcela (20m x 5m): Se deberá considerar todos los árboles con un DAP > 5cm, incluyendo plantas de 3 m de alto. En cada estación de evaluación se deberá levantar información en 1 parcela de este tipo.
- Subparcela (5m x 2m): Se considerará los arbustos y árboles con un DAP > 1 cm. Por cada parcela evaluación se deberán evaluar 2 sub parcelas de este tipo.
- Subparcela (2m x 0.5m): Se considerará las plantas herbáceas y plántulas de menos de 40 cm de alto. Por cada parcela de evaluación se levantará información en 10 sub parcelas de este tipo.

Figura 4.2- 10: Diseño de la Parcela Modificada de Whittaker



Fuente: MINAM, 2019.

A través, del diseño de estas parcelas, se puede obtener información por cada estrato presente (arbustivo, herbáceo, arbóreo). Además, deberá indicar los parámetros a evaluar).

En las estaciones FLFA-01 y FLFA-02 que corresponden al hábitat crítico se realizaron 5 parcelas modificadas de Whittaker. Mientras que en las demás estaciones se realizaron dos parcelas. Siendo un total de 36 parcelas para el AEA.

4.2.5.3.1.2 Evaluación de epífitas

Con la finalidad de evaluar todas las formas de crecimiento de especies vegetales existentes en las estaciones de muestreo, se consideró la evaluación cuantitativa de las especies epífitas y lianas que se encuentren en las estaciones de monitoreo de configuración boscosa que potencialmente contengan especies de bromelias, en línea con las recomendaciones establecidas en la Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (MINAM, 2018).

En función a ello, en caso se identificaron concentraciones particulares de epífitas vasculares dentro de cada parcela de 0.10 ha (las mismas que coinciden con la metodología de Parcelas modificadas de Whittaker) se realizó un muestreo cuantitativo direccionado únicamente a este tipo de vegetación, el cual consistió en evaluar 10 forofitos del dosel (con DAP mayor o igual a 10 cm) en cinco secciones verticales de cada forofito, por cada tipo estación de monitoreo donde se determinó riqueza y abundancia de las especies epífitas vasculares. (MINAM, 2018).

La evaluación de Epífitas no vasculares, como musgos y líquenes se utilizó grillas de 50 cm x 20 cm, y que el número de cuadrantes a evaluar se estableció en las mismas parcelas con un total de 10 forofitos, se evaluó riqueza, composición vertical, abundancia dominancia (semicuantitativa) mediante la escala de valores de Braun-Blanquet (1964), cuyo propósito es combinar y estimar la abundancia-dominancia de las especies.

La metodología de evaluación de epífitas vasculares y no vasculares se realizó en las 5 parcelas modificadas de Whittaker por estación en el caso de las estaciones de hábitat crítico FLFA-01 y FLFA-02.

Figura 4.2- 11: Escala de valores semicuantitativa de Braun-Blanquet (1964) para epífitas no vasculares

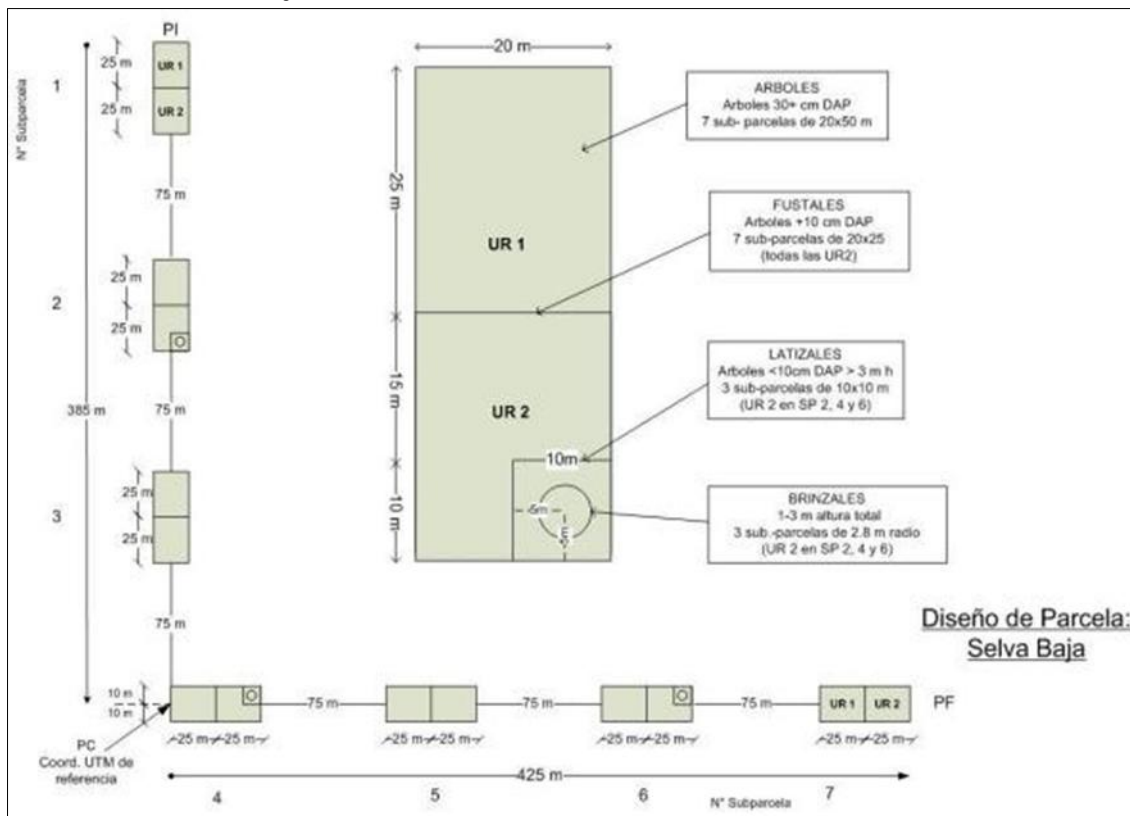
VALOR	DEFINICIÓN
r	Un solo individuo, cobertura despreciable
+	Pocos individuos con baja cobertura
1	< 5% de cobertura o individuos abundantes con baja cobertura
2	5-25% de cobertura
3	25-50% de cobertura
4	50-75% de cobertura
5	75-100% de cobertura

Fuente: MINAM, 2018.

4.2.5.3.1.3 Evaluación de recursos forestales

En función a lo recomendado en la Metodología del Inventario Nacional Forestal – Perú, Diseño y Planificación (INF, 2013) en la selva baja se establecieron parcelas de medición que consiste en un conglomerado de sub-parcelas dispuestas en forma de "L". Un eje tiene dirección Norte y una longitud de 385 m, el otro eje tiene dirección Este y una longitud de 425 m.

Figura 4.2- 12: Configuración de parcela de medición para la evaluación de recursos forestales en Selva baja



Fuente: Metodología del Inventario Nacional Forestal – Perú, Diseño y Planificación (INF, 2013).

La superficie total de la parcela (P) es de 7000 m² ó 0.7 ha, dividida en 7 sub-parcelas (SP) rectangulares de 50 metros de largo por 20 metros de ancho, equivalente a 0.1 ha. La distancia entre sub-parcelas es de 75 m. En las siete SP, se medirán los árboles mayores de 30 cm de DAP. Cada sub parcela está constituida por dos (2) unidades de registro (UR) con dimensiones de 25 metros de largo por 20 metros de ancho, equivalente a 500 m² o 0.05 ha.

En las unidades de registro de números pares se medirán los fustales, definidos como árboles en formación entre 10 y 29.9 cm de DAP. La regeneración se medirá en sub-parcelas anidadas en las UR2 de las sub-parcelas 2, 4 y 6. Los latizales, o sea árboles en crecimiento con DAP menor a 10 cm y una altura mayor de 3 m, se medirán en sub-parcelas (Sp-la) de 10 por 10 metros, equivalente a 100 m² o 0.01 ha. Los brinzales o árboles en crecimiento con alturas entre 1 y 2.99 m, se medirán en sub-parcelas (Sp-br) de 2.8 m de radio, equivalente a 25 m² o 0.0025 ha.

En función a ello, se estableció 1 parcela para evaluación de recursos forestales en cada estación de muestreo del tipo de cobertura boscosa en el total de las estaciones (incluyendo la estación FLFA-10-AC, que se ubica en la laguna Ricuricocha y fuera del AI del proyecto), representando cada unidad de vegetación correspondiente. Respecto a las variables a recabar en campo, se determinó el DAP (diámetro a la altura del pecho), altura comercial, altura total y área basal. Asimismo, se determinó la abundancia relativa, la densidad relativa, el estado fenológico (porcentaje de fructificación, floración y estado vegetativo), evaluación fenotípica, estimación del volumen maderable y el Índice de Valor de Importancia (IVI).

Búsquedas Intensivas:

Complementariamente, se llevó a cabo búsquedas intensivas cualitativas, las cuales consistieron en caminatas a ser realizadas en los alrededores de las parcelas a ser evaluados, con el objetivo de completar la riqueza de especies del área del proyecto. Los registros cualitativos a ser obtenidos mediante esta técnica solo fueron considerados para los análisis de riqueza y no para los análisis cuantitativos de diversidad. Cabe precisar, que, con la finalidad de complementar la riqueza de especies existentes en la estación de muestreo y área del proyecto, se consideró el registro de las especies epífitas que se encontraron en cada recorrido.

La información a levantar en campo considerará las siguientes variables:

- Ubicación de la parcela
- Código de parcela
- Número de árbol
- Identificación de la especie
- Diámetro a la altura del pecho ≥ 10 cm (DAP)
- Altura del fuste en metros (hf)

Determinación taxonómica

Los listados totales de las especies registradas fueron confrontados con la base de datos del Missouri Botanical Garden, el Catálogo de Plantas con Flores y Gimnospermas del Perú (Brako & Zarucchi, 1993), consulta a especialistas, así como, comparación con muestras de herbarios y se realizó la comparación de los especímenes colectados con los tipos nomenclaturales a través del uso de la base de datos Jstor Global Plant (<https://plants.jstor.org/>).

Las Angiospermas registradas se ordenaron bajo el sistema de clasificación Angiosperm Phylogenetic Group (APG IV, 2016). La actualización de la nomenclatura taxonómica se realizará consultando la página especializada en línea: <http://www.plantlist.org>.

En caso de registrarse un grupo taxonómico distinto a las angiospermas (Gimnospermas y Pteridofitas), se utilizó la propuesta de Christenhusz et al. (2011) para la clasificación de gimnospermas y; para la clasificación de las pteridofitas se utilizó el sistema de clasificación propuesto por (Kessler, 2006); (Alan R. Smith, Kathleen M. Pryer, Eric Schuettpelz, Petra Korall & Wolf, 2006) y (TRYON, 1991)., así como el Sistema PPG-I Pteridophyte Phylogenie Group. Para confirmar la correcta identificación y la distribución

de las posibles especies endémicas, se consultó el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Perú (León et al., 2006).

4.2.5.3.2 Flora

La cuenca amazónica cubre un área aproximada de 6.300.000 km² en Sudamérica. En esta cuenca se encuentran los bosques amazónicos que se caracterizan por su alta diversidad de organismos. Los árboles son el grupo de plantas más estudiado y su diversidad por unidad de área varía según la ubicación geográfica y la influencia de variables ambientales, latitudinales y altitudinales (Gentry 1988). Pero esta variación en diversidad no solo es en número de especies, sino también en tipos de bosques.

Los bosques primarios, en particular los bosques húmedos tropicales, son algunos de los más ricos en especies, diversidad de ecosistemas terrestres del mundo y alrededor de 7,8 millones kilómetros cuadrados (57%) de bosque primario mundial se estima en los trópicos. Adicional a ello se calcula que existen alrededor de 19 147 especies de flora (10% del total mundial), de las cuales, 7 590 son endémicas o se encuentran restringidos al Perú (39,7%), (MINAM, 2019), posicionándose en el quinto puesto del mundo en cuanto a número de especies de plantas.

Los bosques tropicales son uno de los ecosistemas más complejos en término de diversidad de especies. La vegetación engloba a diferentes componentes tales como árboles, arbustos, hierbas, entre otros; que se encuentran interactuando entre sí en un área geográfica. Estos se encuentran estrechamente relacionados a factores bióticos como lo es la fauna y las poblaciones humanas, y también a factores abióticos como lo es la humedad, temperatura, factores edáficos, geomorfológicos e hídricos. Dichos factores influyen en la composición florística y estructura para cada zona.

4.2.5.3.2.1 Riqueza y abundancia de especies

El inventario de especies se ha sistematizado siguiendo la clasificación filogenética empleada por el Missouri Botanical Garden, una institución científica con amplia experiencia en ecosistemas vegetales del neotrópico, incluido los bosques del Perú. El Missouri Garden utiliza el sistema APG VI (Angiosperm Phylogeny Group, versión VI, en web: www.tropicos.org) en la clasificación de especies vegetales hasta el rango de Clase, rangos taxonómicos de alta jerarquía son nominados siguiendo clasificaciones tradicionales.

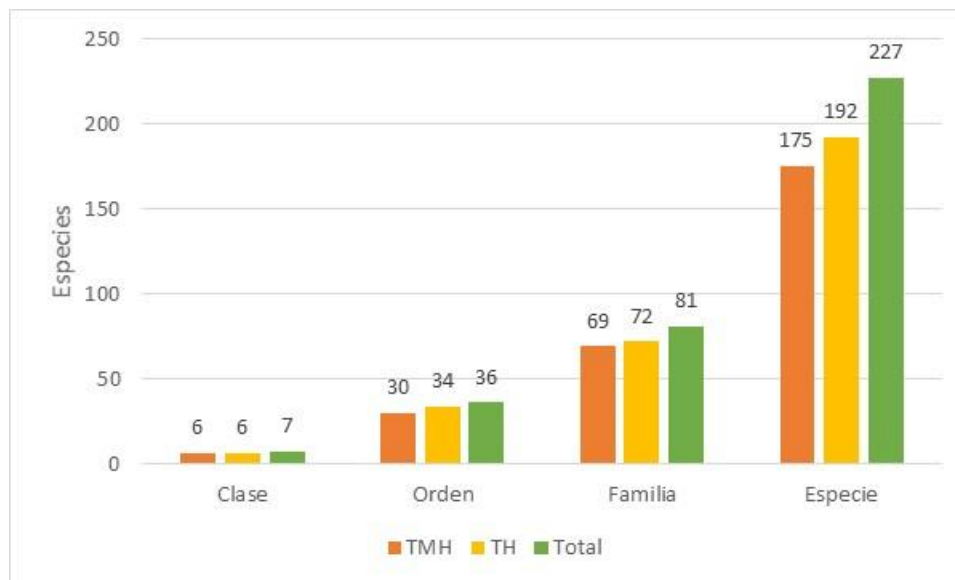
Como resultado de las evaluaciones realizadas mediante métodos cuantitativo (Parcelas modificadas de Wittaker) y cualitativos (Registros oportunos) un total de 227 especies de flora distribuidas en 7 clases, 36 órdenes y 81 familias taxonómicas.

En la temporada muy húmeda se reportan 2256 individuos distribuidos en 175 especies de flora distribuidas en 6 clases, 30 órdenes y 69 familias taxonómicas y en la temporada húmeda se registran 2554 individuos distribuidos en 192 especies de flora distribuidas en 6 clases, 34 órdenes y 72 familias taxonómicas.

Tabla 4.2- 17: Riqueza y abundancia de flora y vegetación por temporada de evaluación

Temporada	Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia
Temporada Muy Húmeda	6	30	69	175	2256
Temporada Húmeda	6	34	72	192	2554
Total	7	36	81	227	4810

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 1: Riqueza y abundancia de flora y vegetación en el área del proyecto

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En la temporada muy húmeda la clase Magnoliopsida reporta la mayor riqueza de especies; 976 individuos distribuidos en 145 especies, 20 órdenes y 55 familias, en tanto que, las Liliopsida reportan la mayor abundancia de individuos (976 especímenes) distribuidos en 22 especies, 5 órdenes y 7 familias taxonómicas.

En la temporada húmeda, este mismo patrón de distribución se repite, la clase Magnoliopsida reporta la mayor riqueza de especies; 1099 individuos distribuidos en 144 especies, 21 órdenes y 50 familias, en tanto que, las Liliopsida reportan la mayor abundancia de individuos (1368 especímenes) distribuidos en 36 especies, 7 órdenes y 12 familias taxonómicas.

En cuanto a la estacionalidad, se encontró que en la temporada húmeda el número de especies es ligeramente mayor que en la temporada muy húmeda, esto debido a que es más fácil identificar a nivel taxonómico las especies cuando presentan flores, frutos, etc.

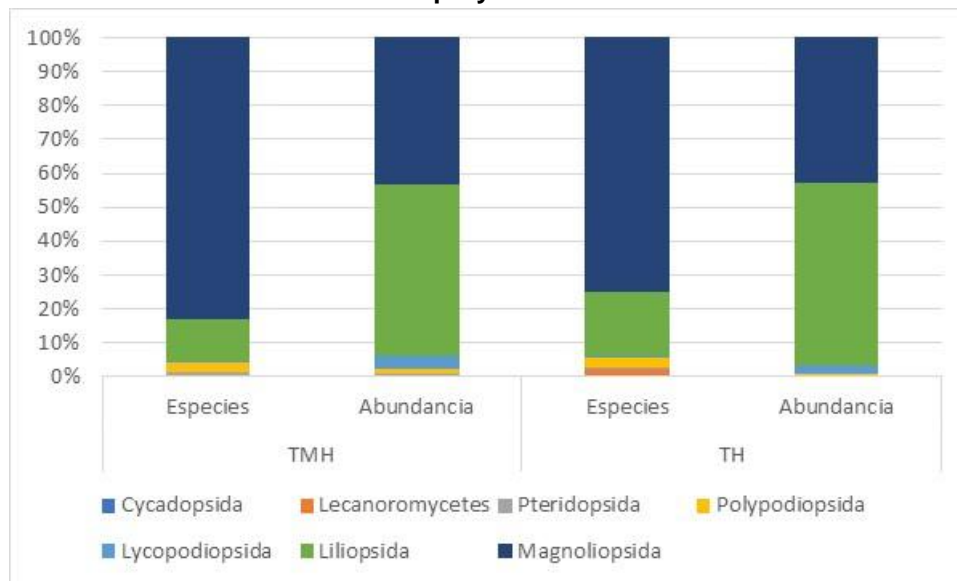
Tabla 4.2- 18: Composición taxonómica de flora y vegetación registrada en el área del proyecto

Clase	Temporada Muy Húmeda				Temporada Húmeda			
	Orden	Familias	Especies	Abundancia	Orden	Familias	Especies	Abundancia
Cycadopsida	1	1	1	1	-	-	--	
Lecanoromycetes	-	-	-	-	1	3	4	-
Pteridopsida	1	1	1	23	1	1	1	7
Polypodiopsida	2	4	5	28	3	5	6	21

Clase	Temporada Muy Húmeda				Temporada Húmeda			
	Orden	Familias	Especies	Abundancia	Orden	Familias	Especies	Abundancia
Lycopodiopsida	1	1	1	86	1	1	1	59
Liliopsida	5	7	22	1142	7	12	36	1368
Magnoliopsida	20	55	145	976	21	50	144	1099
Total	30	69	175	2256	34	72	192	2554

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 2: Composición por clase y abundancia de flora y vegetación en el área del proyecto



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Finalmente, se presenta la clasificación taxonomica de les especies de flora registradas en las dos temporadas de evaluación. Se evidencio un menor registro de especies en la temporada muy húmeda, lo que probablemente este relacionado con la temporalidad de la zona que afecta más a las especies arbustivas y gramíneas (Liliopsida). Por el contrario, el aumento de este grupo, líquenes (Lecanoromycetes) y helechos (Polypodiopsida y Pteridopsida), en la temporada húmeda es debido a que estas especies proliferan en climas más cálidos.

Tabla 4.2- 19: Especies de flora y vegetación registradas en el área del proyecto

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	TMH	TH
Lycopodiopsida	Lycopodiales	Lycopodiaceae	<i>Lycopodiella cernua</i>	-	86	59
Cycadopsida	Cycadales	Zamiaceae	<i>Zamia sp.</i>	-	1	-
Lecanoromycetes	Lecanorales	Cladoniaceae	<i>Cladonia sp.</i>	Liquen	-	-
Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	<i>Parmelia sp.</i>	Liquen	-	-
Lecanoromycetes	Lecanorales	Ramalinaceae	<i>Ramalina sp1.</i>	Liquen	-	-
Lecanoromycetes	Lecanorales	Ramalinaceae	<i>Ramalina sp2.</i>	Liquen	-	-
Polypodiopsida	Gleicheniales	Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris sp.</i>	-	2	4
Polypodiopsida	Hymenophyllales	Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes sp.</i>	-	-	2

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	TMH	TH
Polypodiopsida	Polypodiales	Blechnaceae	<i>Blechnum fraxineum</i>	Helecho	6	5
Polypodiopsida	Polypodiales	Polypodiaceae	<i>Platynerium andinum</i>	-	10	5
Polypodiopsida	Polypodiales	Polypodiaceae	<i>Polypodium sp</i>	-	-	1
Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Adiantum cf peruvianum</i>	Helecho	2	-
Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Adiantum sp1</i>	Helecho	8	4
Pteridopsida	Cyatheaales	Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i>	Helecho	23	7
Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Monstera cf pinnatifida</i>	-	-	1
Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Philodendron sp1.</i>	-	-	8
Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Philodendron sp2.</i>	-	-	7
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Aiphanes horrida</i>	-	-	1
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Aphandra natalia</i>	-	13	2
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Astrocaryum murumuru</i>	-	-	9
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Attalea sp.</i>	-	-	4
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Euterpe sp</i>	-	-	1
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Oenocarpus mapora</i>	Mapora	1	2
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i>	-	5	3
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Syagrus sancona</i>	-	-	2
Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	<i>Oncidium sp.</i>	-	-	1
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	<i>Commelina sp.</i>	-	11	17
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	<i>Dichorisandra sp.</i>	-	1	1
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	<i>Tradescantia sp.</i>	-	8	4
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	<i>Tripogandra serrulata</i>	-	6	9
Liliopsida	Pandanales	Cyclanthaceae	<i>Asplundia schizotepala</i>	-	12	-
Liliopsida	Pandanales	Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i>	Palmera	10	8
Liliopsida	Pandanales	Cyclanthaceae	<i>Thoracocarpus sp.</i>	-	50	27
Liliopsida	Poales	Bromeliaceae	<i>Aechmea sp.</i>	-	30	8
Liliopsida	Poales	Bromeliaceae	<i>Mezobromelia sp.</i>	Bromelia	1	3
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sp.</i>	-	-	12
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sphacelatus</i>	Ciperus	12	6
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Rhynchospora sp.</i>	-	13	29
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	-	12	23
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Brachiaria echinulata</i>	-	33	31
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Brachiaria sp.</i>	-	-	22
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Cynodon sp.</i>	-	-	43
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Olyra latifolia</i>	-	26	49
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp.</i>	-	29	16 3
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Pennisetum sp.</i>	-	19	36
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Carrizo	41	48
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	-	80 5	76 4
Liliopsida	Zingiberales	Costaceae	<i>Costus sp.</i>	-	-	4
Liliopsida	Zingiberales	Heliconiaceae	<i>Heliconia rostrata</i>	-	4	9
Liliopsida	Zingiberales	Marantaceae	<i>Calathea sp.</i>	-	-	7
Liliopsida	Zingiberales	Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i>	Platano	-	4
Magnoliopsida	Myrtales	Vochysiaceae	<i>Vochysiaceae</i>	-	-	3
Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	<i>Eryngium foetidum</i>	Sachaculantro	5	5
Magnoliopsida	Apiales	Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	-	1	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	TMH	TH
Magnoliopsida	Apiales	Araliaceae	<i>Schefflera ulei</i>	Tumamaque	4	15
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	-	-	9
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens cynapiifolia</i>	-	5	5
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens odorata</i>	Amor seco	7	25
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Conyza sp</i>	-	-	5
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i>	-	2	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Fleischmannia microstemon</i>	-	14	7
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Jaegeria hirta</i>	-	2	2
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Lepidaploa sp.</i>	-	-	17
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	-	3	1
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	<i>Varronia polycephala</i>	-	1	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Armatocereus sp.</i>	-	3	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Cereus trigonodendron</i>	-	-	4
Magnoliopsida	Caryophyllales	Caryophyllaceae	<i>Stellaria cuspidata</i>	-	7	1
Magnoliopsida	Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Neea aeruginosa</i>	-	14	31
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba sp.</i>	-	1	5
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	-	-	2
Magnoliopsida	Cucurbitales	Begoniaceae	<i>Begonia sp.</i>	Begonia	-	1
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Echinopepon racemosus</i>	-	5	-
Magnoliopsida	Dilleniales	Dilleniaceae	<i>Dolioscarpus sp.</i>	-	-	3
Magnoliopsida	Ericales	Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i>	Cachimbo	2	1
Magnoliopsida	Ericales	Primulaceae	<i>Clavija sp.</i>	-	8	5
Magnoliopsida	Ericales	Primulaceae	<i>Cybianthus sp.</i>	-	2	-
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	Caimitillo	2	6
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i>	-	32	25
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Pouteria baehniiana</i>	Caimitillo	-	5
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Acacia lorentensis</i>	Pashaco	24	23
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Acacia sp.</i>	Pashaco	10	7
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Albizia sp.</i>	LLanapachaco	-	11
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Andira surinamensis</i>	-	-	1
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Bauhinia sp.</i>	-	4	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Desmodium scorpiurus</i>	-	5	3
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Desmodium tortuosum</i>	-	11	9
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Dussia sp.</i>	-	1	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	-	3	4
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina ulei</i>	Huayruro	2	5
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Indigofera suffruticosa</i>	-	3	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guaba	11	11
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	-	1	15
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga tocachiana</i>	-	2	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga umbellifera</i>	Shimbillo	6	5
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Lonchocarpus macrophyllus</i>	Mariabuena	11	20
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Mimosa	4	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Platymiscium sp.</i>	-	8	4
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Platymiscium stipulare</i>	-	-	4
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Pueraria phaseoloides</i>	-	2	4
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Senna obtusifolia</i>	-	-	4

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	TMH	TH
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Senna sp.</i>	-	15	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Tachigali formicarum</i>	Ucshaquiro	49	36
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Tachigali macbridei</i>	Ucshaquiro	-	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Tachigali sp.</i>	Ucshaquiro	2	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Zygia macbridei</i>	-	22	15
Magnoliopsida	Fabales	Polygalaceae	<i>Asemeia acuminata</i>	-	13	4
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	Fosforito	11	35
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Mandevilla glandulosa</i>	-	4	-
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Mucos sp.</i>	Palto moena	7	12
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Peltastes sp.</i>	-	1	1
Magnoliopsida	Gentianales	Gentianaceae	<i>Voyria aphylla</i>	-	1	1
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Capirona	5	8
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Coccocypselum lanceolatum</i>	-	7	-
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	Café	-	32
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Huito	4	-
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	-	7	5
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Ladenbergia macrocarpa</i>	Falsa Cinchona	2	6
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Palicourea sp</i>	-	7	6
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Psychotria hoffmannseggiana</i>	-	13	3
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Psychotria sp.</i>	-	6	4
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Rubiaceae</i>	-	18	13
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Spermacoce latifolia</i>	-	5	2
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Bignonia sp</i>	-	2	-
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus guayacan</i>	-	3	-
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	-	1	-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	<i>Lantana sp.</i>	Lantana	3	1
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Beilschmiedia latifolia</i>	Palta moena	3	1
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Ocotea sp</i>	Moena	16	22
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Palta	2	1
Magnoliopsida	Laurales	Siparunaceae	<i>Siparuna aspera</i>	-	3	3
Magnoliopsida	Laurales	Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	-	-	10
Magnoliopsida	Laurales	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i>	-	8	-
Magnoliopsida	Laurales	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	-	3	5
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona edulis</i>	Chirimoya	4	4
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona mucosa</i>	Chirimoya	2	2
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona sp.</i>	Chirimoya	1	1
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Guatteria sp.</i>	-	10	8
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Unonopsis sp.</i>	-	1	-
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Xylopia sp.</i>	-	-	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i>	-	1	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i>	Apacharama	-	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Chrysobalanaceae	<i>Hirtella sp.</i>	Apacharama	2	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Chrysobalanaceae	<i>Licania cf mollis</i>	-	2	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	-	2	3
Magnoliopsida	Malpighiales	Clusiaceae	<i>Garcinia madruno</i>	Charichuelo	-	6
Magnoliopsida	Malpighiales	Clusiaceae	<i>Garcinia sp.</i>	-	2	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	TMH	TH
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Acalypha padifolia</i>	-	5	7
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton guianensis</i>	-	-	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton sp.</i>	-	3	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Humalanto	3	7
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i>	-	-	13
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	-	17	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia sp.</i>	-	5	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>	Catahua	2	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	-	8	6
Magnoliopsida	Malpighiales	Hypericaceae	<i>Vismia sp.</i>	-	9	4
Magnoliopsida	Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Indano	4	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Ochnaceae	<i>Cespedesia spathulata</i>	-	26	60
Magnoliopsida	Malpighiales	Ochnaceae	<i>sp1</i>	-	11	5
Magnoliopsida	Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora sp.</i>	-	4	3
Magnoliopsida	Malpighiales	Phyllanthaceae	<i>Richeria grandis</i>	-	1	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Putranjivaceae	<i>Drypetes gentryana</i>	Yutubanco	4	3
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	<i>Casearia sp.</i>	-	6	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	<i>Xylosma sp.</i>	-	-	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Turneraceae	<i>Turnera orientalis</i>	-	3	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Callianthe sp.</i>	-	3	1
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Ceiba samauma</i>	Huimba negra	2	3
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Cienfuegosia tripartita</i>	-	-	1
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bolaina negra	43	49
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	-	2	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Theobroma bicolor</i>	Majambo	4	2
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	-	14
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Wissadula sp.</i>	-	-	6
Magnoliopsida	Malvales	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Cerecillo	4	4
Magnoliopsida	Myrtales	Alzateaceae	<i>Alzatea verticillata subsp. verticillata</i>	-	19	20
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	<i>Graffenrieda limbata</i>	Cascarilla	30	35
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia sp</i>	-	11	15
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	<i>Tococa guianensis</i>	Tococa	-	9
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>Calyptanthus bipennis</i>	-	3	1
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>Eugenia sp</i>	-	4	-
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	-	4	2
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Lanche tutuporoto	2	2
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>sp1</i>	-	2	1
Magnoliopsida	Myrtales	Vochysiaceae	<i>Ruizterania sp.</i>	-	3	-
Magnoliopsida	Piperales	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia sp.</i>	-	3	-
Magnoliopsida	Piperales	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	Matico	2	2
Magnoliopsida	Piperales	Piperaceae	<i>Piper peltatum</i>	-	9	7
Magnoliopsida	Piperales	Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	-	7	5
Magnoliopsida	Proteales	Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	-	3	3
Magnoliopsida	Rosales	Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	-	-	1
Magnoliopsida	Rosales	Cannabaceae	<i>Trema micranthum</i>	-	4	8

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	TMH	TH
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Batocarpus amazonicus</i>	Mashonaste negro	2	2
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Brosimum utile</i> subsp. <i>ovatifolium</i>	Panguana	31	33
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Castilla ulei</i>	Caucho	1	1
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Ficus	4	3
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus krukovi</i>	Ficus	10	4
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	Ficus	1	8
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Helicostylis sp</i>	-	3	5
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	-	1	5
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i>	Chimicua	4	5
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Trophis caucana</i>	-	-	1
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Brosimum sp.</i>	-	-	7
Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae	<i>Rubus sp.</i>	Mora	1	-
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i>	Huarumbo	4	9
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Huarumbo	2	6
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pilea sp.</i>	-	5	5
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i>	Uvilla	5	-
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Uvilla	10	10
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma guianensis</i>	Uvilla	12	4
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma minor</i>	Uvilla	20	-
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma tomentosa</i>	Uvilla	-	2
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Urera caracasana</i>	Ishanga	3	12
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	2	1
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Schinopsis peruviana</i>	-	-	2
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	7	4
Magnoliopsida	Sapindales	Burseraceae	<i>Protium meridionale</i>	Coupal	6	28
Magnoliopsida	Sapindales	Burseraceae	<i>Protium nodulosum</i>	Coupal	16	-
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	1	4
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	<i>Guarea sp.</i>	-	3	2
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Hualaja	18	35
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i>	-	4	3
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	<i>Paullinia cupana</i>	-	9	3
Magnoliopsida	Scrophulariales	Orobanchaceae	<i>Castilleja arvensis</i>	-	11	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i>	Yerba Santa	1	1
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	-	2	7
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum stramonifolium</i>	-	4	1

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Leyenda: TMH: Temporada muy Húmeda. TH: Temporada Húmeda.

En el Anexo 4.2.8 Base de datos de Flora & Fauna (Anexo 4.2.8-1), se presenta los registros de la flora y vegetación evaluada.

Anexo 4.2.8 Base de datos de Flora & Fauna (Anexo 4.2.8-1)

4.2.5.3.2.2 Temporada Muy Húmeda

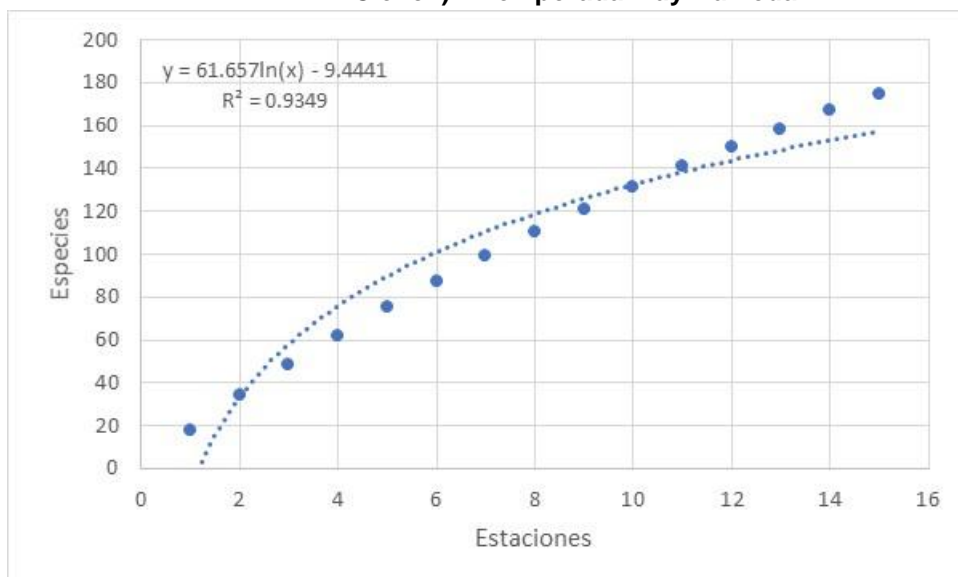
Curva de acumulación de especies

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cuantitativo, reuniendo los hallazgos para la flora. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 175 especies registrada una eficiencia del 93.4%.

$$V2 = (61.657 * (1 - \exp(-0.9.4441 * v1))) / 0.9.4441$$

Gráfico 4.2- 3: Curva de acumulación de especies – Flora y vegetación (Modelo de Clench) – Temporada Muy Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 50.60% de la riqueza de especies según el estimador Chao2 (345.87 especies estimadas) y el 95.79% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Chao1 (182.70 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

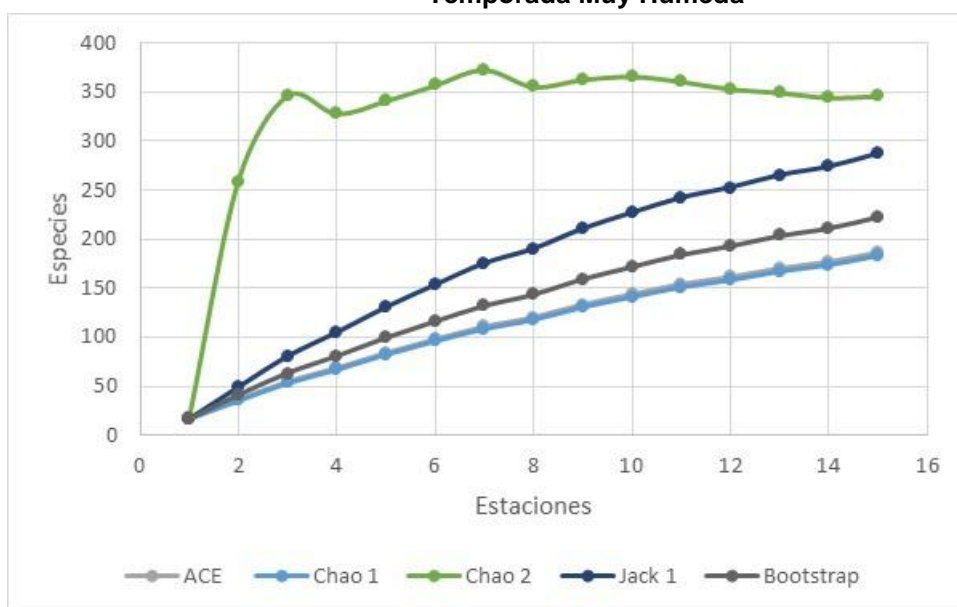
Tabla 4.2- 20: Curva de acumulación de especies – Flora y vegetación (No Paramétrico) – Temporada Muy Húmeda

Estaciones		15
Abundancia		2256
Especies Observadas	(S)	175
Especies Estimadas	ACE	186.15
	Chao 1	182.70

Eficiencia	Chao 2	345.87
	Jackknife	287.00
	Bootstrap	222.49
	ACE	94.01
	Chao 1	95.79
	Chao 2	50.60
	Jackknife	60.98
	Bootstrap	78.66

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

**Gráfico 4.2- 4: Curva de acumulación de especies – Flora y vegetación (No Paramétrico)
– Temporada Muy Húmeda**



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

De acuerdo con los resultados de riqueza de especies, a nivel de Clase, el grupo Magnoliopsida muestra la mayor riqueza específica; 145 especies y 976 individuos, este grupo presenta desde herbáceas hasta grandes árboles, de diferentes hábitos y formas de crecimiento. Las Liliopsida reporta 22 especies y 1142 individuos. Las otras clases, que representan a plantas inferiores; Pteridopsida, Polypodiopsida (helechos), Lycopodiopsida y Cycadopsida (cicadas), registran una menor diversidad de especies y abundancia de individuos.

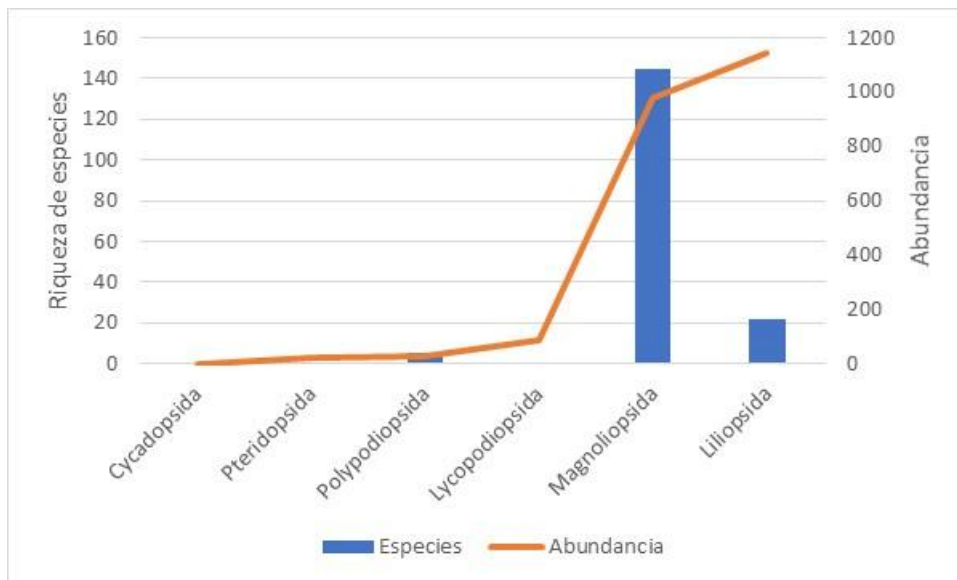
Tabla 4.2- 21: Riqueza y abundancia de flora y vegetación por Clase – Temporada Muy Húmeda

Clase	Orden	Familias	Especies	Abundancia
Cycadopsida	1	1	1	1
Pteridopsida	1	1	1	23
Polypodiopsida	2	4	5	28
Lycopodiopsida	1	1	1	86
Liliopsida	5	7	22	1142

Clase	Orden	Familias	Especies	Abundancia
Magnoliopsida	20	55	145	976
Total	30	69	175	2256

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

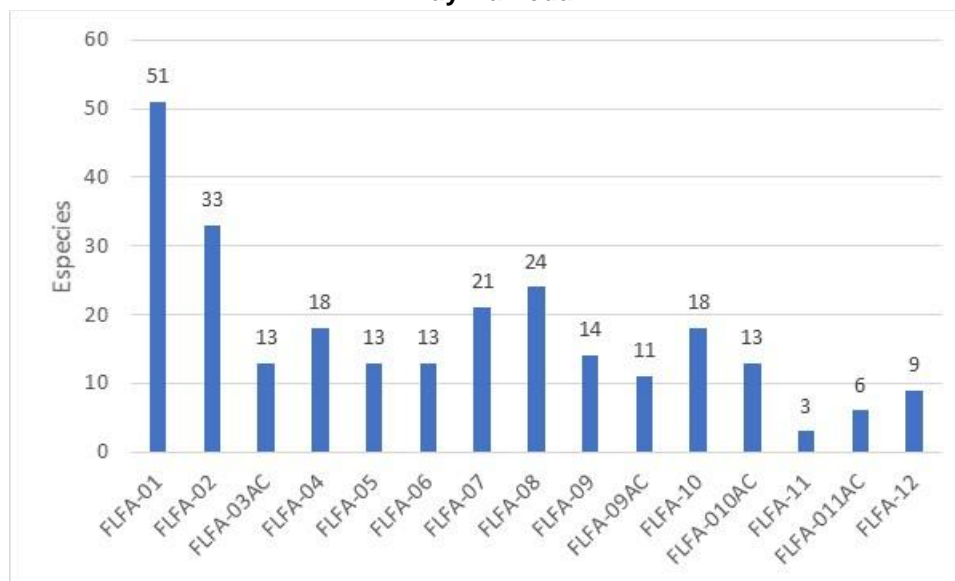
Gráfico 4.2- 5: Riqueza y abundancia de flora y vegetación por Clase – Temporada Muy Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por estación de evaluación, las estaciones FLFA-01 y FLFA-02, estaciones ubicadas en el hábitat crítico Mishquiyacu Rumiyaqu, registran un mayor número de especies; 51 especies y 33 especies, respectivamente, en tanto que las estaciones FLFA-11 (3 especies) y FLFA-11AC (6 especies), registran una menor diversidad específica.

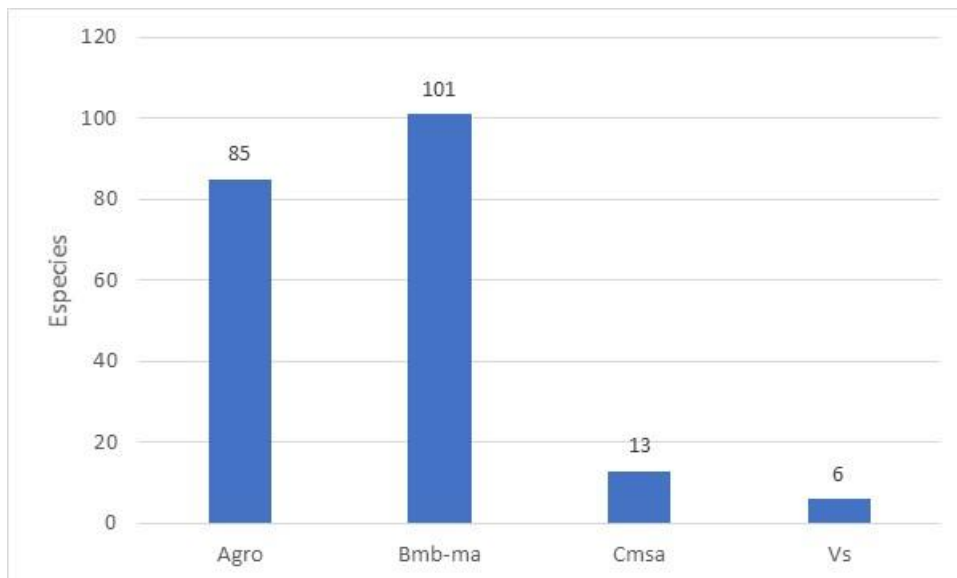
Gráfico 4.2- 6: Riqueza de flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por unidad de vegetación, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra una mayor riqueza de especies (101 especies), seguida de la unidad formada por las áreas con cultivos (Agro) la cual registra 85 especies. La unidad de comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), registra 13 especies, en tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reportan 6 especies.

Gráfico 4.2- 7: Riqueza de flora y vegetación por unidad de vegetación – Temporada Muy Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia y frecuencia de especies

Los resultados de la abundancia de individuos, a nivel de Orden, el grupo de las Poales muestra la mayor abundancia; 1021 individuos con una frecuencia 66.67%, este grupo presenta numerosas herbáceas y arbustos, cuya forma de crecimiento no supera los 5 m de altura. El Orden de las Fabales, grupo formado por especies de porte arboreo y arbustivo, registra 209 individuos con una frecuencia del 93.33%, lo cual indica que se haya ampliamente distribuido en el área del proyecto. Las Ordenes, que representan a plantas inferiores; Pteridopsida, Polypodiopsida (helechos), Lycopodiopsida y Cycadopsida (cicadas), registran una abundancia menor, entre 1 a 86 individuos, con una frecuencia de 6.67% a 33.33%, lo cual puede interpretarse que estos taxos se encuentran restringidos a hábitats con condiciones específicas, mayor presencia de humedad o en el sotobosque.

Tabla 4.2- 22: Abundancia y frecuencia de flora y vegetación por Orden – Temporada Muy Húmeda

Clase	Orden	Abundancia	Frecuencia Relativa (%)
Cycadopsida	-	1	6.67
Lycopodiopsida	Lycopodiales	86	6.67
Pteridopsida	Cyatheaales	23	6.67
Polypodiopsida	Gleicheniales	2	6.67

Clase	Orden	Abundancia	Frecuencia Relativa (%)
Polypodiopsida	Polypodiales	26	33.33
Liliopsida	Arecales	19	26.67
Liliopsida	Commelinales	26	26.67
Liliopsida	Pandanales	72	20.00
Liliopsida	Poales	1021	66.67
Liliopsida	Zingiberales	4	6.67
Magnoliopsida	Apiales	10	26.67
Magnoliopsida	Asterales	30	33.33
Magnoliopsida	Boraginales	4	26.67
Magnoliopsida	Caryophyllales	25	26.67
Magnoliopsida	Cucurbitales	5	6.67
Magnoliopsida	Ericales	46	46.67
Magnoliopsida	Fabales	209	93.33
Magnoliopsida	Gentianales	98	80.00
Magnoliopsida	Lamiales	9	20.00
Magnoliopsida	Laurales	35	33.33
Magnoliopsida	Magnoliales	18	33.33
Magnoliopsida	Malpighiales	120	73.33
Magnoliopsida	Malvales	58	66.67
Magnoliopsida	Myrtales	78	26.67
Magnoliopsida	Piperales	21	26.67
Magnoliopsida	Proteales	3	13.33
Magnoliopsida	Rosales	123	66.67
Magnoliopsida	Sapindales	66	86.67
Magnoliopsida	Scrophulariales	11	6.67
Magnoliopsida	Solanales	7	20.00

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por clase, las Poaceae (gramíneas) registran 965 individuos, con una baja frecuencia 33.33%, debido a que estas especies se encuentran restringidas a ambientes específicos, como herbazales o campos de cultivo en descanso. Las Fabaceae (leguminosas) registran 196 individuos, con una frecuencia de 93.33% debido a su alta distribución en el área del proyecto.

Las familias con mayor frecuencia fueron Rubiaceae con 74 individuos y frecuencia 60.00%, Malvaceae con 54 individuos y frecuencia 53.33%, Moraceae con 57 individuos y frecuencia 46.67%, Rutaceae con 18 individuos y frecuencia 46.67% y Urticaceae con 61 individuos y frecuencia 40.00%.

Este resultado es similar a lo esperado en bosques amazónicos, en donde las familias dominantes, presentan una mayor riqueza, diversidad y variabilidad en las formas de crecimiento.

Tabla 4.2- 23: Abundancia y frecuencia de flora y vegetación por Familia – Temporada Muy Húmeda

Clase	Orden	Familia	Abundancia	Frecuencia
Cycadopsida	Cycadales	Zamiaceae	1	6.67
Lycopodiopsida	Zingiberales	Heliconiaceae	86	6.67

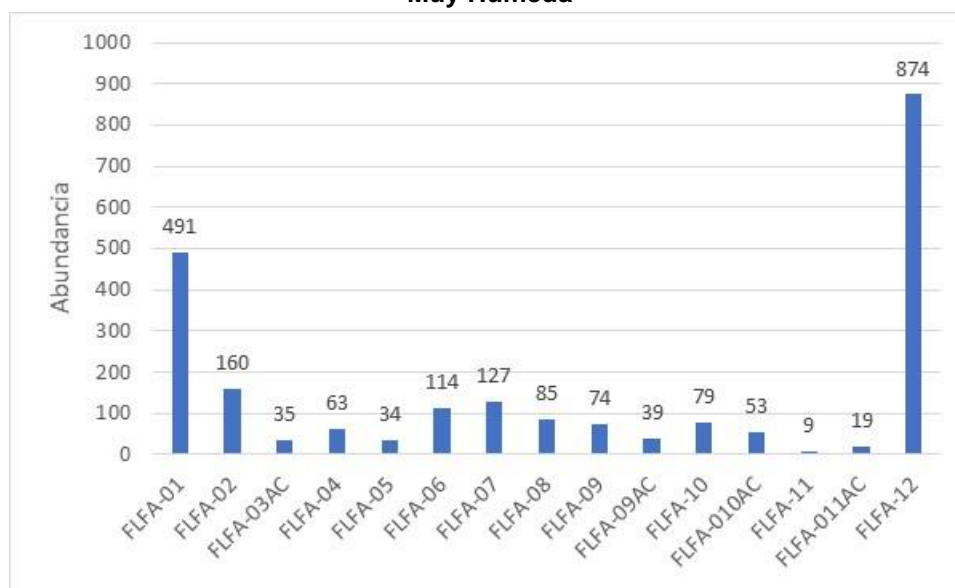
Clase	Orden	Familia	Abundancia	Frecuencia
Pteridopsida	Cyatheales	Cyatheaceae	23	6.67
Polypodiopsida	Gleicheniales	Gleicheniaceae	2	6.67
Polypodiopsida	Polypodiales	Blechnaceae	6	6.67
Polypodiopsida	Polypodiales	Polypodiaceae	10	13.33
Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	10	13.33
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	19	26.67
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	26	26.67
Liliopsida	Pandanales	Cyclanthaceae	72	20.00
Liliopsida	Poales	Bromeliaceae	31	20.00
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	25	26.67
Liliopsida	Poales	Poaceae	965	33.33
Liliopsida	Zingiberales	Heliconiaceae	4	6.67
Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	5	13.33
Magnoliopsida	Apiales	Araliaceae	5	13.33
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	30	33.33
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	4	26.67
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	3	6.67
Magnoliopsida	Caryophyllales	Caryophyllaceae	7	13.33
Magnoliopsida	Caryophyllales	Nyctaginaceae	14	6.67
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	5	6.67
Magnoliopsida	Ericales	Lecythidaceae	2	13.33
Magnoliopsida	Ericales	Primulaceae	10	20.00
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	34	33.33
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	196	93.33
Magnoliopsida	Fabales	Polygalaceae	13	20.00
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	23	26.67
Magnoliopsida	Gentianales	Gentianaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	74	60.00
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	6	20.00
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	3	6.67
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	21	26.67
Magnoliopsida	Laurales	Siparunaceae	11	13.33
Magnoliopsida	Laurales	Verbenaceae	3	6.67
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	18	33.33
Magnoliopsida	Malpighiales	Caryocaraceae	1	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Chrysobalanaceae	4	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Clusiaceae	4	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	43	33.33
Magnoliopsida	Malpighiales	Hypericaceae	9	20.00
Magnoliopsida	Malpighiales	Malpighiaceae	4	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Ochnaceae	37	26.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Passifloraceae	4	13.33
Magnoliopsida	Malpighiales	Phyllanthaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Putranjivaceae	4	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	6	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Turneraceae	3	6.67
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	54	53.33
Magnoliopsida	Malvales	Muntingiaceae	4	13.33

Clase	Orden	Familia	Abundancia	Frecuencia
Magnoliopsida	Myrtales	Alzateaceae	19	13.33
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	41	13.33
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	15	26.67
Magnoliopsida	Myrtales	Vochysiaceae	3	6.67
Magnoliopsida	Piperales	Aristolochiaceae	3	6.67
Magnoliopsida	Piperales	Piperaceae	18	20.00
Magnoliopsida	Proteales	Proteaceae	3	13.33
Magnoliopsida	Rosales	Cannabaceae	4	13.33
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	57	46.67
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	61	40.00
Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	9	13.33
Magnoliopsida	Sapindales	Burseraceae	22	13.33
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	4	20.00
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	18	46.67
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	13	13.33
Magnoliopsida	Scrophulariales	Orobanchaceae	11	6.67
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	7	20.00

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por estación de evaluación, la estación FLFA-12 registra la mayor abundancia, 874 individuos, siendo la especie de la familia Poaceae (gramíneas) *Stenotaphrum secundatum* la que registra 805 individuos. La estación FLFA-01, estación ubicada en el hábitat crítico Mishquiyacu Rumiyacu, registra 491 individuos, siendo la especie de la familia Lycopodiaceae (helecho) *Lycopodiella cernuan* la que registra 86 individuos, en tanto que las estaciones FLFA-11 (9 individuos) y FLFA-11AC (19 individuos), registran una menor abundancia.

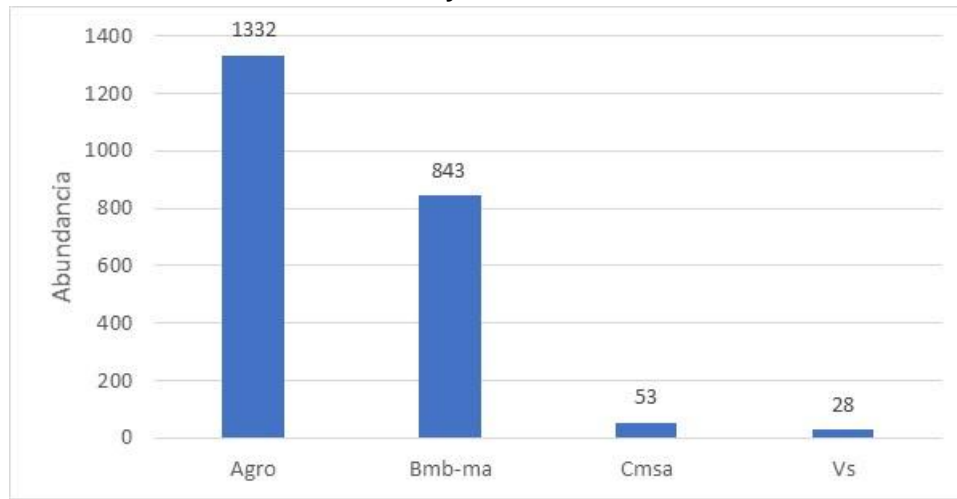
Gráfico 4.2- 8: Abundancia de flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por unidad de vegetación, las áreas con cultivos (Agro) registran 1332 individuos, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registran 843 individuos. La unidad de comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), registran 53 individuos, en tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reportan 28 individuos.

Gráfico 4.2- 9: Abundancia de flora y vegetación por unidad de vegetación – Temporada Muy Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Los resultados del análisis de diversidad alfa muestran que las estaciones FLFA-01, FLFA-02 (hábitat crítico Mishquiyacu – Rumiyaqu) y FLFA-04 tienen los valores más altos para el índice de Simpson (1-D), con 0.94, respectivamente. En cuanto al índice de Shannon (H'), las estaciones FLFA-01 y FLFA-02 (hábitat crítico Mishquiyacu – Rumiyaqu) presentan los valores más altos, con 3.40 nits/individuo y 3.14 nits/individuo, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que todas las estaciones muestran homogeneidad en sus abundancias, reportando valores mayores a 0.81.

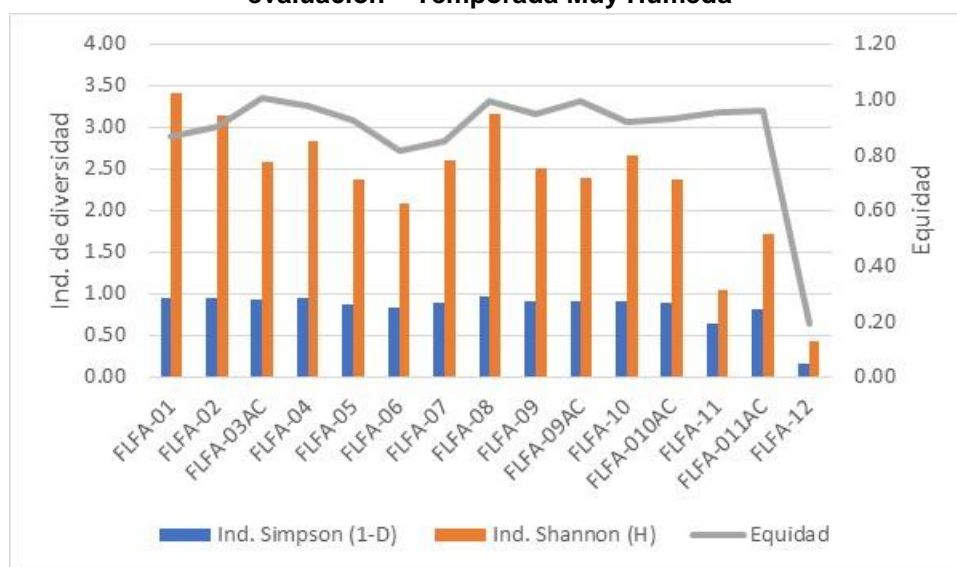
Tabla 4.2- 24: Índices de diversidad alfa de la flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda

Parámetro	FLFA-01	FLFA-02	FLFA-03AC	FLFA-04	FLFA-05	FLFA-06	FLFA-07	FLFA-08	FLFA-09	FLFA-09AC	FLFA-10	FLFA-010AC	FLFA-11	FLFA-011AC	FLFA-12
Especies	51	33	13	18	13	13	21	24	14	11	18	13	3	6	9
Abundancia	491	160	35	63	34	114	127	85	74	39	79	53	9	19	874
Ind. Simpson (1-D)	0.94	0.94	0.93	0.94	0.87	0.83	0.88	0.96	0.91	0.90	0.91	0.88	0.64	0.81	0.15
Ind. Shannon (H)	3.40	3.14	2.58	2.83	2.36	2.09	2.59	3.16	2.50	2.38	2.65	2.38	1.05	1.72	0.42
Equidad	0.86	0.90	1.01	0.98	0.92	0.81	0.85	0.99	0.95	0.99	0.92	0.93	0.95	0.96	0.19

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En general, los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.15$ y $1 - D = 0.94$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 0.42$ nits/individuo y $H' = 3.40$ nits/individuo. Como se muestra en el **Gráfico 4.2- 10**, la estación FLFA-01 presentó el valor más elevado de diversidad, debido a su riqueza específica ($S = 51$ especies) y alta equidad registrada ($J' = 0.86$); mientras que la estación FLFA-12 presenta los valores más bajos de diversidad para los índices de Shannon ($H' = 0.42$ nits/individuo) y Simpson ($1 - D = 0.15$), debido al bajo valor de riqueza reportado y una alta dominancia de las gramíneas en esta estación ($S = 9$ especies y 874 individuos).

Gráfico 4.2- 10: Evaluación de diversidad alfa de la flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados del análisis de diversidad alfa por unidad de vegetación muestran que, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra el valor más alto para el índice de Simpson ($1 - D$), con 0.97 y el índice de Shannon (H'), con 4.01 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que esta unidad muestra homogeneidad en sus abundancias, reportando un valor a 0.87.

En tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reporta el menor valor para el índice de Simpson ($1 - D$), con 0.78 y el índice de Shannon (H'), con 1.62 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que esta unidad muestra homogeneidad en sus abundancias, reportando un valor a 0.90.

Tabla 4.2- 25: Índices de diversidad alfa de la flora y vegetación por unidad de vegetación – Temporada Muy Húmeda

Parámetro	Agro	Bmb-ma	Cmsa	Vs
Especies	85	101	13	6
Abundancia	1332	843	53	28
Ind. Simpson (1-D)	0.63	0.97	0.86	0.78
Ind. Shannon (H)	2.26	4.01	2.26	1.62
Equidad	0.51	0.87	0.88	0.90

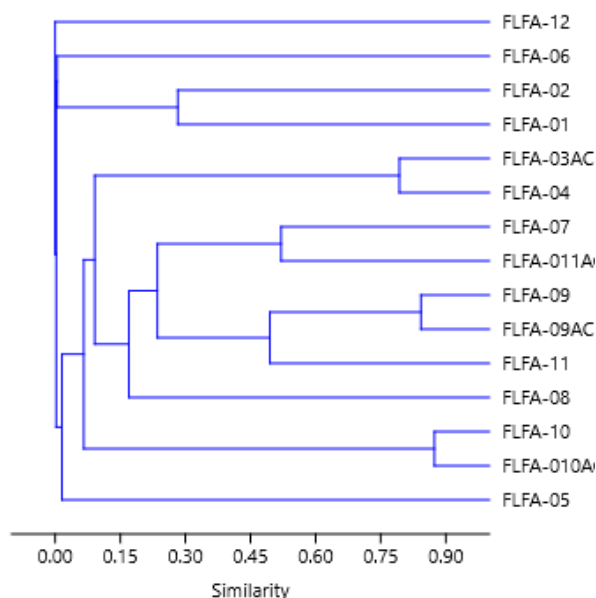
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad beta

Para la temporada muy húmeda, el análisis de diversidad beta obtenido mediante la evaluación de la presencia y/o ausencia de especies mediante el índice de Jaccard, muestra la formación de 3 grupos asociados por su similitud en la composición de sus especies.

El primer grupo que presenta una similitud del 89%, siendo este conformado por las estaciones FLFA-10 y FLFA-10AC. El segundo grupo se encuentra formado por las estaciones FLFA-09 y FLFA-09AC con una similitud del 85% y tercer grupo se encuentra formado por las estaciones FLFA-04 y FLFA-03AC con una similitud del 80%.

Gráfico 4.2- 11: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Jaccard por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda

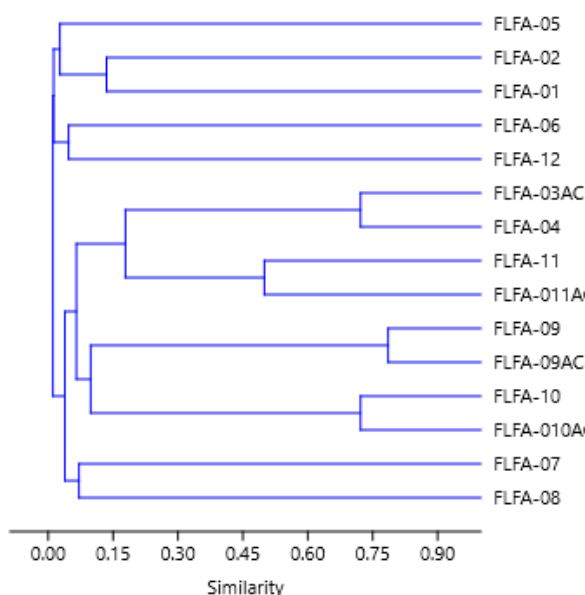


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, el análisis de diversidad beta obtenido mediante la evaluación de la abundancia de individuos, mediante el índice de Morisita. Los resultados muestran la formación de 3 grupos asociados por su similitud en la composición de sus abundancias.

El primer grupo que presenta una similitud del 80%, siendo este conformado por las estaciones FLFA-09 y FLFA-09AC. El segundo grupo se encuentra formado por las estaciones FLFA-04 y FLFA-03AC con una similitud del 75% y tercer grupo se encuentra formado por las estaciones FLFA-10 y FLFA-10AC con una similitud del 73%.

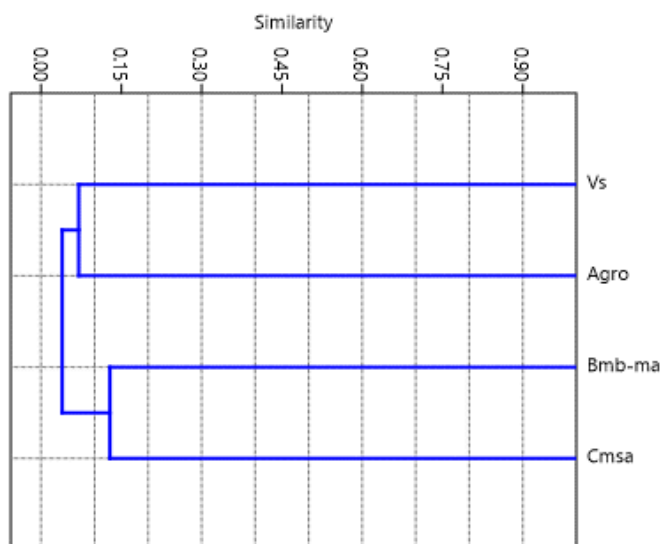
Gráfico 4.2- 12: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Morisita por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

El análisis de la similaridad por unidad de vegetación para la temporada muy húmeda, el análisis de presencia y/o ausencia mediante el índice de Jaccard, muestra que, los resultados muestran que no existe similitud en la composición de especies por unidad de vegetación, las asociaciones son menores al 10%.

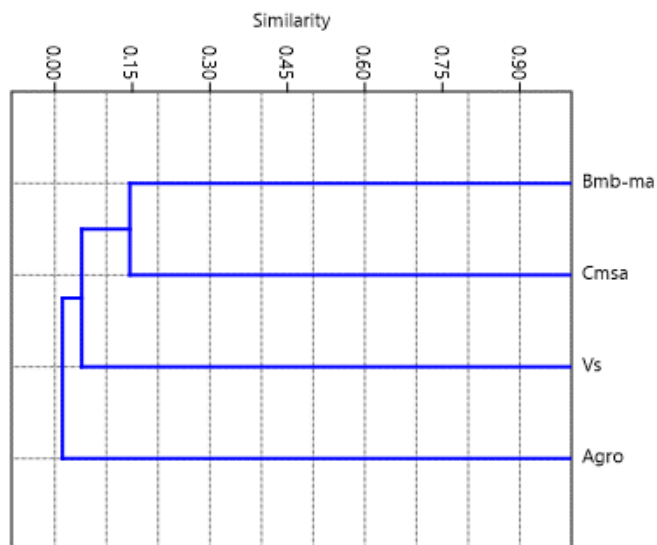
Gráfico 4.2- 13: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Jaccard por unidad de vegetación – Temporada Muy Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, el análisis de abundancia de individuos mediante el índice de Morisita. Los resultados muestran que no existe similitud en la composición de especies por unidad de vegetación, las asociaciones son menores al 10%.

Gráfico 4.2- 14: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Morisita por unidad de vegetación – Temporada Muy Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.2.3 Temporada Húmeda

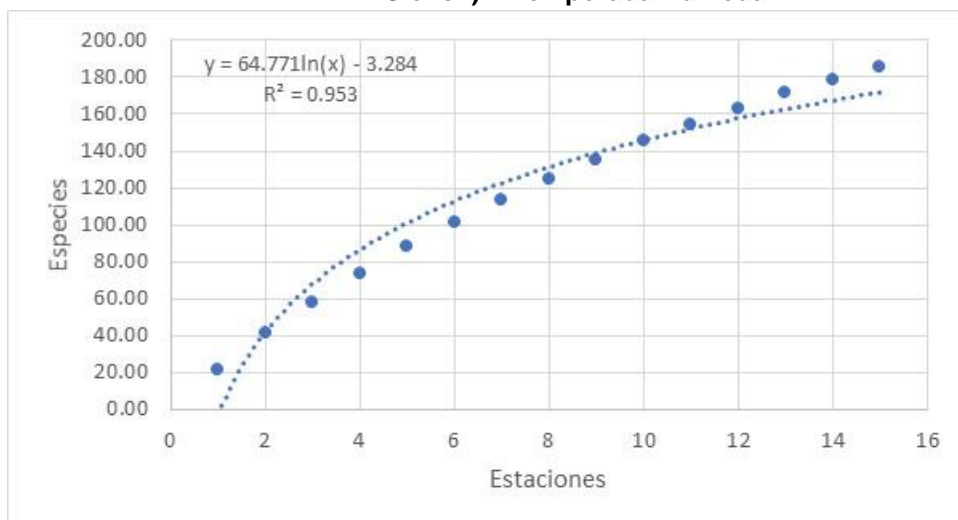
Curva de acumulación de especies

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cuantitativo, reuniendo los hallazgos para la flora. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 175 especies registrada una eficiencia del 95.3%.

$$V2 = (64.771 * (1 - \exp(-3.284 * v1))) / 3.284$$

Gráfico 4.2- 15: Curva de acumulación de especies – Flora y vegetación (Modelo de Clench) – Temporada Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

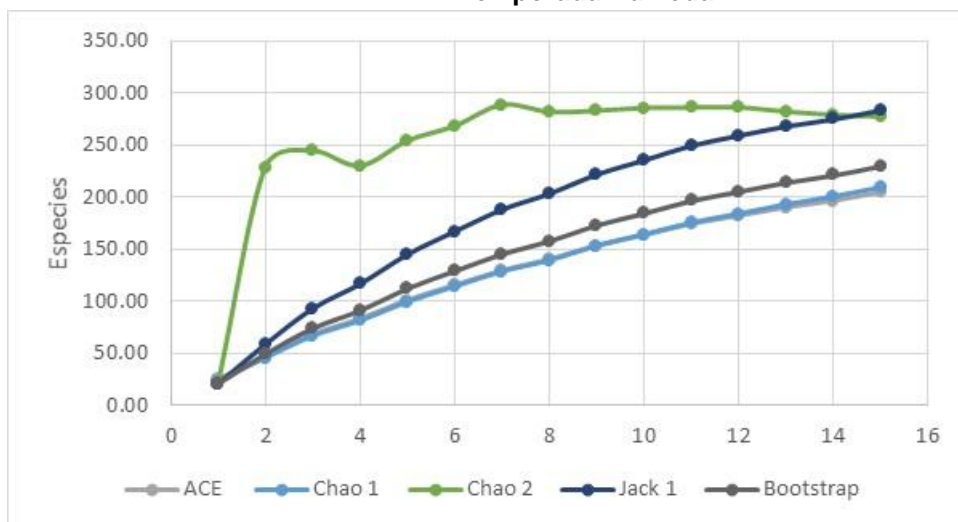
El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 67.15% de la riqueza de especies según el estimador Chao2 (277.00 especies estimadas) y el 91.00% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador ACE (204.39 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 26: Curva de acumulación de especies – Flora y vegetación (No Paramétrico) – Temporada Húmeda

Estaciones		15
Abundancia		2554
Especies Observadas	(S)	188
Especies Estimadas	ACE	204.39
	Chao 1	209.36
	Chao 2	277.00
	Jackknife	284.00
	Bootstrap	230.20
Eficiencia	ACE	91.00
	Chao 1	88.84
	Chao 2	67.15
	Jackknife	65.49
	Bootstrap	80.80

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

**Gráfico 4.2- 16: Curva de acumulación de especies – Flora y vegetación (No Paramétrico)
– Temporada Húmeda**



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

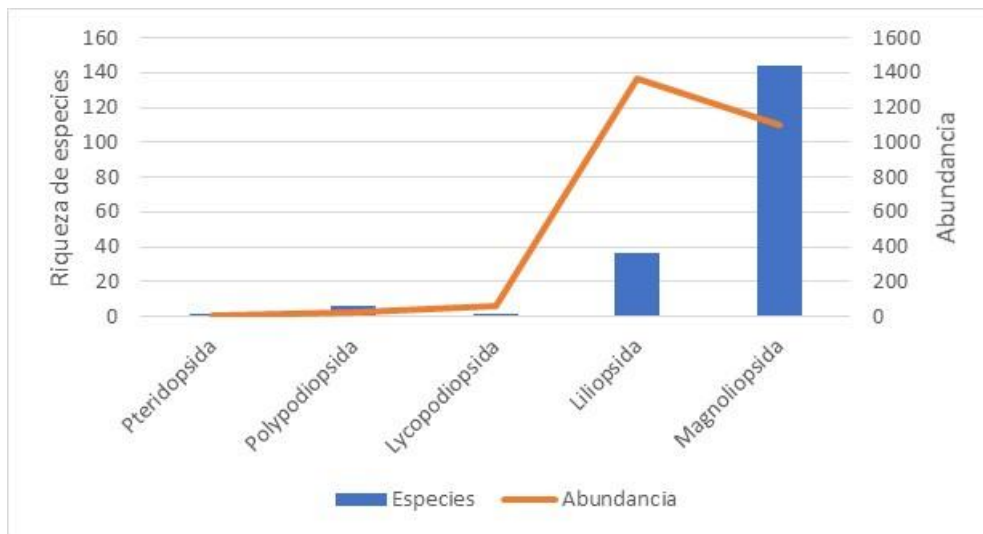
De acuerdo con los resultados de riqueza de especies, a nivel de Clase, el grupo Magnoliopsida muestra la mayor riqueza específica; 144 especies y 1099 individuos, este grupo presenta desde herbáceas hasta grandes árboles, de diferentes hábitos y formas de crecimiento. Las Liliopsida reporta 36 especies y 1368 individuos. Las otras clases, que representan a plantas inferiores; Pteridopsida, Polypodiopsida (helechos), Lycopodiopsida y Lacanoromycetes (líquenes), registran una menor diversidad de especies y abundancia de individuos.

Tabla 4.2- 27: Riqueza y abundancia de flora y vegetación por Clase – Temporada Húmeda

Clase	Orden	Familias	Especies	Abundancia
Lecanoromycetes	1	3	4	-
Pteridopsida	1	1	1	7
Polypodiopsida	3	5	6	21
Lycopodiopsida	1	1	1	59
Liliopsida	7	12	36	1368
Magnoliopsida	21	50	144	1099
Total	34	72	192	2554

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

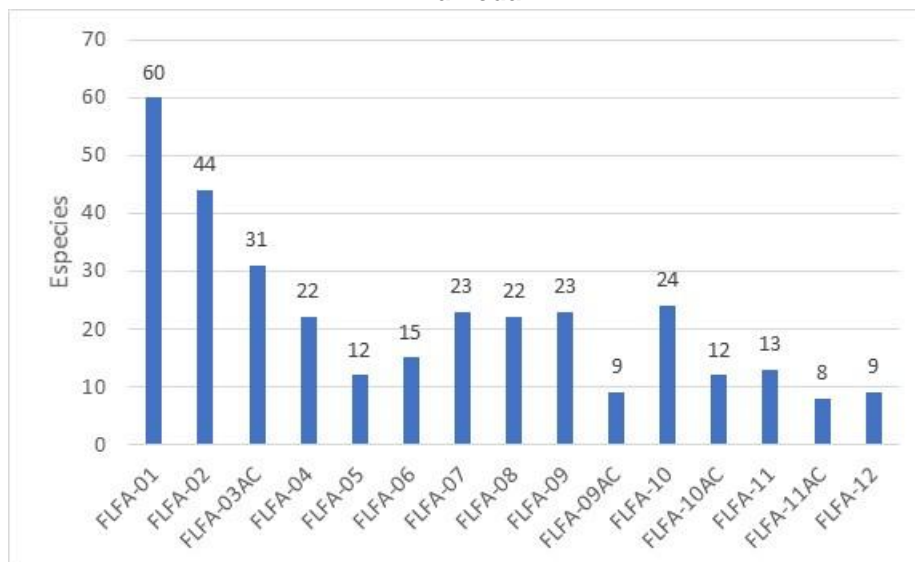
Gráfico 4.2- 17: Riqueza y abundancia de flora y vegetación por Clase – Temporada Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por estación de evaluación, las estaciones FLFA-01 y FLFA-02, estaciones ubicadas en el hábitat crítico Mishquiyacu Rumiyacu, registran un mayor número de especies; 60 especies y 44 especies, respectivamente, en tanto que las estaciones FLFA-09AC y FLFA-12 (9 especies, respectivamente) y FLFA-11AC (8 especies), registran una menor diversidad específica.

Gráfico 4.2- 18: Riqueza de flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Húmeda

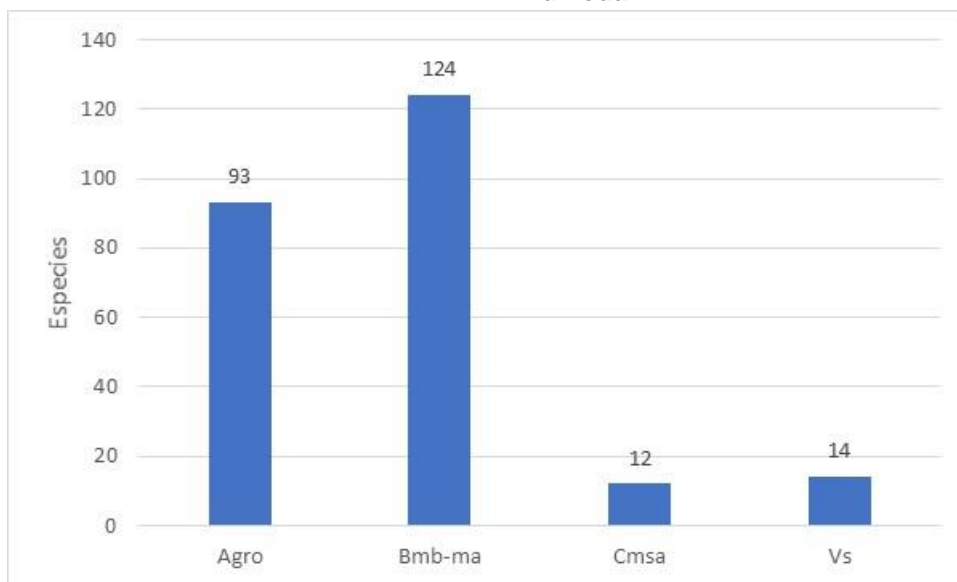


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por unidad de vegetación, las áreas con cultivos (Agro) registra una mayor riqueza de especies (124 especies), seguida de la unidad formada por el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) la cual registra 93 especies. La unidad de comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), registra 12 especies, en

tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reportan 14 especies.

Gráfico 4.2- 19: Riqueza de flora y vegetación por unidad de vegetación – Temporada Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia y frecuencia de especies

Los resultados de la abundancia de individuos, a nivel de Orden, el grupo de las Poales muestra la mayor abundancia; 1237 individuos con una frecuencia 80.00%, este grupo presenta numerosas herbáceas y arbustos, cuya forma de crecimiento no supera los 5 m de altura. El Orden de las Fabales, grupo formado por especies de porte arboreo y arbustivo, registra 193 individuos con una frecuencia del 93.33%, lo cual indica que se haya ampliamente distribuido en el área del proyecto. Las Ordenes, que representan a plantas inferiores; Pteridopsida, Polypodiopsida (helechos) y Lycopodiopsida, registran una abundancia menor, entre 2 a 59 individuos, con una frecuencia de 6.67% a 26.67%, lo cual puede interpretarse que estos taxos se encuentran restringidos a hábitats con condiciones específicas, mayor presencia de humedad o en el sotobosque.

Tabla 4.2- 28: Abundancia y frecuencia de flora y vegetación por Orden – Temporada Húmeda

Clase	Orden	Abundancia	Frecuencia
Pteridopsida	Cyatheaales	7	6.67
Polypodiopsida	Gleicheniales	4	6.67
Polypodiopsida	Hymenophyllales	2	6.67
Polypodiopsida	Polypodiales	15	26.67
Lycopodiopsida	Lycopodiales	59	13.33
Liliopsida	Alismatales	16	13.33
Liliopsida	Arecales	24	53.33
Liliopsida	Asparagales	1	6.67
Liliopsida	Commelinales	31	20.00
Liliopsida	Pandanales	35	26.67

Clase	Orden	Abundancia	Frecuencia
Liliopsida	Poales	1237	80.00
Liliopsida	Zingiberales	24	26.67
Magnoliopsida	Myrtales	3	6.67
Magnoliopsida	Apiales	20	26.67
Magnoliopsida	Asterales	70	46.67
Magnoliopsida	Boraginales	1	6.67
Magnoliopsida	Caryophyllales	43	40.00
Magnoliopsida	Cucurbitales	1	6.67
Magnoliopsida	Dilleniales	3	6.67
Magnoliopsida	Ericales	42	40.00
Magnoliopsida	Fabales	193	93.33
Magnoliopsida	Gentianales	128	86.67
Magnoliopsida	Lamiales	6	13.33
Magnoliopsida	Laurales	37	46.67
Magnoliopsida	Magnoliales	16	46.67
Magnoliopsida	Malpighiales	132	93.33
Magnoliopsida	Malvales	80	66.67
Magnoliopsida	Myrtales	85	33.33
Magnoliopsida	Piperales	14	20.00
Magnoliopsida	Proteales	3	13.33
Magnoliopsida	Rosales	131	73.33
Magnoliopsida	Sapindales	82	80.00
Magnoliopsida	Solanales	9	26.67

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por clase, las Poaceae (gramíneas) registran 1179 individuos, con una alta frecuencia 66.67%, debido a que estas especies se encuentran ampliamente distribuidas, herbazales o campos de cultivo en descanso. Las Fabaceae (leguminosas) registran 189 individuos, con una frecuencia de 93.33% debido a su alta distribución en el área del proyecto.

Las familias con mayor frecuencia fueron Urticaceae con 48 individuos y frecuencia 60.00%, Areacaceae con 24 individuos y frecuencia 53.33%, Rubiaceae con 79 individuos y frecuencia 53.33%, Malvaceae con 76 individuos y frecuencia 53.33% y Moraceae con 74 individuos y frecuencia 53.33%.

Este resultado es similar a lo esperado en bosques amazónicos, en donde las familias dominantes, presentan una mayor riqueza, diversidad y variabilidad en las formas de crecimiento.

Tabla 4.2- 29: Abundancia y frecuencia de flora y vegetación por Familia – Temporada Húmeda

Clase	Orden	Familia	Abundancia	Frecuencia
Pteridopsida	Cyatheaales	Cyatheaceae	7	6.67
Polypodiopsida	Gleicheniales	Gleicheniaceae	4	6.67
Polypodiopsida	Hymenophyllales	Hymenophyllaceae	2	6.67
Polypodiopsida	Polypodiales	Blechnaceae	5	6.67
Polypodiopsida	Polypodiales	Polypodiaceae	6	20.00
Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	4	6.67

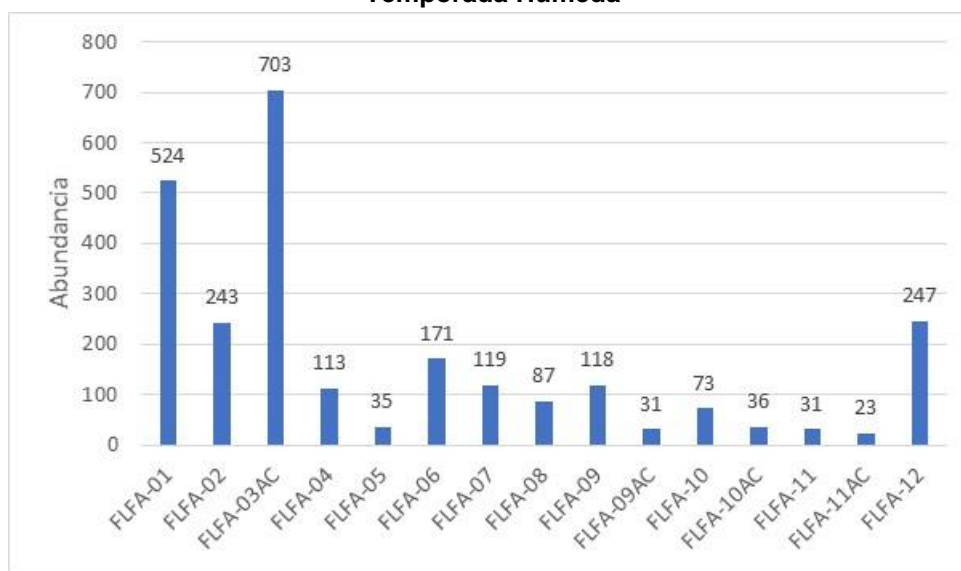
Clase	Orden	Familia	Abundancia	Frecuencia
Lycopodiopsida	Lycopodiales	Lycopodiaceae	59	13.33
Liliopsida	Alismatales	Araceae	16	13.33
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	24	53.33
Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	1	6.67
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	31	20.00
Liliopsida	Pandanales	Cyclanthaceae	35	26.67
Liliopsida	Poales	Bromeliaceae	11	20.00
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	47	33.33
Liliopsida	Poales	Poaceae	1179	66.67
Liliopsida	Zingiberales	Costaceae	4	6.67
Liliopsida	Zingiberales	Heliconiaceae	9	20.00
Liliopsida	Zingiberales	Marantaceae	7	6.67
Liliopsida	Zingiberales	Musaceae	4	6.67
Magnoliopsida	Myrtales	Vochysiaceae	3	6.67
Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	5	13.33
Magnoliopsida	Apiales	Araliaceae	15	13.33
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	70	46.67
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	4	13.33
Magnoliopsida	Caryophyllales	Caryophyllaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Caryophyllales	Nyctaginaceae	31	13.33
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	7	20.00
Magnoliopsida	Cucurbitales	Begoniaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Dilleniales	Dilleniaceae	3	6.67
Magnoliopsida	Ericales	Lecythidaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Ericales	Primulaceae	5	6.67
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	36	33.33
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	189	93.33
Magnoliopsida	Fabales	Polygalaceae	4	13.33
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	48	40.00
Magnoliopsida	Gentianales	Gentianaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	79	53.33
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	6	13.33
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	24	40.00
Magnoliopsida	Laurales	Siparunaceae	13	13.33
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	16	46.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Caryocaraceae	2	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Chrysobalanaceae	4	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Clusiaceae	9	13.33
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	37	40.00
Magnoliopsida	Malpighiales	Hypericaceae	4	26.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Malpighiaceae	2	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Ochnaceae	65	33.33
Magnoliopsida	Malpighiales	Passifloraceae	3	13.33
Magnoliopsida	Malpighiales	Putranjivaceae	3	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	3	13.33
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	76	53.33
Magnoliopsida	Malvales	Muntingiaceae	4	13.33
Magnoliopsida	Myrtales	Alzateaceae	20	13.33

Clase	Orden	Familia	Abundancia	Frecuencia
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	59	20.00
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	6	26.67
Magnoliopsida	Piperales	Piperaceae	14	20.00
Magnoliopsida	Proteales	Proteaceae	3	13.33
Magnoliopsida	Rosales	Cannabaceae	9	20.00
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	74	53.33
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	48	60.00
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	7	26.67
Magnoliopsida	Sapindales	Burseraceae	28	20.00
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	6	26.67
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	35	40.00
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	6	13.33
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	9	26.67

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por estación de evaluación, la estación FLFA-03AC registra la mayor abundancia, 703 individuos, siendo la especie de la familia Poaceae (gramíneas) *Stenotaphrum secundatum* la que registra 534 individuos. La estación FLFA-01, estación ubicada en el hábitat crítico Mishquiyacu Rumiyaqu, registra 524 individuos, siendo la especie de la familia Poaceae (gramínea) *Paspalum sp* la que registra 78 individuos, en tanto que la estación FLFA-11AC (23 individuos), registra una menor abundancia.

Gráfico 4.2- 20: Abundancia de flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Húmeda

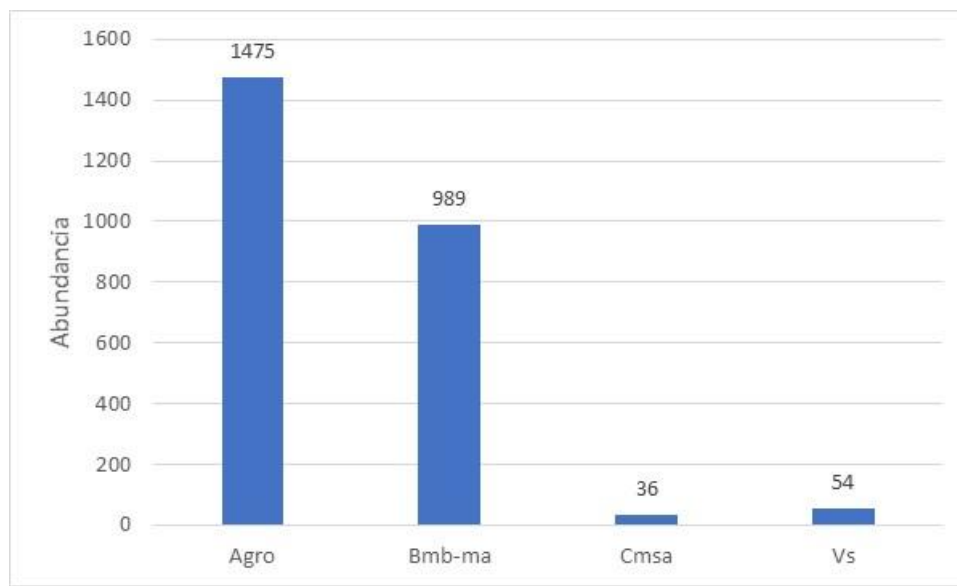


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por unidad de vegetación, las áreas con cultivos (Agro) registran 1475 individuos, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registran 989 individuos. La unidad de comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), registran

36 individuos, en tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reportan 54 individuos.

Gráfico 4.2- 21: Abundancia de flora y vegetación por unidad de vegetación – Temporada Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Los resultados del análisis de diversidad alfa muestran que las estaciones FLFA-01, FLFA-02 (hábitat crítico Mishquiyacu – Rumiyaqu) y FLFA-04 tienen los valores más altos para el índice de Simpson (1-D), con 0.95, respectivamente. En cuanto al índice de Shannon (H'), las estaciones FLFA-01 y FLFA-02 (hábitat crítico Mishquiyacu – Rumiyaqu) presentan los valores más altos, con 3.48 nits/individuo y 3.36 nits/individuo, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que estas estaciones muestran homogeneidad en sus abundancias, reportando valores mayores a 0.85.

Tabla 4.2- 30: Índices de diversidad alfa de la flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Húmeda

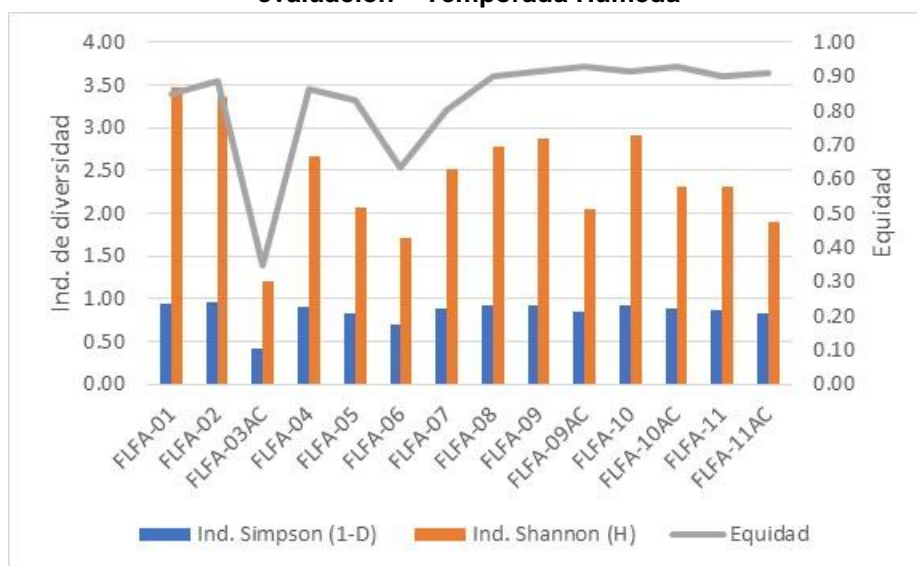
Parámetro	FLFA-01	FLFA-02	FLFA-03AC	FLFA-04	FLFA-05	FLFA-06	FLFA-07	FLFA-08	FLFA-09	FLFA-09AC	FLFA-10	FLFA-010AC	FLFA-11	FLFA-011AC	FLFA-12
Especies	60	44	31	22	12	15	23	22	23	9	24	12	13	8	9
Abundancia	524	243	703	113	35	171	119	87	118	31	73	36	31	23	247
Ind. Simpson (1-D)	0.95	0.95	0.42	0.90	0.82	0.71	0.88	0.92	0.93	0.86	0.93	0.89	0.87	0.83	0.13
Ind. Shannon (H)	3.48	3.36	1.20	2.66	2.06	1.71	2.52	2.78	2.88	2.04	2.91	2.31	2.31	1.90	0.38
Equidad	0.85	0.89	0.35	0.86	0.83	0.63	0.80	0.90	0.92	0.93	0.92	0.93	0.90	0.91	0.17

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En general, los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.13$ y $1 - D = 0.95$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre

$H' = 0.38$ nits/individuo y $H' = 3.48$ nits/individuo. Como se muestra en el **Gráfico 4.2- 22**, la estación FLFA-01 presentó el valor más elevado de diversidad, debido a su riqueza específica ($S = 60$ especies) y alta equidad registrada ($J' = 0.85$); mientras que la estación FLFA-12 presenta los valores más bajos de diversidad para los índices de Shannon ($H' = 0.38$ nits/individuo) y Simpson ($1 - D = 0.13$), debido al bajo valor de riqueza reportado y una alta dominancia de las gramíneas en esta estación ($S = 9$ especies y 247 individuos).

Gráfico 4.2- 22: Evaluación de diversidad alfa de la flora y vegetación por estación de evaluación – Temporada Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados del análisis de diversidad alfa por unidad de vegetación muestran que, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra el valor más alto para el índice de Simpson (1-D), con 0.974 y el índice de Shannon (H'), con 4.162 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que esta unidad muestra homogeneidad en sus abundancias, reportando un valor a 0.86.

En tanto que la unidad formada por las áreas agrícolas (Agro) reporta el menor valor para el índice de Simpson (1-D), con 0.723 y el índice de Shannon (H'), con 2.541 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que esta unidad muestra homogeneidad en sus abundancias, reportando un valor a 0.56.

Tabla 4.2- 31: Índices de diversidad alfa de la flora y vegetación por unidad de vegetación – Temporada Húmeda

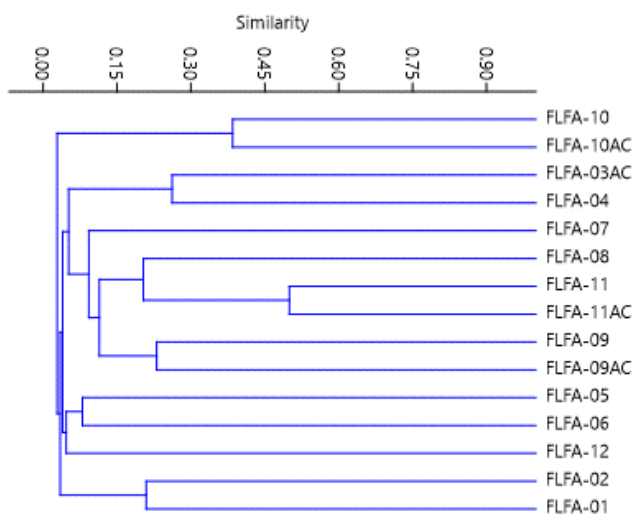
Parámetro	Agro	Bmb-ma	Cmsa	Vs
Especies	93	124	12	14
Abundancia	1475	989	36	54
Ind. Simpson (1-D)	0.723	0.974	0.887	0.897
Ind. Shannon (H)	2.541	4.162	2.310	2.436
Equidad	0.561	0.864	0.930	0.923

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Diversidad beta

Para la temporada muy húmeda, el análisis de diversidad beta obtenido mediante la evaluación de la presencia y/o ausencia de especies mediante el índice de Jaccard, muestra la formación de 1 grupo asociado por su similitud en la composición de sus especies. Este grupo presenta una similitud del 48%, siendo este conformado por las estaciones FLFA-11 y FLFA-11AC.

Gráfico 4.2- 23: Análisis de similitud de flora y vegetación mediante el índice de Jaccard por estación de evaluación – Temporada Húmeda

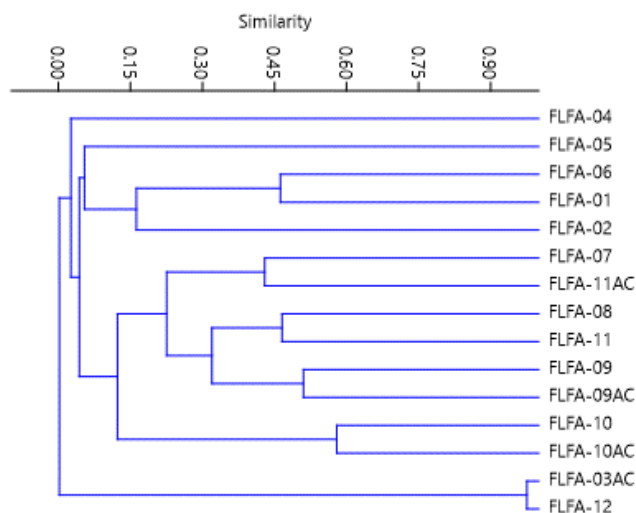


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, el análisis de diversidad beta obtenido mediante la evaluación de la abundancia de individuos, mediante el índice de Morisita. Los resultados muestran la formación de 3 grupos asociados por su similitud en la composición de sus abundancias.

El primer grupo que presenta una similitud del 58%, siendo este conformado por las estaciones FLFA-10 y FLFA-10AC. El segundo grupo se encuentra formado por las estaciones FLFA-09 y FLFA-09AC con una similitud del 47% y tercer grupo se encuentra formado por las estaciones FLFA-11 y FLFA-08 con una similitud del 45%.

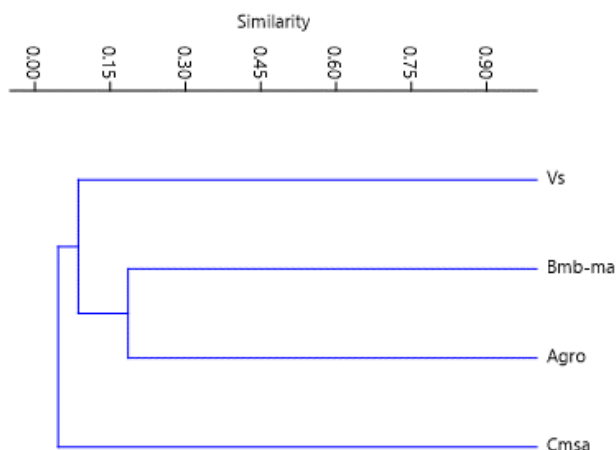
Gráfico 4.2- 24: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Morisita por estación de evaluación – Temporada Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al análisis de la similaridad por unidad de vegetación en la temporada húmeda, el análisis de presencia y/o ausencia mediante el índice de Jaccard, los resultados muestran que no existe similitud en la composición de especies por unidad de vegetación, las asociaciones son menores al 30%.

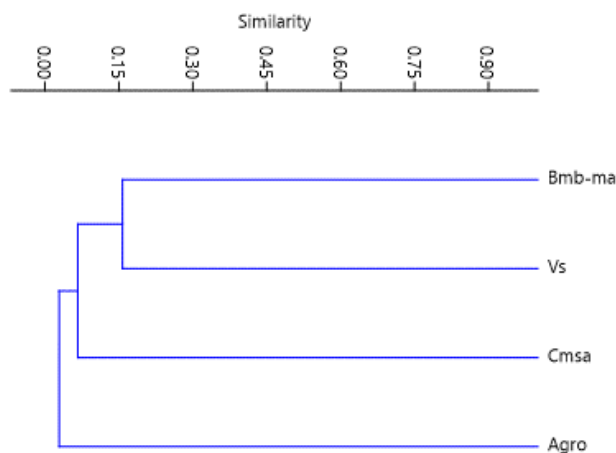
Gráfico 4.2- 25: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Jaccard por unidad de vegetación – Temporada Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, el análisis de abundancia de individuos mediante el índice de Morisita. Los resultados muestran que no existe similitud en la composición de especies por unidad de vegetación, las asociaciones son menores al 30%.

Gráfico 4.2- 26: Análisis de similaridad de flora y vegetación mediante el índice de Morisita por unidad de vegetación – Temporada Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.2.4 Perfil vegetacional

En la composición de especies en la unidad de vegetación del Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma), predominan las especies arbóreas, tales como; *Cespedesia spathulata*, *Tachigali formicarum*, *Graffenrieda limbata*, *Brosimum utile* subsp. *Ovatifolium*, *Manilkara bidentata*, *Neea aeruginosa*, *Guazuma ulmifolia*, *Alzatea verticillata* subsp. *Verticillata*, *Zygia macbridei*, *Ocotea* sp, *Protium meridionale*, con especies herbáceas como; *Paspalum* sp., *Thoracocarpus* sp., *Phragmites australis*, *Rhynchospora* sp., *Aechmea* sp., *Aphandra natalia* y *Olyra latifolia*.

Tabla 4.2- 32: Composición de flora y vegetación en la unidad de vegetación “Bmb-ma”

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia	
				TMH	TH
Cycadopsida	Cycadales	Zamiaceae	<i>Zamia</i> sp.	1	-
Lecanoromycetes	Lecanorales	Cladoniaceae	<i>Cladonia</i> sp.	-	-
Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	<i>Parmelia</i> sp.	-	-
Lecanoromycetes	Lecanorales	Ramalinaceae	<i>Ramalina</i> sp1.	-	-
Lecanoromycetes	Lecanorales	Ramalinaceae	<i>Ramalina</i> sp2.	-	-
Pteridopsida	Cyatheales	Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i>	23	7
Polypodiopsida	Gleicheniales	Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris</i> sp.	2	4
Polypodiopsida	Hymenophyllales	Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes</i> sp.	-	2
Polypodiopsida	Polypodiales	Blechnaceae	<i>Blechnum fraxineum</i>	6	5
Polypodiopsida	Polypodiales	Polypodiaceae	<i>Platynerium andinum</i>	5	2
Polypodiopsida	Polypodiales	Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> sp	-	1
Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Adiantum</i> sp1	4	4
Lycopodiopsida	Lycopodiales	Lycopodiaceae	<i>Lycopodiella cernua</i>	86	59
Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Monstera cf pinnatipartita</i>	-	1
Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Philodendron</i> sp1.	-	8
Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Philodendron</i> sp2.	-	7
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Aiphanes horrida</i>	-	1
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Aphandra natalia</i>	13	2
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Attalea</i> sp.	-	4
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Euterpe</i> sp	-	1
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i>	5	3

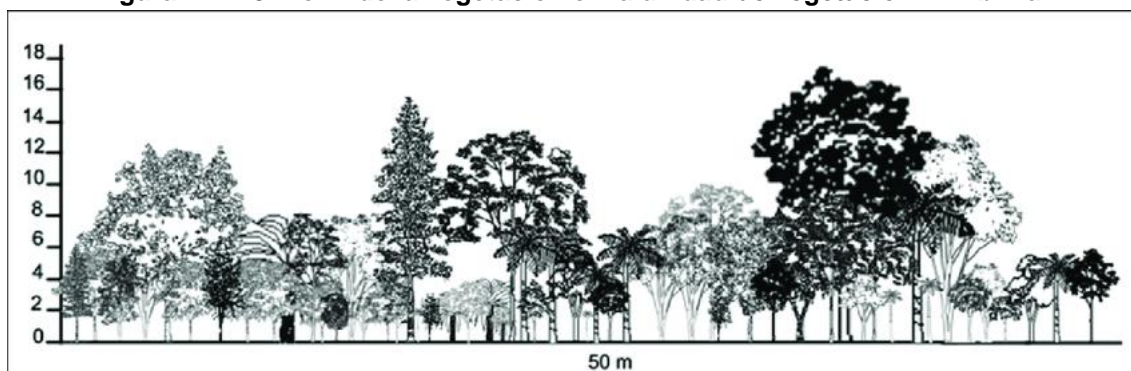
Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia	
				TMH	TH
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Syagrus sancona</i>	-	2
Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	<i>Oncidium sp.</i>	-	1
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	<i>Tradescantia sp.</i>	8	4
Liliopsida	Pandanales	Cyclanthaceae	<i>Asplundia schizotepala</i>	12	-
Liliopsida	Pandanales	Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i>	-	2
Liliopsida	Pandanales	Cyclanthaceae	<i>Thoracocarpus sp.</i>	50	27
Liliopsida	Poales	Bromeliaceae	<i>Aechmea sp.</i>	15	2
Liliopsida	Poales	Bromeliaceae	<i>Mezobromelia sp.</i>	1	3
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Rhynchospora sp.</i>	-	18
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Brachiaria echinulata</i>	-	8
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Olyra latifolia</i>	-	15
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp.</i>	-	78
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	-	20
Liliopsida	Zingiberales	Heliconiaceae	<i>Heliconia rostrata</i>	-	2
Liliopsida	Zingiberales	Marantaceae	<i>Calathea sp.</i>	-	7
Magnoliopsida	Myrtales	Vochysiaceae	<i>Vochysiaceae</i>	-	3
Magnoliopsida	Apiales	Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	1	-
Magnoliopsida	Apiales	Araliaceae	<i>Schefflera ulei</i>	4	15
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	-	6
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Fleischmannia microstemon</i>	-	1
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Lepidaploa sp.</i>	-	15
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	3	1
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	<i>Varronia polycephala</i>	1	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Armatocereus sp.</i>	3	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Cereus trigonodendron</i>	-	4
Magnoliopsida	Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Neea aeruginosa</i>	14	31
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba sp.</i>	1	4
Magnoliopsida	Ericales	Primulaceae	<i>Clavija sp.</i>	8	5
Magnoliopsida	Ericales	Primulaceae	<i>Cybianthus sp.</i>	2	-
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	2	6
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i>	27	19
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Pouteria baehniiana</i>	-	5
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Acacia lorentensis</i>	10	11
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Acacia sp.</i>	6	3
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Albizia sp.</i>	-	11
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Andira surinamensis</i>	-	1
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Desmodium tortuosum</i>	-	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Dussia sp.</i>	1	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	1	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	-	10
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga tocachiana</i>	2	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga umbellifera</i>	6	5
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Lonchocarpus macrophyllus</i>	10	12
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Platymiscium sp.</i>	5	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Platymiscium stipulare</i>	-	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Tachigali formicarum</i>	49	36
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Tachigali macbridei</i>	-	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Tachigali sp.</i>	2	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Zygia macbridei</i>	22	15
Magnoliopsida	Fabales	Polygalaceae	<i>Asemeia acuminata</i>	8	-
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	-	12

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia	
				TMH	TH
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Mandevilla glandulosa</i>	4	-
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Mucosa sp.</i>	7	12
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Peltastes sp.</i>	1	1
Magnoliopsida	Gentianales	Gentianaceae	<i>Voyria aphylla</i>	1	1
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Coccocypselum lanceolatum</i>	7	-
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Ladenbergia macrocarpa</i>	-	5
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Palicourea sp</i>	7	6
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Psychotria hoffmannseggiana</i>	13	3
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Psychotria sp.</i>	6	4
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Rubiaceae</i>	14	9
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Bignonia sp</i>	2	-
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus guayacan</i>	3	-
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	1	-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	<i>Lantana sp.</i>	3	1
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Beilschmiedia latifolia</i>	3	1
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Ocotea sp</i>	15	19
Magnoliopsida	Laurales	Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	-	10
Magnoliopsida	Laurales	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i>	8	-
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona edulis</i>	2	1
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Guatteria sp.</i>	5	5
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Unonopsis sp.</i>	1	-
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Xylopia sp.</i>	-	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i>	1	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i>	-	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Chrysobalanaceae	<i>Hirtella sp.</i>	2	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Chrysobalanaceae	<i>Licania cf mollis</i>	2	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	2	3
Magnoliopsida	Malpighiales	Clusiaceae	<i>Garcinia madruno</i>	-	6
Magnoliopsida	Malpighiales	Clusiaceae	<i>Garcinia sp.</i>	2	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton guianensis</i>	-	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	3	3
Magnoliopsida	Malpighiales	Hypericaceae	<i>Vismia sp.</i>	4	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	4	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Ochnaceae	<i>Cespedesia spathulata</i>	26	60
Magnoliopsida	Malpighiales	Ochnaceae	<i>sp1</i>	5	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora sp.</i>	4	3
Magnoliopsida	Malpighiales	Phyllanthaceae	<i>Richeria grandis</i>	1	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Putranjivaceae	<i>Drypetes gentryana</i>	4	3
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	<i>Casearia sp.</i>	-	1
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Ceiba samauma</i>	1	2
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	20	23
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Wissadula sp.</i>	-	6
Magnoliopsida	Myrtales	Alzateaceae	<i>Alzatea verticillata subsp. verticillata</i>	19	20
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	<i>Graffenrieda limbata</i>	30	35
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia sp</i>	11	14
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	<i>Tococa guianensis</i>	-	9
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>Calyptanthus bipennis</i>	3	1
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>Eugenia sp</i>	4	-
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	4	2
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	2	2
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>sp1</i>	1	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia	
				TMH	TH
Magnoliopsida	Myrtales	Vochysiaceae	<i>Ruizterania sp.</i>	3	-
Magnoliopsida	Piperales	Piperaceae	<i>Piper peltatum</i>	7	7
Magnoliopsida	Piperales	Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	7	5
Magnoliopsida	Proteales	Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	2	2
Magnoliopsida	Rosales	Cannabaceae	<i>Trema micranthum</i>	4	7
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Batocarpus amazonicus</i>	2	2
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Brosimum utile subsp. ovatifolium</i>	31	33
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Castilla ulei</i>	1	1
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	-	2
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus krukovii</i>	10	4
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	-	5
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Helicostylis sp</i>	2	5
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	-	1
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i>	4	5
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Brosimum sp.</i>	-	7
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i>	-	3
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	2	6
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i>	5	-
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	10	10
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma guianensis</i>	12	4
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma minor</i>	20	-
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma tomentosa</i>	-	2
Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae	<i>Rubus sp.</i>	1	-
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Schinopsis peruviana</i>	-	2
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	7	3
Magnoliopsida	Sapindales	Burseraceae	<i>Protium meridionale</i>	6	28
Magnoliopsida	Sapindales	Burseraceae	<i>Protium nodulosum</i>	16	-
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	-	2
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	5	9
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	<i>Paullinia cupana</i>	9	3
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	-	6

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Figura 4.2- 13: Perfil de la vegetación en la unidad de vegetación “Bmb-ma”



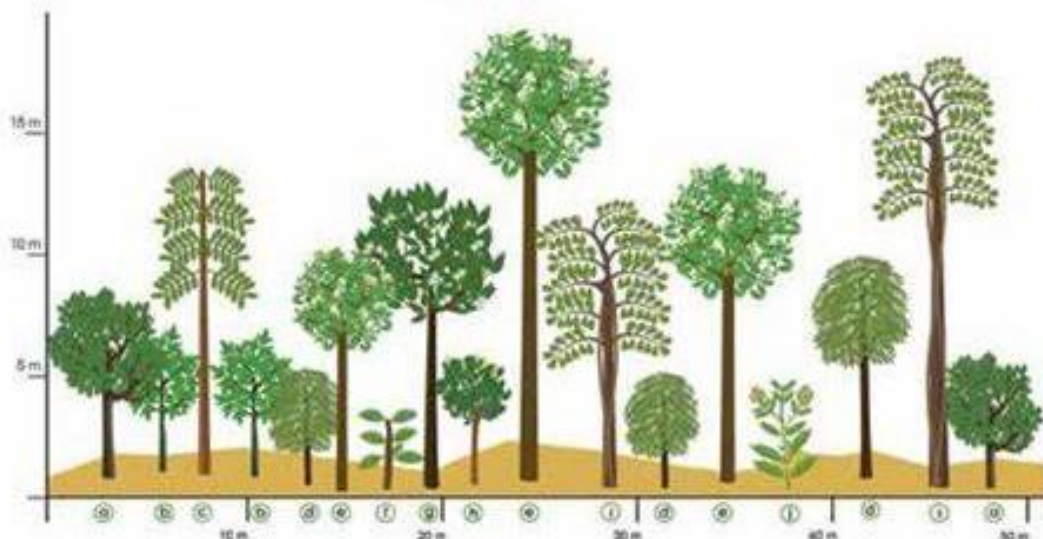
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En la composición de especies en la unidad de vegetación Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), se registran especies arbóreas y arbustivas dominantes como; *Aechmea sp.*, *Manilkara bidentata*, *Platyserium andinum* y *Guatteria sp.*

Tabla 4.2- 33: Composición de flora y vegetación en la unidad de vegetación "Cmsa"

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia	
				TH	TMH
Polypodiopsida	Polypodiales	Polypodiaceae	<i>Platyserium andinum</i>	3	5
Liliopsida	Poales	Bromeliaceae	<i>Aechmea sp.</i>	6	15
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i>	6	5
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	2	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Platymiscium sp.</i>	2	3
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Rubiaceae</i>	4	4
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona edulis</i>	1	2
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Guatteria sp.</i>	3	5
Magnoliopsida	Malpighiales	Ochnaceae	<i>sp1</i>	5	6
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>sp1</i>	1	1
Magnoliopsida	Proteales	Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	1	1
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Helicostylis sp</i>	-	1
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	2	3

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Figura 4.2- 14: Perfil de la vegetación en la unidad de vegetación "Cmsa"

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En la composición de especies en la unidad de vegetación Áreas agrícolas (Agro), se registran especies arbustivas y arbóreas como; *Asclepias curassavica*, *Bidens odorata*, *Coffea arabica*, *Guazuma ulmifolia*, *Zanthoxylum fagara*, *Inga edulis* y *Fleischmannia microstemon*, asimismo predominan especies herbáceas (gramíneas) como; *Stenotaphrum secundatum*, *Paspalum sp.*, *Phragmites australis*, *Brachiaria echinulata*, *Pennicetum sp.*, *Olyra latifolia*, *Cynodon sp.* y *Andropogon bicornis*.

Tabla 4.2- 34: Composición de flora y vegetación en la unidad de vegetación "Agro"

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia	
				TMH	TH
Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Adiantum cf peruvianum</i>	2	-
Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Adiantum sp1</i>	4	-
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Astrocaryum murumuru</i>	-	1

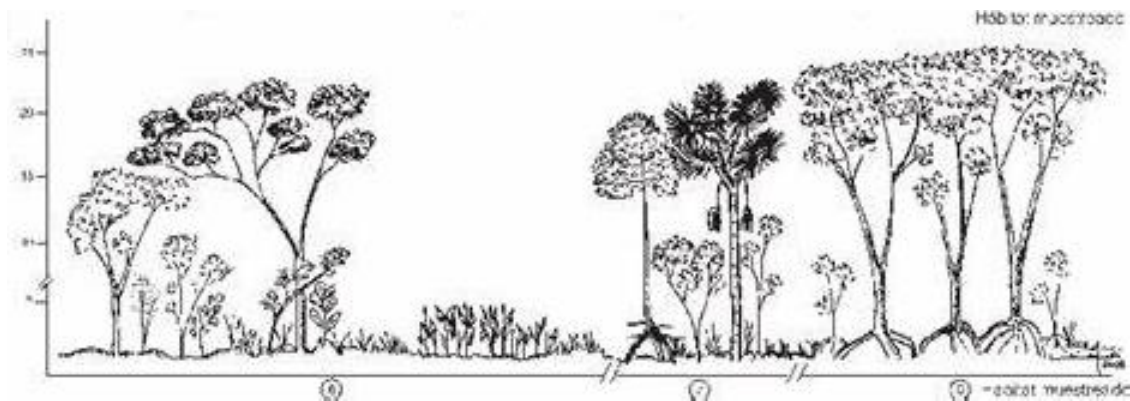
Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia	
				TMH	TH
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Oenocarpus mapora</i>	1	2
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	<i>Commelina sp.</i>	10	17
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	<i>Dichorisandra sp.</i>	1	1
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	<i>Tripogandra serrulata</i>	6	9
Liliopsida	Pandanales	Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i>	10	6
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sp.</i>	-	12
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sphacelatus</i>	7	6
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Rhynchospora sp.</i>	13	11
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	12	23
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Brachiaria echinulata</i>	33	23
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Brachiaria sp.</i>	-	22
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Cynodon sp.</i>	-	43
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Olyra latifolia</i>	26	28
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp.</i>	29	85
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Pennisetum sp.</i>	19	36
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	35	23
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	805	764
Liliopsida	Zingiberales	Costaceae	<i>Costus sp.</i>	-	4
Liliopsida	Zingiberales	Heliconiaceae	<i>Heliconia rostrata</i>	4	7
Liliopsida	Zingiberales	Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i>	-	4
Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	<i>Eryngium foetidum</i>	5	5
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	-	3
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens cynapiifolia</i>	5	5
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens odorata</i>	7	25
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Conyza sp.</i>	-	5
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i>	2	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Fleischmannia microstemon</i>	14	6
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Jaegeria hirta</i>	2	2
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Lepidaploa sp.</i>	-	2
Magnoliopsida	Caryophyllales	Caryophyllaceae	<i>Stellaria cuspidata</i>	7	1
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	-	2
Magnoliopsida	Cucurbitales	Begoniaceae	<i>Begonia sp.</i>	-	1
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Echinopepon racemosus</i>	5	-
Magnoliopsida	Ericales	Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i>	2	1
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Acacia loretensis</i>	9	9
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Acacia sp.</i>	4	4
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Bauhinia sp.</i>	4	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Desmodium scorpiurus</i>	5	3
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Desmodium tortuosum</i>	11	7
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina ulei</i>	2	5
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Indigofera suffruticosa</i>	3	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	11	11
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	1	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Lonchocarpus macrophyllus</i>	1	8
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	4	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Platymiscium stipulare</i>	-	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Pueraria phaseoloides</i>	2	4
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Senna obtusifolia</i>	-	4

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia	
				TMH	TH
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Senna sp.</i>	15	-
Magnoliopsida	Fabales	Polygalaceae	<i>Asemeia acuminata</i>	5	4
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	11	23
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	5	8
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	-	32
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	4	-
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	7	5
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Ladenbergia macrocarpa</i>	2	1
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Spermacoce latifolia</i>	5	2
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	3	5
Magnoliopsida	Lurales	Lauraceae	<i>Ocotea sp</i>	1	3
Magnoliopsida	Lurales	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	2	1
Magnoliopsida	Lurales	Siparunaceae	<i>Siparuna aspera</i>	3	3
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona edulis</i>	-	2
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona mucosa</i>	2	2
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona sp.</i>	1	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Acalypha padifolia</i>	5	7
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton sp.</i>	3	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	-	4
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i>	-	13
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	17	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia sp.</i>	5	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>	2	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	8	6
Magnoliopsida	Malpighiales	Hypericaceae	<i>Vismia sp.</i>	5	3
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	<i>Casearia sp.</i>	6	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Turneraceae	<i>Turnera orientalis</i>	3	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Callianthe sp.</i>	3	1
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Ceiba samauma</i>	1	1
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	14	16
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	2	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Theobroma bicolor</i>	4	2
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i>	-	14
Magnoliopsida	Malvales	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	4	4
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia sp</i>	-	1
Magnoliopsida	Piperales	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia sp.</i>	3	-
Magnoliopsida	Piperales	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	2	2
Magnoliopsida	Piperales	Piperaceae	<i>Piper peltatum</i>	2	-
Magnoliopsida	Rosales	Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	-	1
Magnoliopsida	Rosales	Cannabaceae	<i>Trema micranthum</i>	-	1
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	4	1
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	1	3
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	1	1
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Trophis caucana</i>	-	1
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i>	4	4
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pilea sp.</i>	5	5
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Urera caracasana</i>	3	10
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	2	1

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia	
				TMH	TH
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	-	1
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	1	2
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	<i>Guarea sp.</i>	3	2
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	8	19
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i>	4	3
Magnoliopsida	Scrophulariales	Orobanchaceae	<i>Castilleja arvensis</i>	11	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i>	1	1
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	2	1
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum stramonifolium</i>	4	1

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Figura 4.2- 15: Perfil de la vegetación en la unidad de vegetación "Vs"



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

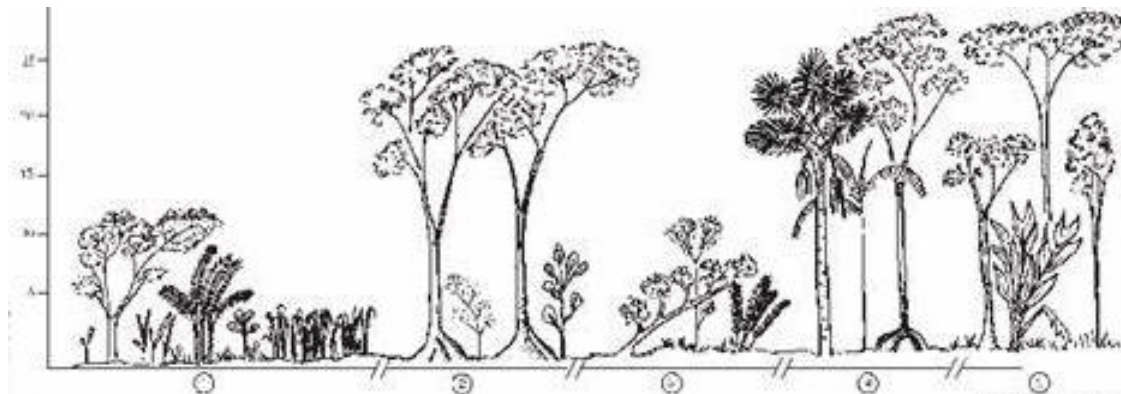
En la composición de especies en la unidad de vegetación Vegetación secundaria (Vs), se registran especies herbáceas y arbóreas como; *Phragmites australis*, *Astrocaryum murumuru*, *Olyra latifolia*, *Cyperus sphacelatus*, *Commelina sp.*, *Guazuma ulmifolia*, *Acacia loretensis*, *Zanthoxylum fagara* y *Doliocarpus sp.*

Tabla 4.2- 35: Composición de flora y vegetación en la unidad de vegetación "Vs"

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia	
				TMH	TH
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Astrocaryum murumuru</i>	-	8
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	<i>Commelina sp.</i>	1	-
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sphacelatus</i>	5	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Olyra latifolia</i>	-	6
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	6	5
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba sp.</i>	-	1
Magnoliopsida	Dilleniales	Dilleniaceae	<i>Doliocarpus sp.</i>	-	3
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Acacia loretensis</i>	5	3
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	-	3
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	<i>Xylosma sp.</i>	-	2
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Cienfuegosia tripartita</i>	-	1
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	9	10
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	-	3
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i>	-	2
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Urera caracasana</i>	-	2

Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	2	5
---------------	------------	----------	---------------------------	---	---

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Figura 4.2- 16: Perfil de la vegetación en la unidad Vegetación secundaria (Vs)

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.2.5 Forma de crecimiento

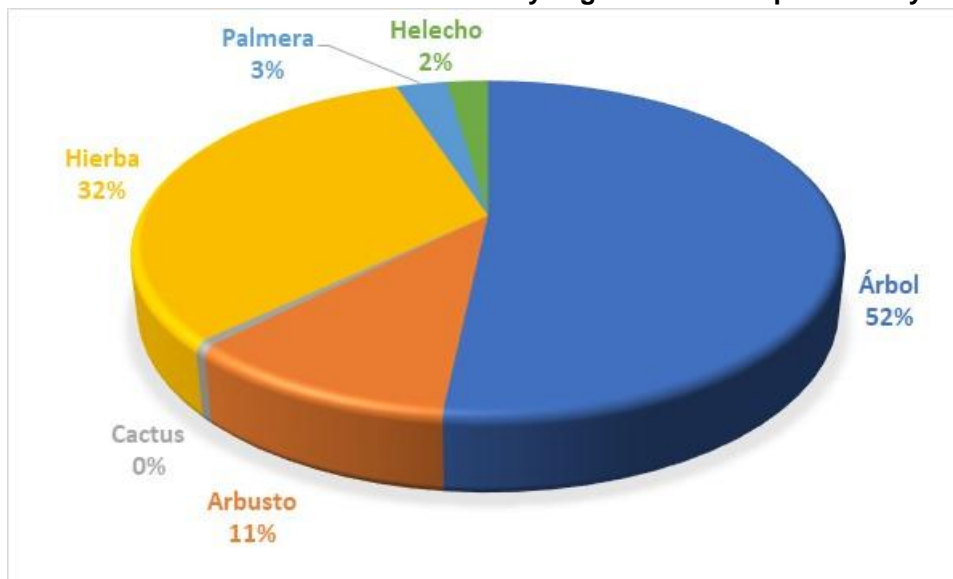
Del total de individuos los árboles son los que presentan un mayor porcentaje tanto para la temporada muy húmeda (52.0%) y húmeda (48.0 %) seguido por las especies de crecimiento herbáceo con 32.0% y 31.0 % para cada temporada, respectivamente. Los arbustos presentaron un 11.0% y 13.0 % y las palmeras un 3.0% y 5.0%. En general el área de evaluación está caracterizada por árboles.

Tabla 4.2- 36: Forma de crecimiento de flora y vegetación por periodo de evaluación

Hábito	Temporada Muy Húmeda		Temporada Húmeda	
	Especies	Abundancia	Especies	Abundancia
Árbol	92	644	94	743
Arbusto	19	115	26	195
Cactus	1	3	0	0
Hierba	57	1295	61	1501
Palmera	5	80	10	49
Helecho	4	119	2	66
Líquén	0	0	4	0

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 27: Forma de crecimiento de flora y vegetación – Temporada Muy Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 28: Forma de crecimiento de flora y vegetación – Temporada Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

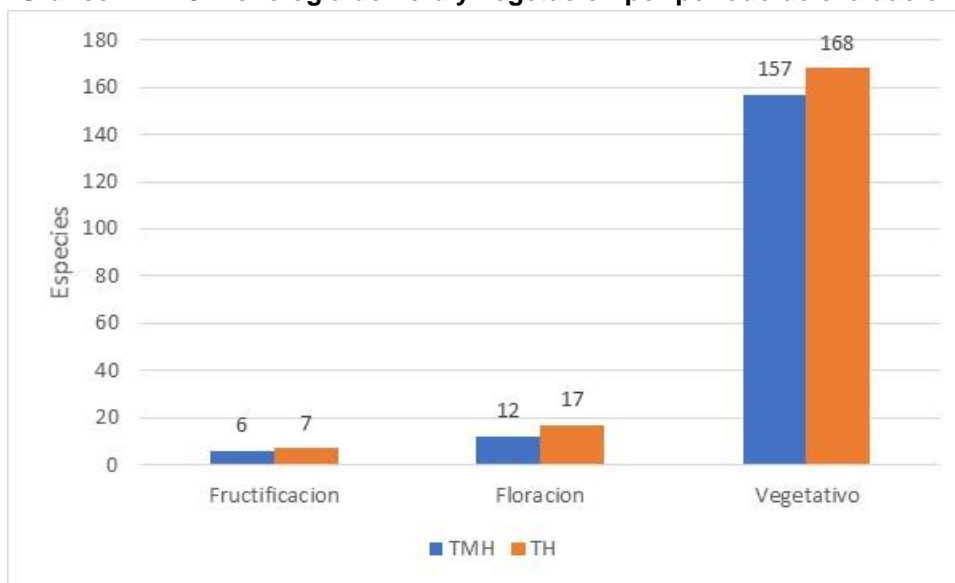
4.2.5.3.2.6 Fenología

Los datos sobre la fenología de las especies se evalúan sin considerar a los helechos y líquenes. Un total de 213 especies identificadas para ambas temporadas muestran una variación según el periodo de evaluación, con mayores porcentajes de especies en estado vegetativo durante la temporada muy húmeda (89.0%) que en la temporada húmeda (87.0%).

Se encontraron plantas en flor en similar proporción para ambas temporadas con 7.0% (temporada muy húmeda) y 9.0% (temporada húmeda). En los bosques tropicales numerosas especies producen continuamente flores, frutos y hojas nuevas, por tanto, la fenología de las especies vegetales se debe a adaptaciones bióticas y factores abióticos

(Van Shaik et al., 1993), en el caso de las adaptaciones, implica que las numerosas especies sincronizan su actividad fenológica para reducir la predación; sin embargo, el factor climático juega con seguridad un importante rol en los cambios de estadios fenológicos en la Amazonia

Gráfico 4.2- 29: Fenología de flora y vegetación por periodo de evaluación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.2.7 Especies protegidas a nivel nacional y/o internacional

De acuerdo a la norma nacional vigente, D.S. N° 004-2014-MINAGRI, se registra tres (03) especies en la categoría de Vulnerable (VU); *Manilkara bidentata*, "helecho" *Cyathea caracasana* y el "cedro" *Cedrela fissilis*, una (01) especie en la categoría En Peligro Crítico (CR) *Celtis igunaea*, y una (01) especie en la categoría de Casi Amenazado (NT) *Astrocaryum murumuru*. Asimismo, se registran una (01) especie endémica para el Perú; el "indano" *Byrsonima crassifolia*.

Según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2024), se registra al "tawari" *Handroanthus guayacan* y una especie de orquídea *Oncidium* sp, en el Apéndice II, en este apéndice figuran las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio.

Asimismo, para la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2024-2), se registra 61 especies en la categoría de Preocupación Menor (LC), una (01) especie en la categoría de Vulnerable (VU) el "cedro" *Cedrela fissilis*, dos (02) especies en la categoría En Peligro (EN); el "café" *Coffea arabica* y *Schinopsis peruviana*, y una (01) especie en la categoría de Datos Desconocidos (DD); el "mango" *Mangifera indica*. Ver tabla siguiente.

Tabla 4.2- 37: Especies protegidas de flora y vegetación según norma nacional e internacional

Familia	Especie	Nombre Común	D.S N° 043- 2006-AG	IUCN 2024-2)	CITES (2024)	Endemismo (Libro Rojo)
Orchidaceae	<i>Oncidium sp.</i>	-	-	-	II	-
Arecaceae	<i>Astrocaryum murumuru</i>	-	NT	-	-	-
Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i>	-	VU	LC	-	-
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	Café	-	EN	-	-
Bignoniaceae	<i>Handroanthus guayacan</i>	Tawari	-	LC	II	-
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	-	CR	-	-	-
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	-	DD	-	-
Anacardiaceae	<i>Schinopsis peruviana</i>	-	-	EN	-	-
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Indano	-	LC	-	Pucallpa
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	VU	VU	-	-
Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i>	Helecho arbóreo	VU	-	-	-

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.2.8 Especies raras y/o nuevas

No se reportó especies nuevas en el área del proyecto. Todas las especies reportadas se consideran comunes y frecuentes para el área del proyecto.

4.2.5.3.2.9 Uso de especies

En relación al uso de especies, se reporta 12 especies de uso alimenticio, el aprovechamiento de éstas puede ser a nivel de hojas y frutos. El detalle de esta información se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 4.2- 38: Especies de flora y vegetación empleadas en el área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso
Fabales	Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guaba	Alimenticio
Laurales	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Palta	Alimenticio
Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona mucosa.</i>	Anona	Alimenticio
Malvales	Malvaceae	<i>Theobroma bicolor</i>	Majambo	Alimenticio
Myrtales	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Alimenticio
Rosales	Rosaceae	<i>Rubus sp.</i>	Mora	Alimenticio
Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i>	Uvilla	Alimenticio
Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Uvilla	Alimenticio
Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma guianensis</i>	Uvilla	Alimenticio
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	Alimenticio
Zingiberales	Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i>	Plátano	Alimenticio
Piperales	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	matico	Medicinal

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.2.5.3.2.10 Especies claves

En la amazonia las especies vegetales juegan un papel ecológico importante ya que sirven como refugio y alimento para la fauna en general. Para su selección se usaron los criterios de Irma Franke (2014). Se priorizaron los árboles como elementos predominantes de las unidades de vegetación.

Se identificaron 10 especies claves, destacándose la presencia de "cedro" *Cedrela fissilis* en proceso de regeneración.

Tabla 4.2- 39: Especies claves de flora y vegetación identificadas en el área del proyecto

Especie	Nombre común	Sensibilidad	Frecuencia	Especialización al hábitat
<i>Oncidium sp.</i>	Orquidea	A	R	1
<i>Astrocaryum murumuru</i>		A	R	1
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Indano	M	R	2
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	A	U	1
<i>Ceiba samauma</i>	Huimba negra	M	U	1
<i>Celtis iguanaea</i>	--	A	U	2
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bolaina negra	M	F	3
<i>Handroanthus guayacan</i>	-	M	R	2
<i>Manilkara bidentata</i>	-	M	R	2
<i>Cyathea caracasana</i>	Helecho arbóreo	M	R	1

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Donde:

Sensibilidad: M=Media, A=Alta.

Frecuencia: F=Relativamente común (> 50%), U=Poco común (11% a 49%), R=Rara (< 10%).

Hábitat: Número de unidades de vegetación en que habita las especies. (Stotz et al. 1996).

4.2.5.3.3 Epífitas

Las epífitas vasculares son componentes significativos de los bosques tropicales, tanto por el número de especies como por la biomasa que acumulan (Gentry & Dodson, 1987; Benzing, 1990; Nieder et al., 2001). Las especies epífitas pueden llegar a contribuir hasta con el 25% del total de especies de plantas vasculares muestreadas en un bosque tropical húmedo y representar hasta la mitad de los individuos muestreados (Wolf, 1994).

Entre los bosques húmedos tropicales, los situados en el neotrópico son los más ricos en especies de epífitas (Richards, 1996; Gentry & Dodson 1987; Galeano et al. 1999). La distribución espacial de las epífitas en un ecosistema varía horizontal y verticalmente. Su distribución horizontal puede variar entre bosques y entre las especies de árboles hospederos, mientras que su distribución vertical puede variar a diferentes alturas de un mismo árbol (ter Steege & Cornelissen, 1989).

Las epífitas tienden a crecer consistentemente dentro de ciertos rangos de altura vertical, relacionados con diferentes variables críticas para su establecimiento y desarrollo (Todzia, 1986; ter Steege y Cornelissen, 1989; Wolf, 1994; Benzing, 1995). La distribución de las epífitas dentro de los bosques y dentro de un mismo árbol está determinada por variables microclimáticas, como la humedad (Leimbeck y Balslev 2001)

y la intensidad lumínica (ter Steege y Cornelissen 1989), entre otras, así como por las características de los forófitos (Kernan y Fowler 1995, Freiberg 1996, Heitz 1997), de los sustratos (Callaway et al. 2002) y los síndromes de dispersión de las especies (Gentry & Dodson, 1987).

Granados-Sanchez, et al (2003)⁴ define a las epífitas como "plantas que crecen sobre otras plantas adheridas a los troncos y ramas de los árboles y arbustos principalmente" y estos utilizan a un hospedero o "forofito" sobre el cual crecen, no como plantas parasitarias ya que no obtienen nutrientes de estos sino utilizado como soporte.

4.2.5.3.3.1 Epífitas vasculares

Las epífitas vasculares conforman comunidades que en el caso de los ecosistemas forestales representan una parte importante de la biodiversidad de los bosques donde se insertan. En esta comunidad se encuentran especies de las Familias; Bromeliaceae, Orchidaceae (orquídeas), asimismo en las Clase Lycopodiopsida, Pteridopsida (helechos), Cycadopsida (Familia Araceae) y Polypodiopsida.

Las epífitas se encuentran mayormente en lugares húmedos o debajo del agua, ya que este tipo de ambiente les permite absorber agua a través de la superficie de sus tejidos. La mayoría de las epífitas sobreviven en relación estrecha de forofitos específicos; las que se encuentran en la parte superior del dosel tienen mayor exposición a la luz pero también al viento y a los periodos secos por lo que deben cambiar su estructura con follaje grueso y muy estrecho para evitar la deshidratación. Por otro lado, las que ocupan sitios con poca luz o con condiciones mediambientales de lluvias permanentes tienen hojas más delgadas, y puntiagudas al final de la hoja.

4.2.5.3.3.1.1 Temporada Muy Húmeda

Riqueza de especies

En la temporada muy húmeda, se han registrado 8 especies de epífitos vasculares, distribuidos en 7 familias, 5 órdenes y 3 clases. En esta temporada los helechos; Clase Polypodiopsida registra el mayor número de especies.

Tabla 4.2- 40: Especies de epífitas vasculares registradas en el área del proyecto – Temporada Muy Húmeda

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Cycadopsida	Cycadales	Zamiaceae	<i>Zamia sp.</i>	-
Lycopodiopsida	Lycopodiales	Lycopodiaceae	<i>Lycopodiella cernua</i>	-
Polypodiopsida	Gleicheniales	Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris sp.</i>	-
Polypodiopsida	Polypodiales	Blechnaceae	<i>Blechnum fraxineum</i>	Helecho
Polypodiopsida	Polypodiales	Polypodiaceae	<i>Platyserium andinum</i>	-
Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Adiantum cf peruvianum</i>	Helecho

⁴ Granados-Sánchez, D.; López-Ríos, G. F.; Hernández-García, M. Á.; Sánchez-González, A. ECOLOGÍA DE LAS PLANTAS EPÍFITAS Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 9, núm. 2, julio-diciembre, 2003, pp. 101-111 Universidad Autónoma Chapingo Chapingo, México.

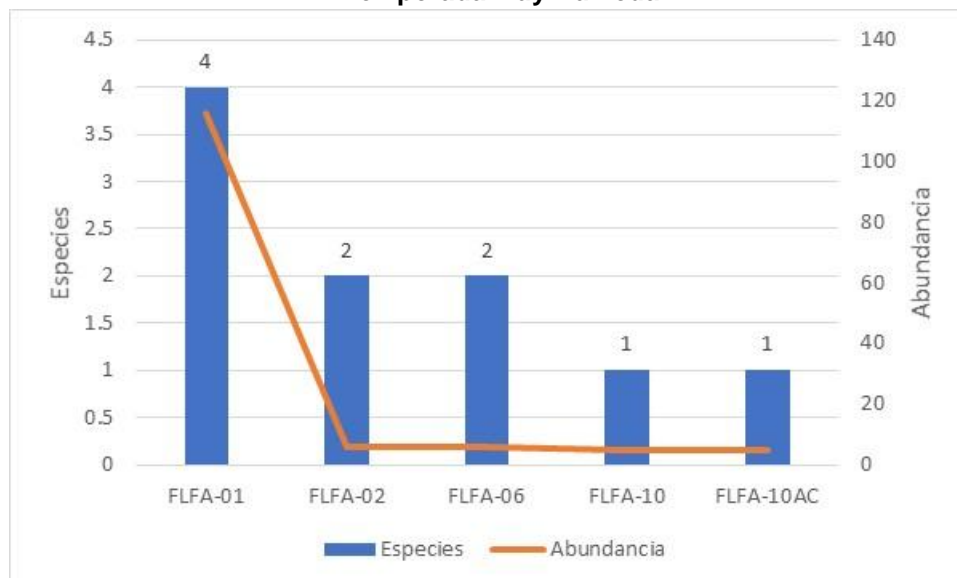
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Adiantum sp1</i>	Helecho
Pteridopsida	Cyatheaales	Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i>	Helecho

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia y riqueza de especies por estación

En cuanto a la riqueza de especies por estación de evaluación, la estación FLFA-01, ubicada en el hábitat crítico Mishquiyacu Rumiyacu, registra el mayor número de especies; 4 especies y 116 individuos, en tanto que las estaciones FLFA-02 y FLFA-06 registran 2 especies (6 individuos, respectivamente), y las estaciones FLFA-10 y FLFA-10AC, registran una especie (5 individuos, respectivamente).

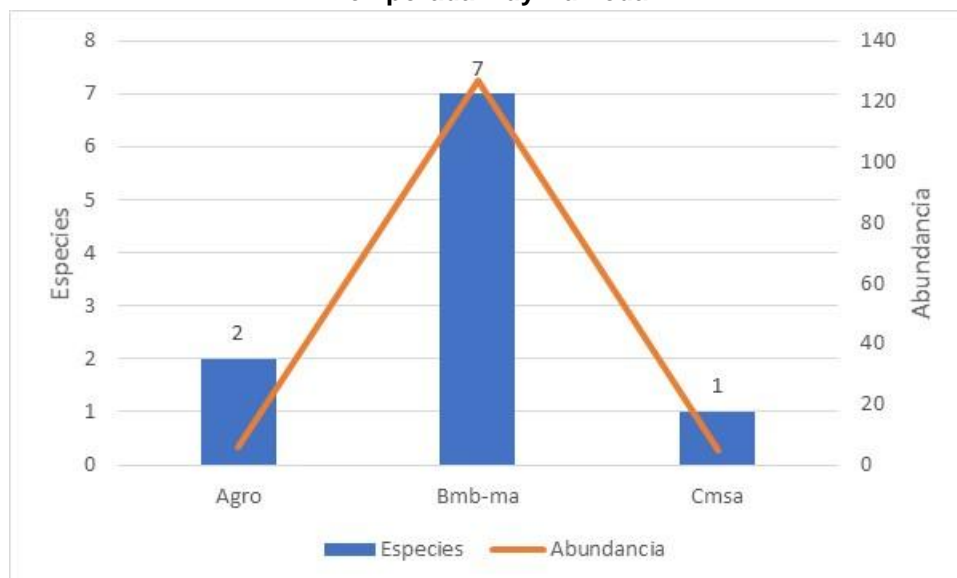
Gráfico 4.2- 30: Riqueza y abundancia de epífitas vasculares por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por unidad de vegetación, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma), registra el mayor número de especies; 7 especies y 127 individuos, en tanto que las otras unidades reportan una menor abundancia y riqueza específica.

Gráfico 4.2- 31: Riqueza y abundancia de epífitas vasculares por unidad de vegetación – Temporada Muy Húmeda



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Los resultados del análisis de diversidad alfa por estación registran el valor más alto para el índice de Simpson (1-D), con 0.44, en las estaciones FLFA-02 y FLFA-04, y el mayor valor del índice de Shannon (H') se reporta en la estación FLFA-01, con 0.74 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que esta estación muestra una baja homogeneidad en sus abundancias, reportando un valor a 0.53.

Tabla 4.2- 41: Índices de diversidad alfa de epífitas vasculares por estación de evaluación – Temporada Muy Húmeda

Parámetro	Estaciones de evaluación				
	FLFA-01	FLFA-02	FLFA-06	FLFA-10	FLFA-10AC
Especies	4	2	2	1	1
Abundancia	116	6	6	5	5
Ind. Simpson (1-D)	0.41	0.44	0.44	0	0
Ind. Shannon (H)	0.74	0.64	0.64	0	0
Equidad	0.53	0.92	0.92	0	0

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados del análisis de diversidad alfa por unidad de vegetación muestran que, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra el valor más alto para el índice de Simpson (1-D), con 0.50 y el índice de Shannon (H'), con 1.06 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que esta unidad muestra una baja homogeneidad en sus abundancias, reportando un valor a 0.54.

Tabla 4.2- 42: Índices de diversidad alfa de epífitas vasculares por unidad de vegetación – Temporada Muy Húmeda

Parámetro	Unidad de vegetación		
	Agro	Bmb-ma	Cmsa
Especies	2	7	1
Abundancia	6	127	5
Ind. Simpson (1-D)	0.44	0.50	0
Ind. Shannon (H)	0.64	1.06	0
Equidad	0.92	0.54	0

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.3.1.2 Temporada Húmeda

Riqueza de especies

En la temporada húmeda, se han registrado 9 especies de epífitos vasculares, distribuidos en 8 familias, 6 ordenes y 4 clases. En esta temporada los helechos; Clase Polypodiopsida registra el mayor numero de especies.

Tabla 4.2- 43: Especies de epífitas vasculares registradas en el área del proyecto – Temporada Húmeda

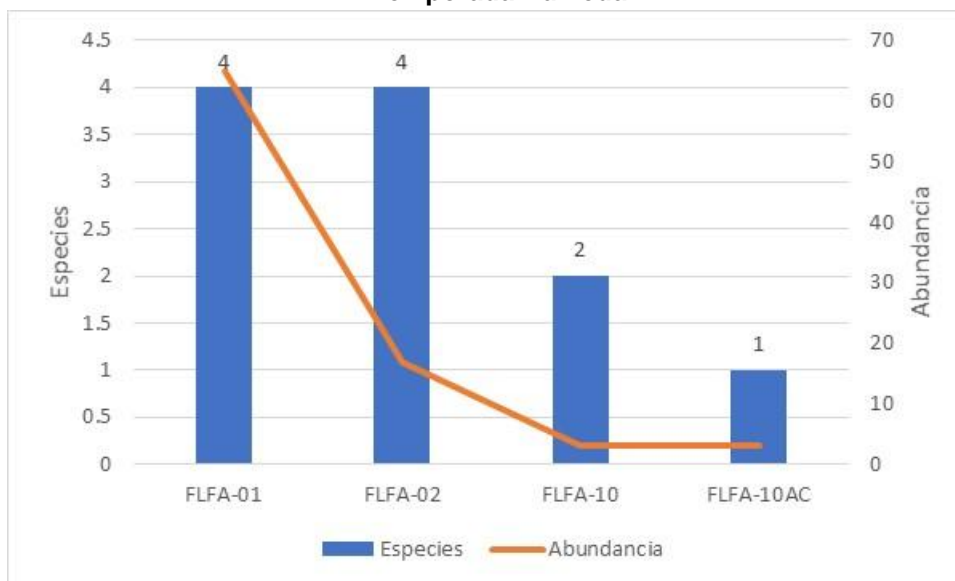
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Lycopodiopsida	Lycopodiales	Lycopodiaceae	<i>Lycopodiella cernua</i>	-
Polypodiopsida	Gleicheniales	Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris sp.</i>	-
Polypodiopsida	Hymenophyllales	Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes sp.</i>	-
Polypodiopsida	Polypodiales	Blechnaceae	<i>Blechnum fraxineum</i>	Helecho
Polypodiopsida	Polypodiales	Polypodiaceae	<i>Platynerium andinum</i>	-
Polypodiopsida	Polypodiales	Polypodiaceae	<i>Polypodium sp</i>	-
Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Adiantum sp1</i>	Helecho
Pteridopsida	Cyatheaales	Cyatheaaceae	<i>Cyathea caracasana</i>	Helecho
Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	<i>Oncidium sp.</i>	-

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia y riqueza de especies por estación

En cuanto a la riqueza de especies por estación de evaluación, las estaciones FLFA-01 y FLFA-02, estaciones ubicadas en el hábitat crítico Mishquiyacu Rumiyaqu, registra el mayor número de especies; 4 especies con 65 y 17 individuos, respectivamente. En tanto que las estaciones FLFA-10 y FLFA-10AC, registran una menor abundancia y riqueza de especies.

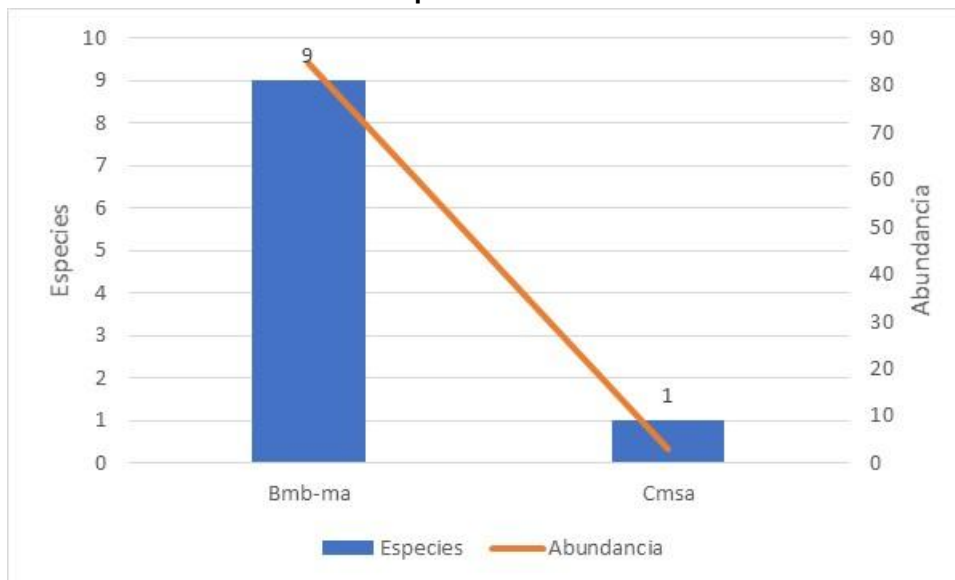
Gráfico 4.2- 32: Riqueza y abundancia de epífitas vasculares por estación de evaluación – Temporada Húmeda



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por unidad de vegetación, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma), registra el mayor número de especies; 9 especies y 85 individuos, en tanto que la otra unidad (Cmsa) reporta una menor abundancia y riqueza específica.

Gráfico 4.2- 33: Riqueza y abundancia de epífitas vasculares por unidad de vegetación – Temporada Húmeda



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

La variación de la cantidad de individuos de una temporada a otra según Granados-Sanchez et al (2003), indica que las epífitas han desarrollado un sin número de adaptaciones para su supervivencia siendo un limitante el estrés nutricional; determino que las lluvias y neblinas aportan de elementos esenciales (nutrientes) y que la tendencia en la proliferación de epífitas en la temporada húmeda se debe a que la

precipitación y neblina que se forma esta mas concentrada y nutritiva que en la temporada muy húmeda debido a la mayor precipitación los nutrientes se diluyen en un mayor volumen de lluvia y disminuye la fertilidad en la comunidad vegetal de las epífitas.

Diversidad alfa

Los resultados del análisis de diversidad alfa por estación registran el valor más alto para el índice de Simpson (1-D), con 0.71, en la estación FLFA-02, y el mayor valor del índice de Shannon (H') se reporta en la estación FLFA-01, con 0.68 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que la estación FLFA-02 muestra una baja homogeneidad en sus abundancias, reportando un valor a 0.94.

Tabla 4.2- 44: Índices de diversidad alfa de epífitas vasculares por estación de evaluación – Temporada Húmeda

Parámetro	Estaciones de evaluación			
	FLFA-01	FLFA-02	FLFA-10	FLFA-10AC
Especies	4	4	2	1
Abundancia	65	17	3	3
Ind. Simpson (1-D)	0.34	0.71	0.44	0
Ind. Shannon (H)	0.68	1.30	0.64	0
Equidad	0.49	0.94	0.92	0

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados del análisis de diversidad alfa por unidad de vegetación muestran que, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra el valor más alto para el índice de Simpson (1-D), con 0.50 y el índice de Shannon (H'), con 1.19 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que esta unidad muestra una baja homogeneidad en sus abundancias, reportando un valor a 0.54.

Tabla 4.2- 45: Índices de diversidad alfa de epífitas vasculares por unidad de vegetación – Temporada Húmeda

Parámetro	Unidad de vegetación	
	Bmb-ma	Cmsa
Especies	9	1
Abundancia	85	3
Ind. Simpson (1-D)	0.50	0
Ind. Shannon (H)	1.19	0
Equidad	0.54	0

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.3.2 Epífitas no vasculares

La mayor diversidad de epífitas se encuentra en los trópicos (Gentry & Dodson, 1987; Gradstein, 1996). En tal sentido es aún deficiente el conocimiento de la flora epífita vascular y de los epífitos no vasculares, siendo estos últimos organismos carentes de los tubos internos o vasos que conducen el agua y los minerales o nutrientes a través de todo el organismo (Madison 1977, Kress 1986). Para fines del presente estudio las epífitas no vasculares comprenden a los musgos y líquenes.

En un sentido general, los musgos (División Bryophyta y Marchantiophyta) son las primeras plantas que presentan sin excepción tejidos muy organizados (talo parenquimático) lo que les permite vivir fuera del agua (restricciones que si presentan las algas) (Sitte *et al.*, 2004); siendo importantes como grupo debido a que contribuyen a la formación de suelos vegetales, y retienen el agua de lluvia y favorecen la infiltración de la misma en la tierra.

Respecto a los líquenes, son unos hongos que han adoptado una forma de vida y nutrición en simbiosis con algas o cianobacterias (algas verde azules), su valor principal se refleja en que son bioindicadores de la calidad del aire y determinadas condiciones ambientales (Calatayud & Sanz, 2000), siendo un grupo con alto potencial para realizar programas de seguimiento y/o monitoreo.

Ambos grupos presentan un alto grado de epifitismo; siendo esta forma de vida definida por Barkman (1958) como un organismo que vive sobre una planta o en los tejidos muertos del exterior de la planta, sin extraer agua o alimento de sus tejidos vivos. Respecto su diversidad en los bosques tropicales, los musgos y líquenes epífitos han sido poco estudiados, debido a su ubicación y a las dificultades de muestrear aquellas epífitas que se ubican en el dosel del bosque (Gradstein, 1996), sin embargo se considera que estos organismos cumplen una función vital en el ciclo de agua y nutrientes (Coxson & Nadkarni, 1995), creando microhábitats para otros vertebrados e invertebrados y, son sensibles a cambios de humedad, luz, etc, por lo que puede considerarse además como indicadores de perturbación y/o contaminación.

El método de evaluación de las epífitas no vasculares consistió en obtener información de su biodiversidad evaluando árboles hospederos (forofitos) al azar en las unidades de vegetación del Proyecto, considerando a cada uno de estos como unidades de muestreo independientes. Para esto es necesario incluir en el muestreo sólo árboles y palmeras a partir de un DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) ≥ 10 cm. Además, para evaluar los cambios en la comunidad de epífitos producto de la estratificación vertical del bosque, cada forofito ha sido dividido en tres estratos (base, intermedia, dosel).

4.2.5.3.3.2.1 Temporada Muy Húmeda

En la Temporada Muy Húmeda no se registraron epífitos no vasculares; líquenes y/o musgos.

4.2.5.3.3.2.2 Temporada Húmeda

En la Temporada Húmeda se registraron 4 especies de epífitos no vasculares; líquenes. Los cuales se distribuyen en 3 familias, 1 orden y 1 clase.

Tabla 4.2- 46: Especies de epífitas no vasculares registradas en el área del proyecto – Temporada Húmeda

Clase	Orden	Familia	Especie
Lecanoromycetes	Lecanorales	Cladoniaceae	<i>Cladonia sp.</i>
Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	<i>Parmelia sp.</i>
Lecanoromycetes	Lecanorales	Ramalinaceae	<i>Ramalina sp1.</i>

Clase	Orden	Familia	Especie
Lecanoromycetes	Lecanorales	Ramalinaceae	<i>Ramalina sp2.</i>

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la cobertura de los líquenes la *Ramalina sp2* registra una mayor cobertura (2.0 %), en tanto que la especie *Parmelia sp* registra una menor cobertura (0.001%). Por otro lado, estos bajos valores posiblemente debido a que en esta área no se presentan las condiciones medioambientales para su proliferación (Granados-Sanchez, 2003).

Tabla 4.2- 47: Cobertura de epífitas no vasculares en el área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	FLFA-01	FLFA-02
Lecanorales	Cladoniaceae	<i>Cladonia sp.</i>	Liquen	-	0.01
Lecanorales	Parmeliaceae	<i>Parmelia sp.</i>	Liquen	0.001	-
Lecanorales	Ramalinaceae	<i>Ramalina sp1.</i>	Liquen	0.002	0.01
Lecanorales	Ramalinaceae	<i>Ramalina sp2.</i>	Liquen	-	2.00
Total				0.003	2.02

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.4 Agrostología

Los parámetros analizados para la evaluación agrostológica es el siguientes (Zarria 2015); selección de especies palatables; aquellas que son consumidas durante todo el año y producen abundante forraje. Son plantas perennes con sistema radicular profundo.

4.2.5.3.4.1 Temporada Muy Húmeda

La comunidad vegetal agrostológica en el área del proyecto está compuesta por 7 especies agrupadas en 1 familia botánica y 1 órdenes taxonómicos. En el área de cultivos agrícolas se registra la mayor abundancia de pastos. En la siguiente tabla se presenta a mayor detalle.

Tabla 4.2- 48: Especies con valor agrostológico registradas en el área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Agro	Vs
Poales	Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	-	12	-
Poales	Poaceae	<i>Brachiaria echinulata</i>	-	33	-
Poales	Poaceae	<i>Olyra latifolia</i>	-	26	-
Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp.</i>	-	29	-
Poales	Poaceae	<i>Pennisetum sp.</i>	-	19	-
Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Carrizo	35	6
Poales	Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	-	805	-

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.4.2 Temporada Húmeda

La comunidad vegetal agrostológica en el área del proyecto está compuesta por 9 especies agrupadas en 1 familia botánica y 1 órdenes taxonómicos. En el área de cultivos agrícolas se registra la mayor abundancia de pastos. En la siguiente tabla se presenta a mayor detalle.

Tabla 4.2- 49: Especies con valor agrostológico registradas en el área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Agro	Bmb-ma	Vs
Poales	Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	-	23		
Poales	Poaceae	<i>Brachiaria echinulata</i>	-	23	8	
Poales	Poaceae	<i>Brachiaria sp.</i>	-	22		
Poales	Poaceae	<i>Cynodon sp.</i>	-	43		
Poales	Poaceae	<i>Olyra latifolia</i>	-	28	15	6
Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp.</i>	-	85	78	
Poales	Poaceae	<i>Pennisetum sp.</i>	-	36		
Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Carrizo	23	20	5
Poales	Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	-	764		

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.5 Recursos forestales

El estudio forestal tiene como propósito reconocer, delimitar y caracterizar los diferentes tipos de bosque, en correlación con los factores edáficos, fisiográficos y climáticos principalmente, las que determinan su fisonomía estructural, composición florística y potencial forestal, reflejada en número de árboles, área basal y volumen de madera por unidad de área.

Desde el punto de vista ecológico, es el componente arbóreo que está en directa relación con las fuerzas del medio ambiente, principalmente el clima, la fisiografía y el suelo. Es aquel que regula debajo de su dosel el clima, y lo hace propicio para el crecimiento y desarrollo de las otras formas de vida, interrelaciona con el suelo a través del aporte de material orgánico y recibe de él sus nutrientes, y es quien reduce y amortigua los efectos climáticos sobre el suelo y la fisiografía. De esta manera está constituida por la vegetación arbórea, comprendida por plantas leñosas capaces de exceder los 10 cm de diámetro (Sabogal 1980), ya que es un indicador del establecimiento en el dosel principal del bosque.

La evaluación forestal permite contar con un registro de especies y por consiguiente hace posible conocer la capacidad del bosque para restaurarse y producir volúmenes de madera y productos no maderables que puedan ser destinados al desarrollo de actividades económicas y de subsistencia para las comunidades cercanas a este.

El Proyecto se desarrolla en una zona caracterizada por una topografía variada y accidentada, comprendiendo relieves con montañas y colinas fuertemente empinadas. Las actividades antrópicas en esta zona están concentradas en la agricultura realizada en su mayoría por colonos provenientes de la sierra.

Los impactos generados en esta zona son producto del cambio de uso en la tierra y se ven favorecidas por la presencia de la carretera Marginal Belaunde Terry y accesos hacia los centros poblados. Presentan procesos erosivos de escasa intensidad gracias a la cobertura vegetal existente y a la hojarasca; sin embargo, la erosión potencial de estos relieves es elevada en caso se produzca una deforestación extendida para aumentar las áreas destinadas a la agricultura.

El área que compone el Proyecto presenta una alta diversidad de especies, debido a la variedad de unidades de vegetación que la componen, siendo en su mayoría bosques

de tipo montañoso. En este tipo de vegetaciones se pueden encontrar especies con valor comercial como moenas y cumalas, mejoradoras de suelos como eritrinas y shimbillos, alimenticias, medicinales, entre otros.

El objetivo del presente estudio es caracterizar las formaciones boscosas identificadas en el ámbito del Proyecto y proporcionar información sobre los recursos forestales existentes en la zona.

4.2.5.3.5.1 ddRiqueza y abundancia de especies

El inventario de especies se ha sistematizado siguiendo la clasificación filogenética empleada por el Missouri Botanical Garden, una institución científica con amplia experiencia en ecosistemas vegetales del neotrópico, incluido los bosques del Perú. El Missouri Garden utiliza el sistema APG VI (Angiosperm Phylogeny Group, versión VI, en web: www.tropicor.org) en la clasificación de especies vegetales hasta el rango de Clase, rangos taxonómicos de alta jerarquía son nominados siguiendo clasificaciones tradicionales.

Como resultado de las evaluaciones realizadas mediante métodos cuantitativo (Parcelas) un total de 140 especies de recursos forestales distribuidas en 2 clases, 20 órdenes y 51 familias taxonómicas.

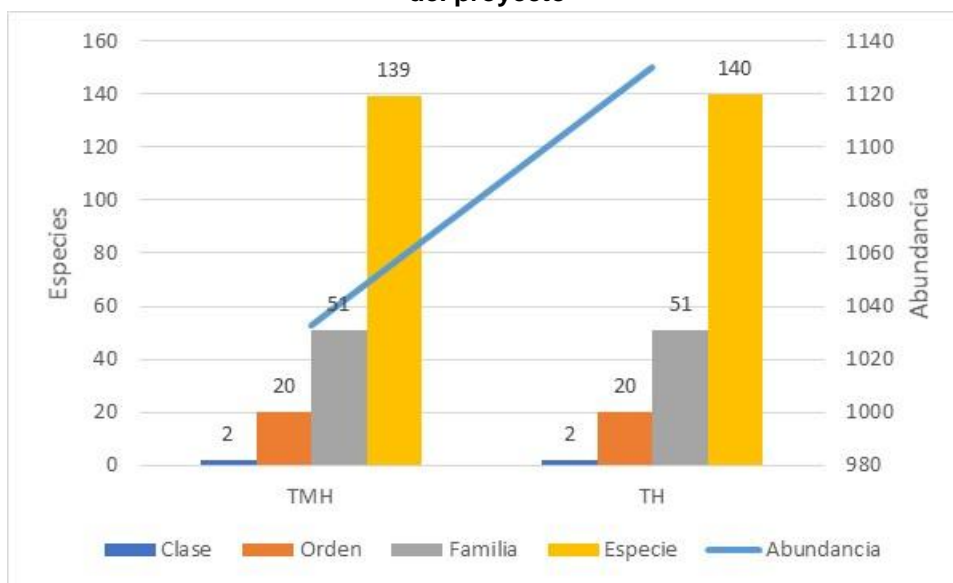
En la temporada muy húmeda (TMH) se reportan 1033 individuos distribuidos en 139 especies de recursos forestales distribuidas en 2 clases, 20 órdenes y 51 familias taxonómicas y en la temporada húmeda (TH) se registran 1130 individuos distribuidos en 140 especies de recursos forestales distribuidas en 2 clases, 20 órdenes y 51 familias taxonómicas.

Tabla 4.2- 50: Riqueza de especies y abundancia del recurso forestal por temporada de evaluación

Temporada	Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia
Temporada Muy Húmeda	2	20	51	139	1033
Temporada Húmeda	2	20	51	140	1130
Total	2	20	51	140	2163

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 34: Riqueza de especies y abundancia de los recursos forestales en el área del proyecto



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

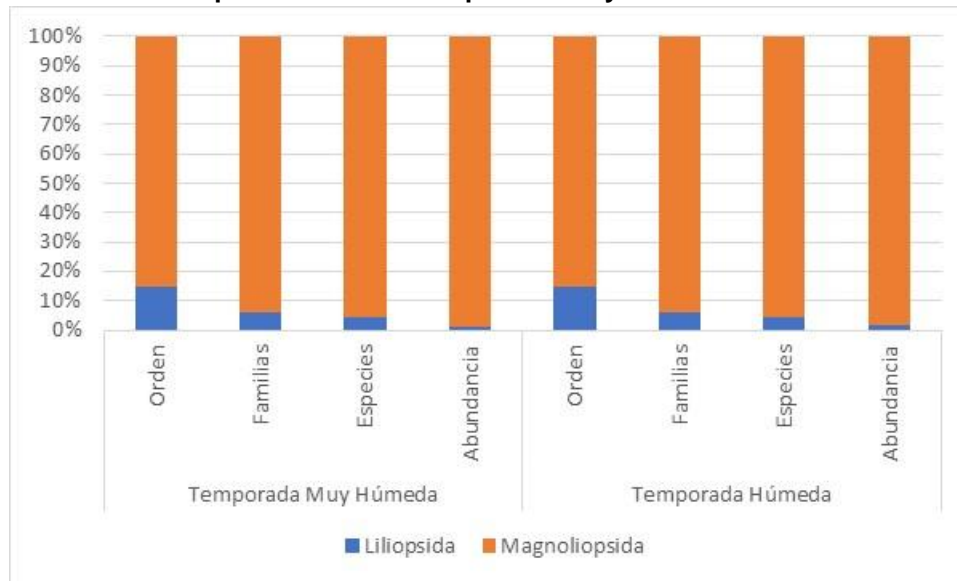
En la temporada muy húmeda la clase Magnoliopsida reporta la mayor riqueza de especies y abundancia; 1021 individuos distribuidos en 133 especies, 17 órdenes y 48 familias, en tanto que, las Liliopsida reportan 12 individuos, distribuidos en 6 especies, 3 órdenes y 3 familias taxonómicas.

En la temporada húmeda, este mismo patrón de distribución se repite, la clase Magnoliopsida reporta la mayor riqueza de especies y abundancia; 1109 individuos distribuidos en 134 especies, 17 órdenes y 48 familias, en tanto que, las Liliopsida reportan 21 individuos, distribuidos en 6 especies, 3 órdenes y 3 familias taxonómicas.

Tabla 4.2- 51: Composición taxonomica de la flora silvestre registrada en el área del proyecto

Clase	Temporada Muy Húmeda				Temporada Húmeda			
	Orden	Familias	Especies	Abundancia	Orden	Familias	Especies	Abundancia
Liliopsida	3	3	6	12	3	3	6	21
Magnoliopsida	17	48	133	1021	17	48	134	1109
Total	20	51	139	1033	20	51	140	1130

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 35: Composición de la flora por clases y abundancia de la flora silvestre

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Finalmente, se presenta la clasificación taxonomica de les especies del recurso forestal registrado en las dos temporadas de evaluación. Se evidencio un similar registro de especies en ambas temporadas, lo que probablemente este relacionado con la temporalidad de la zona que afecta más a las especies arbustivas y gramíneas, más no a las especies arbóreas.

Tabla 4.2- 52: Especies forestales registradas en el área del proyecto

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	F	TM ±
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Astrocaryum murumuru.</i>	Huicungo	4	4
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Attalea sp.</i>	-	1	1
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Phytelephas macrocarpa</i>	Yarina	6	2
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Syagrus sancona.</i>	-	5	2
Liliopsida	Dioscoreales	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea sp.</i>	Espina de cristo	4	1
Liliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Beilschmiedia latifolia.</i>	Moena	2	2
Liliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Ocotea sp1.</i>	Moena	17	13
Liliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Ocotea sp2.</i>	Moena	4	4
Liliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Palta	5	9
Liliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona edulis.</i>	Anonilla	5	3
Liliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona mucosa.</i>	Anona	4	8
Liliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Crematosperma sp. 1</i>	-	1	1
Liliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Guatteria punctata</i>	Carahuasca	3	3
Liliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Oxandra espiniana</i>	Carahuasca	19	16
Liliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Xylopia peruviana</i>	-	1	1
Liliopsida	Magnoliales	Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i>	Cumala	2	2
Liliopsida	Piperales	Piperaceae	<i>Piper peltatum</i>	Santa maria	2	2
Liliopsida	Piperales	Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	Matico	52	9
Magnoliopsida	Apiales	Araliaceae	<i>Schefflera ulei</i>	Tumamaque	7	7

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	F	T
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	-	4	4
Magnoliopsida	Caryophylliales	Cactaceae	<i>Calymmanthium fertile</i>	-	4	2
Magnoliopsida	Caryophylliales	Nyctaginaceae	<i>Neea aeruginosa</i>	-	19	19
Magnoliopsida	Caryophylliales	Nyctaginaceae	<i>Neea sp.</i>	-	3	1
Magnoliopsida	Caryophylliales	Polygonaceae	<i>Coccoloba sp.</i>	-	3	3
Magnoliopsida	Caryophylliales	Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	Tangarana	11	7
Magnoliopsida	Ericales	Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i>	Cachimbo	1	1
Magnoliopsida	Ericales	Primulaceae	<i>Cybianthus sp.</i>	Lanche tutuporoto	2	2
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	Caimitillo	7	7
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i>	Quinilla	22	17
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Micropholis sp.</i>	-	2	1
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Pouteria baehniiana</i>	Caimitillo	7	7
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	Caimitillo	1	1
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Acacia lorentensis</i>	Pashaco	19	11
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Albizia sp.</i>	LLanapachaco	18	18
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Andira surinamensis.</i>	-	1	1
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Bahuinia sp.</i>	Pata de vaca	5	2
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Clavija longifolia</i>	-	3	1
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Clitoria sp.</i>	-	1	
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Enterolobium sp.</i>	-	1	1
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Amasisa	4	5
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina ulei</i>	Amasisa	3	8
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guaba	15	34
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga laurina</i>	-	1	1
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp1.</i>	Shimbillo	17	32
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp2.</i>	Shimbillo	5	5
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp3.</i>	Shimbillo	2	1
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp4.</i>	Shimbillo	1	1
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga tocachiana</i>	Shimbillo	1	1
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Lonchocarpus spiciflorus</i>	Mariabuena	7	15
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Neltuma sp.</i>	-	8	8
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Parkia sp.</i>	Pashaca colorada	1	1
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Platymiscium stipulare</i>	-	11	9
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Schizolobium amazonicum</i>	Pachaco	5	5
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Senna obtusifolia</i>	Retama	2	1
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Tachigali formicarum</i>	Ucshaquiro	54	54
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Zygia macbridei</i>	-	11	11
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Zygia sp.</i>	-	4	4
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Lagarto caspi	7	7
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Capirona	4	4
Magnoliopsida	Gentianales		<i>Guettarda aromatica</i>	-	1	1

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	F	M ±
Magnoliopsida	Gentianales		<i>Ladenbergia macrocarpa</i>	-	12	12
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Alibertia edulis.</i>	-	2	2
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	Huamanzamana	1	1
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Tabebuia billbergii</i>	Tahuari	2	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Achariaceae	<i>Mayna odorata</i>	-	1	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i>	Almendro	10	10
Magnoliopsida	Malpighiales	Chrysobalanaceae	<i>Hyrtella sp.</i>	Apacharama	2	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	-	3	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Clusiaceae	<i>Mucoa sp.</i>	-	6	6
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i>	-	10	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Capparicordis crotonoides</i>	-	11	11
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton matourensis</i>	Auca atadijo	1	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>	Catahua	4	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Pichirina	5	7
Magnoliopsida	Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Byrsonima sp.</i>	-	2	3
Magnoliopsida	Malpighiales	Ochnaceae	<i>Cespedesia spathulata</i>	-	12	12
Magnoliopsida	Malpighiales	Phyllantaceae	<i>Richeria grandis</i>	-	1	1
Magnoliopsida	Malpighiales	Putranjivaceae	<i>Drypetes gentryana</i>	Yutubanco	10	10
Magnoliopsida	Malpighiales	Rhizophoraceae	<i>Sterigma petalum obovatum</i>	-	2	2
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	<i>Casearia sp.</i>	-	1	1
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Ceiba insignis</i>	Huimba negra	5	5
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Ceiba samauma</i>	Huimba negra	1	4
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma crinita</i>	Bolaina blanca	11	6
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bolaina negra	73	60
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	Topa blanca	3	2
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Topa	2	2
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Theobroma bicolor</i>	-	1	1
Magnoliopsida	Malvales	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	-	7	6
Magnoliopsida	Myrtales	Alzateaceae	<i>Alzatea verticillata subsp. verticillata</i>	-	16	16
Magnoliopsida	Myrtales	Combretaceae	<i>Combretum sp.</i>	-	14	14
Magnoliopsida	Myrtales	Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i>	Yacushapana	6	7
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	<i>Graffenrieda limbata</i>	Cascarilla	55	55
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia arborea</i>	Cascarilla	2	2
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia sp1.</i>	Rifari	6	5
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia sp2.</i>	-	1	1
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>Calyptanthus sp.</i>	-	9	9
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcia sp.</i>	-	21	19
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	4	7
Magnoliopsida	Myrtales	Vochysiaceae	<i>Ruizterania sp.</i>	-	14	14
Magnoliopsida	Pandales	Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i>	Palmicha	1	2
Magnoliopsida	Proteales	Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	-	1	1

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	F	M ±
Magnoliopsida	Rosales	Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	-	4	2
Magnoliopsida	Rosales	Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Atadijo	14	11
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Batocarpus amazonicus.</i>	Mashonaste negro	5	5
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Brosimum sp1.</i>	Purma caspi	8	8
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Brosimum sp2.</i>	-	1	1
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Brosimum utile subsp. ovatifolium</i>	Panguana	43	43
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Castilla ulei</i>	Caucho	2	2
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus insípida</i>	Oje	4	6
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus popenoei</i>	Renaco	3	3
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus sp1.</i>	-	2	2
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus sp2.</i>	-	2	2
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Helicostilis sp.</i>	-	1	1
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Insira	18	8
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	Chimicua	3	3
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i>	Chimicua	2	2
Magnoliopsida	Rosales	Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i>	Shaina	4	5
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i>	Cetico	30	29
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Huarumbo	6	5
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i>	Uvilla	7	7
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Uvilla	2	2
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma guianensis</i>	Uvilla	10	10
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Urera caracasana</i>	Ishanga	20	10
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	9	12
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Schinopsis peruviana</i>	-	20	16
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	3	3
Magnoliopsida	Sapindales	Burceraceae	<i>Protium nodulosum</i>	Copal	41	35
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	<i>Cedrela sp.</i>	Cedro	4	3
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Requia	9	11
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	<i>Guarea sp.</i>	-	3	1
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	<i>Trichilia maynasiana</i>	Uchumullaca	3	4
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	-	2	1
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Hualaja	19	19
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Hualaja	11	11
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	<i>Allophylus sp.</i>	Guapina	2	2
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i>	-	4	3
Magnoliopsida	Sapindales	Simaroubaceae	<i>Simaba orinocensis</i>	-	1	1
Magnoliopsida	Sapindales	Simaroubaceae	Simaroubaceae	Marupa	1	1
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i>	-	5	
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i>	Yerba Santa	3	8
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum grandiflorum</i>	Siucahuito	6	3

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En el Anexo Fichas de campo de recursos forestales, se presenta los registros de la vegetación arbórea evaluada para ambas temporadas.

Anexo 4.2.20 Fichas de campo de recursos forestales

4.2.5.3.5.2 Temporada Muy Húmeda

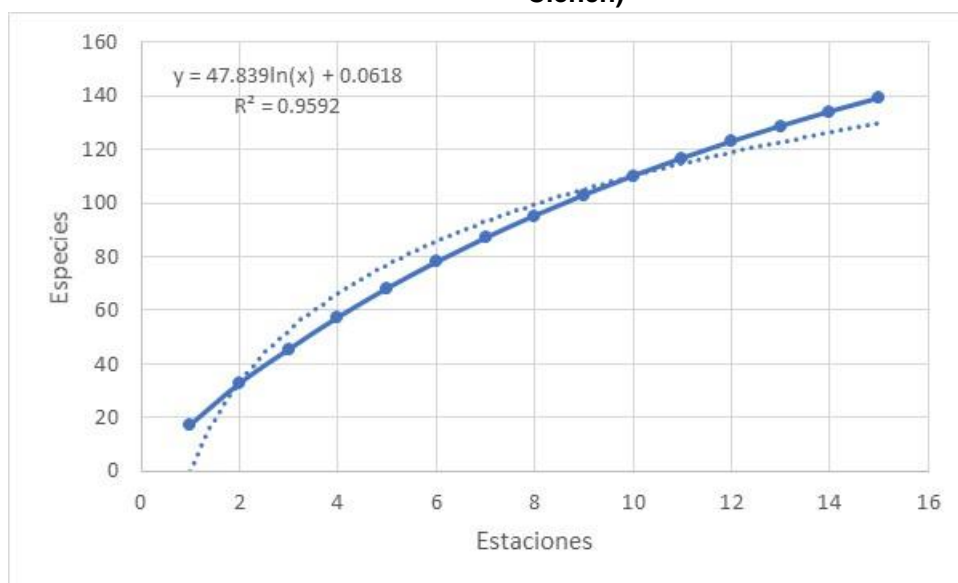
Curva de acumulación de especies

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cuantitativo, reuniendo los hallazgos para los recursos forestales. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 139 especies registrada una eficiencia del 95.9%.

$$V2 = (47.839 * (1 - \exp(-0.0618 * v1))) / 0.0618$$

Gráfico 4.2- 36: Curva de acumulación de especies – Recursos forestales (Modelo de Clench)



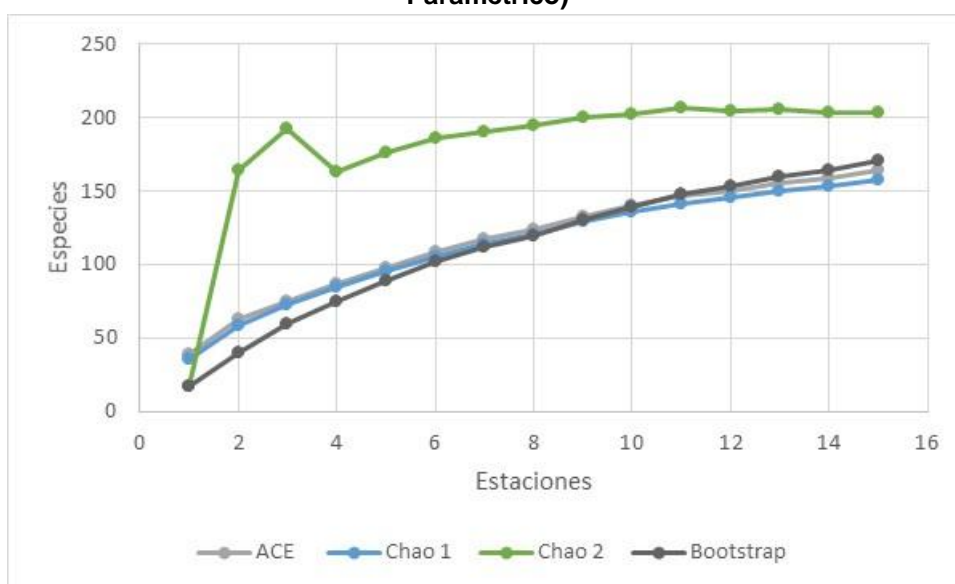
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 68.22% de la riqueza de especies según el estimador Chao2 (203.75 especies estimadas) y el 88.34% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Chao1 (157.35 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 53: Curva de acumulación de especies – Recursos forestales (No Paramétrico)

Estaciones		15
Abundancia		1033
Especies Observadas	(S)	139
Especies Estimadas	ACE	163.69
	Chao 1	157.35
	Chao 2	203.75
	Jackknife	209.00
	Bootstrap	170.63
Eficiencia	ACE	84.92
	Chao 1	88.34
	Chao 2	68.22
	Jackknife	66.51
	Bootstrap	81.46

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 37: Curva de acumulación de especies – Recursos forestales (No Paramétrico)

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

De acuerdo con los resultados de riqueza de especies, a nivel de Clase, el grupo Magnoliopsida muestra la mayor riqueza específica; 133 especies y 1021 individuos, este grupo presenta numerosas especies arbóreas. Las Liliopsida reporta 6 especies y 12 individuos.

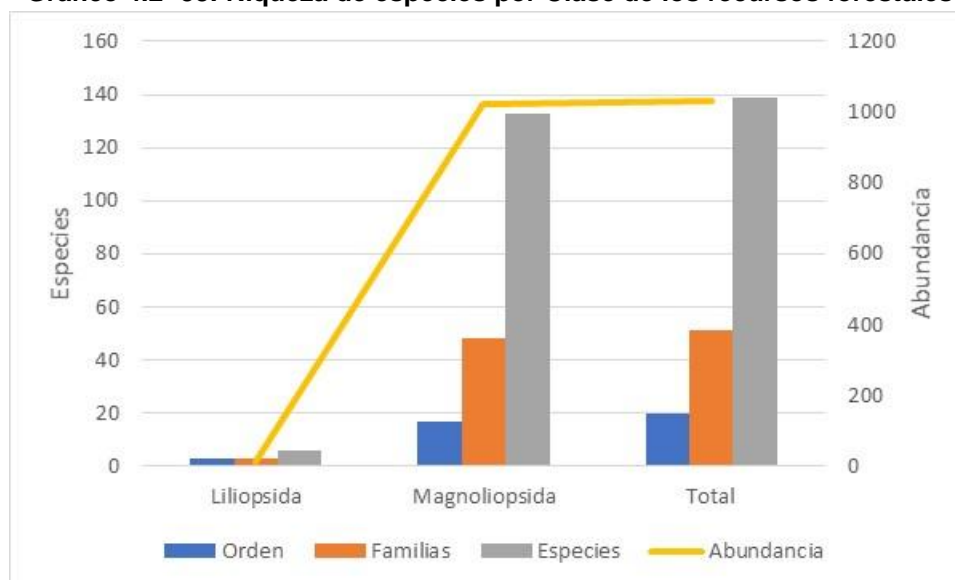
Tabla 4.2- 54: Riqueza de especies por Clase de los recursos forestales

Clase	Orden	Familias	Especies	Abundancia
Liliopsida	3	3	6	12
Magnoliopsida	17	48	133	1021

Clase	Orden	Familias	Especies	Abundancia
Total	20	51	139	1033

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

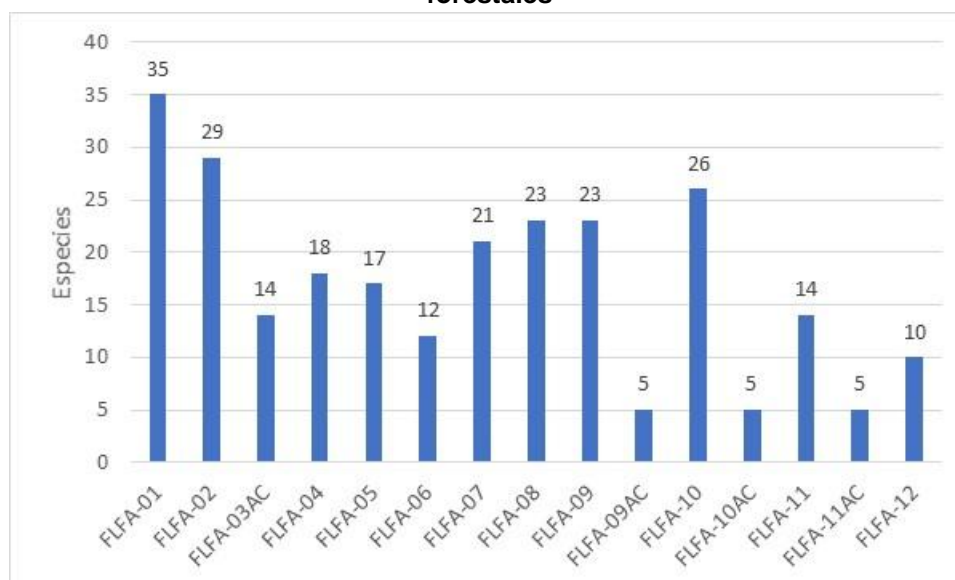
Gráfico 4.2- 38: Riqueza de especies por Clase de los recursos forestales



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por estación de evaluación, las estaciones FLFA-01 y FLFA-02, estaciones ubicadas en el hábitat crítico Mishquiyacu Rumiyaqu, registran un mayor número de especies; 35 especies y 29 especies, respectivamente, en tanto que las estaciones con menor diversidad de especies son; FLFA-09AC, FLFA-10AC y FLFA-11AC registran 5 especies cada una.

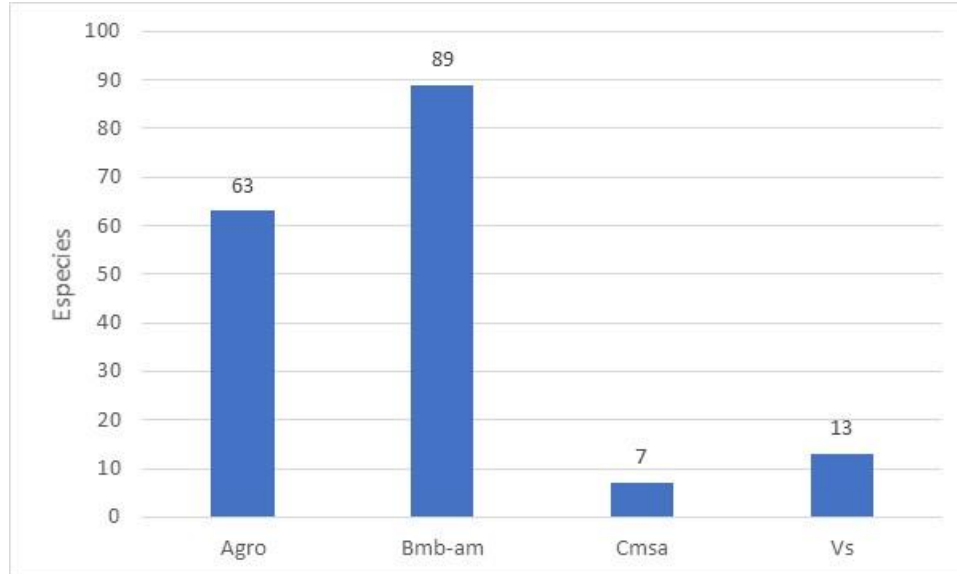
Gráfico 4.2- 39: Riqueza de especies por estación de evaluación de los recursos forestales



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por unidad de vegetación, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra una mayor riqueza de especies (89 especies), seguida de la unidad formada por las áreas con cultivos (Agro) la cual registra 63 especies. La unidad de comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), registra 7 especies, en tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reportan 13 especies.

Gráfico 4.2- 40: Riqueza de especies por unidad de vegetación de los recursos forestales



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia y frecuencia de especies

En relación a los resultados de la abundancia de individuos en la Clase Liliopsida, a nivel de Orden, las Arecales (palmeras) muestra la mayor abundancia; 9 individuos con una frecuencia 26.67%. En la Clase Magnoliopsida, el Orden de las Fabales, grupo formado por especies de porte arbóreo y arbustivo, registra 200 individuos con una frecuencia del 100.00%, lo cual indica que se haya ampliamente distribuido en el área del proyecto. Las otras Ordenes, que representan el bosque son; Myrtales que registra una abundancia de 149 individuos con una frecuencia de 53.33%, Rosales con 167 individuos y una frecuencia de 86.67% y Sapindales con 123 individuos y una frecuencia de 86.67%.

Tabla 4.2- 55: Abundancia y frecuencia de especies por Orden de los recursos forestales

Clase	Orden	Abundancia	Frecuencia Relativa (%)
Liliopsida	Arecales	9	26.67
Liliopsida	Dioscoreales	1	6.67
Liliopsida	Pandales	2	6.67
Magnoliopsida	Fabales	230	100.00
Magnoliopsida	Rosales	167	86.67
Magnoliopsida	Sapindales	123	86.67
Magnoliopsida	Malvales	86	66.67
Magnoliopsida	Malpighiales	73	60.00

Clase	Orden	Abundancia	Frecuencia Relativa (%)
Magnoliopsida	Laurales	28	53.33
Magnoliopsida	Myrtales	149	53.33
Magnoliopsida	Ericales	36	40.00
Magnoliopsida	Caryophylliales	32	33.33
Magnoliopsida	Gentianales	26	33.33
Magnoliopsida	Magnoliales	34	33.33
Magnoliopsida	Piperales	11	33.33
Magnoliopsida	Solanales	11	20.00
Magnoliopsida	Boraginales	4	13.33
Magnoliopsida	Lamiales	3	13.33
Magnoliopsida	Apiales	7	6.67
Magnoliopsida	Proteales	1	6.67

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por clase, las Arecaceae (palmeras) registran 9 individuos, con una baja frecuencia 26.67%, debido a que estas especies se encuentran restringidas a ambientes específicos, alrededores de los campos de cultivo en descanso. Las Fabaceae (leguminosas) registran 230 individuos, con una frecuencia de 100.00% debido a su alta distribución en el área del proyecto.

Las familias con mayor frecuencia fueron Moraceae con 86 individuos y frecuencia 73.33%, Urticaceae con 63 individuos y frecuencia 66.67%, y Malvaceae con 80 individuos y frecuencia 60.00%. Este resultado es similar a lo esperado en bosques amazónicos, en donde las familias dominantes, presentan una mayor riqueza, diversidad y variabilidad en las formas de crecimiento.

Tabla 4.2- 56: Abundancia y frecuencia de especies por Familia de los recursos forestales

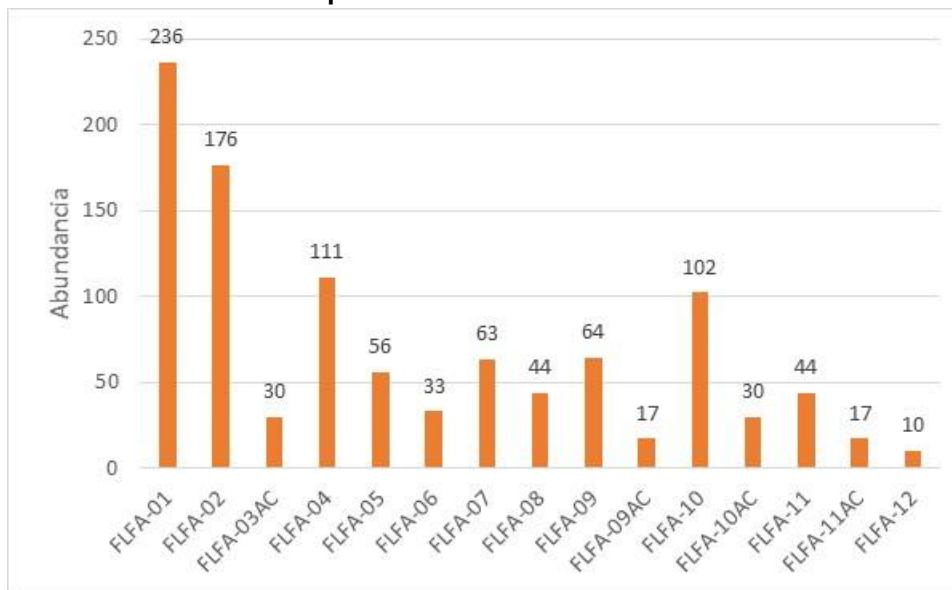
Clase	Orden	Familia	Abundancia	Frecuencia Relativa (%)
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	9	26.67
Liliopsida	Dioscoreales	Dioscoreaceae	1	6.67
Liliopsida	Pandales	Cyclanthaceae	2	6.67
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	230	100.00
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	86	73.33
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	63	66.67
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	80	60.00
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	28	53.33
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	19	53.33
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	31	53.33
Magnoliopsida	Sapindales	Burceraceae	35	40.00
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	33	33.33
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	32	33.33
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	16	33.33
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	35	33.33
Magnoliopsida	Piperales	Piperaceae	11	33.33
Magnoliopsida	Rosales	Cannabaceae	13	33.33
Magnoliopsida	Caryophylliales	Polygonaceae	10	26.67

Clase	Orden	Familia	Abundancia	Frecuencia Relativa (%)
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	17	26.67
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	31	26.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Clusiaceae	8	20.00
Magnoliopsida	Malpighiales	Ochnaceae	12	20.00
Magnoliopsida	Myrtales	Combretaceae	21	20.00
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	63	20.00
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	5	20.00
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	11	20.00
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	4	13.33
Magnoliopsida	Caryophylliales	Nyctaginaceae	20	13.33
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	3	13.33
Magnoliopsida	Malpighiales	Hypericaceae	7	13.33
Magnoliopsida	Malvales	Muntingiaceae	6	13.33
Magnoliopsida	Sapindales	Simaroubaceae	2	13.33
Magnoliopsida	Apiales	Araliaceae	7	6.67
Magnoliopsida	Caryophylliales	Cactaceae	2	6.67
Magnoliopsida	Ericales	Lecythidaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Ericales	Primulaceae	2	6.67
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	7	6.67
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	2	6.67
Magnoliopsida	Magnoliales	Myristicaceae	2	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Achariaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Caryocaraceae	10	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Chrysobalanaceae	2	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Malpighiaceae	3	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Phyllanthaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Putranjivaceae	10	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Rhizophoraceae	2	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Myrtales	Alzateaceae	16	6.67
Magnoliopsida	Myrtales	Vochysiaceae	14	6.67
Magnoliopsida	Proteales	Proteaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Rosales	Rhamnaceae	5	6.67

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por estación de evaluación, la estación FLFA-01 registra la mayor abundancia, 236 individuos, siendo la especie *Tachigali formicarum* de la familia Fabaceae (leguminosas) la que registra 31 individuos. La estación FLFA-02, estación ubicada en el hábitat crítico Mishquiyacu Rumiyaqu, al igual que la estación anterior, registra 176 individuos, la "cascarilla" *Graffenrieda limbata* (Familia Melastomataceae) registra 33 individuos. En tanto, que la estación FLFA-12 registra la menor abundancia de individuos (10 individuos).

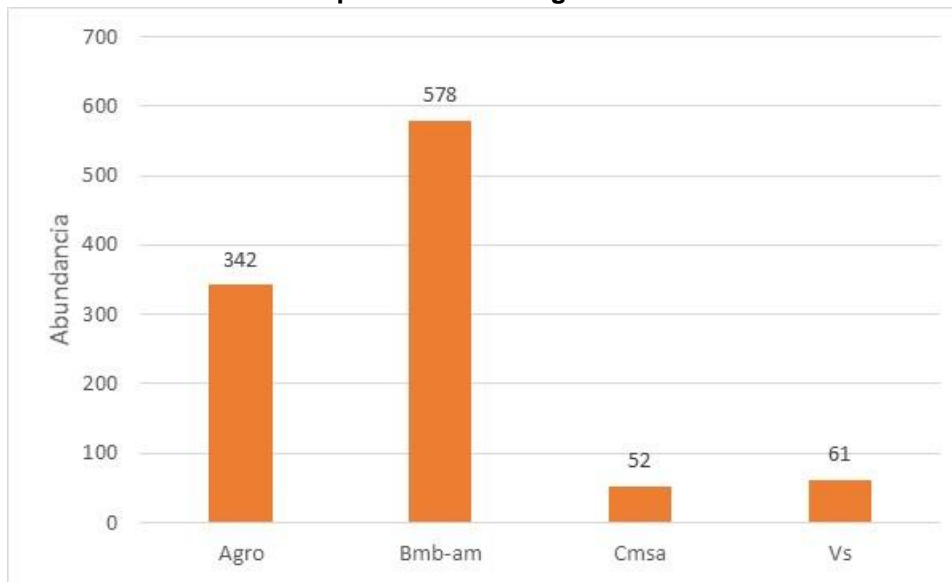
Gráfico 4.2- 41: Abundancia por estación de evaluación de los recursos forestales



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por unidad de vegetación, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra 578 individuos. Las áreas con cultivos (Agro) registran 342 individuos, la unidad de comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), registran 52 individuos, en tanto que la unidad formada por Vegetación secundaria (Vs) reportan 61 individuos.

Gráfico 4.2- 42: Abundancia por unidad de vegetación de los recursos forestales



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Los resultados del análisis de diversidad alfa muestran que las estaciones FLFA-01 (hábitat crítico Mishquiyacu – Rumiayacu) y FLFA-08 tienen los valores más altos para el

índice de Simpson (1-D), con 0.93, respectivamente. En cuanto al índice de Shannon (H'), la estación FLFA-01 (hábitat crítico Mishquiyacu – Rumiyacu) y FLFA-08 presentan los valores más altos, con 2.98 nits/individuo y 2.89 nits/individuo, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que todas las estaciones muestran homogeneidad en sus abundancias, reportando valores mayores a 0.77, con excepción de las estaciones FLFA-11 y FLFA-11AC.

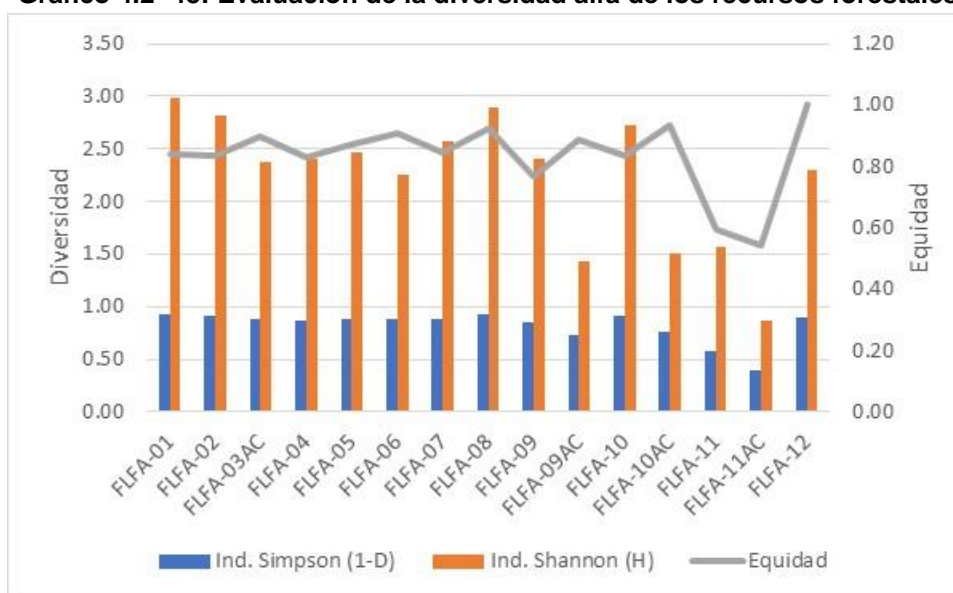
Tabla 4.2- 57: Índices de diversidad alfa de los recursos forestales por estación

Parámetro	FLFA-01	FLFA-02	FLFA-03AC	FLFA-04	FLFA-05	FLFA-06	FLFA-07	FLFA-08	FLFA-09	FLFA-09AC	FLFA-10	FLFA-10AC	FLFA-11	FLFA-11AC	FLFA-12
Especies	35	29	14	18	17	12	21	23	23	5	26	5	14	5	10
Abundancia	236	176	30	111	56	33	63	44	64	17	102	30	44	17	10
Ind. Simpson (1-D)	0.93	0.91	0.88	0.86	0.89	0.88	0.88	0.93	0.85	0.73	0.90	0.76	0.58	0.40	0.90
Ind. Shannon (H)	2.98	2.81	2.37	2.40	2.46	2.26	2.58	2.89	2.40	1.43	2.72	1.51	1.57	0.87	2.30
Equidad	0.84	0.83	0.90	0.83	0.87	0.91	0.85	0.92	0.77	0.89	0.84	0.94	0.59	0.54	1.00

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En general, los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.40$ y $1 - D = 0.93$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 0.87$ nits/individuo y $H' = 2.98$ nits/individuo. Como se muestra en el gráfico, la estación FLFA-01 presentó el valor más elevado de diversidad, debido a su riqueza específica ($S = 35$ especies) y alta equidad registrada ($J' = 0.84$); mientras que la estación FLFA-11AC presenta los valores más bajos de diversidad para los índices de Shannon ($H' = 0.87$ nits/individuo) y Simpson ($1 - D = 0.40$), debido al bajo valor de riqueza reportado ($S = 5$ especies y 17 individuos).

Gráfico 4.2- 43: Evaluación de la diversidad alfa de los recursos forestales



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados del análisis de diversidad alfa por unidad de vegetación muestran que, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra el valor

más alto para el índice de Simpson (1-D), con 0.96 y el índice de Shannon (H'), con 3.69 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que esta unidad muestra homogeneidad en sus abundancias, reportando un valor a 0.89.

En tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reporta el menor valor para el índice de Simpson (1-D), con 0.54 y el índice de Shannon (H'), con 1.41 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que esta unidad muestra una baja homogeneidad en sus abundancias, reportando un valor a 0.55.

Tabla 4.2- 58: Índices de diversidad alfa de los recursos forestales por unidad de vegetación

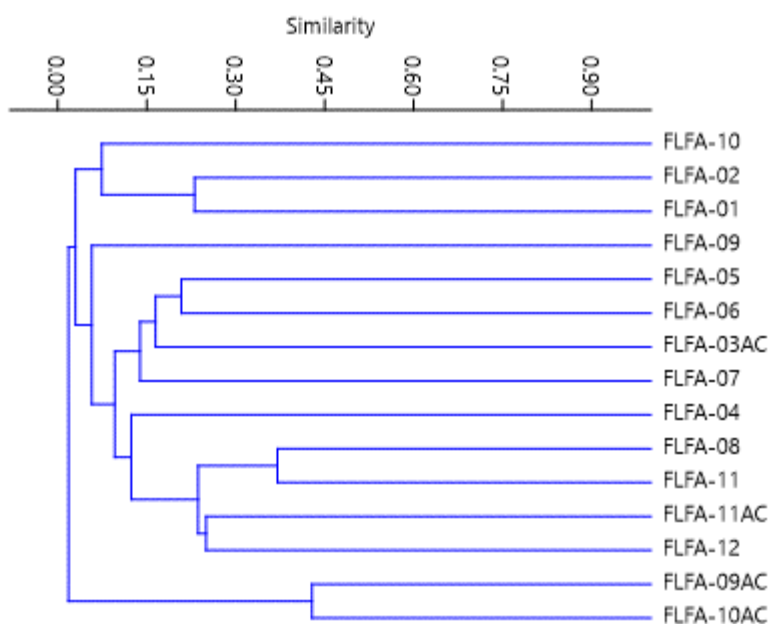
Parámetro	Unidad de vegetación			
	Agro	Bmb-ma	Cmsa	Vs
Especies	63	89	7	13
Abundancia	342	578	52	61
Ind. Simpson (1-D)	0.96	0.96	0.81	0.54
Ind. Shannon (H)	3.69	3.77	1.74	1.41
Equidad	0.89	0.84	0.89	0.55

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Diversidad beta

Para la temporada muy húmeda, el análisis de diversidad beta obtenido mediante la evaluación de la presencia y/o ausencia de especies mediante el índice de Jaccard, muestra la formación de un (01) grupo asociados por su similitud en la composición de sus especies formado por las estaciones FLFA-09AC y FLFA-10AC con una similitud del 45%.

Gráfico 4.2- 44: Análisis de similitud de los recursos forestales mediante el índice de Jaccard por estación de evaluación

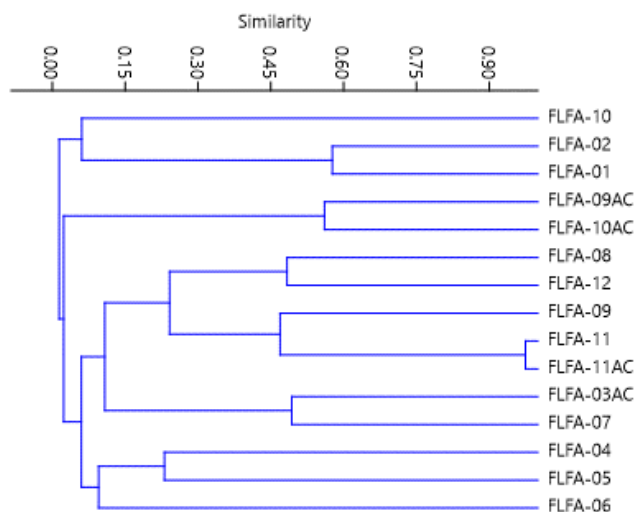


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, el análisis de diversidad beta obtenido mediante la evaluación de la abundancia de individuos, mediante el índice de Morisita. Los resultados muestran la formación de 3 grupos asociados por su similitud en la composición de sus abundancias.

El primer grupo que presenta una similitud del 97%, siendo este conformado por las estaciones FLFA-11 y FLFA-11AC. El segundo grupo se encuentra formado por las estaciones FLFA-02 y FLFA-01 con una similitud del 57% y tercer grupo se encuentra formado por las estaciones FLFA-09AC y FLFA-10AC con una similitud del 56%.

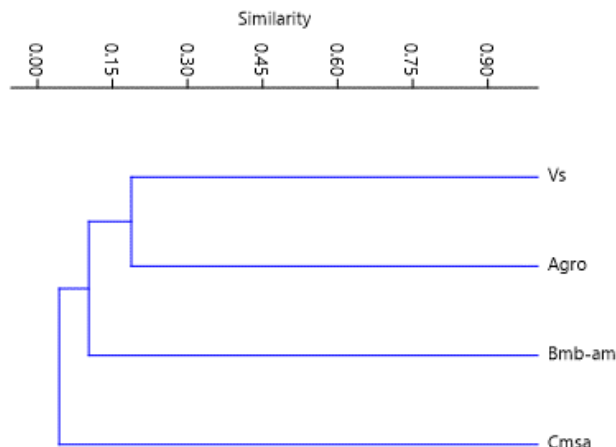
Gráfico 4.2- 45: Análisis de similaridad de los recursos forestales mediante el índice de Morisita por estación de evaluación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

El análisis de la similaridad por unidad de vegetación para la temporada muy húmeda, el análisis de presencia y/o ausencia mediante el índice de Jaccard, muestra que, los resultados muestran que no existe similitud en la composición de especies por unidad de vegetación, las asociaciones son menores al 17%.

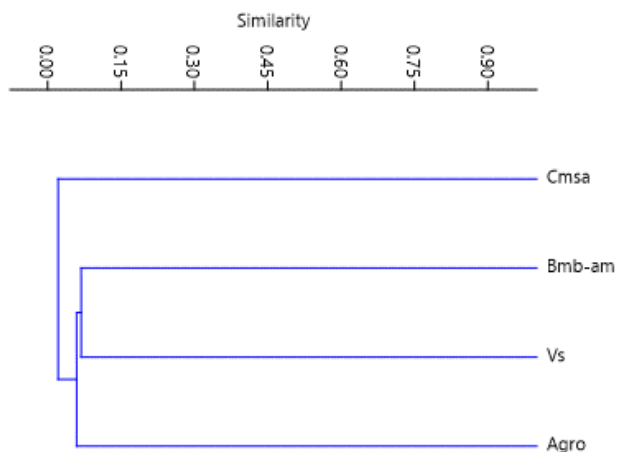
Gráfico 4.2- 46: Análisis de similaridad de los recursos forestales mediante el índice de Jaccard por unidad de vegetación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, el análisis de abundancia de individuos mediante el índice de Morisita. Los resultados muestran que no existe similitud en la composición de especies por unidad de vegetación, las asociaciones son menores al 15%.

Gráfico 4.2- 47: Análisis de similitud de los recursos forestales mediante el índice de Morisita por unidad de vegetación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.5.3 Temporada Húmeda

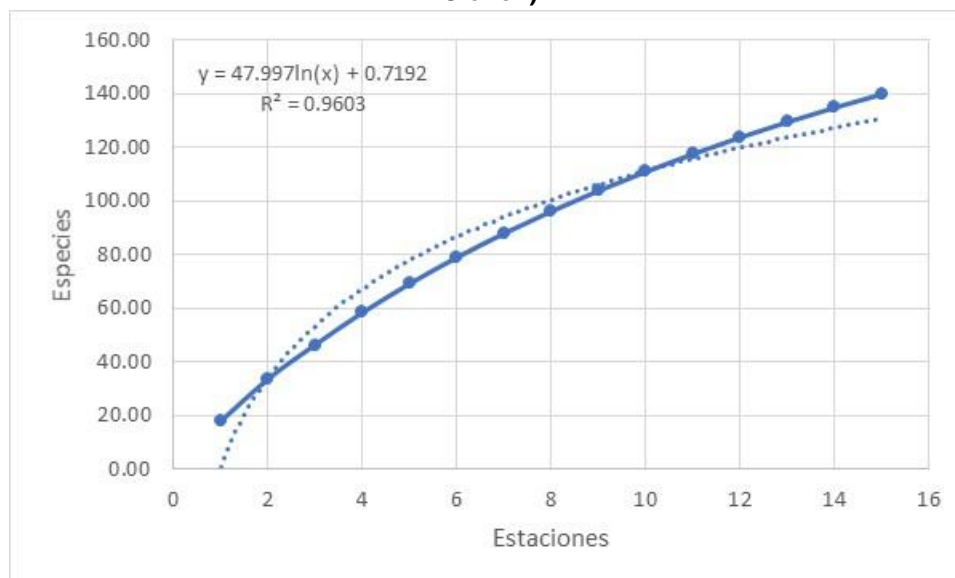
Curva de acumulación de especies

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cuantitativo, reuniendo los hallazgos para los recursos forestales. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 140 especies registrada una eficiencia del 96.0%.

$$V2=(47.997*(1-\exp(-0.7192*v1))) / 0.7192$$

Gráfico 4.2- 48: Curva de acumulación de especies – Recursos forestales (Modelo de Clench)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

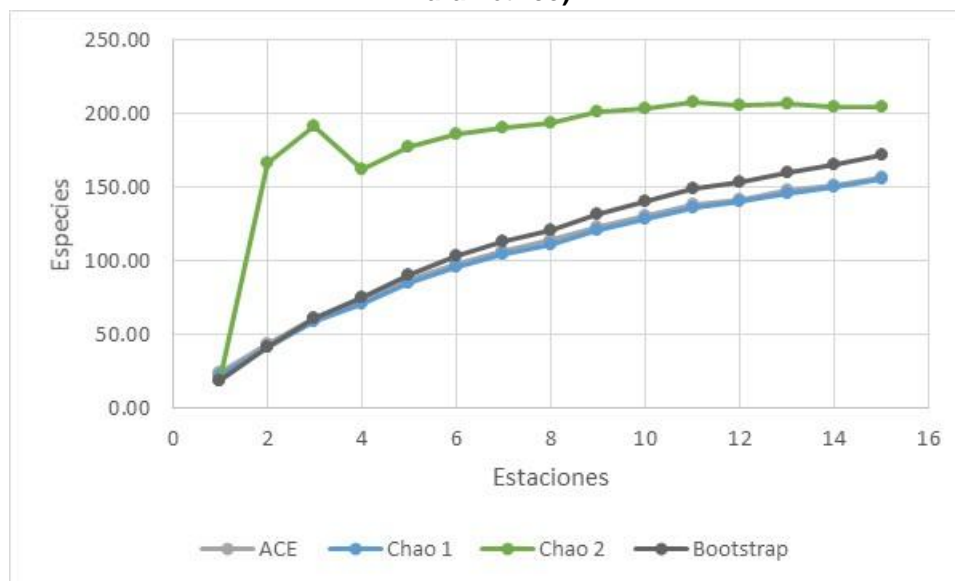
El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 66.67% de la riqueza de especies según el estimador Jackknife (210.00 especies estimadas) y el 88.78% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Chao1 (155.94 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 59: Curva de acumulación de especies – Recursos forestales (No Paramétrico)

Estaciones		15
Abundancia		1130
Especies Observadas	(S)	140
Especies Estimadas	ACE	156.83
	Chao 1	155.94
	Chao 2	204.75
	Jackknife	210.00
	Bootstrap	171.62
Eficiencia	ACE	89.27
	Chao 1	89.78
	Chao 2	68.38
	Jackknife	66.67
	Bootstrap	81.58

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 49: Curva de acumulación de especies – Recursos forestales (No Paramétrico)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

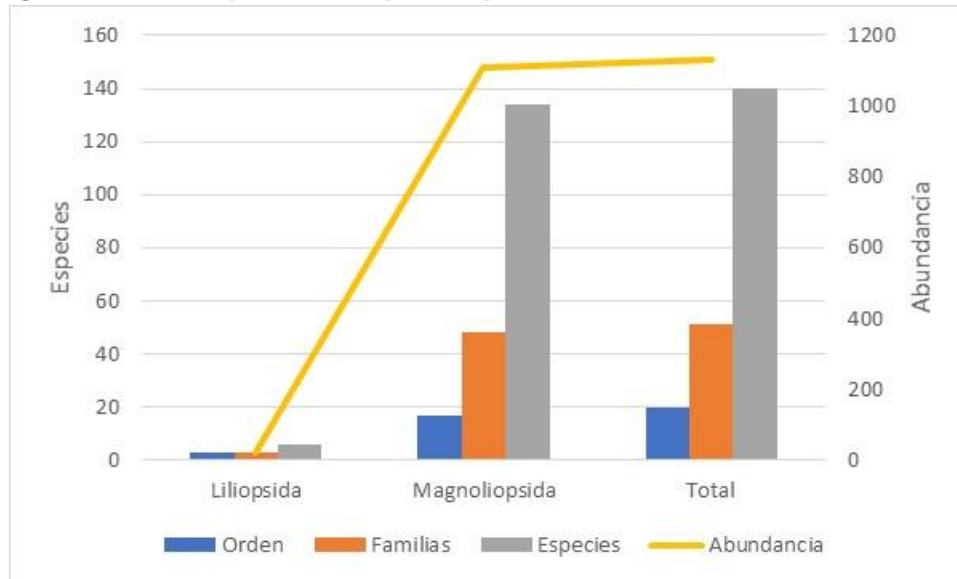
De acuerdo con los resultados de riqueza de especies, a nivel de Clase, el grupo Magnoliopsida muestra la mayor riqueza específica; 134 especies y 1109 individuos, este grupo presenta numerosas especies arbóreas. Las Liliopsida reporta 6 especies y 21 individuos.

Tabla 4.2- 60: Riqueza de especies por Clase de los recursos forestales

Clase	Orden	Familias	Especies	Abundancia
Liliopsida	3	3	6	21
Magnoliopsida	17	48	134	1109
Total	20	51	140	1130

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

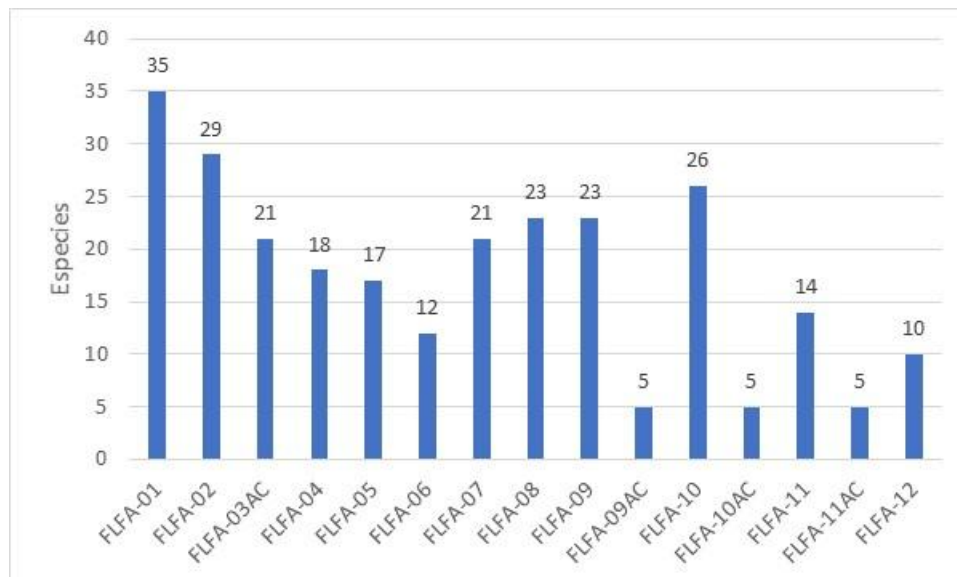
Figura 4.2- 17 Riqueza de especies por Clase de los recursos forestales



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por estación de evaluación, las estaciones FLFA-01 y FLFA-02, estaciones ubicadas en el hábitat crítico Mishquiyacu Rumiyaqu, registran un mayor número de especies; 35 especies y 29 especies, respectivamente, en tanto que las estaciones con menor diversidad de especies son; FLFA-09AC, FLFA-10AC y FLFA-11AC registran 5 especies cada una.

Gráfico 4.2- 50: Riqueza de especies por estación de evaluación de los recursos forestales

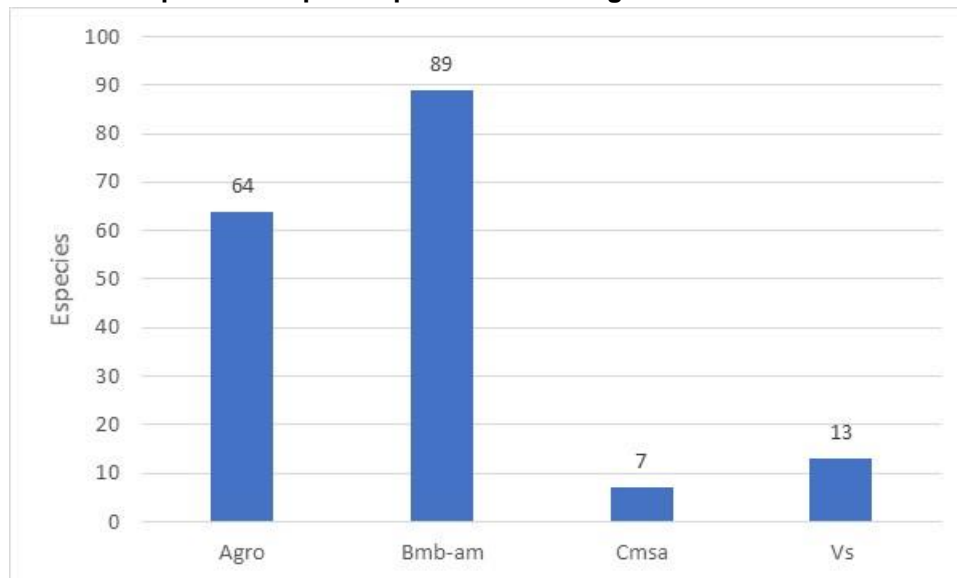


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por unidad de vegetación, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra una mayor riqueza de especies (89 especies), seguida de la unidad formada por las áreas con cultivos (Agro) la cual registra 64 especies. La unidad de comunidades de montañas subandinas con árboles

medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), registra 7 especies, en tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reportan 13 especies.

Gráfico 4.2- 51: Riqueza de especies por unidad de vegetación de los recursos forestales



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia y frecuencia de especies

En relación a los resultados de la abundancia de individuos en la Clase Liliopsida, a nivel de Orden, las Arecales (palmeras) muestra la mayor abundancia; 16 individuos con una frecuencia 26.67%. En la Clase Magnoliopsida, el Orden de las Fabales, grupo formado por especies de porte arboreo y arbustivo, registra 200 individuos con una frecuencia del 100.00%, lo cual indica que se haya ampliamente distribuido en el área del proyecto. Las otras Ordenes, que representan el bosque son; Myrtales que registra una abundancia de 148 individuos con una frecuencia de 53.33%, Rosales con 191 individuos y una frecuencia de 86.67%, Sapindales con 132 individuos y una frecuencia de 86.67% y Malvales con 103 individuos y una frecuencia de 66.67%.

Tabla 4.2- 61: Abundancia y frecuencia de especies por Orden de los recursos forestales

Clase	Orden	Abundancia	Frecuencia Relativa (%)
Liliopsida	Arecales	16	26.67
Liliopsida	Dioscoreales	4	6.67
Liliopsida	Pandales	1	6.67
Magnoliopsida	Fabales	200	100.00
Magnoliopsida	Rosales	191	86.67
Magnoliopsida	Sapindales	132	86.67
Magnoliopsida	Malvales	103	66.67
Magnoliopsida	Malpighiales	81	60.00
Magnoliopsida	Laurales	28	53.33
Magnoliopsida	Myrtales	148	53.33
Magnoliopsida	Ericales	42	40.00
Magnoliopsida	Magnoliales	35	40.00
Magnoliopsida	Piperales	54	40.00

Clase	Orden	Abundancia	Frecuencia Relativa (%)
Magnoliopsida	Caryophylliales	40	33.33
Magnoliopsida	Gentianales	26	33.33
Magnoliopsida	Solanales	14	20.00
Magnoliopsida	Boraginales	4	13.33
Magnoliopsida	Lamiales	3	13.33
Magnoliopsida	Apiales	7	6.67
Magnoliopsida	Proteales	1	6.67

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por clase, las Arecaceae (palmeras) registran 16 individuos, con una baja frecuencia 26.67%, debido a que estas especies se encuentran restringidas a ambientes específicos, alrededores de los campos de cultivo en descanso. Las Fabaceae (leguminosas) registran 200 individuos, con una frecuencia de 100.00% debido a su alta distribución en el área del proyecto.

Las familias con mayor frecuencia fueron Moraceae con 94 individuos y frecuencia 73.33%, Urticaceae con 75 individuos y frecuencia 66.67%, y Malvaceae con 96 individuos y frecuencia 60.00%. Este resultado es similar a lo esperado en bosques amazónicos, en donde las familias dominantes, presentan una mayor riqueza, diversidad y variabilidad en las formas de crecimiento.

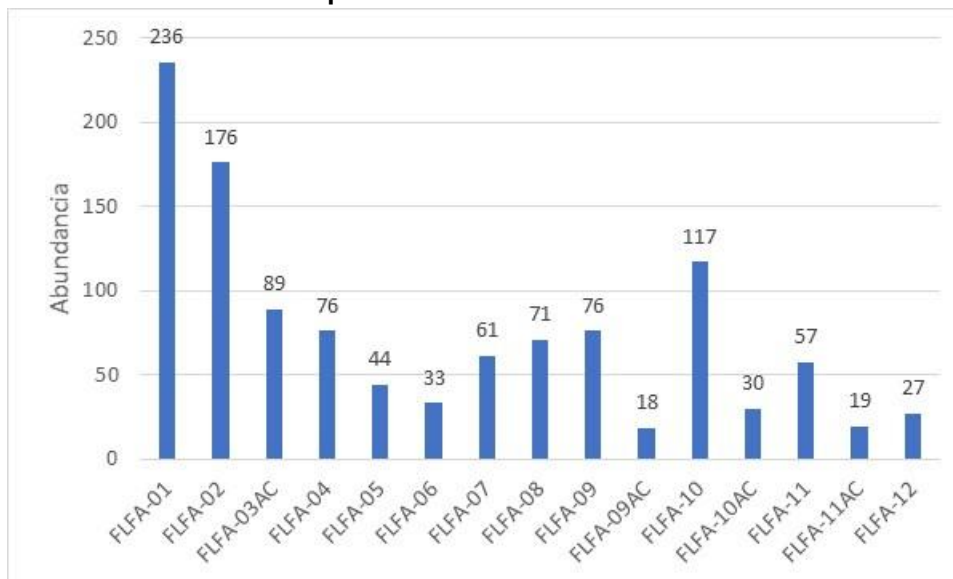
Tabla 4.2- 62: Abundancia y frecuencia de especies por Familia de los recursos forestales

Clase	Orden	Familia	Abundancia	Frecuencia Relativa (%)
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	16	26.67
Liliopsida	Dioscoreales	Dioscoreaceae	4	6.67
Liliopsida	Pandales	Cyclanthaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	200	100.00
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	94	73.33
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	75	66.67
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	96	60.00
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	28	53.33
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	19	53.33
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	32	53.33
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	33	40.00
Magnoliopsida	Piperales	Piperaceae	54	40.00
Magnoliopsida	Sapindales	Burceraceae	41	40.00
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	39	33.33
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	26	33.33
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	34	33.33
Magnoliopsida	Rosales	Cannabaceae	18	33.33
Magnoliopsida	Caryophylliales	Polygonaceae	14	26.67
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	17	26.67
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	32	26.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Clusiaceae	9	20.00
Magnoliopsida	Malpighiales	Ochnaceae	12	20.00
Magnoliopsida	Myrtales	Combretaceae	20	20.00

Clase	Orden	Familia	Abundancia	Frecuencia Relativa (%)
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	64	20.00
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	6	20.00
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	14	20.00
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	4	13.33
Magnoliopsida	Caryophylliales	Nyctaginaceae	22	13.33
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	3	13.33
Magnoliopsida	Malpighiales	Hypericaceae	5	13.33
Magnoliopsida	Malvales	Muntingiaceae	7	13.33
Magnoliopsida	Rosales	Rhamnaceae	4	13.33
Magnoliopsida	Sapindales	Simaroubaceae	2	13.33
Magnoliopsida	Apiales	Araliaceae	7	6.67
Magnoliopsida	Caryophylliales	Cactaceae	4	6.67
Magnoliopsida	Ericales	Lecythidaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Ericales	Primulaceae	2	6.67
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	7	6.67
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	2	6.67
Magnoliopsida	Magnoliales	Myristicaceae	2	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Achariaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Caryocaraceae	10	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Chrysobalanaceae	2	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Malpighiaceae	2	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Phyllanthaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Putranjivaceae	10	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Rhizophoraceae	2	6.67
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	1	6.67
Magnoliopsida	Myrtales	Alzateaceae	16	6.67
Magnoliopsida	Myrtales	Vochysiaceae	14	6.67
Magnoliopsida	Proteales	Proteaceae	1	6.67

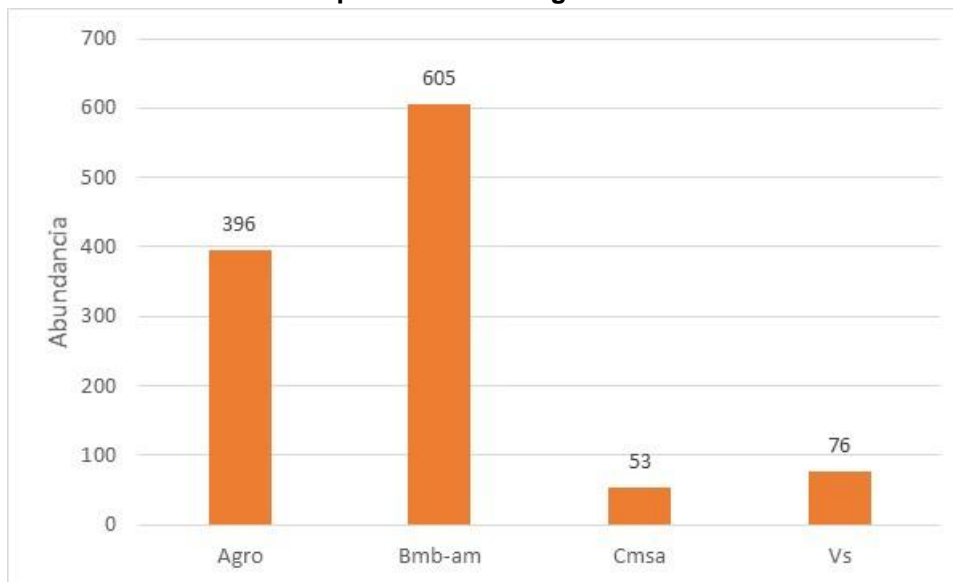
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por estación de evaluación, la estación FLFA-01 registra la mayor abundancia, 236 individuos, siendo la especie *Tachigali formicarum* de la familia Fabaceae (leguminosas) la que registra 31 individuos. La estación FLFA-02, estación ubicada en el hábitat crítico Mishquiyacu Rumiyaçu, al igual que la estación anterior, registra 176 individuos, la "carahuasca" *Oxandra espiñana* (Familia Annonaceae) registra 19 individuos. En tanto, que la estación FLFA-09AC registra la menor abundancia de individuos (18 individuos).

Gráfico 4.2- 52: Abundancia por estación de evaluación de los recursos forestales

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por unidad de vegetación, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra 605 individuos. Las áreas con cultivos (Agro) registran 396 individuos, la unidad de comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), registran 53 individuos, en tanto que la unidad formada por Vegetación secundaria (Vs) reportan 76 individuos.

Gráfico 4.2- 53: Abundancia por unidad de vegetación de los recursos forestales

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Los resultados del análisis de diversidad alfa muestran que las estaciones FLFA-01 (hábitat crítico Mishquiyacu – Rumiyaqu) y FLFA-08 tienen los valores más altos para el

índice de Simpson (1-D), con 0.93, respectivamente. En cuanto al índice de Shannon (H'), la estación FLFA-01 (hábitat crítico Mishquiyacu – Rumiyacu) y FLFA-08 presentan los valores más altos, con 2.98 nits/individuo y 2.84 nits/individuo, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J'), se observa que todas las estaciones muestran homogeneidad en sus abundancias, reportando valores mayores a 0.72, con excepción de la estación FLFA-11AC.

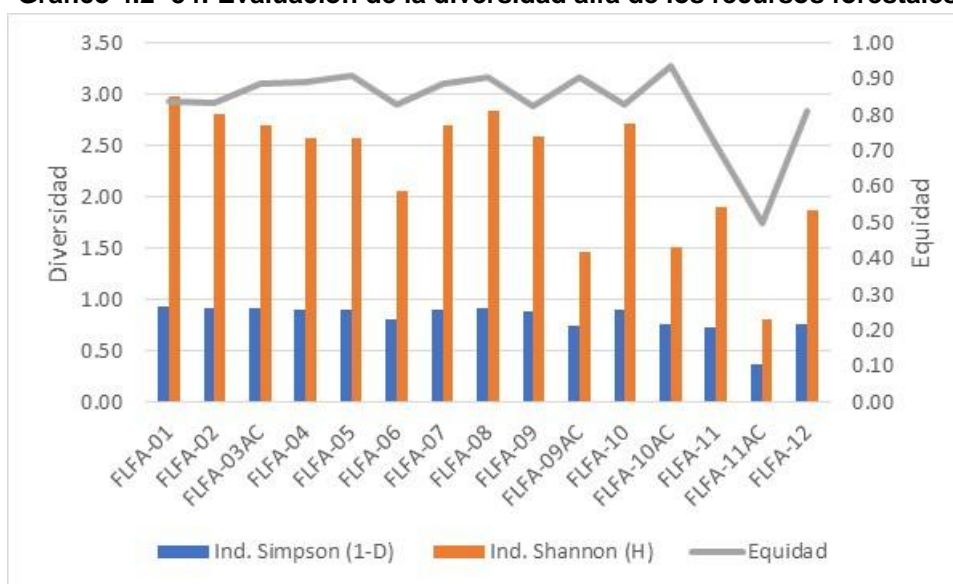
Tabla 4.2- 63: Índices de diversidad alfa de los recursos forestales por estación

Parámetro	FLFA-01	FLFA-02	FLFA-03AC	FLFA-04	FLFA-05	FLFA-06	FLFA-07	FLFA-08	FLFA-09	FLFA-09AC	FLFA-10	FLFA-10AC	FLFA-11	FLFA-11AC	FLFA-12
Especies	35	29	21	18	17	12	21	23	23	5	26	5	14	5	10
Abundancia	236	176	89	76	44	33	61	71	76	18	117	30	57	19	27
Ind. Simpson (1-D)	0.93	0.91	0.91	0.91	0.91	0.82	0.91	0.93	0.88	0.74	0.90	0.76	0.73	0.37	0.76
Ind. Shannon (H)	2.98	2.81	2.71	2.57	2.58	2.07	2.70	2.84	2.59	1.46	2.71	1.51	1.90	0.81	1.86
Equidad	0.84	0.83	0.89	0.89	0.91	0.83	0.89	0.90	0.83	0.91	0.83	0.94	0.72	0.50	0.81

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En general, los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.37$ y $1 - D = 0.93$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 0.81$ nits/individuo y $H' = 2.98$ nits/individuo. Como se muestra en el **Gráfico 4.2- 54**, la estación FLFA-01 presentó el valor más elevado de diversidad, debido a su riqueza específica ($S = 35$ especies) y alta equidad registrada ($J' = 0.84$); mientras que la estación FLFA-11AC presenta los valores más bajos de diversidad para los índices de Shannon ($H' = 0.81$ nits/individuo) y Simpson ($1 - D = 0.37$), debido al bajo valor de riqueza reportado ($S = 5$ especies y 19 individuos).

Gráfico 4.2- 54: Evaluación de la diversidad alfa de los recursos forestales



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados del análisis de diversidad alfa por unidad de vegetación muestran que, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra el valor

más alto para el índice de Simpson (1-D), con 0.96 y el índice de Shannon (H'), con 3.67 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que esta unidad muestra homogeneidad en sus abundancias, reportando un valor a 0.88.

En tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reporta el menor valor para el índice de Simpson (1-D), con 0.66 y el índice de Shannon (H'), con 1.68 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que esta unidad muestra una baja homogeneidad en sus abundancias, reportando un valor a 0.65.

Tabla 4.2- 64: Índices de diversidad alfa de los recursos forestales por unidad de vegetación

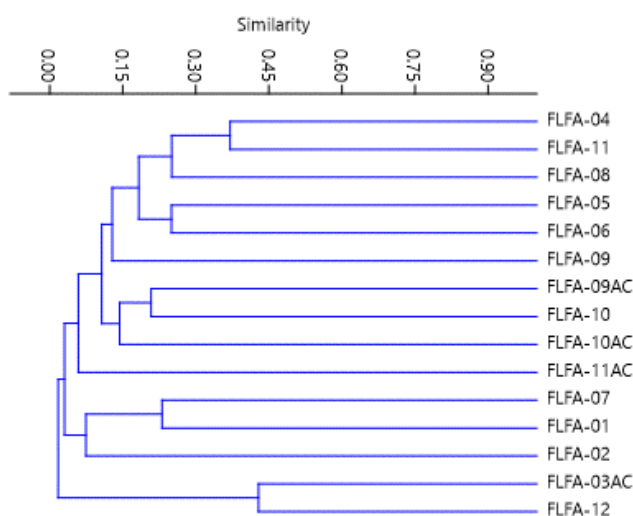
Parámetro	Unidad de vegetación			
	Agro	Bmb-ma	Cmsa	Vs
Especies	64	89	7	13
Abundancia	396	605	53	76
Ind. Simpson (1-D)	0.96	0.96	0.81	0.66
Ind. Shannon (H)	3.67	3.82	1.76	1.68
Equidad	0.88	0.85	0.91	0.65

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Diversidad beta

Para la temporada muy húmeda, el análisis de diversidad beta obtenido mediante la evaluación de la presencia y/o ausencia de especies mediante el índice de Jaccard, muestra la formación de un (01) grupo asociados por su similitud en la composición de sus especies formado por las estaciones FLFA-03AC y FLFA-12 con una similitud del 43%.

Gráfico 4.2- 55: Análisis de similitud de los recursos forestales mediante el índice de Jaccard por estación de evaluación

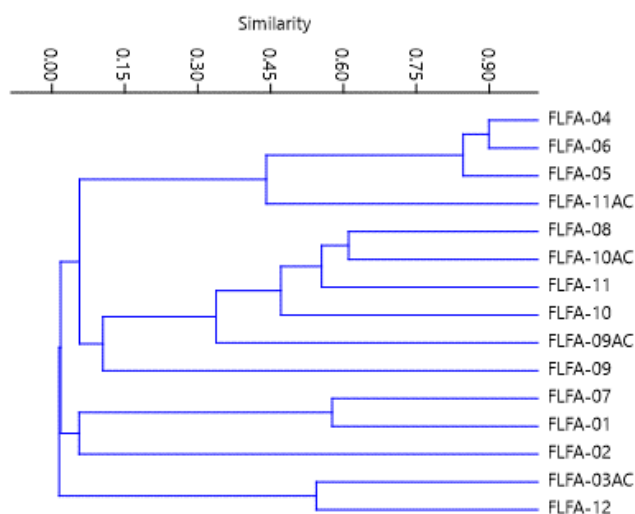


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, el análisis de diversidad beta obtenido mediante la evaluación de la abundancia de individuos, mediante el índice de Morisita. Los resultados muestran la formación de 3 grupos asociados por su similitud en la composición de sus abundancias.

El primer grupo que presenta una similitud del 82%, siendo este conformado por las estaciones FLFA-04, FLFA-04 y FLFA-05. El segundo grupo se encuentra formado por las estaciones FLFA-08 y FLFA-10AC con una similitud del 62% y tercer grupo se encuentra formado por las estaciones FLFA-07 y FLFA-01 con una similitud del 52%.

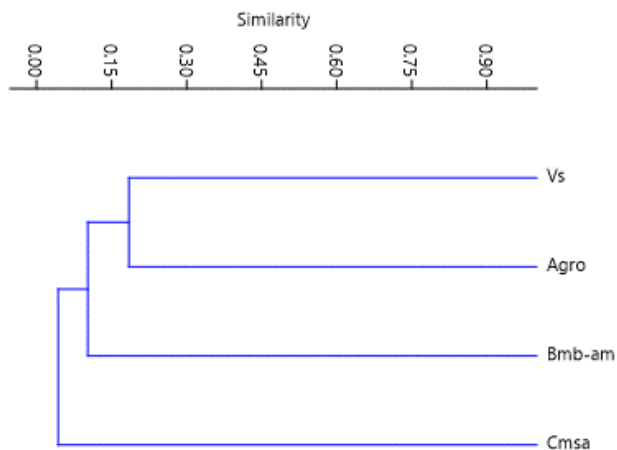
Gráfico 4.2- 56: Análisis de similaridad de los recursos forestales mediante el índice de Morisita por estación de evaluación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

El análisis de la similaridad por unidad de vegetación para la temporada muy húmeda, el análisis de presencia y/o ausencia mediante el índice de Jaccard, muestra que, los resultados muestran que no existe similitud en la composición de especies por unidad de vegetación, las asociaciones son menores al 17%.

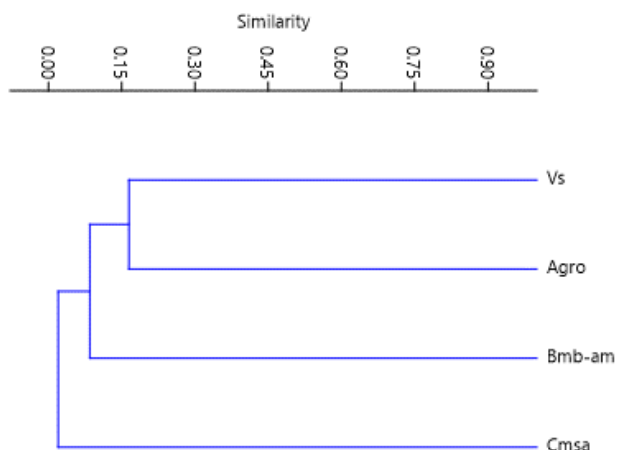
Gráfico 4.2- 57: Análisis de similaridad de los recursos forestales mediante el índice de Jaccard por unidad de vegetación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, el análisis de abundancia de individuos mediante el índice de Morisita. Los resultados muestran que no existe similitud en la composición de especies por unidad de vegetación, las asociaciones son menores al 15%.

Gráfico 4.2- 58: Análisis de similitud de los recursos forestales mediante el índice de Morisita por unidad de vegetación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.5.4 Estructura vertical - Distribución por clase diametral

Se evaluó la situación actual de la estructura del bosque, tanto horizontal como vertical, información importante para el análisis estático del bosque, tal como lo menciona Lopez Camacho et al. (2005)⁵.

Esta caracterización se realizó en cada una de las unidades de vegetación y teniendo en cuenta los resultados de la evaluación en ambas temporadas. Para el registro de la vegetación, se ha establecido cuatro estratos poblacionales, con el fin de diferenciar los estadios de desarrollo de los especímenes presentes, de acuerdo a medidas referenciales de diámetro y alturas mínimas, tal como se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 4.2- 65: Estratos poblacionales de las especies forestales

Estadio	Criterios
Brinzal	1- 3 m de altura
Latizal	< 10 cm diámetro a 30 cm del suelo > 3 m altura
Fustal	DAP 10 – 29,9 cm
Árboles	DAP ≥ 30 cm

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la estructura horizontal, los individuos se agruparon en 17 clases diamétricas a intervalos de 10 cm por cada clase; según se muestra en la tabla siguiente, podemos observar que el mayor número de individuos se agrupan en las clases

⁵ López Camacho, René; Vallejo, Martha; Vega, Ana; Galeano, Gloria; Alvarez-Davila, Esteban y Álvarez, Wilson. 2005. Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia.

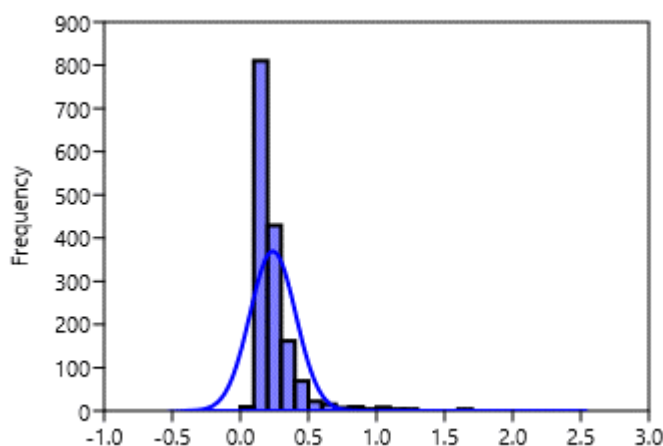
diamétricas de 0.1 a 0.2 m (52.06%). Esta distribución de los diámetros nos muestra, un bosque con presencia de especies arbóreas juveniles (fustales).

Tabla 4.2- 66: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales

DAP (m)		Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
0	0.1	9	9	0.58	0.58
0.1	0.2	810	819	52.06	52.63
0.2	0.3	429	1248	27.57	80.21
0.3	0.4	162	1410	10.41	90.62
0.4	0.5	69	1479	4.43	95.05
0.5	0.6	22	1501	1.41	96.47
0.6	0.7	15	1516	0.96	97.43
0.7	0.8	7	1523	0.45	97.88
0.8	0.9	9	1532	0.58	98.46
0.9	1	4	1536	0.26	98.71
1	1.1	8	1544	0.51	99.23
1.1	1.2	4	1548	0.26	99.49
1.2	1.3	4	1552	0.26	99.74
1.3	1.4	0	1552	0.00	99.74
1.4	1.5	0	1552	0.00	99.74
1.5	1.6	0	1552	0.00	99.74
1.6	1.7	4	1556	0.26	100.00

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 59: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Distribución por clase diametral por unidad de vegetación

Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma)

En cuanto a la estructura horizontal, los individuos se agruparon en 13 clases diamétricas a intervalos de 10 cm por cada clase; según se muestra en la tabla siguiente, podemos observar que el mayor número de individuos se agrupan en las clases diamétricas de 0.1 a 0.2 m (51.36%). Esta distribución de los diámetros nos muestra, un

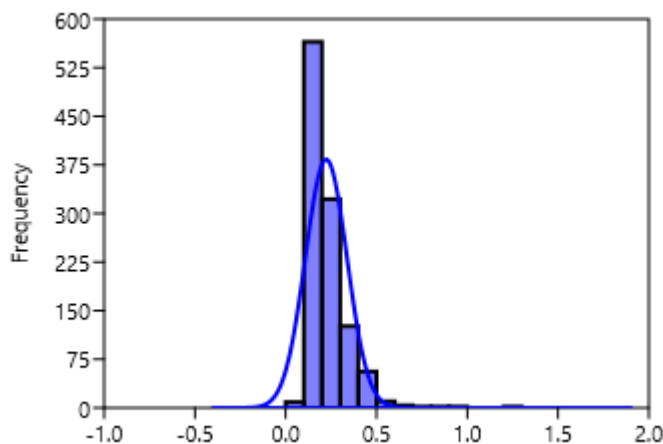
bosque con presencia de especies arbóreas juveniles (fustales), propios de bosques secundarios en regeneración.

Tabla 4.2- 67: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Bmb-am)

DAP (m)		Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
0	0.1	9	9	0.82	0.82
0.1	0.2	565	574	51.36	52.18
0.2	0.3	322	896	29.27	81.45
0.3	0.4	126	1022	11.45	92.91
0.4	0.5	56	1078	5.09	98.00
0.5	0.6	10	1088	0.91	98.91
0.6	0.7	4	1092	0.36	99.27
0.7	0.8	2	1094	0.18	99.45
0.8	0.9	2	1096	0.18	99.64
0.9	1	2	1098	0.18	99.82
1	1.1	0	1098	0.00	99.82
1.1	1.2	0	1098	0.00	99.82
1.2	1.3	2	1100	0.18	100.00

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 60: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Bmb-am)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

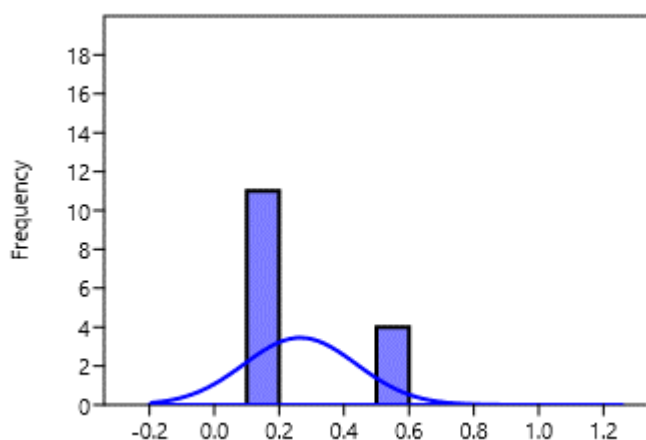
Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa)

En cuanto a la estructura horizontal, los individuos se agruparon en 13 clases diamétricas a intervalos de 10 cm por cada clase; según se muestra en la tabla siguiente, podemos observar que el mayor número de individuos se agrupan en las clases diamétricas de 0.1 a 0.2 m (73.33%). Esta distribución de los diámetros nos muestra, un bosque con presencia de especies arbóreas juveniles (fustales), propios de bosques secundarios en regeneración.

Tabla 4.2- 68: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Cmsa)

DAP (m)		Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
0	0.1	0	0	0.00	0.00
0.1	0.2	11	11	73.33	73.33
0.2	0.3	0	11	0.00	73.33
0.3	0.4	0	11	0.00	73.33
0.4	0.5	0	11	0.00	73.33
0.5	0.6	4	15	26.67	100.00

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 61: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Cmsa)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Áreas con cultivos (Agro)

En cuanto a la estructura horizontal, los individuos se agruparon en 17 clases diamétricas a intervalos de 10 cm por cada clase; según se muestra en la tabla siguiente, podemos observar que el mayor número de individuos se agrupan en las clases diamétricas de 0.1 a 0.2 m (43.40%) y en la clase de 0.2 a 0.3 m (27.27%). Esta distribución de los diámetros nos muestra, un bosque con presencia de especies arbóreas juveniles (fustales), propios de bosques secundarios en regeneración.

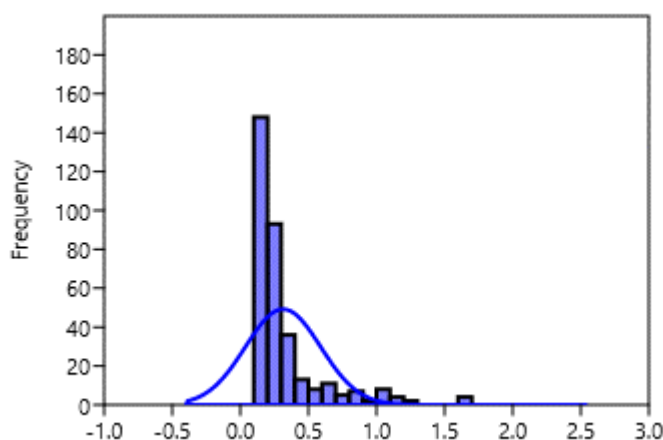
Tabla 4.2- 69: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Agro)

DAP (m)		Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
0	0.1	0	0	0.00	0.00
0.1	0.2	148	148	43.40	43.40
0.2	0.3	93	241	27.27	70.67
0.3	0.4	36	277	10.56	81.23
0.4	0.5	13	290	3.81	85.04
0.5	0.6	8	298	2.35	87.39
0.6	0.7	11	309	3.23	90.62
0.7	0.8	5	314	1.47	92.08
0.8	0.9	7	321	2.05	94.13
0.9	1	2	323	0.59	94.72

DAP (m)		Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1	1.1	8	331	2.35	97.07
1.1	1.2	4	335	1.17	98.24
1.2	1.3	2	337	0.59	98.83
1.3	1.4	0	337	0.00	98.83
1.4	1.5	0	337	0.00	98.83
1.5	1.6	0	337	0.00	98.83
1.6	1.7	4	341	1.17	100.00

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 62: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Agro)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

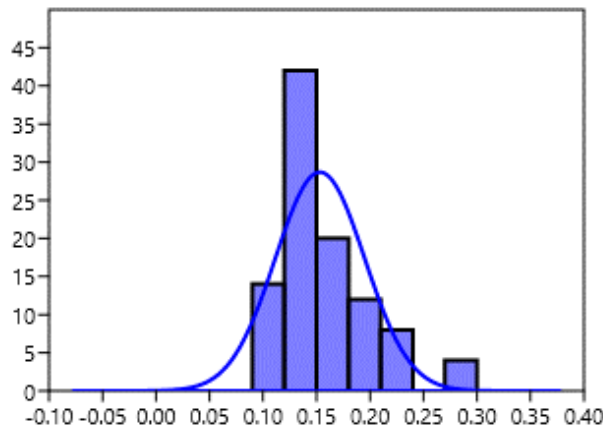
Vegetación secundaria (Vs)

En cuanto a la estructura horizontal, los individuos se agruparon en 7 clases diamétricas a intervalos de 10 cm por cada clase; según se muestra en la tabla siguiente, podemos observar que el mayor número de individuos se agrupan en las clases diamétricas de 0.12 a 0.15 m (42.00%) y 0.15 a 0.18 m (20.00%). Esta distribución de los diámetros nos muestra, un bosque con presencia de especies arbóreas juveniles (fustales), propios de bosques secundarios en regeneración.

Tabla 4.2- 70: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Vs)

DAP (m)		Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
0.09	0.12	14	14	14.00	14.00
0.12	0.15	42	56	42.00	56.00
0.15	0.18	20	76	20.00	76.00
0.18	0.21	12	88	12.00	88.00
0.21	0.24	8	96	8.00	96.00
0.24	0.27	0	96	0.00	96.00
0.27	0.3	4	100	4.00	100.00

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 63: Clase diametral DAP (m) de los recursos forestales (Vs)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.5.5 Estructura horizontal - Distribución por clase de altura (m)

Para determinar la distribución vertical del bosque, se procesaron los registros de las alturas, definiéndose 04 clases de alturas o estratos (Estratos: Dominante (>26m), Codominante (16m a 25m), Medio (6m a 15m) e inferior (1m a 5m). Se consideraron las especies arbóreas forestales con DAP = 0,10 m.

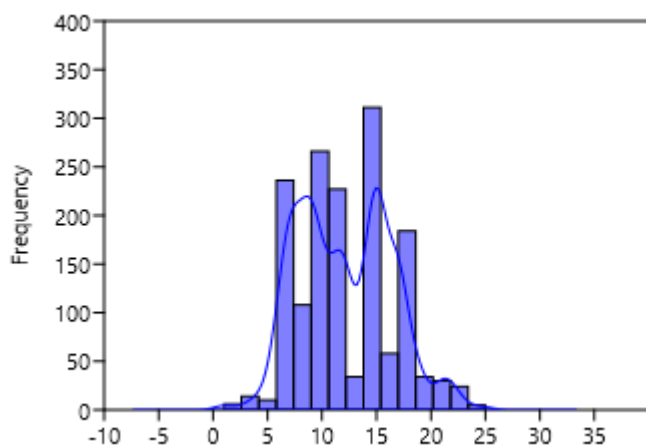
La tabla siguiente muestra la abundancia de individuos por clase de altura, notándose que existe una mayor concentración de individuos en los estratos Medio (13.8m a 15.4m con 20.10%).

Tabla 4.2- 71: Estructura vertical (HT en m) de los recursos forestales

HT		Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1	2.6	6	6	0.39	0.39
2.6	4.2	14	20	0.90	1.29
4.2	5.8	10	30	0.65	1.94
5.8	7.4	236	266	15.26	17.19
7.4	9	108	374	6.98	24.18
9	10.6	266	640	17.19	41.37
10.6	12.2	227	867	14.67	56.04
12.2	13.8	34	901	2.20	58.24
13.8	15.4	311	1212	20.10	78.35
15.4	17	58	1270	3.75	82.09
17	18.6	184	1454	11.89	93.99
18.6	20.2	34	1488	2.20	96.19
20.2	21.8	30	1518	1.94	98.13
21.8	23.4	24	1542	1.55	99.68
23.4	25	5	1547	0.32	100.00

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 64: Estructura vertical (HT en m) de los recursos forestales



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Distribución de estructura vertical por unidad de vegetación

Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma)

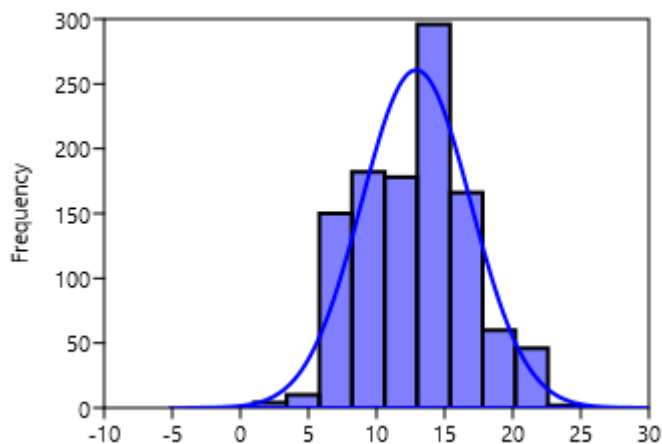
La tabla siguiente muestra la abundancia de individuos por clase de altura, notándose que existe una mayor concentración de individuos en los estratos Medio (13m a 15.4m con 27.06%). Esta distribución de alturas nos muestra, un bosque con presencia de especies arbóreas juveniles, propios de bosques secundarios en regeneración.

Tabla 4.2- 72: Estructural vertical (m) de los recursos forestales (Bmb-am)

HT (m)		Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1	3.4	4	4	0.37	0.37
3.4	5.8	10	14	0.91	1.28
5.8	8.2	150	164	13.71	14.99
8.2	10.6	182	346	16.64	31.63
10.6	13	178	524	16.27	47.90
13	15.4	296	820	27.06	74.95
15.4	17.8	166	986	15.17	90.13
17.8	20.2	60	1046	5.48	95.61
20.2	22.6	46	1092	4.20	99.82
22.6	25	2	1094	0.18	100.00

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 65: Estructural vertical (m) de los recursos forestales (Bmb-am)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa)

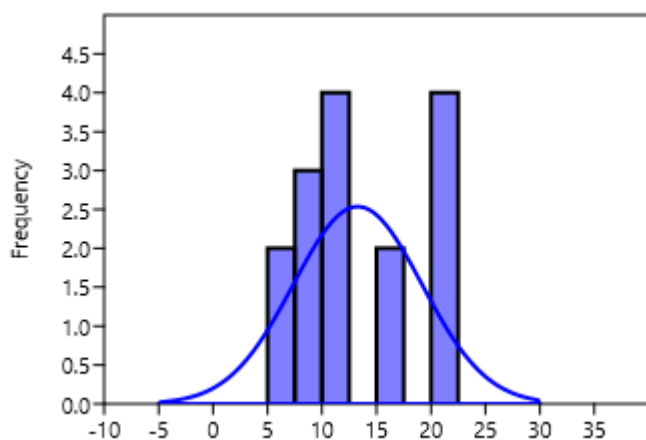
La tabla siguiente muestra la abundancia de individuos por clase de altura, notándose que existe una mayor concentración de individuos en los estratos Medio (10.0m a 12.5m con 26.67%) y Codominante (20.0m a 22.5m con 26.67%). Esta distribución de alturas nos muestra, un bosque con presencia de especies arbóreas juveniles y maduras, propios de bosques secundarios.

Tabla 4.2- 73: Estructural vertical (m) de los recursos forestales (Cmsa)

HT (m)		Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
0	2.5	0	0	0.00	0.00
2.5	5	0	0	0.00	0.00
5	7.5	2	2	13.33	13.33
7.5	10	3	5	20.00	33.33
10	12.5	4	9	26.67	60.00
12.5	15	0	9	0.00	60.00
15	17.5	2	11	13.33	73.33
17.5	20	0	11	0.00	73.33
20	22.5	4	15	26.67	100.00
22.5	25	0	15	0.00	100.00

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 66: Estructural vertical (m) de los recursos forestales (Cmsa)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Áreas con cultivos (Agro)

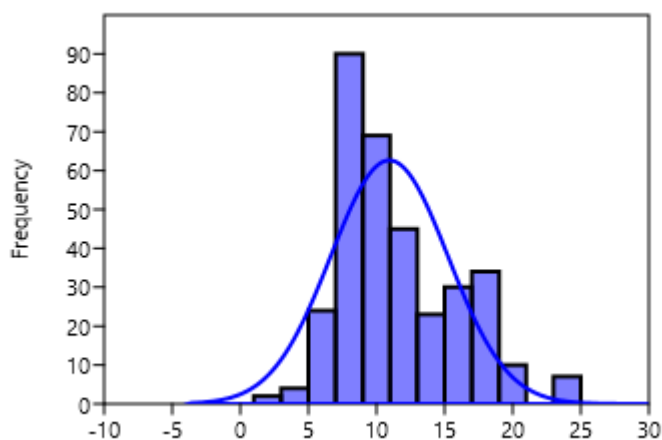
La tabla siguiente muestra la abundancia de individuos por clase de altura, notándose que existe una mayor concentración de individuos en los estratos Medio (7.0m a 9.0m con 26.63%) y entre 9.0m a 11m (20.41%).

Tabla 4.2- 74: Estructural vertical (m) de los recursos forestales (Agro)

HT (m)		Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1.0	3.0	2	2	0.59	0.59
3.0	5.0	4	6	1.18	1.78
5.0	7.0	24	30	7.10	8.88
7.0	9.0	90	120	26.63	35.50
9.0	11.0	69	189	20.41	55.92
11.0	13.0	45	234	13.31	69.23
13.0	15.0	23	257	6.80	76.04
15.0	17.0	30	287	8.88	84.91
17.0	19.0	34	321	10.06	94.97
19.0	21.0	10	331	2.96	97.93
21.0	23.0	0	331	0.00	97.93
23.0	25.0	7	338	2.07	100.00

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 67: Estructural vertical (m) de los recursos forestales (Agro)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Vegetación secundaria (Vs)

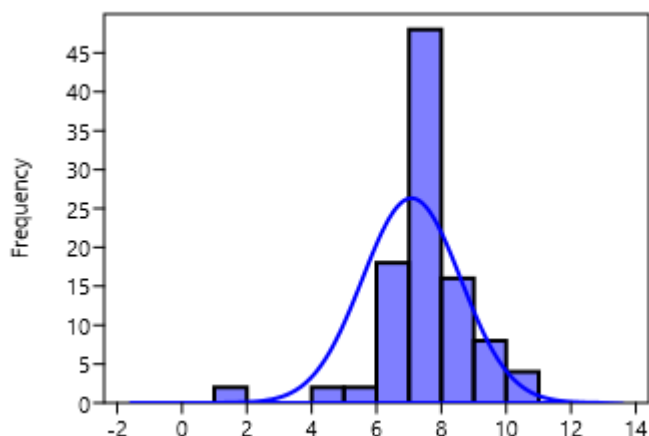
La tabla siguiente muestra la abundancia de individuos por clase de altura, notándose que existe una mayor concentración de individuos en los estratos Medio (7.0m a 8.0m con 48.00%).

Tabla 4.2- 75: Estructural vertical (m) de los recursos forestales (Vs)

HT (m)		Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1	2	2	2	2.00	2.00
2	3	0	2	0.00	2.00
3	4	0	2	0.00	2.00
4	5	2	4	2.00	4.00
5	6	2	6	2.00	6.00
6	7	18	24	18.00	24.00
7	8	48	72	48.00	72.00
8	9	16	88	16.00	88.00
9	10	8	96	8.00	96.00
10	11	4	100	4.00	100.00

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 68: Estructural vertical (m) de los recursos forestales (Vs)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.2.5.3.5.6 Índice de valor de importancia

El Índice de Valor de Importancia (IVI) permite determinar las especies más relevantes dentro de la estructura de un bosque, a través de los parámetros de abundancia, frecuencia y dominancia. Las especies relevantes determinadas por este índice son las que presentan mejor adaptación a las condiciones medioambientales del bosque en estudio.

El Índice de Valor de Importancia (IVI) permite detectar la adaptabilidad de especies al tipo de bosque y las especies que son típicas o representativas de un determinado estrato, sobre la base de indicadores como la abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa. Las especies determinadas por este índice son las que presentan mejor adaptación a las condiciones medioambientales del bosque en estudio y debe ser tomada en cuenta para planificar su recomposición del bosque.

El IVI para las especies forestales se describe a continuación. Las especies de mayor importancia pertenecen a las familias Fabaceae, Malvaceae; Moraceae y Burceraceae. Estas familias estuvieron representadas por: *Inga sp 1* (IVI: 15.74%), *Guazuma ulmifolia* (IVI: 13.15%), *Tachigali formicarum* (IVI: 12.83%), *Brosimum utile subsp. ovatifolium* (IVI: 11.27%) y *Protium nodulosum* (IVI: 10.71%).

Tabla 4.2- 76: Índice de Valor de Importancia

Familia	Especie	Nombre común	AR	FR	DR	IVI
Fabaceae	<i>Inga sp1.</i>	Shimbillo	2.27	2.29	11.185	15.74
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bolaina negra	6.15	1.91	5.095	13.15
Fabaceae	<i>Tachigali formicarum</i>	Ucshaquiro	4.99	0.76	7.076	12.83
Moraceae	<i>Brosimum utile subsp. ovatifolium</i>	Panguana	3.98	1.15	6.151	11.27
Burceraceae	<i>Protium nodulosum</i>	Copal	3.51	2.29	4.902	10.71
Melastomataceae	<i>Graffenrieda limbata</i>	Cascarilla	5.09	0.76	2.131	7.98
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Requia	0.92	1.53	4.670	7.12
Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i>	Cetico	2.73	1.91	2.206	6.84
Lauraceae	<i>Ocotea sp1.</i>	Moena	1.39	2.67	2.729	6.79
Fabaceae	<i>Lonchocarpus spiciflorus</i>	Mariabuena	1.02	1.15	3.959	6.12
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Hualaja	1.76	1.91	1.588	5.25
Putranjivaceae	<i>Drypetes gentryana</i>	Yutubanco	0.92	0.38	3.725	5.03

Familia	Especie	Nombre común	AR	FR	DR	IVI
Fabaceae	<i>Acacia loretensis</i>	Pashaco	1.39	2.29	1.251	4.93
Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i>	Quinilla	1.80	0.76	2.234	4.80
Myrtaceae	<i>Myrcia sp.</i>	-	1.85	1.15	1.417	4.41
Fabaceae	<i>Inga sp2.</i>	Shimbillo	0.46	1.53	1.969	3.96
Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guaba	2.27	0.76	0.847	3.88
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Insira	1.20	2.29	0.280	3.77
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	0.51	0.76	2.492	3.76
Annonaceae	<i>Annona mucosa.</i>	Anona	0.55	1.15	1.806	3.51
Ochnaceae	<i>Cespedesia spathulata</i>	-	1.11	1.15	1.236	3.49
Fabaceae	<i>Erythrina ulei</i>	Amasisa	0.51	0.76	2.175	3.45
Urticaceae	<i>Urera caracasana</i>	Ishanga	1.39	1.91	0.114	3.41
Vochysiaceae	<i>Ruizterania sp.</i>	-	1.29	0.38	1.589	3.27
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Pichirina	0.55	0.76	1.861	3.18
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Atadijo	1.16	1.91	0.051	3.11
Anacardiaceae	<i>Schinopsis peruviana</i>	-	1.66	0.76	0.682	3.11
Fabaceae	<i>Zygia macbridei</i>	-	1.02	0.76	1.117	2.90
Rubiaceae	<i>Ladenbergia macrocarpa</i>	-	1.11	1.15	0.515	2.77
Arecaceae			1.16	1.53	0.030	2.71
Nyctaginaceae	<i>Neea aeruginosa</i>	-	1.76	0.38	0.569	2.71
Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Hualaja	1.02	1.53	0.131	2.67
Alzateaceae	<i>Alzatea verticillata subsp. verticillata</i>	-	1.48	0.38	0.778	2.64
Annonaceae	<i>Oxandra espintana</i>	Carahuasca	1.62	0.38	0.623	2.62
Fabaceae	<i>Albizia sp.</i>	LLanapachaco	1.66	0.38	0.546	2.59
Fabaceae	<i>Platymiscium stipulare</i>	-	0.92	1.15	0.454	2.52
Malvaceae	<i>Guazuma crinita</i>	Bolaina blanca	0.79	1.53	0.164	2.48
Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i>	Almendro	0.92	0.38	1.057	2.36
Sapotaceae	<i>Pouteria baehniiana</i>	Caimitillo	0.65	0.76	0.878	2.29
Annonaceae	<i>Annona edulis.</i>	Anonilla	0.37	1.53	0.369	2.27
Urticaceae	<i>Pourouma guianensis</i>	Uvilla	0.92	0.38	0.946	2.25
Apocynaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Lagarto caspi	0.65	0.38	1.108	2.14
Fabaceae	<i>Schizolobium amazonicum</i>	Pachaco	0.46	1.15	0.452	2.06
Moraceae	<i>Brosimum sp1.</i>	Purma caspi	0.74	0.76	0.544	2.05
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Huarumbo	0.51	1.15	0.352	2.01
Moraceae	<i>Batocarpus amazonicus.</i>	Mashonaste negro	0.46	0.76	0.681	1.91
Clusiaceae	<i>Mucoa sp.</i>	-	0.55	0.38	0.881	1.82
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	Caimitillo	0.65	0.38	0.781	1.81
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Palta	0.65	0.76	0.389	1.80
Malvaceae	<i>Ceiba samauma</i>	Huimba negra	0.23	0.38	1.093	1.71
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	0.97	0.38	0.317	1.67
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	Tangarana	0.83	0.76	0.059	1.65
Myrtaceae	<i>Calyptanthus sp.</i>	-	0.83	0.38	0.432	1.65
Melastomataceae	<i>Miconia sp1.</i>	Rifari	0.51	0.76	0.336	1.61
Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Amasisa	0.42	0.76	0.408	1.59
Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>	Catahua	0.28	1.15	0.105	1.53
Araliaceae	<i>Schefflera ulei</i>	Tumamaque	0.65	0.38	0.478	1.51
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	-	0.60	0.76	0.118	1.48
Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i>	Shaina	0.42	0.76	0.252	1.43
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Oje	0.46	0.76	0.205	1.43
Moraceae	<i>Ficus popenoei</i>	Renaco	0.28	0.76	0.361	1.40

Familia	Especie	Nombre común	AR	FR	DR	IVI
Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i>	Uvilla	0.65	0.38	0.354	1.38
Fabaceae	<i>Zygia sp.</i>	-	0.37	0.76	0.212	1.34
Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i>	Yerba Santa	0.74	0.38	0.209	1.33
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	-	0.37	0.76	0.175	1.31
Malvaceae	<i>Ceiba insignis</i>	Huimba negra	0.46	0.38	0.421	1.26
Polygonaceae	<i>Coccoloba sp.</i>	-	0.28	0.76	0.205	1.25
Meliaceae	<i>Trichilia maynasiana</i>	Uchumullaca	0.32	0.76	0.073	1.16
Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i>	-	0.55	0.38	0.194	1.13
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Topa	0.18	0.76	0.145	1.09
Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i>	-	0.32	0.38	0.364	1.07
Sapindaceae	<i>Allophylus sp.</i>	Guapina	0.18	0.76	0.110	1.06
Moraceae	<i>Ficus sp2.</i>	-	0.18	0.76	0.076	1.02
Malvaceae	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	Topa blanca	0.23	0.76	0.030	1.02
Lauraceae	<i>Ocotea sp2.</i>	Moena	0.37	0.38	0.259	1.01
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i>	Yacushapana	0.60	0.38	0.021	1.00
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i>	Chimicua	0.18	0.76	0.030	0.98
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i>	Cachimbo	0.09	0.38	0.497	0.97
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	0.28	0.38	0.276	0.93
Euphorbiaceae	<i>Croton matourensis</i>	Auca atadijo	0.09	0.38	0.441	0.92
Annonaceae	<i>Guatteria punctata</i>	Carahuasca	0.28	0.38	0.192	0.85
Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Capirona	0.37	0.38	0.090	0.84
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	-	0.09	0.38	0.334	0.81
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	Chimicua	0.28	0.38	0.118	0.78
Bignoniaceae	<i>Tabebuia billbergii</i>	Tahuari	0.18	0.38	0.167	0.73
Cactaceae	<i>Calymmanthium fertile</i>	-	0.28	0.38	0.049	0.71
Lauraceae	<i>Beilschmiedia latifolia.</i>	Moena	0.18	0.38	0.132	0.70
Melastomataceae	<i>Miconia arborea</i>	Cascarilla	0.18	0.38	0.118	0.68
Moraceae	<i>Castilla ulei</i>	Caucho	0.18	0.38	0.110	0.68
Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i>	Cumala	0.18	0.38	0.107	0.67
Chrysobalanaceae	<i>Hyrtella sp.</i>	Apacharama	0.18	0.38	0.100	0.67
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis.</i>	-	0.18	0.38	0.099	0.67
Rhizophoraceae	<i>Sterigma petalum obovatum</i>	-	0.18	0.38	0.093	0.66
Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Uvilla	0.18	0.38	0.073	0.64
Primulaceae	<i>Cybianthus sp.</i>	Lanche tutuporoto	0.18	0.38	0.055	0.62
Annonaceae	<i>Crematosperma sp. 1</i>	-	0.09	0.38	0.119	0.59
Simaroubaceae	<i>Simaba orinocensis</i>	-	0.09	0.38	0.119	0.59
Fabaceae	<i>Inga tocachiana</i>	Shimbillo	0.09	0.38	0.102	0.58
Fabaceae	<i>Andira surinamensis.</i>	-	0.09	0.38	0.087	0.56
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Marupa	0.09	0.38	0.080	0.55
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	Huamanzamana	0.09	0.38	0.073	0.55
Moraceae	<i>Helicostilis sp.</i>	-	0.09	0.38	0.073	0.55
Fabaceae	<i>Inga sp4.</i>	Shimbillo	0.09	0.38	0.055	0.53
Malvaceae	<i>Theobroma bicolor</i>	-	0.09	0.38	0.055	0.53
Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	Caimitillo	0.09	0.38	0.055	0.53
Melastomataceae	<i>Miconia sp2.</i>	-	0.09	0.38	0.055	0.53
Rubiaceae	<i>Guettarda aromatica</i>	-	0.09	0.38	0.039	0.51
Fabaceae	<i>Inga laurina</i>	-	0.09	0.38	0.038	0.51
Fabaceae	<i>Parkia sp.</i>	Pashaca colorada	0.09	0.38	0.034	0.51
Salicaceae	<i>Casearia sp.</i>	-	0.09	0.38	0.030	0.50

Familia	Especie	Nombre común	AR	FR	DR	IVI
Achariaceae	<i>Mayna odorata</i>	-	0.09	0.38	0.026	0.50
Phyllantaceae	<i>Richeria grandis</i>	-	0.09	0.38	0.019	0.49
Fabaceae	<i>Clitoria sp.</i>	-	0.05	0.38	0.063	0.49

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Leyenda: AR, Abundancia relativa. FR, Frecuencia relativa. DR, Dominancia relativa. IVI, Índice de Valor de importancia.

4.2.5.3.5.7 Volumen maderable

Como parte del resultado del inventario forestal realizado al área de estudio se obtuvo el potencial forestal. Para establecer las categorías de las formaciones vegetales en función a los volúmenes obtenidos del inventario forestal, se utilizó la categorización del ONERN (1987).

Tabla 4.2- 77: Categorización del potencial maderable

Categoría	Potencial	Volumen (m³/Ha)
I	Excelente	> 150
II	Muy bueno	120 - 150
III	Bueno	90 - 120
IV	Regular	60 - 90
V	Pobre	< 60

Fuente: ONERN (1987)

Los resultados obtenidos sobre la base de especies para aprovechamiento forestal, presenta volúmenes de madera aprovechable, registrando 54.0 m³/ha de madera en pie en el Bosques de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bm-bma) y 46.69 m³/ha de madera en pie en las Áreas de cultivo (Agro), en ambos casos se encuentran en la Categoría IV como un bosque regular. La unidad de Vegetación secundaria y Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa) registra un potencial pobre, debido a la presencia de especies no maderables, como el café, cacao, plátano, entre otros.

Tabla 4.2- 78: Potencial maderable por unidad de vegetación

Unidad de vegetación	Símbolo	Variable	Volumen maderable (m³/ha)
Bosques de montañas bajas con árboles medianos del Mayo.	Bm-bma	N	78.87
		AB (m²)	54.00
		Vc (m³)	18.69
Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos.	Cmsa	N	7.00
		AB (m²)	1.15
		Vc (m³)	1.95
Áreas agrícolas	Agro	N	49.2
		AB (m²)	46.69
		Vc (m³)	19.56
Vegetación secundaria	Vs	N	9.13
		AB (m²)	1.98
		Vc (m³)	0.45

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Leyenda: N = Abundancia. AB = Área Basal. V = Volumen

4.2.5.3.5.7.1 Forma de crecimiento

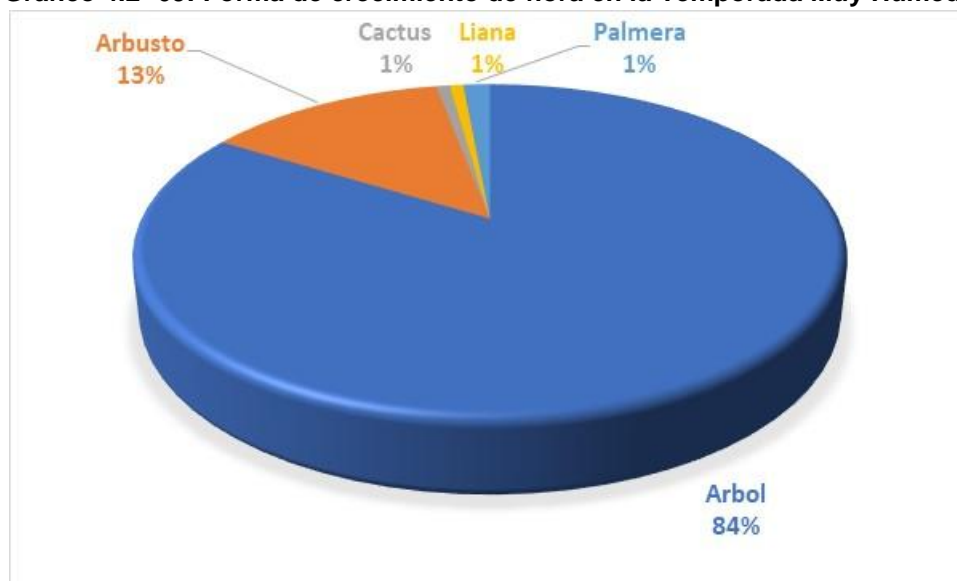
Del total de individuos los árboles son los que presentan un mayor porcentaje tanto para la temporada muy húmeda (84.0%) y húmeda (84.0 %) seguido por las especies de crecimiento arbustivo con 13.0% para cada temporada, respectivamente. Las lianas presentaron un 1.0% de representatividad, asimismo, las palmeras presentan una baja proporción; 1.0% para cada periodo de evaluación. En general el área de evaluación esta caracterizado por arboles.

Tabla 4.2- 79: Forma de crecimiento de los recursos forestales por periodo de evaluación

Habito	Temporada Muy Húmeda		Temporada Húmeda	
	Especies	Abundancia	Especies	Abundancia
Árbol	114	866	115	895
Arbusto	18	153	18	210
Cactus	1	2	1	4
Liana	1	1	1	4
Palmera	2	11	2	17

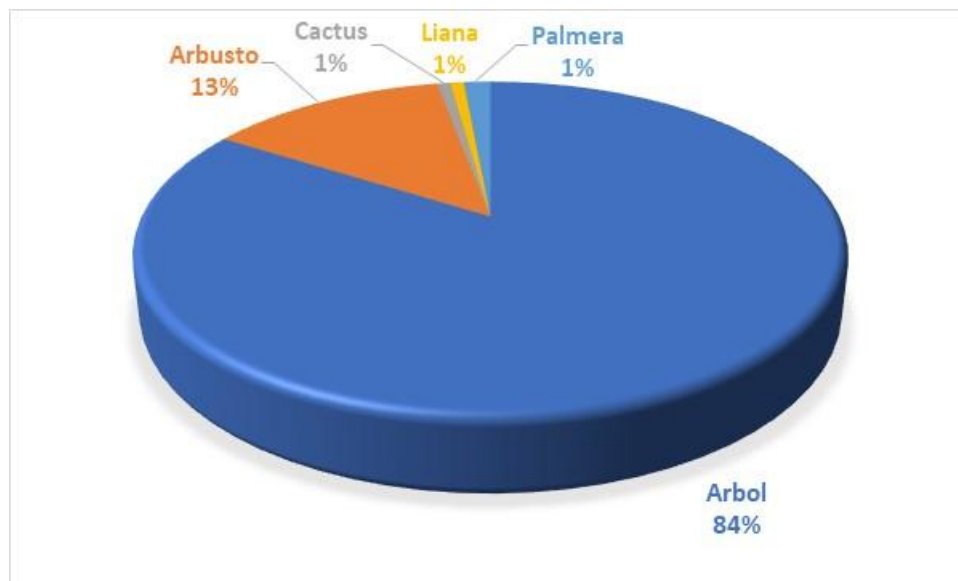
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 69: Forma de crecimiento de flora en la Temporada Muy Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 70: Forma de crecimiento de flora en la Temporada Húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.5.7.2 Fenología

La fenología del recurso forestal para ambas temporadas muestra una variación según el periodo de evaluación, con mayores porcentajes de especies en estado vegetativo durante la temporada muy húmeda (96.0%) que en la temporada húmeda (79.0%). Un patron similar, se registra para las plantas en flor para ambas temporadas con 1.0% (temporada muy húmeda) y 9.0% (temporada húmeda).

En los bosques tropicales numerosas especies producen continuamente flores, frutos y hojas nuevas, por tanto, la fenología de las especies vegetales se debe a adaptaciones bióticas y factores abióticos (Van Shaik et al., 1993), en el caso de las adaptaciones, implica que las numerosas especies sincronizan su actividad fenológica para reducir la predación; sin embargo, el factor climático juega con seguridad un importante rol en los cambios de estadios fenológicos en la Amazonia

Tabla 4.2- 80: Fenologia de flora por periodo de evaluación

Temporada	Floración	Fructificación	Vegetativo	Total
Temporada Muy Húmeda	1	4	133	138
Temporada Húmeda	12	17	111	140

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.5.8 Regeneracion Natural

Se refiere a la renovación de la vegetación mediante semillas no plantadas u otros métodos vegetativos (Ford-Robertson 1971). Para Roller (1971), se entiende por regeneración natural al conjunto de regeneración preexistente sin intervenciones silviculturales, como también al conjunto de procesos mediante los cuales el bosque se restablece por medios naturales.

Para el levantamiento de informacion acerca de la regeneración en el área del proyecto, se han considerado a aquellos árboles menores a 10 cm. de DAP, los cuales tienen la siguiente condición de Latizales o Briznales.

En el área del proyecto, se reportan en total 478 individuos de regeneración natural distribuidos en 61 especies, 15 ordenes y 28 familias botánicas.

Tabla 4.2- 81: Especies reportadas en regeneración natural de la flora

Orden	Familia	Especie	Nombre común	TMH	TH	Total
Arecales	Arecaceae			8	15	23
Dioscoreales	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea sp.</i>	Espina de cristo	1	4	5
Pandales	Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i>	Palmicha	2	1	3
Caryophylliales	Cactaceae	<i>Calymmanthium fertile</i>	-	1	3	4
Caryophylliales	Nyctaginaceae	<i>Neea sp.</i>	-	1	3	4
Caryophylliales	Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	Tangarana	2	5	7
Ericales	Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i>	Quinilla	4	9	13
Ericales	Sapotaceae	<i>Micropholis sp.</i>	-	1	2	3
Fabales	Fabaceae	<i>Acacia lorentensis</i>	Pashaco	3	7	10
Fabales	Fabaceae	<i>Bahuinia sp.</i>	Pata de vaca	2	5	7
Fabales	Fabaceae	<i>Clavija longifolia</i>	-	1	3	4
Fabales	Fabaceae	<i>Enterolobium sp.</i>	-	1	1	2
Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina ulei</i>	Amasisa	1	1	2
Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp1.</i>	Shimbillo	1	1	2
Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp2.</i>	Shimbillo	1	2	3
Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp3.</i>	Shimbillo	1	2	3
Fabales	Fabaceae	<i>Neltuma sp.</i>	-	8	8	16
Fabales	Fabaceae	<i>Platymiscium stipulare</i>	-	1	3	4
Fabales	Fabaceae	<i>Senna obtusifolia</i>	Retama	1	2	3
Laurales	Lauraceae	<i>Ocotea sp1.</i>	Moena	2	3	5
Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona edulis.</i>	Anonilla	1	1	2
Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona mucosa.</i>	Anona	1	1	2
Magnoliales	Annonaceae	<i>Oxandra espintana</i>	Carahuasca	2	5	7
Magnoliales	Annonaceae	<i>Xylopia peruviana</i>	-	1	1	2
Malpighiales	Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	-	2	3	5
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Capparicordis crotonoides</i>	-	11	11	22
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>	Catahua	2	3	5
Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Byrsonima sp.</i>	-	3	2	5
Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma crinita</i>	Bolaina blanca	3	9	12
Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bolaina negra	2	2	4
Malvales	Malvaceae	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	Topa blanca	1	2	3
Malvales	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Topa	1	1	2
Malvales	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	-	5	5	10
Myrtales	Combretaceae	<i>Combretum sp.</i>	-	14	14	28
Myrtales	Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i>	Yacushapana	1	5	6
Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia sp1.</i>	Rifari	1	2	3
Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcia sp.</i>	-	2	4	6
Myrtales	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	1	1	2

Orden	Familia	Especie	Nombre común	TMH	TH	Total
Piperales	Piperaceae	<i>Piper peltatum</i>	Santa maria	2	2	4
Piperales	Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	Matico	9	52	61
Rosales	Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	-	2	4	6
Rosales	Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Atadijo	10	12	22
Rosales	Moraceae	<i>Brosimum sp1.</i>	Purma caspi	1	1	2
Rosales	Moraceae	<i>Brosimum sp2.</i>	-	1	1	2
Rosales	Moraceae	<i>Ficus sp1.</i>	-	2	2	4
Rosales	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Insira	4	13	17
Rosales	Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i>	Chimicua	1	1	2
Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i>	Cetico	1	1	2
Rosales	Urticaceae	<i>Ureia caracasana</i>	Ishanga	6	15	21
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	6	6	12
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Schinopsis peruviana</i>	-	4	8	12
Sapindales	Burceraceae	<i>Protium nodulosum</i>	Copal	4	10	14
Sapindales	Meliaceae	<i>Cedrela sp.</i>	Cedro	3	4	7
Sapindales	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Requia	1	2	3
Sapindales	Meliaceae	<i>Guarea sp.</i>	-	1	3	4
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	-	1	2	3
Sapindales	Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Hualaja	1	1	2
Sapindales	Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Hualaja	3	3	6
Sapindales	Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i>	-	1	3	4
Solanales	Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i>	Yerba Santa	5	5	10
Solanales	Solanaceae	<i>Solanum grandiflorum</i>	Siucahuito	3	6	9

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.2.5.3.5.9 Especies en categorías de conservación nacional y/o internacional

Especies protegidas por la legislación nacional (D.S. N° 043-2006-AG)

Se registraron tres (03) especies protegidas por la legislación nacional, de acuerdo al Decreto Supremo N° 043-2006-AG). Dichas especies deben ser tomadas en cuenta para su protección y establecer medidas de protección dentro de los planes de manejo ambiental.

Especies protegidas a nivel internacional

Se realizó una revisión de las listas de especies categorizadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2024-2) y de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestre (CITES, 2024). Se registraron cuatro (04) 2 especies forestales en categoría de conservación internacional.

La especie categorizada por la UICN como vulnerables (VU) es el “cedro” (*Cedrela odorata*). El “cedro” (*Cedrela odorata*) también está ubicado dentro del Apéndice III de la CITES.

Especies endémicas

Las especies endémicas son todas aquellas que viven en una única área restringida y no pueden ser encontradas en otro lugar. Durante la evaluación del área, fue registrada una especie de distribución restringida, el *Astrocaryum murumuru*.

Es una especie de la familia Arecaceae, palmera de tallo multicaule, es considerado endémica y se localiza en San Martín y Loreto. Esta especie es considerada dentro de la categoría de conservación nacional como casi amenazado (Nt), tienen un fruto parecido al coco que se come crudo o asado, siendo muy agradable.

Tabla 4.2- 82: Especies protegidas del recurso forestal según norma nacional e internacional

Familia	Especie	Nombre Común	D.S N° 043-2006-AG	IUCN 2024-2)	CITES (2024)	Endemismo (Libro Rojo)
Arecaceae	<i>Astrocaryum murumuru</i>	-	NT	-	-	SM LO
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	-	DD	-	-
Fabaceae	<i>Clavija longifolia</i>	-	-	NT	-	-
Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i>	Quinilla	VU	-	-	-
Sapindales	<i>Schinopsis peruviana</i>	-	-	EN	-	-
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	VU	VU	II	-

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.3.5.9.1 Especies raras y/o nuevas

No se reportó especies nuevas en el área de estudio. Todas las especies reportadas se consideran comunes y frecuentes para el área de estudio.

4.2.5.3.5.9.2 Uso de especies

Los usos más comunes de las especies forestales maderables son como madera (29 especies), construcción (2 especies) y leña (1 especie).

Tabla 4.2- 83: Especies forestales de uso maderable en el área de estudio

Familia	Especie	Nombre común	Agro	Bmb-am	Vs	Uso
Araliaceae	<i>Schefflera ulei</i>	Tumamaque	-	x	-	Maderable
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i>	Cachimbo	x	-	-	Maderable
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	Caimitillo	-	x	-	Maderable
Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i>	Quinilla	-	x	x	Maderable
Sapotaceae	<i>Pouteria baehniiana</i>	Caimitillo	-	x	-	Maderable
Fabaceae	<i>Parkia sp.</i>	Pashaca colorada	x	-	-	Maderable
Fabaceae	<i>Tachigali formicarum</i>	Ucshaquiro	-	x	-	Maderable
Apocynaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Lagarto caspi	-	x	-	Maderable
Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Capirona	x	-	-	Maderable
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	Huamanzamana	-	x	-	Maderable
Lauraceae	<i>Beilschmiedia latifolia</i>	Moena	-	x	-	Maderable

Familia	Especie	Nombre común	Agro	Bmb-am	Vs	Uso
Lauraceae	<i>Ocotea sp1.</i>	Moena	x	x	-	Maderable
Lauraceae	<i>Ocotea sp2.</i>	Moena	-	x	-	Maderable
Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i>	Cumala	-	x	-	Maderable
Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i>	Almendro	-	x	-	Maderable
Euphorbiaceae	<i>Croton matourensis</i>	Auca atadijo	-	x	-	Maderable
Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>	Catahua	x	-	-	Maderable
Rhizophoraceae	<i>Sterigma petalum obovatum</i>	-	-	x	-	Maderable
Malvaceae	<i>Guazuma crinita</i>	Bolaina blanca	x	-	x	Maderable
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bolaina negra	x	x	x	Maderable
Alzateaceae	<i>Alzatea verticillata subsp. verticillata</i>	-	-	x	-	Maderable
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i>	Yacushapana	x	-	-	Maderable
Moraceae	<i>Brosimum utile subsp. ovatifolium</i>	Panguana	-	x	-	Maderable
Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i>	Shaina	x	-	-	Maderable
Burceraceae	<i>Protium nodulosum</i>	Copal	x	x	-	Maderable
Meliaceae	<i>Cedrela sp.</i>	Cedro	x	-	-	Maderable
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Requia	x	x	-	Maderable
Meliaceae	<i>Guarea sp.</i>	-	-	x	-	Maderable
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Marupa	-	x	-	Maderable
Arecaceae	<i>Attalea sp.</i>	-	-	x	-	Construcción
Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i>	Palmicha	x	-	-	Construcción
Fabaceae	<i>Albizia sp.</i>	LLanapachaco	x	-	-	Leña

Legenda: Bosques de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-am); Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos. (Cmsa); Área de cultivo (Agro); Área de cultivos agroforestales (Agro-fo); Pumas o vegetación secundaria (Vs).

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.2.5.3.5.9.3 Especies claves

En la amazonia las especies vegetales juegan un papel ecológico importante ya que sirven como refugio y alimento para la fauna en general. Para su selección se usaron los criterios de Irma Franke (2014).

Se identificaron 07 especies claves, destacándose la presencia de “cedro” *Cedrela fissilis* en proceso de regeneración. Se priorizaron los árboles como elementos predominantes de las unidades de vegetación.

Tabla 4.2- 84: Especies claves de flora identificadas en el área de estudio

Especie	Nombre común	Sensibilidad	Frecuencia	Especialización al habitat
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Indano	M	R	2
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	A	U	1
<i>Ceiba samauma</i>	Huimba negra	M	U	1
<i>Celtis iguanaea</i>	--	A	U	2
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bolaina negra	M	F	3
<i>Handroanthus guayacan</i>	-	M	R	2
<i>Manilkara bidentata</i>	-	M	R	2

Elaborado or: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Donde:

Sensibilidad: M=Media, A=Alta.

Frecuencia: F=Relativamente común (> 50%), U=Poco común (11% a 49%), R=Rara (< 10%).
Hábitat: Número de unidades de vegetación en que habita las especies. (Stotz et al. 1996).

4.2.5.4 Fauna terrestre

4.2.5.4.1 Metodología de evaluación

4.2.5.4.1.1 Evaluación de aves (Avifauna)

Puntos de Conteo (PC)

Se utilizó el método de censado mediante Puntos de Conteo (PC) (Ralph et al., 1996; Bibby et al., 1993). Este método consiste en que el observador permanece en un punto fijo y toma nota de todas las aves vistas u oídas en un tiempo determinado. Este constituye un método que permite medir abundancia relativa de las especies eficientemente, permite además detectar a especies crípticas y a su vez permite relacionar la presencia de las especies con los hábitats (Bibby et al., 1993).

Cada punto de conteo visual/auditivo tiene un tiempo de 10 minutos. Antes de evaluar se dejó transcurrir un minuto luego de la llegada del observador al lugar a ser evaluado para que cese el disturbio que originó y poder detectar a las aves presentes durante el tiempo de conteo.

Se establecieron 20 Puntos de Conteo (PC), en cada estación de muestreo con una separación de 200 m entre cada uno; para tal fin se utilizó una cámara semiprofesional y un par de binoculares, el horario de evaluación fue entre las 07:00 -10:00 hrs y las 15:00 -18:00 hrs.

Evaluación de la especie *Herpsilochmus parkeri*

En las estaciones de muestreo FLFA-01 y FLFA-02 se realizaron 2 transectos de puntos de conteo adicional con los mismos parámetros 20 puntos de conteo separados por 200 metros y con horario de evaluación entre las 07:00 -10:00 hrs y las 15:00 -18:00 hrs. Estas estaciones se encuentran dentro del hábitat crítico Rumiyacu Mishquiyacu y servirán para darle énfasis a la búsqueda de la especie *Herpsilochmus parkeri* "Hormiguerito de garganta ceniza".

Transectos con redes de niebla

Se instalaron 10 redes de neblina de 12 m x 2.5 m en las estaciones que presentan formación boscosa (FLFA-01, FLFA-02, FLFA-04, FLFA-05, FLFA-06, FLFA-07, FLFA-08, FLFA-09 y FLFA-10), con una separación promedio de 20 m entre una y otra (tomando en cuenta el punto medio de cada red de niebla). Se establecieron 2 transectos de 5 redes de neblina por cada estación de muestreo. Los transectos estuvieron dispuestos en sitios representativos, de la topografía y vegetación, procurando se encuentren separados al menos unos 200 m. En horarios de evaluación de 07:00 -10:00 hrs y las 15:00 -18:00

Conteo Directo

Para la evaluación de aves acuáticas se empleó el método de conteo directo, para especies que son fácilmente detectables, con distribución agregada y en hábitats abiertos en los que hay buena visibilidad, en el inventario, primero se identifica la especie, el número y distribución de grupos, y posteriormente se cuenta el número de individuos dentro de cada grupo. Este método cuenta todas las especies en una colonia de anidamiento, o en hábitats acuáticos asumiendo que los individuos presentes pertenecen a una población por lo que se considera un método directo. La evaluación se realizó en las estaciones FLFA-03-AC, FLFA-09-AC FLFA-10-AC (laguna Ricuricocha) y FLFA-11-AC, entre las 7:00 a 16:00 hrs., cuyo esfuerzo de muestreo fue de un censo de 30 min. con el fin de registrar a la avifauna acuática.

Registros oportunos

Estas observaciones se realizaron sin ningún orden, tiempo, distancia o cualquier otro tipo de parámetro durante diferentes horas de la mañana y de la tarde, después de haber realizado los censos por PC. Estos avistamientos dan información cualitativa para complementar la lista de especies de avifauna.

Determinación taxonómica

Para la determinación taxonómica, la sistemática y nomenclatura, así como los nombres comunes se basó en la información actualizada de la lista de Plenge (noviembre, 2023) y en Schulemberg et ál. (2010). También se consultó la referencia de Birds of the High Andes (Fjeldsa & Krabbe, 1990). Para el ordenamiento taxonómico se siguió el South American Classification Committee (SACC).

4.2.5.4.1.2 Evaluación de mamíferos (Mastofauna)

- **Mamíferos Mayores**

Para el muestreo de mamíferos mayores se empleó la metodología de recorrido de transectos lineales, complementado con el uso de entrevistas no estructuradas.

Recorrido de Transectos Lineales (RTL)

Se realizaron caminatas georreferenciadas de 2 km de longitud en promedio (MINAM, 2015) en las cercanías de cada una de las estaciones de muestreo. Durante los recorridos se realizaron avistamientos (registros directos), empleando binoculares 10x50 y se realizó la inspección del terreno en busca de indicios (pelos, huellas, dormideros, restos alimenticios), que aporten datos sobre la presencia de especies crípticas (Cossíos et. al, 2007). Puesto que gran parte de este grupo de mamíferos son animales terrestres de comportamiento tímido, presentes en baja densidad y por lo general se desplazan de forma solitaria o en grupos reducidos (Tellería, 1986). Los recorridos se realizaron entre las 06:00 y las 10:00 horas con repetición de evaluación nocturna entre 18:00 y 22:00. El esfuerzo de muestreo por estación fue de 2 transectos de 2 km, separados por 500m, con repetición nocturna.

También se incluyeron los registros indirectos y cuyo registro demuestre la presencia de estas especies de la zona de estudio en forma regular como: huellas, comederos, bañaderos, olores, heces, pelos, excavaciones, madrigueras y otros rastros que son

característicos y reconocidas por los pobladores locales (Rumiz et al., 1998), que se obtuvieron durante las caminatas y desplazamientos en la zona de estudio.

Evaluación de la especie *Callicebus oenanthe*

Con el fin de determinar la presencia de la especie *Callicebus oenanthe* “Tocón del río Mayo” (A.J. Bóveda-Penalba et al 2009), debido a su importancia como especie amenazada y reportada para el hábitat crítico de Rumiyacu Mishquiyacu, y de acuerdo a su distribución, esta especie tiene un hábitat fragmentado más amplio de lo que se reporta que originalmente es restringida al valle de Alto Mayo pero también hasta Bajo Mayo y Huallaga por lo tanto se evaluaron 2 transectos lineales separados por 500 m. por estación de muestreo evaluación entre las 06:00 y las 10:00 horas (Lopez 2019). En donde se realizaron registros de número de individuos, sexo, georreferenciación y actividad realizada. También al identificarse fecas de la especie, éstas fueron colectadas.

Entrevistas No Estructuradas

A fin de complementar la información obtenida en campo durante la evaluación de las estaciones de muestreo, haciendo uso de guías ilustradas de los mamíferos mayores reportados para la región, se realizaron entrevistas no estructuradas a algunos pobladores de comunidades locales, para recabar información sobre la presencia/ausencia de las especies observadas en las guías ilustradas, la abundancia de la especie en el ámbito territorial evaluado, y el uso que los pobladores de las diferentes locaciones.

- **Mamíferos menores terrestres**

Trampas de captura viva

Se empleó el método de Trampas de captura viva (Wilson et al., 1996; Barnett y Dutton, 1995). Consiste en instalar o mantener activo cada día un transecto con 30 estaciones de trampas Sherman dobles (60 trampas), separadas entre ellas cada 10 o 15 m aproximadamente, a lo largo de una distancia mínima de 300 m durante la instalación del transecto (Pacheco et al., 2007, 2011; Jones et al., 1996). Se utilizó un cebo basado Mantequilla de maní, avena, alpiste, pan, cereales, yuca cocida, miel, frutas propias de la zona, colocándolas por cada punto de evaluación, o con cierta vegetación (MINAM, 2015). Adicionalmente se instalaron trampas Tomahawk intercaladas con las trampas Sherman, en un número de 10 trampas por estación de muestreo. Se utilizó un cebo basado en sardina enlatada, carne fresca o enlatada, frutas propias de la zona. Ambos tipos de trampas permanecieron activas durante una noche (24 hrs). El esfuerzo de muestreo total fue de 720 trampas Sherman y 120 Trampas Tomahawk.

- **Mamíferos menores voladores**

Para el muestreo de mamíferos menores voladores se empleó la metodología de transectos con redes de niebla (MINAM, 2015).

Transectos con redes de niebla

Se instalaron 10 redes de neblina de 12 m × 2.5 m por noche en cada estación de muestreo con una separación promedio de 20 m entre una y otra (tomando en cuenta el punto medio de cada red de niebla). Se establecieron 2 transectos de 5 redes de neblina por cada estación de muestreo. Los transectos estuvieron dispuestos en sitios representativos, de la topografía y vegetación, procurando se encontrarán separados al menos unos 200 m.

La captura se realizó durante la actividad de forrajeo de los murciélagos (Jones et al., 1996), por ello, las redes se instalaron entre las 17:30 y 18:00 horas para capturar aquellas especies que inician su actividad antes de la puesta de sol. El tiempo de revisión de las redes no fue mayor a los 30 minutos (Kunz et al., 2009) y fue realizado por al menos dos personas para evitar el daño a las redes y el estrés en los animales agilizando el retirado de los murciélagos (Aguirre, 2007). Debido a que las especies presentan picos de actividad en distintos horarios, la redes se mantuvieron aperturadas hasta las 00:00 hrs.

Determinación taxonómica

En cuanto a los mamíferos, el ordenamiento de las categorías taxonómicas se realizó de acuerdo con Pacheco et al. (2021). Lista actualizada de la diversidad de los mamíferos del Perú y una propuesta para su actualización.

4.2.5.4.1.3 Evaluación de anfibios y reptiles (Herpetofauna)

Búsqueda por encuentro visual (VES)

Para el registro de reptiles y anfibios se empleó el Método por Encuentro Visual o VES (Visual Encounter Surveys), usado para determinar la riqueza de especies en un área en particular (Crump and Scott, 1994). Se estandarizaron los tiempos de búsqueda en VES de 0.5 hrs de búsqueda intensiva, con especial atención a los posibles microhábitats de reptiles y anfibios (sotobosque, riberas, orillas, etc.).

El esfuerzo de muestreo fue de 08 VES (04 diurnos y 04 nocturnos), separados por mínimo de 50 metros, por cada estación de muestreo y el horario de evaluación fue diurno entre las 7:00 – 13:00 hrs, por ser éste el período más propicio para el registro de reptiles y nocturno entre las 19:00 a 21:00 hrs para el registro de especies de anfibios, siendo éstas, las horas más propicias, donde se percibe mayor actividad. Se tomaron datos de hora de inicio y término, ubicación con coordenadas geográficas y altitud.

Transecto de Banda Fija (TBF)

Los transectos son idealmente rectos y establecidos 24 horas antes del primer día de inventario. El tiempo de muestreo oscila entre 30 a 45 minutos (horas/ hombre). Los transectos estuvieron dispuestos de forma perpendicular y alejada entre 5 y 10 m del acceso, camino o trocha de desplazamiento generado por el equipo de avanzada (Córdova et al., 2009; Lips et al., 2001). Estuvieron espaciados unos de otros entre 50 y 250 metros.

Mediante esta técnica se realizaron recorridos efectuando búsquedas minuciosas a una velocidad constante contabilizan los anfibios y reptiles registrados en forma visual y

auditiva (Jaeger, 2001). El mismo transecto se evaluó de día y de noche. Se establecieron 3 TBF en cada estación de muestreo que según evaluaciones de imagen satelital presentan formación boscosa (FLFA-01, FLFA-02, FLFA-04, FLFA-05, FLFA-06, FLFA-07, FLFA-08, FLFA-09 y FLFA-10)

Busqueda intensiva

Se realizó la metodología búsqueda intensiva, en horario nocturno 19:00 a 21:00 en las estaciones FLFA-03AC, FLFA-09-AC, FLFA-10-AC y FLFA-11-AC durante una (01) hora por estación de muestreo, con la finalidad de poder registrar las especies de anfibios, se detallaron hallazgos de las especies críticas *Hyloxalus azureiventris* "Rana venenosa azul cielo" y *Rulyrana saxiscandens* "Rana de Tarapoto" que se encuentran en protección nacional e internacional, lo que permitió recopilar información cualitativa y de distribución se realizó efectuando búsquedas minuciosas de forma visual y auditiva y en búsqueda de puesta de huevos en bromelaceas (Kneller and Henle 1985; Icochea et al. 2011)

Registros oportunistas

Se efectuaron búsquedas oportunistas, las cuales consistieron en registrar individuos de anfibios y reptiles, pero sin seguir un patrón sistemático de búsqueda. La información recogida de las búsquedas oportunistas fue compilada como información de presencia/ausencia de especies en campo junto con observaciones cualitativas sobre abundancia.

Determinación taxonómica

Para la identificación de los especímenes capturados temporalmente y/o colectados, se utilizaron claves taxonómicas especializadas Carrillo e Icochea, 1995; Dixon y Soini, 1975; Dixon y Soini, 1977; Duellman, 1978, Duellman, 2005; Peters & Donoso Barros, 1970; Peters & Orejas Miranda, 1970; Rodríguez et al., 1993; Rodríguez y Duellman, 1994, tales como claves taxonómicas y comparación de ejemplares con especímenes de la colección científica Herpetológica del Museo de Historia Natural de la UNMSM, entre otros.

Para la nomenclatura y sistema de clasificación de anfibios se utilizó la base de datos de Frost (2020) para anfibios y Uetz et al., (2021) así como las referencias citadas en Amphibian Species of the World 6.1 (<http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>), AmphibiaWeb. 2020. (<http://amphibiaweb.org>) University of California, Berkeley y <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/> del museo de historia natural americano. En el caso de Reptiles las referencias citadas por especie de Uetz, P., Freed, P., Aguilar, R., Reyes, F., Kudera, J. & Hošek, J. (eds.) (2023) The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>.

4.2.5.4.1.4 Evaluación de artrópodos (Entomofauna)

La metodología consiste en la instalación de trampas pasivas tanto cebadas como no cebadas estandarizadas por transecto de 120 metros y unidad de tiempo, en cada una con de las estaciones de muestreo de Fauna terrestre.

La evaluación de artrópodos terrestres está orientada a determinar la composición, abundancia, diversidad, grupos funcionales, especies clave, especies de importancia económica y cultural, entre otras.

Se utilizaron trampas colectoras para insectos, algunas de estas trampas presentaron cebos, tales como fruta fermentada, carne en descomposición y heces, y otras que solo tuvieron solución colectora (mezcla de agua, sal común y detergente). Se rotularon todas las trampas para la ubicación e identificación dentro del bosque.

Las colectas de las muestras se realizaron en una sola etapa, donde se colectó las muestras que cayeron durante un periodo de tiempo determinado y se procedió al levantamiento total de las trampas.

La colecta de las muestras en las trochas se realizó con la ayuda de un cernidor pequeño y, posteriormente, se depositó las muestras cernidas en frascos pequeños de 250 ml de capacidad, los cuales estuvieron rotulados para la selección e identificación en campamento.

La evaluación de insectos se realizó con 3 técnicas de colecta y 6 tipos de capturas que se detallan a continuación:

- **Trampas pasivas cebadas:**

Trampa de pozo de caída cebada (NTP 97, Valencia & Alonso 1997)

Diseñada especialmente para coleccionar la comunidad de artrópodos que son atraídos por el olor que desprende la materia orgánica en descomposición de acuerdo a la naturaleza de origen del cebo permitiendo la clasificación trófica de los artrópodos muestreados; está constituido por un recipiente plástico con tapa, de un litro de capacidad con cuatro aberturas de 3.5 X 4 cm, cerca de la tapa, este recipiente contiene en su interior un vaso pequeño suspendido transversalmente por una pequeña vara de 20 cm de vegetación circundante de fácil acceso en el bosque, este recipiente contiene el cebo o atrayente de aproximadamente 50 gr de peso.

El recipiente mayor u externo contiene como solución colectora a 200 ml de solución saturada de detergente y sal. Estas trampas están estandarizadas y a su vez clasificadas de acuerdo a la naturaleza de su cebo que son los siguientes:

- ✓ Saprotrampa; trampas cuyo cebo está constituido por fruta fermentada (plátano y manzana),
- ✓ Coprotrampa; el cebo está constituido por heces
- ✓ Necrotrampa; el cebo es carne de pollo desmenuzado y en descomposición

Todos estos cebos fueron preparados normalmente con 1 día de anticipación, previo al momento de la instalación de las trampas. Se instalaron 3 trampas de cada tipo de cebo por cada estación de muestreo.

- **Trampas pasivas no cebadas**

Trampas de Intercepción de vuelo

Para aquellos artrópodos voladores que no suelen ser atraídos por el olor de los cebos y que se encuentran desplazándose a baja altura, que al chocar con un obstáculo tienden a caer al suelo. Consiste en un panel de tul color blanco de 2 m de largo por 1.5 m de alto, tensado verticalmente con cuerdas aseguradas a la vegetación circundante, en cuya base longitudinal se coloca sobre el suelo un recipiente rectangular grande de plástico con solución colectora; se colocó una trampa por estación de muestreo, su ubicación fue al inicio del transecto.

Trampas Malaise

Para aquellos artrópodos voladores que al encontrar obstáculos tienden más bien a elevarse. Es un panel similar al anterior, pero al que está adicionado una cubierta a manera de techo inclinado a dos aguas como en una carpa, extendido en sus extremos a manera de paneles transversales y tensados por sus extremos, por lo tanto, la región longitudinal lateral estará abierta. En la mayor elevación del techo, se encuentra conectado por un agujero a un recipiente colector donde se concentran y preservan los artrópodos, conteniendo alcohol al 70%, en una proporción de 200 ml. En la base también se colocan 5 recipientes rectangulares pequeños conteniendo la solución colectora actuando, así como una tercera trampa de interceptación, se instaló una trampa al final de cada transecto, por estación de muestreo.

Trampas de caída o Pitfall

Para artrópodos principalmente caminadores que se encuentran en el piso u hojarasca; son simples vasos descartables que son enterrados en el suelo hasta su embocadura que contienen 200 ml de solución colectora y se instalaron un total de 10 de estas trampas distanciadas en 10 metros por estación de muestreo, estas trampas permiten conocer la abundancia y diversidad de artrópodos terrestres presentes en el área.

Trampa amarilla o Pantraps

Comúnmente denominadas "Trampa de bandeja amarilla", esta técnica es empleada para la colecta de artrópodos que son atraídos ópticamente por el color amarillo intenso que es el color de muchos frutos y flores; consiste en recipientes rectangulares de color amarillo de boca ancha y baja altura (22 x 5 cm), se colocaron en zonas algo despejadas, contienen también la solución colectora. Esta trampa es especial para insectos terrestres voladores y saltadores, tales como formícidos (hormigas) e himenópteros (abejas y avispas). Se instalaron 10 trampas por estación de muestreo distanciadas en 10 metros.

Trampas de interceptación (red entomológica) / Captura Manual

Consistió en atrapar mediante una red de mano aquellos organismos que tienen hábitos preferentemente voladores, tales como Lepidópteros (mariposas). Se realizó un esfuerzo de una hora de muestreo con esta metodología por estación de muestreo.

Determinación taxonómica

La identificación de la artropofauna se realizó en la fase de gabinete, para este propósito se utilizaron claves de identificación taxonómica de Donald & Dwight, 1999 y McGavin, 2000, priorizando los órdenes más sobresalientes en el estudio, tales como Coleóptera e Hymenoptera como indicadores potenciales de perturbación y cambios en la biodiversidad de los ecosistemas.

4.2.5.4.2 Avifauna

Las aves son uno de los grupos idóneos para evaluar en los estudios de evaluación ambiental ya que, al ser fácilmente visibles y reconocibles, permiten acumular mayor cantidad de información sobre su dinámica poblacional. Esto es una herramienta que permite observar cambios de forma temprana que pudieran aparecer en sus poblaciones dentro de una determinada área (BirdLife International, 2022). Por otro lado, dentro de los ecosistemas, las aves cumplen diversos roles biológicos como dispersoras de semillas, aportadores de materia orgánica y se considera, en algunos casos, que son modificadoras del ambiente circundante (Blanco, 1999); de allí su utilidad para emplearlas como especies indicadoras de cambios potenciales en determinado lugar.

Asimismo, la diversidad de aves se encuentra directamente relacionada a la estructura del bosque. La afectación de la vegetación repercute directamente en la población de aves al afectar dos recursos principales, alimento y refugio. Es por ello que las aves son consideradas importantes indicadores de la calidad del ecosistema, al ser sensibles a las alteraciones del ambiente (Rossano Dario, 2017).

Actualmente, el Perú registra 1892 especies válidas, de las cuales 1535 son especies residentes, 117 son consideradas especies endémicas y 138 corresponden a especies migratorias (Plenge, 2024).

4.2.5.4.2.1 Riqueza y abundancia de especies

El análisis de la composición y riqueza consideró a las especies reportadas por registros visuales diurnos, capturas por redes y registros auditivos. En el Anexo 4.2.8-2 se muestra la lista total de avifauna registrada, así como el tipo de registro, para las dos temporadas de evaluación.

Anexo 4.2.8 Base de datos de Flora & Fauna (Anexo 4.2.8-2)

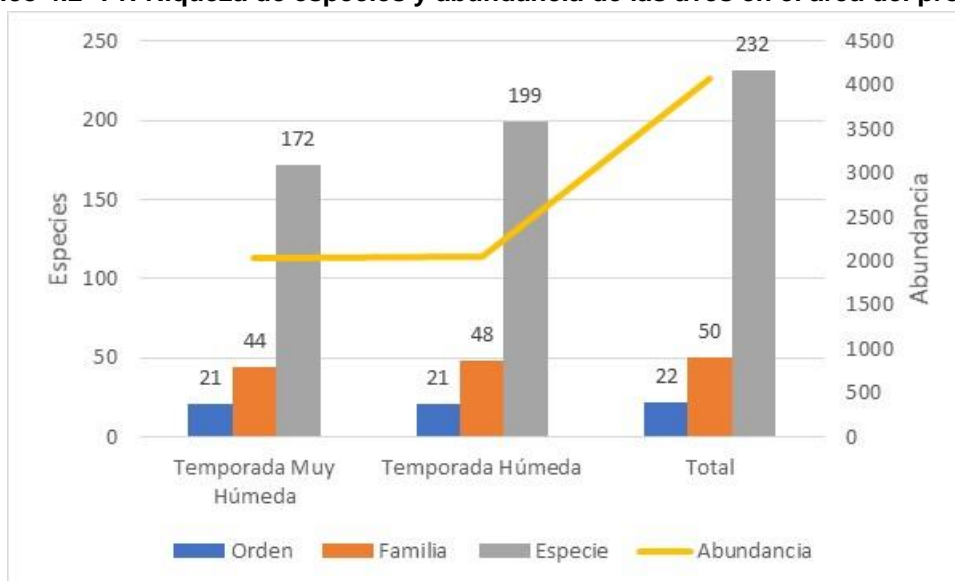
En las evaluaciones de la temporada muy húmeda (TMH) se registró un total de 2034 individuos distribuidos en 172 especies incluidas en 21 órdenes, 44 familias. Mientras que en las evaluaciones de la temporada húmeda (TH) se registró un total de 2052 individuos distribuidos en 199 especies incluidas en 21 órdenes, 48 familias. Entre ambas temporadas de evaluación se reportó un total de 4086 individuos distribuidos en 232 especies incluidas en 22 órdenes y 50 familias.

Tabla 4.2- 85: Riqueza de especies y abundancia de aves por temporada de evaluación

Temporada	Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia
Temporada Muy Húmeda	1	21	44	172	2034
Temporada Húmeda	1	21	48	199	2052
Total	1	22	50	232	4086

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 71: Riqueza de especies y abundancia de las aves en el área del proyecto



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En ambas temporadas de evaluación, el orden de los Passeriformes tuvo la mayor cantidad de registros con un total de 132 especies incluidas en 19 familias (1977 individuos). En la temporada muy húmeda 101 especies incluidas en 21 familias (973 individuos); mientras que en la temporada húmeda se registró un total de 110 especies incluidas en 22 familias (1004 individuos).

Esta abundancia de especies y familias registradas en este orden se debe a que son el grupo más grande y diverso de aves. Las especies que la integran son conocidas como las aves que perchan o passerinos y contiene además a las aves conocidas como aves cantoras. Así, de las más de 10 000 especies de aves existentes en el mundo, la mitad está incluida en este orden. Su distribución es mundial, con representantes en casi todos los continentes excepto en la Antártida y algunas islas oceánicas, llegando a ocupar los más diversos hábitats de los trópicos (Edwards, 1996; Higgins et al. 2001).

Como mencionan Higgins et al. 2001, este orden es considerado extremadamente diverso en cuanto a la forma del cuerpo y plumaje, lo cual se puede constatar en la diversidad de especies registradas en el área de evaluación; presentan variaciones amplias en los grados de maduración de los individuos, también en lo referido al dimorfismo sexual, algunos son monomórficos, otros muestran diferencias en el tamaño, el plumaje o en ambos. Hay pocas características comunes en lo que se refiere a las técnicas de alimentación, el comportamiento alimenticio, su organización social y comportamiento, los tipos de cantos y reproducción debida justamente a la diversidad de especies que la conforman.

Tabla 4.2- 86: Composición taxonómica de la comunidad de aves en el área del proyecto

Orden	Temporada Muy Húmeda		Temporada Húmeda		Total	
	Especies	Abundancia	Especies	Abundancia	Especies	Abundancia
Accipitriformes	2	62	7	57	7	119

Orden	Temporada Muy Húmeda		Temporada Húmeda		Total	
	Especies	Abundancia	Especies	Abundancia	Especies	Abundancia
Anseriformes	1	75	2	92	2	167
Caprimulgiformes	15	69	15	36	20	105
Cathartiformes	2	56	2	48	2	104
Charadriiformes	1	10	4	34	4	44
Columbiformes	7	117	8	198	8	315
Coraciiformes	2	3	4	8	4	11
Cuculiformes	4	93	3	91	4	184
Eurypygiformes	0	0	1	3	1	3
Falconiformes	2	5	3	6	4	11
Galbuliformes	3	15	3	9	4	24
Galliformes	2	28	2	25	2	53
Gruiformes	3	16	4	19	4	35
Opisthocomiformes	1	15	1	19	1	34
Passeriformes	101	973	110	1004	132	1977
Pelecaniformes	5	156	4	34	5	190
Piciformes	9	95	14	92	14	187
Psittaciformes	4	204	5	236	5	440
Strigiformes	3	3	3	11	4	14
Suliformes	1	4	0	0	1	4
Tinamiformes	2	19	2	10	2	29
Trogoniformes	2	16	2	20	2	36
	172	2034	199	2052	232	4086

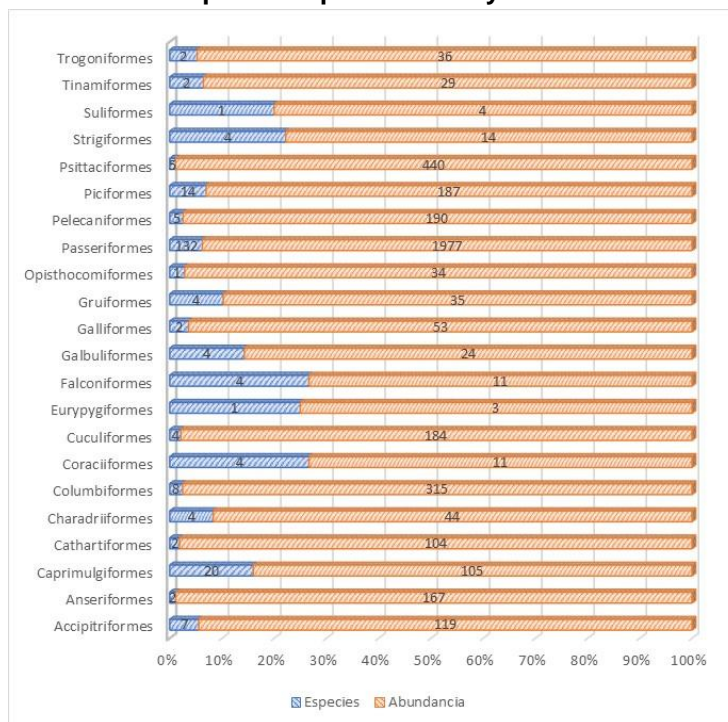
Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los otros Ordenes más representativas en las evaluaciones de la temporada muy húmeda fueron Caprimulgiformes con 15 especies y Piciformes con 9 especies. Para el resto de las familias registradas se obtuvieron valores de entre 1 y 7 especies por familia.

En la evaluación de la temporada húmeda, las Ordenes más representativas fueron nuevamente Caprimulgiformes con 15 especies y Piciformes con 14 especies. Para el resto de las familias registradas se obtuvieron valores de entre 1 y 8 especies por familia.

Las especies que conforman el Orden Caprimulgiformes, son aves nocturnas con alas largas, patas pequeñas y pico corto pero una boca muy ancha que les permite capturar a sus presas, especialmente insectos en vuelo. La mayoría de especies tienen un plumaje críptico, predominantemente marrón, gris y beige, lo que permite que las aves de este grupo permanezcan camufladas durante el día en el suelo o en los árboles.

Gráfico 4.2- 72: Composición por Ordenes y abundancia de las aves



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Finalmente, se presenta la clasificación taxonómica de las especies de aves registradas en las dos temporadas de evaluación.

Tabla 4.2- 87: Especies de aves registradas en el área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	TMH	TH
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albigula</i>	Aguilucho de garganta blanca	-	1
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguilucho de cola fajeada	-	1
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguilucho de cola corta	-	3
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Chondrierax uncinatus</i>	Elanio de pico ganchudo	-	2
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio tijereta	21	8
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguilucho caminero	41	41
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spyzaetus tyrannus</i>	Aguila negra	-	1
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pato-silbón de vientre negro	75	75
Anseriformes	Anatidae	<i>Sarkidiornis sylvicola</i>	Pato crestado	-	17
Caprimulgiformes	Apodidae	<i>Chaetura brachyura</i>	Vencejo de cola corta	16	-
Caprimulgiformes	Apodidae	<i>Panyptila cayennensis</i>	Vencejo tijereta menor	2	-
Caprimulgiformes	Apodidae	<i>Tachornis squamata</i>	Vencejo tijereta de palmeras	6	4
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Hydropsalis climacocerca</i>	Chotacabras de cola escalera	2	-
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Anthracorax nigricollis</i>	Mango de garganta negra	-	1
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Calliphlox amethystina</i>	Estrellita amatista	-	1
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Campylopterus largipennis</i>	Ala-de-sable de pecho gris	3	3
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Chionomesa lactea</i>	Colibrí de pecho zafiro	7	5
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	Esmeralda de cola azul	2	3

Orden	Familia	Especie	Nombre común	TMH	TH
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Chrysura oenone</i>	Zafiro de cola dorada	6	2
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Colibri delphinae</i>	Oreja-violeta parda	-	4
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Florisuga mellivora</i>	Colibrí de nuca blanca	4	1
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Heliodoxa leadbeateri</i>	Brillante de frente violeta	2	-
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Helimaster longirostris</i>	Colibrí de pico largo	3	3
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Lophornis delattrei</i>	Coqueta de cresta rufa	2	-
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis guy</i>	Ermitaño verde	-	1
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis malaris</i>	Ermitaño de pico grande	7	1
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis petrei</i>	Ermitaño del planalto	-	2
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis ruber</i>	Ermitaño rojizo	5	2
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Thalurania furcata</i>	Ninfa de cola ahorquillada	2	3
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de cabeza roja	27	18
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de cabeza negra	29	30
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Avefría tero	-	4
Charadriiformes	Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>	Gallito de agua de frente roja	10	7
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela de cuello negro	-	22
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularia</i>	Playero coleador	-	1
Columbiformes	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azul	7	13
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita rojiza	33	73
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila rufaxilla</i>	Paloma de frente gris	-	6
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma de puntas blancas	50	58
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma colorada	4	16
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma plumbea	11	6
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma rojiza	3	1
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaidura macroura</i>	Tórtola orejuda	9	25
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazonica</i>	Martín pescador amazónico	-	3
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megascops torquata</i>	Martín pescador grande	2	1
Coraciiformes	Momotidae	<i>Electron platyrhynchum</i>	Relojero de pico ancho	1	2
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus momota</i>	Relojero amazónico	-	2
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero de pico liso	45	61
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>	Garrapatero grande	15	-
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	25	24
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Tapera naevia</i>	Cuculillo listado	8	6
Eurypygiformes	Eurypygidae	<i>Eurypyga helias</i>	Tigana	-	3
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Caracara crestado	-	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro	3	4
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón reidor	2	-
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	Caracara chimachima	-	1
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Monasa morphoeus</i>	Monja de frente blanca	6	-
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Monasa nigrifrons</i>	Monja de frente negra	2	5
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Nystalus obamai</i>	Buco estriado occidental	-	1
Galbuliformes	Galbulidae	<i>Galbula cyanescens</i>	Jacamar de frente azulada	7	3
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca jaspeada	22	24
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope jacquacu</i>	Pava de spix	6	1
Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	-	4
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Rascón-montés de capucha gris	2	2
Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>	Polla de agua común	8	10

Orden	Familia	Especie	Nombre común	TMH	TH
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martinica</i>	Polla de agua morada	6	3
Opisthocomiformes	Opisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	Hoazin	15	19
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Chlorothraupis frenata</i>	Tangara de lores amarillo	-	2
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Habia rubica</i>	Tangara-hormiguera de corona roja	-	5
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea	3	4
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Urraca verde	1	1
Passeriformes	Formicariidae	<i>Formicarius analis</i>	Gallito-hormiguero de cara negra	2	1
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia chlorotica</i>	Eufonia de garganta púrpura	50	110
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia chrysopasta</i>	Eufonia de vientre dorado	5	10
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia mesochrysa</i>	Eufonia bronce y verde	6	1
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia de vientre naranja	-	5
Passeriformes	Furnariidae	<i>Automolus ochrolaemus</i>	Hoja-rasquero de garganta anteada	5	-
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocicla fuliginosa</i>	Trepador pardo	2	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendroplex picus</i>	Trepador de pico recto	-	3
Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero de pata pálida	17	16
Passeriformes	Furnariidae	<i>Phacellodomus rufifrons</i>	Espinero de frente rufa	20	27
Passeriformes	Furnariidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepador oliváceo	14	4
Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis albigularis</i>	Cola-espina de pecho oscuro	1	3
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xenops minutus</i>	Pico-lezna simple	-	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xenops rutilans</i>	Pico-lezna rayado	3	-
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphocolaptes promeropirhynchus</i>	Trepador de pico fuerte	2	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus ocellatus</i>	Trepador ocelado	2	-
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus elegans</i>	Trepador elegante	-	1
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Atticora fasciata</i>	Golondrina de faja blanca	3	-
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	26	-
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Martín de pecho gris	6	2
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina azul y blanca	5	3
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña	6	-
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina ala-rasposa sureña	16	16
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique de lomo amarillo	38	32
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus croconotus</i>	Turpial de dorso naranja	2	8
Passeriformes	Icteridae	<i>Molotrus oryzivorus</i>	Tordo gigante	-	2
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola de dorso bermejo	3	3
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropéndola crestada	7	9
Passeriformes	Parulidae	<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	Reinita de lomo anteado	11	-
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	Reinita de garganta naranja	5	-
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga pitiayumi</i>	Parula tropical	6	9
Passeriformes	Passerellidae	<i>Ammodramus aurifrons</i>	Gorrion de ceja amarilla	7	2
Passeriformes	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrion de collar rufo	1	1
Passeriformes	Pipridae	<i>Ceratopipra erythrocephala</i>	Saltarin de cabeza dorada	5	2
Passeriformes	Pipridae	<i>Machaeropterus pyrocephalus</i>	Saltarin gorro de fuego	-	2
Passeriformes	Pipridae	<i>Pipra fasciata</i>	Saltarin de cola bandeada	7	1
Passeriformes	Pipridae	<i>Pseudopipra pipra</i>	Saltarin de corona blanca	1	-
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	Perlita tropical	1	1

Orden	Familia	Especie	Nombre común	TMH	TH
Passeriformes	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus atratus</i>	Tapaculo de corona blanca	1	1
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Cercomacroides nigrescens</i>	Hormiguero negruzco	-	1
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Dysithamnus mentalis</i>	Batarito de cabeza gris	1	5
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Herpsilochmus frater</i>	Hormiguerito de ala rojiza	-	2
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Hypocnemis peruviana</i>	Hormiguero peruano	-	1
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmelastes leucostigma</i>	Hormiguero de ala moteada	4	2
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmoborus leucophrys</i>	Hormiguero de ceja blanca	-	4
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmoborus myiotherinus</i>	Hormiguero de cara negra	-	2
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmotherula axillaris</i>	Hormiguerito de flanco blanco	5	2
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmotherula brachyura</i>	Hormiguerito pigmeo	3	-
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmotherula longicauda</i>	Hormiguerito de pecho listado	-	4
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Sciaphylax castanea</i>	Hormiguero de zimmer	1	1
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Taraba major</i>	Batará grande	1	5
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	20	17
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus punctatus</i>	Batará-pizarroso norteño	8	5
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus schistaceus</i>	Batará de ala llana	-	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Aemospiza obscura</i>	Semillero pardo	7	6
Passeriformes	Thraupidae	<i>Chlorophanes spiza</i>	Mielero verde	1	-
Passeriformes	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Mielero común	7	14
Passeriformes	Thraupidae	<i>Dacnis cayana</i>	Dacnis azul	8	4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Hemithraupis guira</i>	Tangara guira	-	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus carbo</i>	Tangara de pico plateado	4	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus melanogaster</i>	Tangara de vientre negro	20	9
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador gris-azulado	15	7
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	Saltador de garganta anteada	7	7
Passeriformes	Thraupidae	<i>Schistochlamys melanopsis</i>	Tangara de cara negra	1	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i>	Chirigüe azafranado	18	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila angolensis</i>	Semillero de vientre castaño	20	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila castaneiventris</i>	Espiguero de vientre castaño	7	7
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero de vientre amarillo	-	8
Passeriformes	Thraupidae	<i>Stelpnia cyanicollis</i>	Tangara de cuello azul	8	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tachyphonus rufus</i>	Tangara de líneas blancas	2	4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara chilensis</i>	Tangara del paraíso	6	9
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara mexicana</i>	Tangara turquesa	-	8
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara schrankii</i>	Tangara verde y dorada	6	4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tersina viridis</i>	Azulejo golondrina	1	4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azuleja	22	61
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara de palmeras	16	26
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito negro azulado	79	16
Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyrhamphus polychropterus</i>	Cabezón de ala blanca	7	6
Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra inquisitor</i>	Titira de corona negra	-	1
Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada	1	2
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus turdinus</i>	Cucarachero zorzal	17	14
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cantorchilus leucotis</i>	Cucarachero de pecho anteado	5	2
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Microcerculus marginatus</i>	Cucarachero de pecho escamoso	4	1
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius coraya</i>	Cucarachero coraya	3	12

Orden	Familia	Especie	Nombre común	TMH	TH
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	24	38
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de swainson	2	-
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	Zorzal de pico negro	15	5
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	Zorzal de pecho pálido	-	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Mosquerito silbador	10	11
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Casiornis rufus</i>	Casiornis rufo	-	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	Mosquerito fusco	1	-
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Colonia colonus</i>	Tirano de cola larga	8	8
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Pibí boreal	4	-
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	Pibí occidental	1	-
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental	6	-
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	Fío-fío de vientre amarillo	8	12
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia parvirostris</i>	Fío-fío de pico chico	-	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	Tirano-todi de vientre perlado	-	14
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Hemitriccus rufigularis</i>	Tirano-todi de garganta anteada	2	-
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Hemitriccus striatocollis</i>	Tirano-todi de cuello rayado	1	-
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Legatus leucophaeus</i>	Mosquero pirata	14	8
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Leptopogon superciliosus</i>	Mosquerito de gorro pizarroso	1	-
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Mosquero picudo	25	14
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus ferox</i>	Copetón de cresta corta	4	3
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón de cresta oscura	1	-
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón de cresta parda	-	3
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Mosquero rayado	7	9
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiophobus crypterythrus</i>	Mosquero rayado	1	-
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes granadensis</i>	Mosquero de gorro gris	-	5
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes luteiventris</i>	Mosquero de pecho oscuro	-	3
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero social	43	37
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Nesotriccus murinus</i>	Moscaveta murina	7	23
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ornithion inermis</i>	Moscaveta de lores blancos	-	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo grande	44	44
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero bermellón	-	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero de agua	2	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla común	3	24
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tolmomyias poliocephalus</i>	Pico-ancho de corona gris	-	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tolmomyias sulphureus</i>	Pico-ancho azulado	-	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tolmomyias viridiceps</i>	Pico-ancho de pecho amarillo	16	36
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannulus elatus</i>	Moscaveta de corona amarilla	8	26
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	46	44
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Zimmerius villarejoi</i>	Moscaveta de mishana	3	1
Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis guianensis</i>	Vireón de ceja rufa	2	20
Passeriformes	Vireonidae	<i>Hylophilus thoracicus</i>	Verdillo de pecho limón	1	-
Passeriformes	Vireonidae	<i>Tunichornis ochraceiceps</i>	Verdillo de corona leonada	-	1
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo chivi</i>	Vireo chivi	23	12
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireolanius leucotis</i>	Vireón de gorro apizarrado	15	2
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	18	3
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita bueyera	10 4	18

Orden	Familia	Especie	Nombre común	TMH	TH
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides striata</i>	Garcita estriada	6	2
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garcita blanca	25	11
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huaco común	3	-
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo brillante	12	17
Piciformes	Picidae	<i>Campephilus melanoleucus</i>	Carpintero de cresta roja	-	2
Piciformes	Picidae	<i>Campephilus rubicollis</i>	Carpintero de cuello rojo	2	1
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes punctigula</i>	Carpintero de pecho punteado	2	4
Piciformes	Picidae	<i>Dryobates affinis</i>	Carpintero teñido de rojo	-	3
Piciformes	Picidae	<i>Dryobates dignus</i>	Carpintero de vientre amarillo	-	1
Piciformes	Picidae	<i>Dryobates passerinus</i>	Carpintero chico	-	1
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	9	6
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero de penacho amarillo	33	27
Piciformes	Picidae	<i>Picumnus lafresnayi</i>	Carpinterito de lafresnaye	2	4
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari de oreja castaña	31	18
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus inscriptus</i>	Arasari letrado	-	1
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán de pico acanalado	3	4
Piciformes	Ramphastidae	<i>Selenidera reinwardtii</i>	Tucancillo de collar dorado	1	3
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanoptera</i>	Perico de ala cobalto	53	77
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris versicolurus</i>	Perico de ala amarilla	-	2
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus crassirostris</i>	Periquito ribereño	53	29
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	Loro de cabeza azul	49	51
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Cotorra de ojo blanco	49	77
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza de los arenales	-	2
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Lechucita ferruginosa	1	8
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	Lechuza tropical	1	1
Strigiformes	Strigidae	<i>Pulsatrix perspicillata</i>	Búho de anteojos	1	-
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Nannopterum brasilianum</i>	Cormorán neotropical	4	-
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus soui</i>	Perdiz chica	6	3
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus tataupa</i>	Perdiz tataupá	13	7
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon curucui</i>	Trogón de corona azul	6	8
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon viridis</i>	Trogón de dorso verde	10	12

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.4.2.2 Temporada Muy Húmeda

Las curvas de acumulación de especies permiten dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, mejorar la planificación del trabajo de muestreo, ya que estima el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables y extrapola el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas et al., 1991; Soberón y Llorente, 1993). Con el objetivo de determinar si el esfuerzo de muestreo realizado en el área fue el adecuado, se realizó la curva de acumulación de especies.

Esta curva representa el número acumulado esperado de especies diferentes encontradas dentro de un área geográfica como una función de la medida del esfuerzo de muestreo (Díaz y Soberón, 2005; Mena, et al., 2007). Estas son comúnmente usadas para analizar el éxito de los diseños de muestreo de un determinado grupo biológico en

cuanto a especies detectadas, donde un buen muestreo debe acercarse a la asíntota de la curva de acumulación de especies. Por lo cual solo representan la presencia de una determinada especie en un muestreo, sin tener en cuenta la abundancia que cada especie representa en el muestreo.

Para evaluar la representatividad del esfuerzo de muestreo realizado, se emplearon índices no paramétricos, siendo los más adecuados para los datos de campo obtenidos (teniendo en cuenta que existe poca pseudoréplica en el diseño de muestreo).

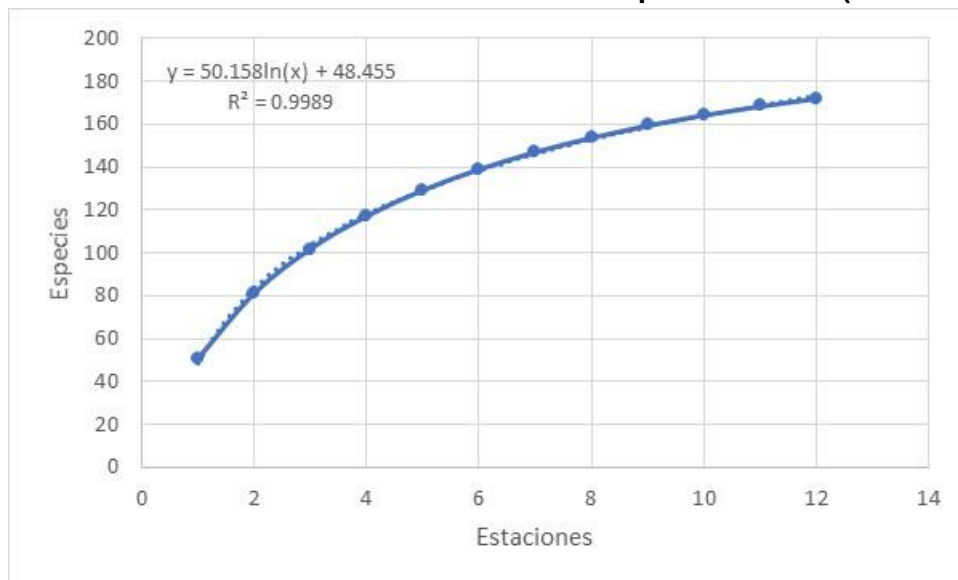
Curva de acumulación de especies

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cuantitativo, reuniendo los hallazgos para la flora. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 172 especies registrada una eficiencia del 99.9%.

$$V2=(50.158*(1-\exp(-48.455*v1))) / 48.455$$

Gráfico 4.2- 73: Curva de acumulación de especies – Aves (Modelo de Clench)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

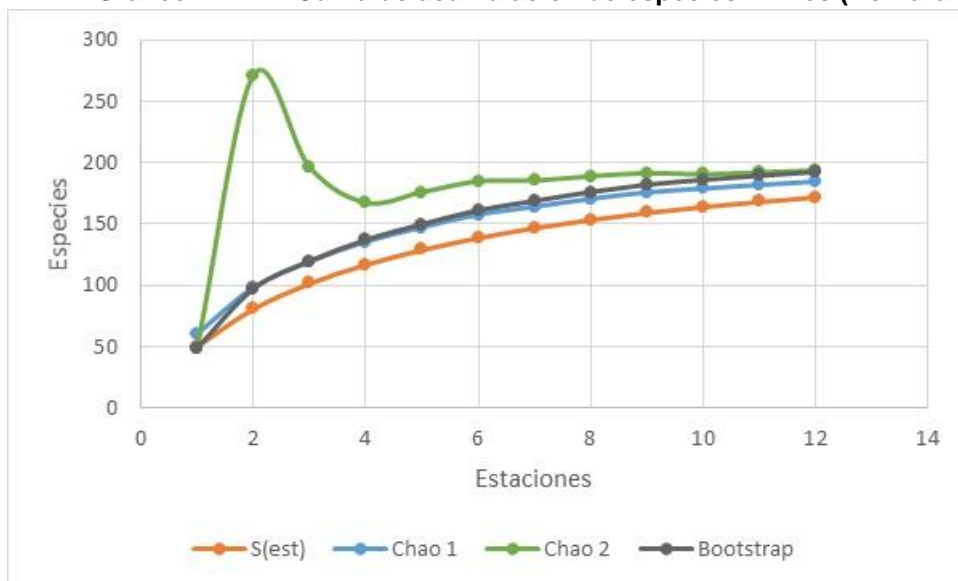
El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 81.35% de la riqueza de especies según el estimador Jacknife (211.42 especies estimadas) y el 93.23% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Chao1 (184.49 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 88: Curva de acumulación de especies – Aves (No Paramétrico)

Estaciones		12
Abundancia		2034
Especies Observadas	(S)	172
Especies Estimadas	ACE	184.64
	Chao 1	184.49
	Chao 2	193.78
	Jackknife	211.42
	Bootstrap	192.30
Eficiencia	ACE	93.15
	Chao 1	93.23
	Chao 2	88.76
	Jackknife	81.35
	Bootstrap	89.44

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 74: Curva de acumulación de especies – Aves (No Paramétrico)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

De acuerdo con los resultados a nivel de Orden, el grupo de los Passeriformes muestra la mayor riqueza específica; 101 especies (58.72% del total de especies registradas) y 973 individuos (47.84% del total de individuos registrados). Esta abundancia de especies y familias registradas en este orden se debe a que son el grupo más grande y diverso de aves. Las especies que la integran son conocidas como las aves que perchan o passerinos y contiene además a las aves conocidas como aves cantoras.

Los otros Ordenes más representativas en las evaluaciones de la temporada muy húmeda fueron Caprimulgiformes con 15 especies (8,72%), son aves nocturnas con alas largas, patas pequeñas y pico corto pero una boca muy ancha que les permite capturar

a sus presas, especialmente insectos en vuelo. La mayoría de especies tienen un plumaje críptico, predominantemente marrón, gris y beige, lo que permite que las aves de este grupo permanezcan camufladas durante el día en el suelo o en los árboles

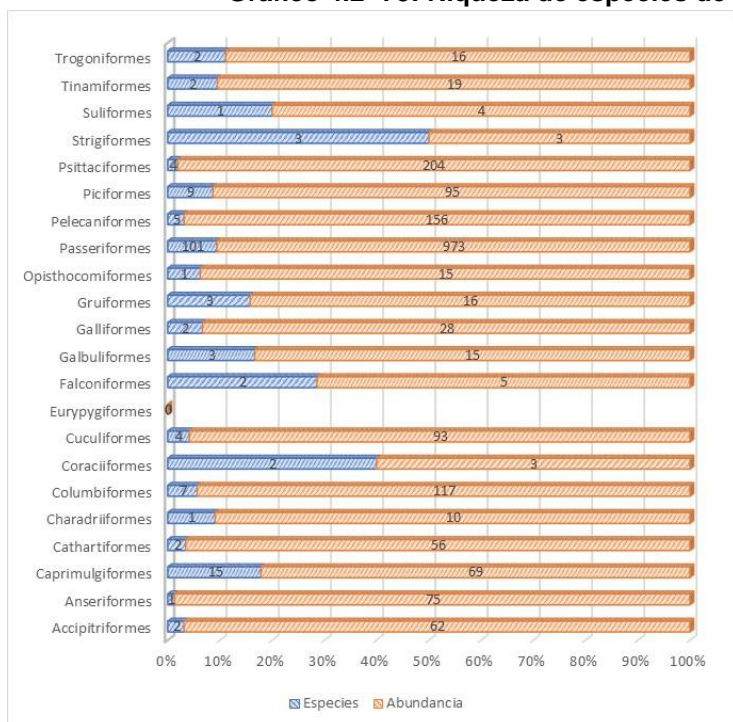
Otro orden representativo es Piciformes (carpinteros y tucanes) con 9 especies (5.23%). Estas aves son de costumbres diurnas y generalmente se alimentan de insectos (carpinteros) y frutas o semillas (tucanes).

Tabla 4.2- 89: Riqueza de especies de aves por Orden

Orden	Especies	Especies (%)	Abundancia	Abundancia (%)
Accipitriformes	2	1.16	62	3.05
Anseriformes	1	0.58	75	3.69
Caprimulgiformes	15	8.72	69	3.39
Cathartiformes	2	1.16	56	2.75
Charadriiformes	1	0.58	10	0.49
Columbiformes	7	4.07	117	5.75
Coraciiformes	2	1.16	3	0.15
Cuculiformes	4	2.33	93	4.57
Falconiformes	2	1.16	5	0.25
Galbuliformes	3	1.74	15	0.74
Galliformes	2	1.16	28	1.38
Gruiformes	3	1.74	16	0.79
Opisthocomiformes	1	0.58	15	0.74
Passeriformes	101	58.72	973	47.84
Pelecaniformes	5	2.91	156	7.67
Piciformes	9	5.23	95	4.67
Psittaciformes	4	2.33	204	10.03
Strigiformes	3	1.74	3	0.15
Suliformes	1	0.58	4	0.20
Tinamiformes	2	1.16	19	0.93
Trogoniformes	2	1.16	16	0.79

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

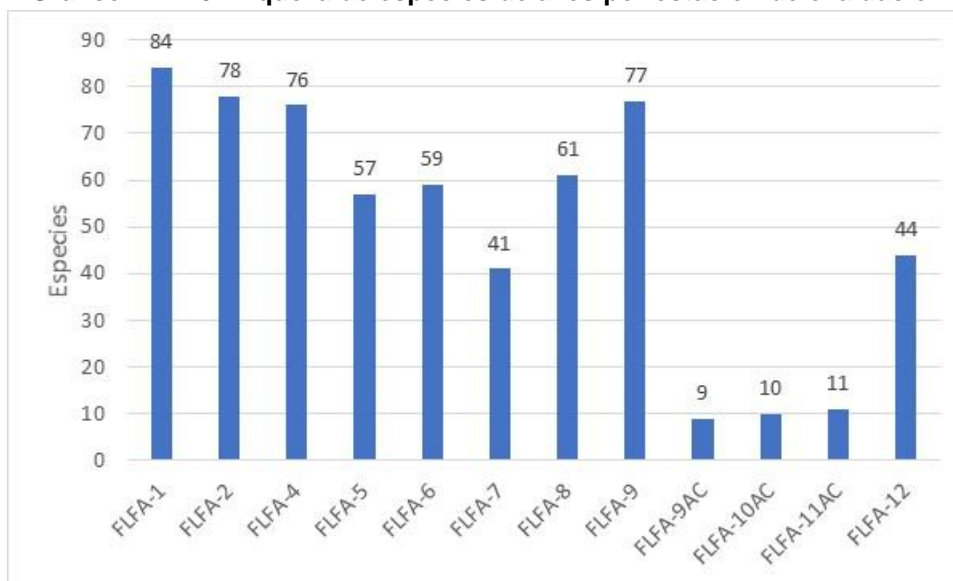
Gráfico 4.2- 75: Riqueza de especies de aves por Clase



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por estación de evaluación, las estaciones FLFA-1 y FLFA-2, estaciones ubicadas en el hábitat crítico Mishquiyacu Rumiyacu, registran un mayor número de especies; 84 especies y 78 especies, respectivamente, en tanto que las estaciones FLFA-9 (9 especies) y FLFA-10AC (10 especies), registran una menor diversidad específica.

Gráfico 4.2- 76: Riqueza de especies de aves por estación de evaluación



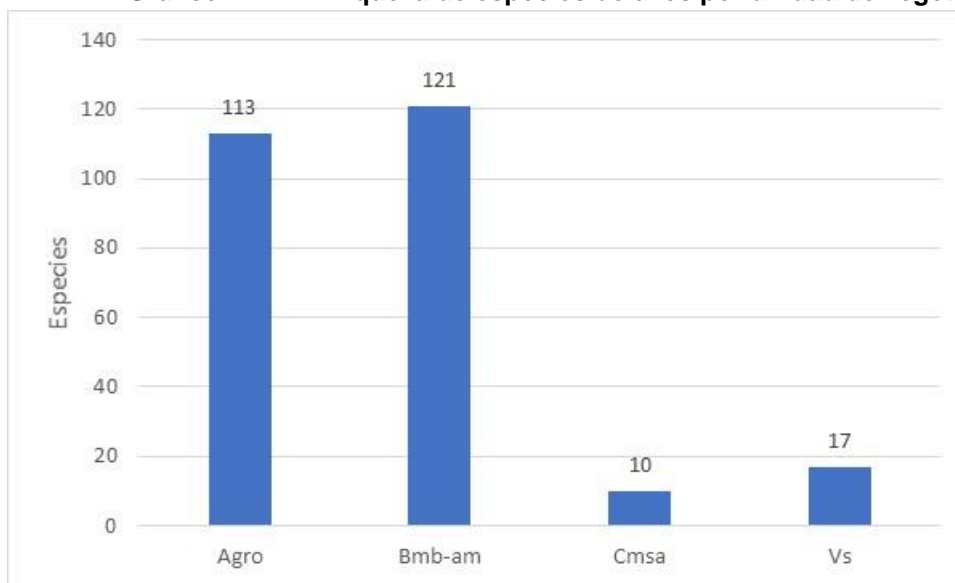
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por unidad de vegetación, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra una mayor riqueza de especies

(121 especies), seguida de la unidad formada por las Áreas con cultivos (Agro) la cual registra 113 especies. La unidad de comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), registra 10 especies, en tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reportan 17 especies.

Este patrón de distribución se explica considerando, que la mayor oferta de hábitat, refugios, alimentación y/o anidación que ofrecen las unidades de Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo y las Área de con cultivo es el factor de distribución de las aves en el área del proyecto.

Gráfico 4.2- 77: Riqueza de especies de aves por unidad de vegetación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia y frecuencia de especies

Los resultados de la abundancia de individuos, a nivel de Orden, muestran que el grupo de los Passeriformes muestra la mayor abundancia; 973 individuos con una frecuencia 80.0%, este orden es considerado extremadamente diverso en cuanto a la forma del cuerpo y plumaje, lo cual se puede constatar en la diversidad de especies registradas en el área de evaluación; presentan variaciones amplias en los grados de maduración de los individuos, también en lo referido al dimorfismo sexual, algunos son monomórficos, otros muestran diferencias en el tamaño, el plumaje o en ambos. El Orden de los Columbiformes (palomas) registran 117 individuos con una frecuencia del 60.0% y los Cuculiformes (cuculillos), registran 93 individuos con una frecuencia del 73.3%, lo cual indica que se haya ampliamente distribuido en el área del proyecto.

Las Ordenes, con una menor frecuencia en el área del proyecto son; Anseriformes (patos y gansos) y Suliformes (piqueros) registran una abundancia menor, entre 4 a 75 individuos, con una frecuencia de 6.7%, lo cual puede interpretarse que estos taxos se encuentran restringidos a hábitats con condiciones específicas; cuerpos de agua.

Tabla 4.2- 90: Abundancia y frecuencia de especies de aves por Orden

Orden	Abundancia	Frecuencia Relativa
Passeriformes	973	80.0
Cuculiformes	93	73.3
Caprimulgiformes	69	66.7
Accipitriformes	62	60.0
Cathartiformes	56	60.0
Columbiformes	117	60.0
Psittaciformes	204	60.0
Pelecaniformes	156	53.3
Piciformes	95	53.3
Galliformes	28	46.7
Tinamiformes	19	46.7
Galbuliformes	15	33.3
Trogoniformes	16	33.3
Falconiformes	5	26.7
Gruiformes	16	26.7
Coraciiformes	3	20.0
Charadriiformes	10	13.3
Opisthocomiformes	15	13.3
Strigiformes	3	13.3
Anseriformes	75	6.7
Suliformes	4	6.7

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Las familias con mayor frecuencia fueron Tyrannidae con 266 individuos y frecuencia 80.0%, Thraupidae con 255 individuos y frecuencia 73.3%. Las especies que conforman la familia Thraupidae muestran un rango amplio de colores y patrones en el plumaje, comportamiento de forrajeo, vocalizaciones, ecotipos y preferencias de hábitat, tampoco muestran características físicas que los definan como grupo. Su distribución abarca desde el norte de México hasta Sudamérica, en elevaciones que van desde la línea de costa a las alturas de los Andes (Burns et al. 2014). Es una familia con especies que muestran una alimentación especialmente frugívora y que se desplazan por todos los estratos del bosque.

Otras familias abundantes son los Psittacidae (loros) con 204 individuos y frecuencia 60.0%, y Ardeidae (garzas) con 156 individuos y frecuencia 53.3%. Este resultado es similar a lo esperado en bosques amazónicos, en donde las familias dominantes, presentan una mayor riqueza y diversidad.

Tabla 4.2- 91: Abundancia y frecuencia de especies de aves por Familia

Orden	Familia	Abundancia	Frecuencia Relativa
Passeriformes	Tyrannidae	266	80.0
Cuculiformes	Cuculidae	93	73.3
Passeriformes	Thraupidae	255	73.3
Passeriformes	Fringillidae	61	66.7
Accipitriformes	Accipitridae	62	60.0
Cathartiformes	Cathartidae	56	60.0

Orden	Familia	Abundancia	Frecuencia Relativa
Columbiformes	Columbidae	117	60.0
Passeriformes	Furnariidae	66	60.0
Passeriformes	Icteridae	50	60.0
Passeriformes	Troglodytidae	53	60.0
Passeriformes	Vireonidae	41	60.0
Psittaciformes	Psittacidae	204	60.0
Caprimulgiformes	Trochilidae	43	53.3
Passeriformes	Thamnophilidae	43	53.3
Pelecaniformes	Ardeidae	156	53.3
Piciformes	Picidae	48	53.3
Caprimulgiformes	Apodidae	24	46.7
Galliformes	Cracidae	28	46.7
Passeriformes	Turdidae	17	46.7
Piciformes	Ramphastidae	35	46.7
Tinamiformes	Tinamidae	19	46.7
Passeriformes	Hirundinidae	62	40.0
Piciformes	Capitonidae	12	40.0
Galbuliformes	Bucconidae	8	33.3
Passeriformes	Parulidae	22	33.3
Trogoniformes	Trogonidae	16	33.3
Falconiformes	Falconidae	5	26.7
Gruiformes	Rallidae	16	26.7
Passeriformes	Tityridae	8	26.7
Galbuliformes	Galbulidae	7	20.0
Passeriformes	Corvidae	4	20.0
Passeriformes	Passerellidae	8	20.0
Passeriformes	Pipridae	13	20.0
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	2	13.3
Charadriiformes	Jacaniidae	10	13.3
Coraciiformes	Alcedinidae	2	13.3
Opisthocomiformes	Opisthocomidae	15	13.3
Passeriformes	Formicariidae	2	13.3
Strigiformes	Strigidae	3	13.3
Anseriformes	Anatidae	75	6.7
Coraciiformes	Momotidae	1	6.7
Passeriformes	Polioptilidae	1	6.7
Passeriformes	Rhinocryptidae	1	6.7
Suliformes	Phalacrocoracidae	4	6.7

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por especies; la “garcita bueyera” *Bubulcus ibis* registra la mayor abundancia, 104 individuos (frecuencia 53.3%), esta especie es común en los cuerpos de agua y/o campos de cultivo. Las otras especies con una mayor abundancia y frecuencia, generalmente están asociadas a zonas de cultivo, tales como; “semillero negro azulado” *Volatinia jacarina*, que registra una abundancia de 79 individuos con una frecuencia de 66.7%, y “eufonia de garganta púrpura” *Euphonia chlorotica* que registra 50 individuos con una frecuencia de 66.7%.

Tabla 4.2- 92: Abundancia y frecuencia de las aves

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia	Frecuencia Relativa
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero social	43	80.0
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia chlorotica</i>	Eufonia de garganta púrpura	50	66.7
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito negro azulado	79	66.7
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguilucho caminero	41	60.0
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma de puntas blancas	50	60.0
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	25	60.0
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique de lomo amarillo	38	60.0
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Mosquero picudo	25	60.0
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo grande	44	60.0
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	46	60.0
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila angolensis</i>	Semillero de vientre castaño	20	53.3
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Legatus leucophaius</i>	Mosquero pirata	14	53.3
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo chivi</i>	Vireo chivi	23	53.3
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita bueyera	104	53.3
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero de penacho amarillo	33	53.3
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus crassirostris</i>	Periquito ribereño	53	53.3
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Cotorra de Ojo Blanco	49	53.3

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por estación de evaluación, la estación FLFA-5 registra la mayor abundancia; 246 individuos, siendo el “loro de cabeza azul” *Pionus menstruus* el mas abundante (15 individuos). La estación FLFA-8, registra 218 individuos, siendo el “semillero negro azulado” *Volatinia jacarina* la especie más abundante con 15 individuos, en tanto que las estaciones FLFA-9AC (21 individuos) y FLFA-10AC (47 individuos), registran una menor abundancia.

Gráfico 4.2- 78: Abundancia de aves por estación de evaluación

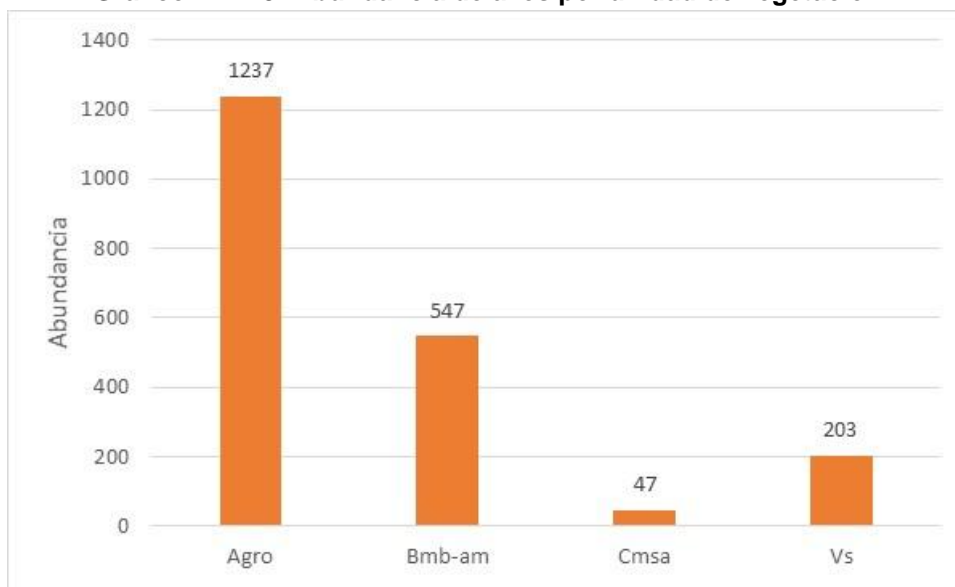


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por unidad de vegetación, las áreas con cultivos (Agro) registran 1237 individuos, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo

(Bmb-ma) registran 547 individuos. La unidad de comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), registran 47 individuos, en tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reportan 203 individuos.

Gráfico 4.2- 79: Abundancia de aves por unidad de vegetación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por unidad de vegetación, los Passeriformes es el Orden más abundante en las diferentes unidades de vegetación; las Áreas agrícolas (Agro) registra 656 individuos, en el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registran 287 individuos. La unidad de comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), registran 16 individuos, en tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reportan 14 individuos.

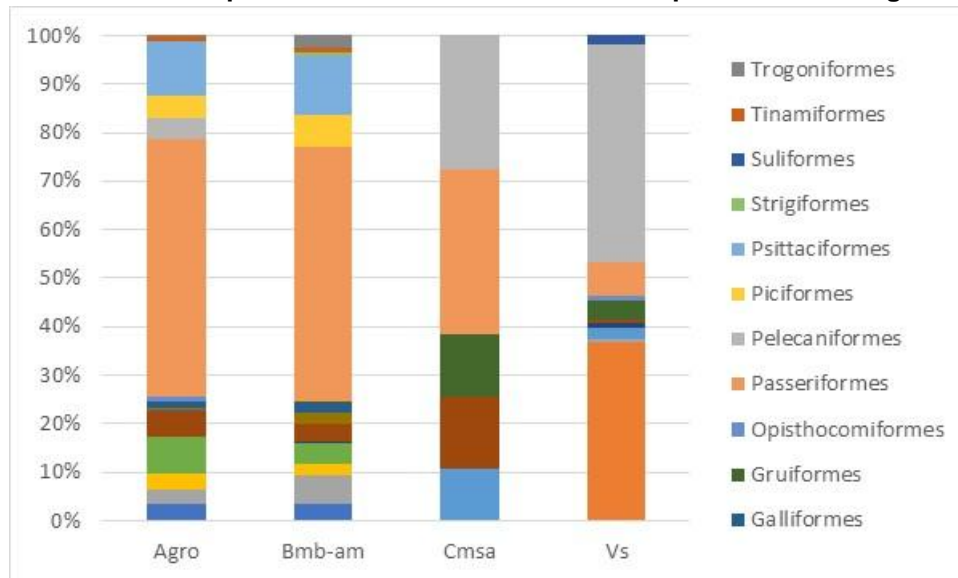
Tabla 4.2- 93: Abundancia de aves por unidad de vegetación

Orden	Agro	Bmb-am	Cmsa	Vs	Abundancia Total
Accipitriformes	43	19	0	0	62
Anseriformes	0	0	0	75	75
Caprimulgiformes	36	32	0	1	69
Cathartiformes	43	13	0	0	56
Charadriiformes	0	0	5	5	10
Columbiformes	93	24	0	0	117
Coraciiformes	0	1	0	2	3
Cuculiformes	65	20	7	1	93
Falconiformes	5	0	0	0	5
Galbuliformes	3	12	0	0	15
Galliformes	16	12	0	0	28
Gruiformes	1	1	6	8	16
Opisthocomiformes	13	0	0	2	15
Passeriformes	656	287	16	14	973

Orden	Agro	Bmb-am	Cmsa	Vs	Abundancia Total
Pelecaniformes	52	0	13	91	156
Piciformes	59	36	0	0	95
Psittaciformes	136	68	0	0	204
Strigiformes	0	3	0	0	3
Suliformes	0	0	0	4	4
Tinamiformes	13	6	0	0	19
Trogoniformes	3	13	0	0	16

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 80: Composición de la abundancia de aves por unidad de vegetación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Los resultados del análisis de diversidad alfa muestran que las estaciones FLFA-1, FLFA-2 (hábitat crítico Mishquiyacu – Rumiyaqu), FLFA-4 y FLFA-9 tienen los valores más altos para el índice de Simpson (1-D), con 0.98, respectivamente. En cuanto al índice de Shannon (H'), las estaciones FLFA-1 y FLFA-2 (hábitat crítico Mishquiyacu – Rumiyaqu) presentan los valores más altos, con 4.20 nits/individuo y 4.12 nits/individuo, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que todas las estaciones muestran homogeneidad en sus abundancias, reportando valores mayores a 0.67.

Tabla 4.2- 94: Índices de diversidad alfa de aves por estación

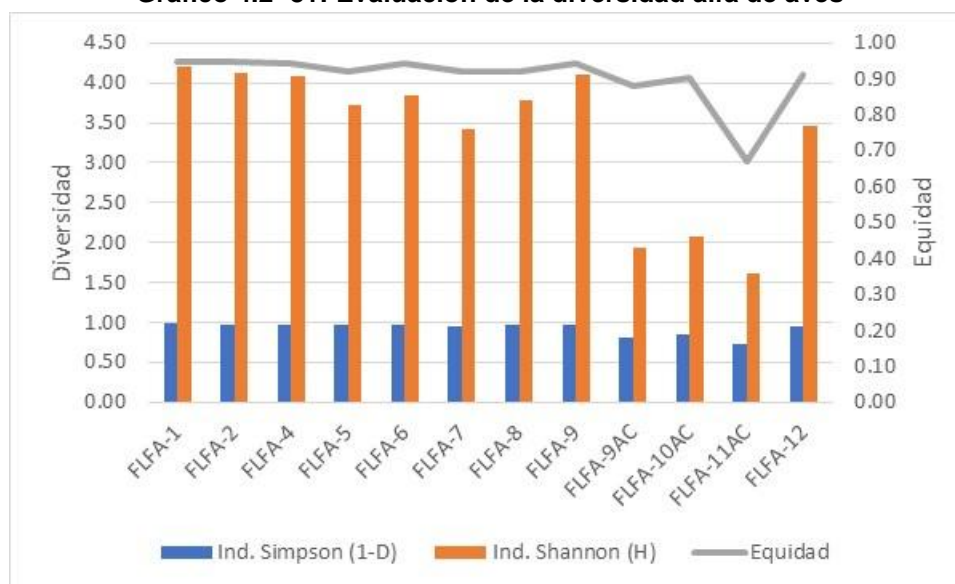
Parámetro	FLFA-1	FLFA-2	FLFA-4	FLFA-5	FLFA-6	FLFA-7	FLFA-8	FLFA-9	FLFA-9AC	FLFA-10AC	FLFA-11AC	FLFA-12
Especies	84	78	76	57	59	41	61	77	9	10	11	44
Abundancia	196	171	195	246	201	175	218	180	21	47	182	202
Ind. Simpson (1-D)	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96	0.97	0.98	0.82	0.85	0.73	0.96
Ind. Shannon (H)	4.20	4.12	4.09	3.72	3.85	3.41	3.79	4.10	1.93	2.08	1.61	3.46

Equidad	0.95	0.95	0.94	0.92	0.94	0.92	0.92	0.94	0.88	0.90	0.67	0.91
---------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En general, los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.73$ y $1 - D = 0.98$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 1.61$ nits/individuo y $H' = 4.20$ nits/individuo. Como se muestra en el **Gráfico 4.2- 81**, la estación FLFA-1 presentó el valor más elevado de diversidad, debido a su riqueza específica ($S = 196$ especies) y alta equidad registrada ($J' = 0.95$); mientras que la estación FLFA-9AC presenta los valores más bajos de diversidad para los índices de Shannon ($H' = 1.93$ nits/individuo) y Simpson ($1 - D = 0.82$), debido al bajo valor de riqueza reportado y una alta dominancia en esta estación ($S = 9$ especies y 21 individuos).

Gráfico 4.2- 81: Evaluación de la diversidad alfa de aves



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados del análisis de diversidad alfa por unidad de vegetación muestran que, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra el valor más alto para el índice de Simpson (1-D), con 0.98 y el índice de Shannon (H'), con 4.47 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que esta unidad muestra homogeneidad en sus abundancias, reportando un valor a 0.93.

En tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reporta el menor valor para el índice de Simpson (1-D), con 0.78 y el índice de Shannon (H'), con 1.95 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que esta unidad muestra homogeneidad moderada en sus abundancias, reportando un valor a 0.69.

Tabla 4.2- 95: Índices de diversidad alfa de aves por unidad de vegetación

Parámetro	Agro	Bmb-ma	Cmsa	Vs
Especies	113	121	10	17
Abundancia	1237	547	47	203
Ind. Simpson (1-D)	0.98	0.98	0.85	0.78

Ind. Shannon (H)	4.15	4.47	2.08	1.95
Equidad	0.88	0.93	0.90	0.69

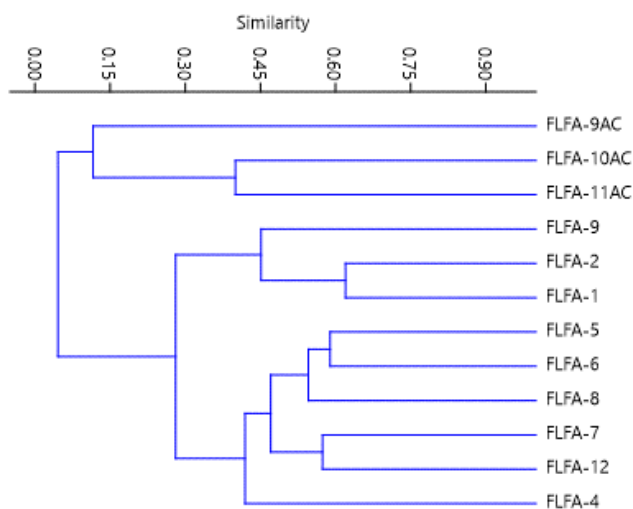
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Diversidad beta

Para la temporada muy húmeda, el análisis de diversidad beta obtenido mediante la evaluación de la presencia y/o ausencia de especies mediante el índice de Jaccard, muestra la formación de 3 grupos asociados por su similitud en la composición de sus especies.

En cuanto a la evaluación, según el índice de Jaccard, se observa la formación de grupos y subgrupos, donde solo uno muestra una similitud superior al 60%. Este subgrupo está compuesto por las estaciones FLFA-1 y FLFA-2. Se presenta otra agrupación conformada por las estaciones FLFA-4, FLFA-5, FLFA-6 y FLFA-8. Y una última agrupación con baja similitud conformada por las estaciones FLFA-9, FLFA-10 y FLFA-11. Por otro lado, se destaca que la estación FLFA-10 es la que menos se asemeja al resto, ya que se separa del cluster que agrupa a las estaciones FLFA-9AC y FLFA-11AC, correspondientes áreas cercanas a cuerpos de agua y por FLFA-10AC.

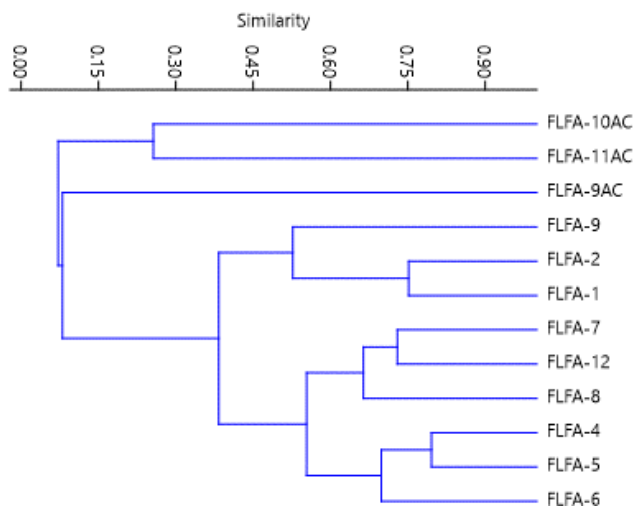
Gráfico 4.2- 82: Análisis de similitud de aves mediante el índice de Jaccard por estación de evaluación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

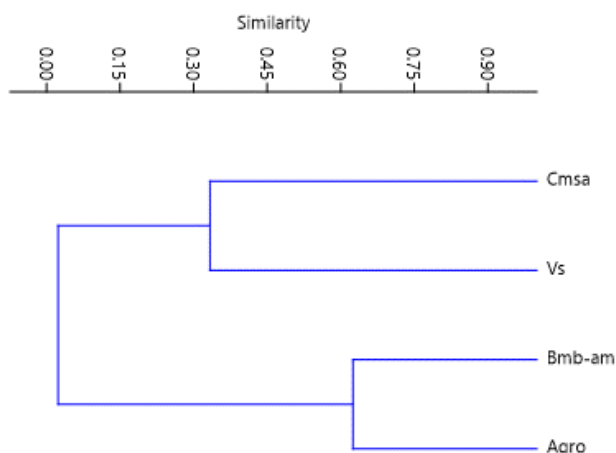
Asimismo, el análisis de diversidad beta obtenido mediante la evaluación de la abundancia de individuos, mediante el índice de Morisita. Los resultados muestran la formación de 3 grupos asociados por su similitud en la composición de sus abundancias.

Según el índice de Morisita, se observa la formación de grupos y subgrupos que exhiben una similitud superior al 75%. El primer subgrupo está constituido por las estaciones FLFA-1 y FLFA-2. A continuación, el siguiente subgrupo lo conforman FLFA-7 y FLFA-12. Seguidamente, se identifica otro subgrupo integrado por FLFA-4 y FLFA-5.

Gráfico 4.2- 83: Análisis de similaridad de aves mediante el índice de Morisita por estación de evaluación

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

El análisis de la similaridad por unidad de vegetación para la temporada muy húmeda, el análisis de presencia y/o ausencia mediante el índice de Jaccard, los resultados muestran que existe similitud en la composición de especies en un 60% entre el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) y las Áreas de cultivo (Agro).

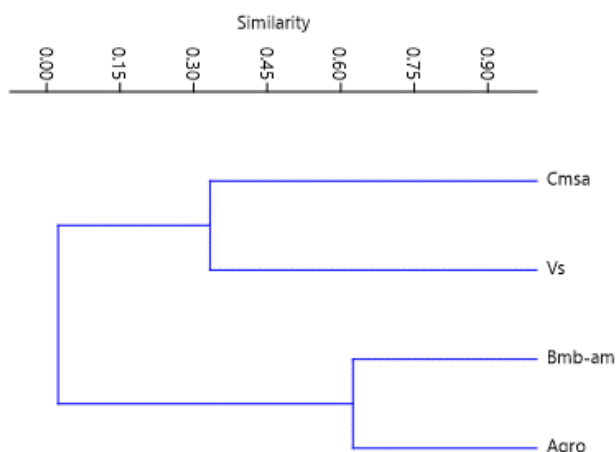
Gráfico 4.2- 84: Análisis de similaridad de aves mediante el índice de Jaccard por unidad de vegetación

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, el análisis de abundancia de individuos mediante el índice de Morisita. Los resultados que existe similitud en la composición de las abundancias de especies en un

60% entre el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) y las Áreas de cultivo (Agro).

Gráfico 4.2- 85: Análisis de similaridad de aves mediante el índice de Morisita por unidad de vegetación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.4.2.3 Temporada Húmeda

Con el objetivo de determinar si el esfuerzo de muestreo realizado en el área fue el adecuado, se realizó la curva de acumulación de especies. Esta curva representa el número acumulado esperado de especies diferentes encontradas dentro de un área geográfica como una función de la medida del esfuerzo de muestreo (Díaz y Soberón, 2005; Mena, et al., 2007). Estas son comúnmente usadas para analizar el éxito de los diseños de muestreo de un determinado grupo biológico en cuanto a especies detectadas, donde un buen muestreo debe acercarse a la asíntota de la curva de acumulación de especies. Por lo cual solo representan la presencia de una determinada especie en un muestreo, sin tener en cuenta la abundancia que cada especie representa en el muestreo.

Para evaluar la representatividad del esfuerzo de muestreo realizado, se emplearon índices no paramétricos, siendo los más adecuados para los datos de campo obtenidos (teniendo en cuenta que existe poca pseudoréplica en el diseño de muestreo).

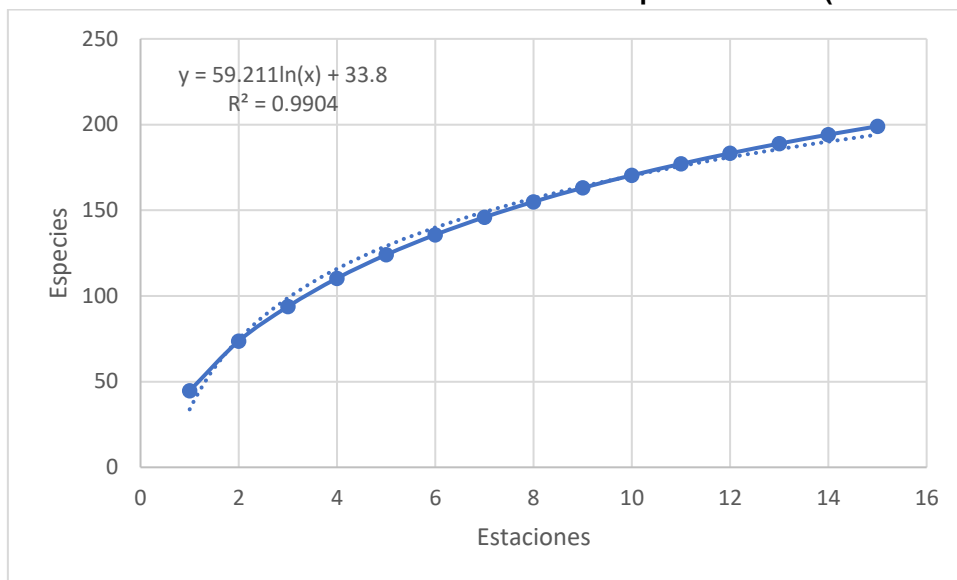
Curva de acumulación de especies

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cuantitativo, reuniendo los hallazgos para la flora. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 199 especies registrada una eficiencia del 99.0%.

$$V2=(59.211*(1-\exp(-33.8*v1))) / 33.8$$

Gráfico 4.2- 86: Curva de acumulación de especies – Aves (Modelo de Clench)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

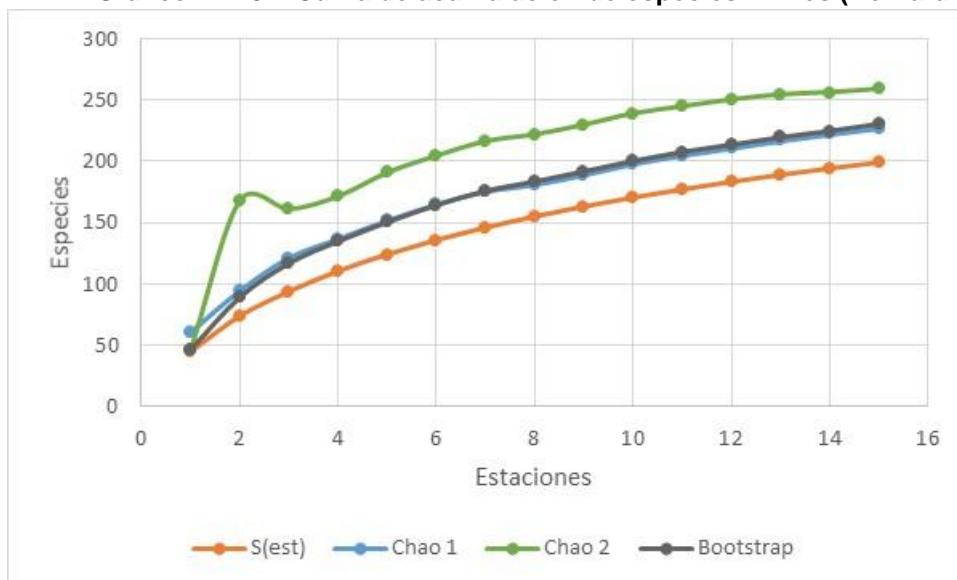
El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 74.50% de la riqueza de especies según el estimador Jackknife (267.13 especies estimadas) y el 87.59% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Chao1 (227.20 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 96: Curva de acumulación de especies – Aves (No Paramétrico)

Estaciones		15
Abundancia		2034
Especies Observadas	(S)	199
Especies Estimadas	ACE	230.49
	Chao 1	227.20
	Chao 2	258.82
	Jackknife	267.13
	Bootstrap	230.46
Eficiencia	ACE	86.34
	Chao 1	87.59
	Chao 2	76.89
	Jackknife	74.50
	Bootstrap	86.35

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 87: Curva de acumulación de especies – Aves (No Paramétrico)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

De acuerdo con los resultados a nivel de Orden, el grupo de los Passeriformes muestra la mayor riqueza específica; 110 especies (55.28% del total de especies registradas) y 1004 individuos (48.93% del total de individuos registrados). Esta abundancia de especies y familias registradas en este orden se debe a que son el grupo más grande y diverso de aves. Las especies que la integran son conocidas como las aves que perchan o passerinos y contiene además a las aves conocidas como aves cantoras.

Los otros Ordenes más representativas en las evaluaciones de la temporada húmeda fueron Caprimulgiformes con 15 especies (7.54%), son aves nocturnas con alas largas, patas pequeñas y pico corto pero una boca muy ancha que les permite capturar a sus presas, especialmente insectos en vuelo. La mayoría de especies tienen un plumaje críptico, predominantemente marrón, gris y beige, lo que permite que las aves de este grupo permanezcan camufladas durante el día en el suelo o en los árboles.

Otro orden representativo es Piciformes (carpinteros y tucanes) con 14 especies (7.04%). Estas aves son de costumbres diurnas y generalmente se alimentan de insectos (carpinteros) y frutas o semillas (tucanes).

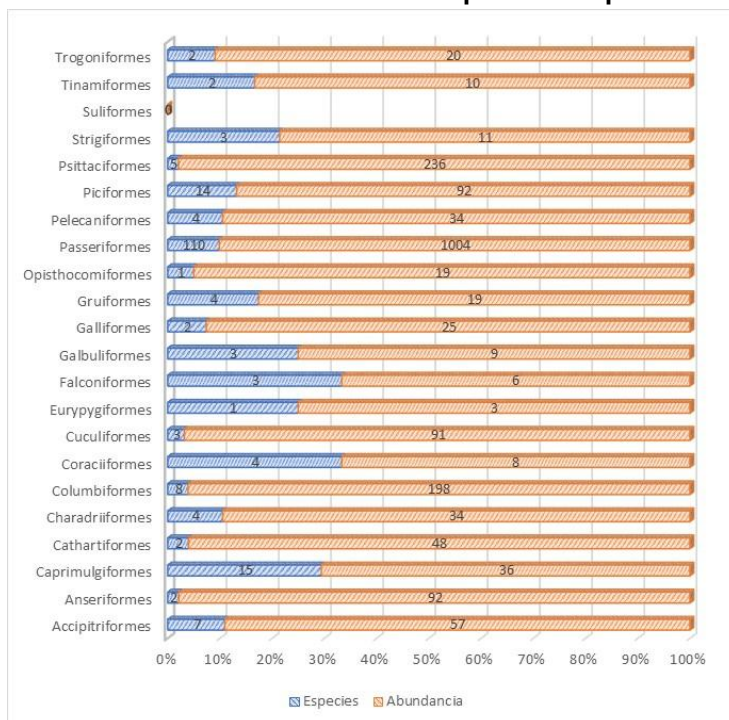
Tabla 4.2- 97: Riqueza de especies de aves por Orden

Orden	Especies	Especies (%)	Abundancia	Abundancia (%)
Accipitriformes	7	3.52	57	2.78
Anseriformes	2	1.01	92	4.48
Caprimulgiformes	15	7.54	36	1.75
Cathartiformes	2	1.01	48	2.34

Orden	Especies	Especies (%)	Abundancia	Abundancia (%)
Charadriiformes	4	2.01	34	1.66
Columbiformes	8	4.02	198	9.65
Coraciiformes	4	2.01	8	0.39
Cuculiformes	3	1.51	91	4.43
Eurypygiformes	1	0.50	3	0.15
Falconiformes	3	1.51	6	0.29
Galbuliformes	3	1.51	9	0.44
Galliformes	2	1.01	25	1.22
Gruiformes	4	2.01	19	0.93
Opisthocomiformes	1	0.50	19	0.93
Passeriformes	110	55.28	1004	48.93
Pelecaniformes	4	2.01	34	1.66
Piciformes	14	7.04	92	4.48
Psittaciformes	5	2.51	236	11.50
Strigiformes	3	1.51	11	0.54
Tinamiformes	2	1.01	10	0.49
Trogoniformes	2	1.01	20	0.97

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

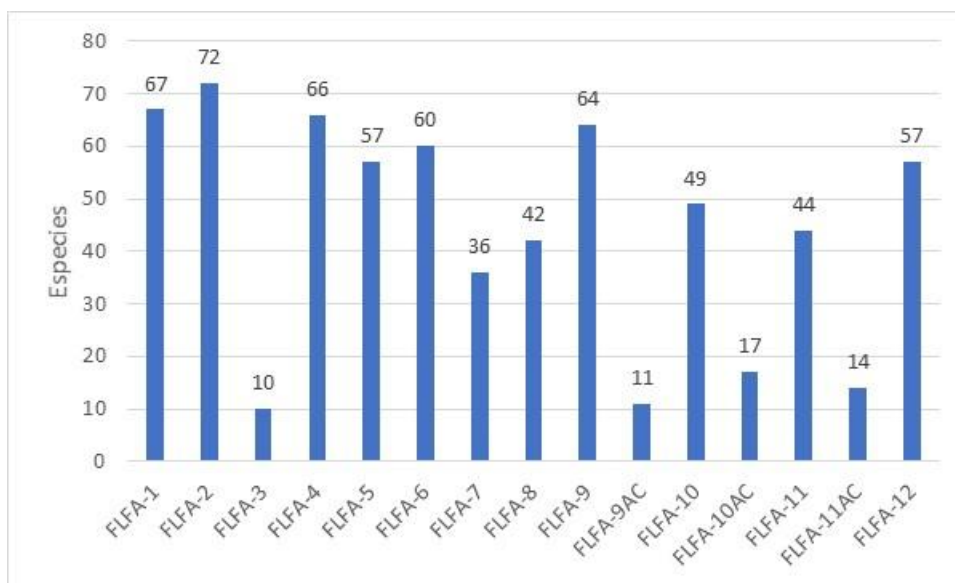
Gráfico 4.2- 88: Riqueza de especies de aves por Clase



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por estación de evaluación, las estaciones FLFA-1 y FLFA-2, estaciones ubicadas en el hábitat crítico Mishquiyacu Rumiyacu, registran un mayor número de especies; 67 especies y 72 especies, respectivamente, en tanto que las estaciones FLFA-9AC (11 especies) y FLFA-11AC (14 especies), registran una menor diversidad específica.

Gráfico 4.2- 89: Riqueza de especies de aves por estación de evaluación

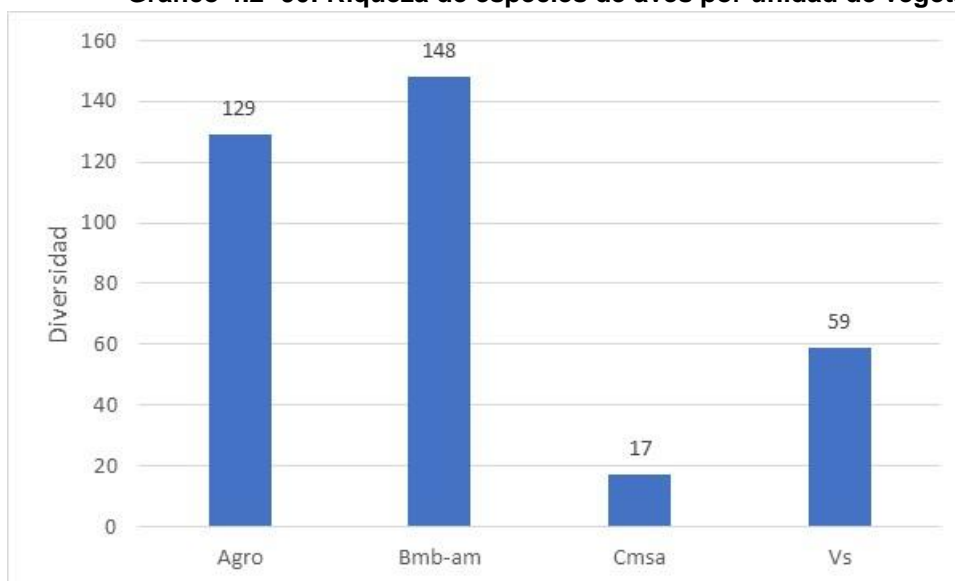


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por unidad de vegetación, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra una mayor riqueza de especies (148 especies), seguida de la unidad formada por las Áreas con cultivos (Agro) la cual registra 129 especies. La unidad de comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), registra 17 especies, en tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reportan 59 especies.

Este patrón de distribución se explica considerando, que la mayor oferta de hábitat, refugios, alimentación y/o anidación que ofrecen las unidades de Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo y las Área de con cultivo es el factor de distribución de las aves en el área del proyecto.

Gráfico 4.2- 90: Riqueza de especies de aves por unidad de vegetación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia y frecuencia de especies

Los resultados de la abundancia de individuos, a nivel de Orden, muestran que el grupo de los Passeriformes muestra la mayor abundancia; 1004 individuos con una frecuencia 100.0%, este orden es considerado extremadamente diverso en cuanto a la forma del cuerpo y plumaje, lo cual se puede constatar en la diversidad de especies registradas en el área de evaluación; presentan variaciones amplias en los grados de maduración de los individuos, también en lo referido al dimorfismo sexual, algunos son monomórficos, otros muestran diferencias en el tamaño, el plumaje o en ambos. El Orden de los Psittaciformes (loros) registran 236 individuos con una frecuencia del 86.7% y los Columbiformes (palomas), registran 198 individuos con una frecuencia del 80.0%, lo cual indica que se haya ampliamente distribuido en el área del proyecto.

Las Ordenes, con una menor frecuencia en el área del proyecto son; Anseriformes (patos y gansos) y Eurypygiformes registran una abundancia menor, entre 92 a 3 individuos, con una frecuencia de 13.3% y 6.7%, lo cual puede interpretarse que estos taxos se encuentran restringidos a hábitats con condiciones específicas; cuerpos de agua.

Tabla 4.2- 98: Abundancia y frecuencia de aves por Orden

Orden	Abundancia	Frecuencia Relativa
Passeriformes	1004	100.0
Piciformes	92	86.7
Psittaciformes	236	86.7
Cathartiformes	48	80.0
Columbiformes	198	80.0
Cuculiformes	91	80.0
Accipitriformes	57	73.3
Caprimulgiformes	36	60.0
Coraciiformes	8	46.7
Galliformes	25	46.7
Pelecaniformes	34	46.7
Trogoniformes	20	46.7
Galbuliformes	9	40.0
Tinamiformes	10	40.0
Falconiformes	6	33.3
Charadriiformes	34	26.7
Opisthocomiformes	19	26.7
Strigiformes	11	26.7
Gruiformes	19	20.0
Anseriformes	92	13.3
Eurypygiformes	3	6.7

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Las familias con mayor frecuencia fueron Tyrannidae con 337 individuos y frecuencia 100.0%, Thraupidae con 205 individuos y frecuencia 93.3%. Las especies que conforman la familia Thraupidae muestran un rango amplio de colores y patrones en el plumaje, comportamiento de forrajeo, vocalizaciones, ecotipos y preferencias de hábitat, tampoco muestran características físicas que los definan como grupo. Su distribución abarca desde el norte de México hasta Sudamérica, en elevaciones que van desde la

línea de costa a las alturas de los Andes (Burns et al. 2014). Es una familia con especies que muestran una alimentación especialmente frugívora y que se desplazan por todos los estratos del bosque.

Otras familias abundantes son los Psittacidae (loros) con 236 individuos y frecuencia 86.7%, y Columbidae (palomas) con 198 individuos y frecuencia 80.0%. Este resultado es similar a lo esperado en bosques amazónicos, en donde las familias dominantes, presentan una mayor riqueza y diversidad.

Tabla 4.2- 99: Abundancia y frecuencia de aves por Familia

Orden	Familia	Abundancia	Frecuencia Relativa
Passeriformes	Tyrannidae	337	100.0
Passeriformes	Thraupidae	205	93.3
Psittaciformes	Psittacidae	236	86.7
Cathartiformes	Cathartidae	48	80.0
Columbiformes	Columbidae	198	80.0
Cuculiformes	Cuculidae	91	80.0
Passeriformes	Fringillidae	126	80.0
Passeriformes	Furnariidae	57	80.0
Piciformes	Picidae	49	80.0
Accipitriformes	Accipitridae	57	73.3
Passeriformes	Icteridae	54	66.7
Passeriformes	Thamnophilidae	54	66.7
Passeriformes	Troglodytidae	67	60.0
Passeriformes	Vireonidae	35	60.0
Piciformes	Ramphastidae	26	60.0
Caprimulgiformes	Trochilidae	32	53.3
Passeriformes	Hirundinidae	21	53.3
Galliformes	Cracidae	25	46.7
Pelecaniformes	Ardeidae	34	46.7
Piciformes	Capitonidae	17	46.7
Trogoniformes	Trogonidae	20	46.7
Tinamiformes	Tinamidae	10	40.0
Falconiformes	Falconidae	6	33.3
Passeriformes	Tityridae	9	33.3
Passeriformes	Turdidae	7	33.3
Coraciiformes	Momotidae	4	26.7
Opisthocomiformes	Opisthocomidae	19	26.7
Passeriformes	Parulidae	9	26.7
Strigiformes	Strigidae	11	26.7
Coraciiformes	Alcedinidae	4	20.0
Galbuliformes	Bucconidae	6	20.0
Galbuliformes	Galbulidae	3	20.0
Gruiformes	Aramidae	4	20.0
Passeriformes	Corvidae	5	20.0
Anseriformes	Anatidae	92	13.3
Charadriiformes	Charadriidae	4	13.3
Charadriiformes	Jacaniidae	7	13.3
Charadriiformes	Recurvirostridae	22	13.3

Orden	Familia	Abundancia	Frecuencia Relativa
Gruiformes	Rallidae	15	13.3
Passeriformes	Cardinalidae	7	13.3
Passeriformes	Passerellidae	3	13.3
Passeriformes	Pipridae	5	13.3
Caprimulgiformes	Apodidae	4	6.7
Charadriiformes	Scolopacidae	1	6.7
Eurypygiformes	Eurypygidae	3	6.7
Passeriformes	Formicariidae	1	6.7
Passeriformes	Poliopitidae	1	6.7
Passeriformes	Rhinocryptidae	1	6.7

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por especies; la “eufonia de garganta púrpura” *Euphonia chlorotica* registra la mayor abundancia, 110 individuos (frecuencia 80.0%), esta especie es común en los cuerpos de cultivo. Las otras especies con una mayor abundancia y frecuencia son de la familia Psittacidae (loros), especies generalmente asociadas a zonas de cultivo; “Cotorra de ojo blanco” *Psittacara leucophthalmus*, registra una abundancia de 77 individuos con una frecuencia de 66.67%, “Perico de ala cobalto” *Brotogeris cyanoptera* registra 77 individuos con una frecuencia de 66.67%.

Tabla 4.2- 100: Abundancia y frecuencia de especies de las aves

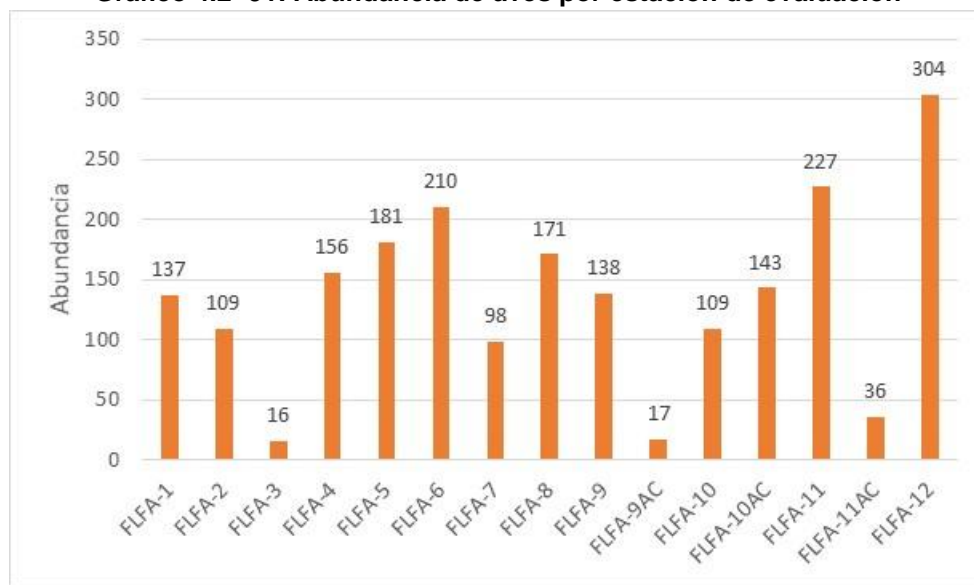
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia	Frecuencia Relativa
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero social	37	86.67
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma de puntas blancas	58	80.00
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia chlorotica</i>	Eufonia de garganta púrpura	110	80.00
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azuleja	61	80.00
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	44	80.00
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de cabeza roja	18	73.33
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de cabeza negra	30	73.33
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo grande	44	73.33
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguilucho caminero	41	66.67
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero de pico liso	61	66.67
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	24	66.67
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannulus elatus</i>	Moscara de corona amarilla	26	66.67
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Cotorra de ojo blanco	77	66.67
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique de lomo amarillo	32	60.00

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia	Frecuencia Relativa
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla común	24	60.00
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tolmomyias viridiceps</i>	Pico-ancho de pecho amarillo	36	60.00
Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón de ceja rufa	20	60.00
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari de oreja castaña	18	60.00
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	Perico de ala cobalto	77	60.00
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus crassirostris</i>	Periquito ribereño	29	60.00
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara de palmeras	26	53.33
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Mosquero picudo	14	53.33
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero de penacho amarillo	27	53.33
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	Loro de cabeza azul	51	53.33

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por estación de evaluación, la estación FLFA-12 registra la mayor abundancia; 304 individuos, siendo el “eufonia de garganta púrpura” *Euphonia chlorotica* el más abundante (27 individuos). La estación FLFA-11, registra 227 individuos, siendo el “tortolita rojiza” *Columbina talpacoti* la especie más abundante con 30 individuos, en tanto que las estaciones FLFA-3 (16 individuos) y FLFA-9AC (17 individuos), registran una menor abundancia.

Gráfico 4.2- 91: Abundancia de aves por estación de evaluación

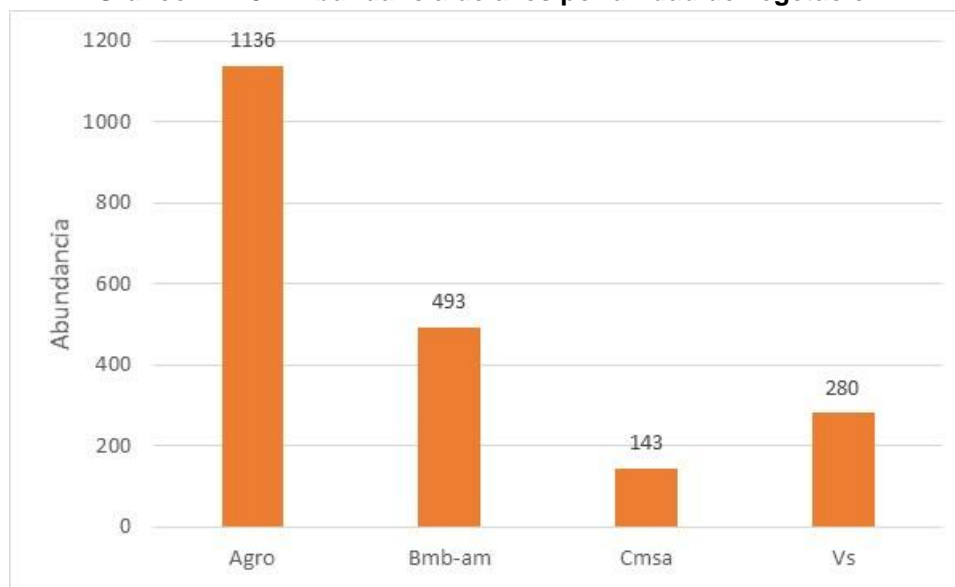


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por unidad de vegetación, las áreas con cultivos (Agro) registran 1136 individuos, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo

(Bmb-ma) registran 493 individuos. La unidad de comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), registran 143 individuos, en tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reportan 280 individuos.

Gráfico 4.2- 92: Abundancia de aves por unidad de vegetación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

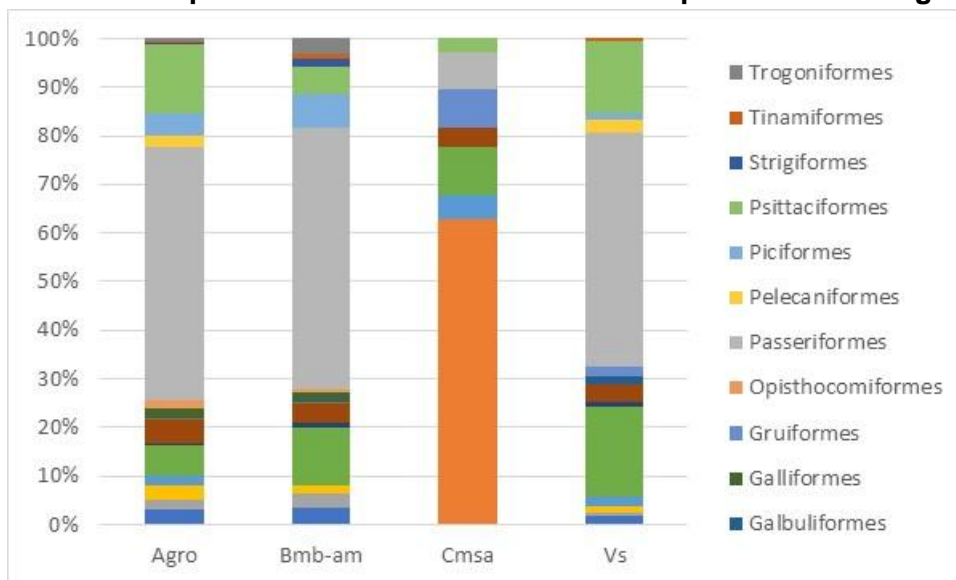
En cuanto a la abundancia por unidad de vegetación, los Passeriformes es el Orden más abundante en las diferentes unidades de vegetación; las Áreas agrícolas (Agro) registra 593 individuos, en el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registran 265 individuos. La unidad de comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa), registran 11 individuos, en tanto que la unidad formada por las áreas con Vegetación secundaria (Vs) reportan 135 individuos.

Tabla 4.2- 101: Abundancia de aves por unidad de vegetación

Orden	Agro	Bmb-am	Cmsa	Vs	Abundancia Total
Accipitriformes	35	17	0	5	57
Anseriformes	2	0	90	0	92
Caprimulgiformes	20	14	0	2	36
Cathartiformes	35	9	0	4	48
Charadriiformes	22	0	7	5	34
Columbiformes	73	59	14	52	198
Coraciiformes	1	4	0	3	8
Cuculiformes	56	19	6	10	91
Eurypygiformes	3	0	0	0	3
Falconiformes	4	2	0	0	6
Galbuliformes	2	3	0	4	9
Galliformes	18	7	0	0	25
Gruiformes	2	0	11	6	19
Opisthocomiformes	16	3	0	0	19

Orden	Agro	Bmb-am	Cmsa	Vs	Abundancia Total
Passeriformes	593	265	11	135	1004
Pelecaniformes	27	0	0	7	34
Piciformes	53	35	0	4	92
Psittaciformes	162	28	4	42	236
Strigiformes	4	7	0	0	11
Tinamiformes	4	5	0	1	10
Trogoniformes	4	16	0	0	20

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 93: Composición de la abundancia de aves por unidad de vegetación

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Los resultados del análisis de diversidad alfa muestran que las estaciones FLFA-1, FLFA-2 (hábitat crítico Mishquiyacu – Rumiyacu) y FLFA-9 tienen los valores más altos para el índice de Simpson (1-D), con 0.98, respectivamente. En cuanto al índice de Shannon (H'), las estaciones FLFA-1 y FLFA-2 (hábitat crítico Mishquiyacu – Rumiyacu) presentan los valores más altos, con 4.01 nits/individuo y 4.17 nits/individuo, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que todas las estaciones muestran homogeneidad en sus abundancias, reportando valores mayores a 0.66.

Tabla 4.2- 102: Índices de diversidad alfa de aves por estación

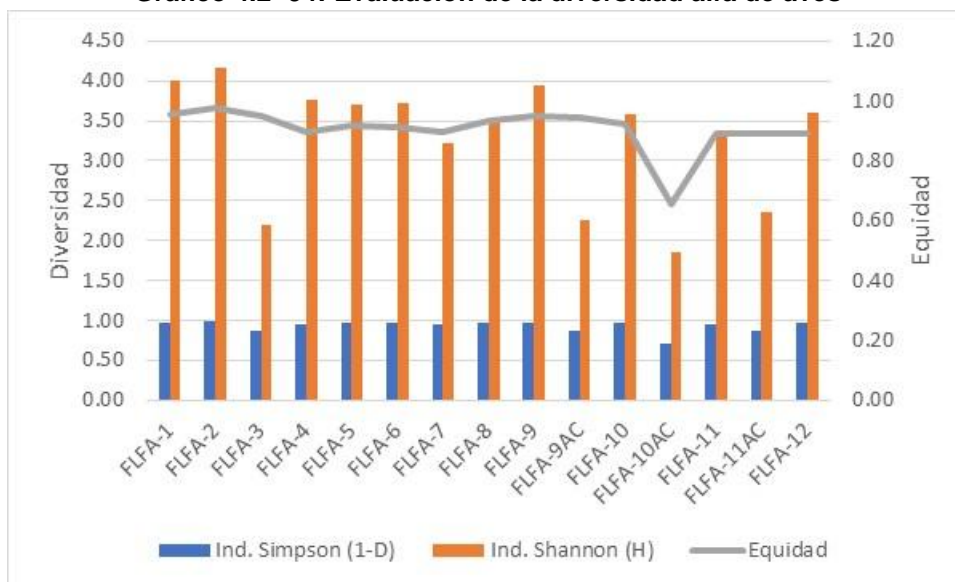
Parametro	FLFA-1	FLFA-2	FLFA-3	FLFA-4	FLFA-5	FLFA-6	FLFA-7	FLFA-8	FLFA-9	FLFA-9AC	FLFA-10	FLFA-10AC	FLFA-11	FLFA-11AC	FLFA-12
Especies	67	72	10	66	57	60	36	42	64	11	49	17	44	14	57
Abundancia	137	109	16	156	181	210	98	171	138	17	109	143	227	36	304
Ind. Simpson (1-D)	0.98	0.98	0.88	0.96	0.97	0.96	0.94	0.96	0.98	0.88	0.96	0.71	0.95	0.87	0.96
Ind. Shannon (H)	4.01	4.17	2.19	3.76	3.71	3.73	3.21	3.48	3.94	2.26	3.59	1.86	3.36	2.35	3.60

Equidad	0.95	0.98	0.95	0.90	0.92	0.91	0.90	0.93	0.95	0.94	0.92	0.66	0.89	0.89	0.89
---------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En general, los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.71$ y $1 - D = 0.98$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 1.86$ nits/individuo y $H' = 4.17$ nits/individuo. Como se muestra en el **Gráfico 4.2- 94**, la estación FLFA-2 presentó el valor más elevado de diversidad, debido a su riqueza específica ($S = 109$ especies) y alta equidad registrada ($J' = 0.98$); mientras que la estación FLFA-10AC presenta los valores más bajos de diversidad para los índices de Shannon ($H' = 1.86$ nits/individuo) y Simpson ($1 - D = 0.71$), debido al bajo valor de riqueza reportado y una alta dominancia en esta estación ($S = 17$ especies y 143 individuos).

Gráfico 4.2- 94: Evaluación de la diversidad alfa de aves



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados del análisis de diversidad alfa por unidad de vegetación muestran que, el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) registra el valor más alto para el índice de Simpson (1-D), con 0.99 y el índice de Shannon (H'), con 4.63 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J'), se observa que esta unidad muestra homogeneidad en sus abundancias, reportando un valor a 0.93.

En tanto que la unidad formada por las Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa) reporta el menor valor para el índice de Simpson (1-D), con 0.71 y el índice de Shannon (H'), con 1.86 nits/individuo. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J'), se observa que esta unidad muestra homogeneidad moderada en sus abundancias, reportando un valor a 0.66.

Tabla 4.2- 103: Índices de diversidad alfa de aves por unidad de vegetación

Parámetro	Agro	Bmb-ma	Cmsa	Vs
Especies	129	148	17	59
Abundancia	1136	493	143	280
Ind. Simpson (1-D)	0.98	0.99	0.71	0.96

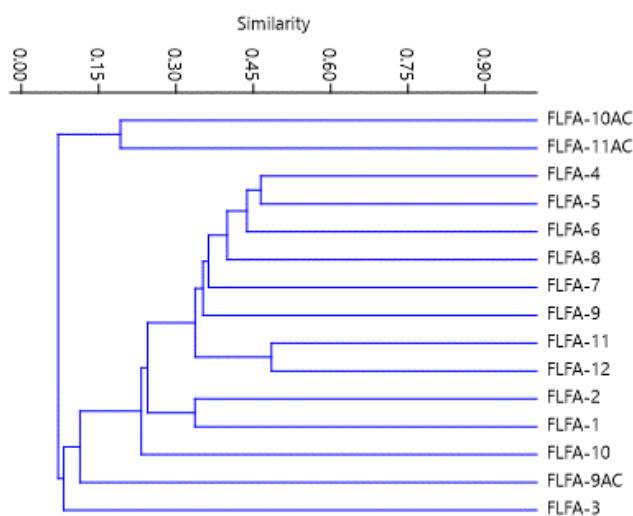
Ind. Shannon (H)	4.20	4.63	1.86	3.62
Equidad	0.86	0.93	0.66	0.89

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Diversidad beta

Para la temporada muy húmeda, el análisis de diversidad beta obtenido mediante la evaluación de la presencia y/o ausencia de especies mediante el índice de Jaccard, muestra la formación de grupos asociados por una baja similitud en la composición de sus especies (< a 50%).

Gráfico 4.2- 95: Análisis de similaridad de las aves mediante el índice de Jaccard por estación de evaluación

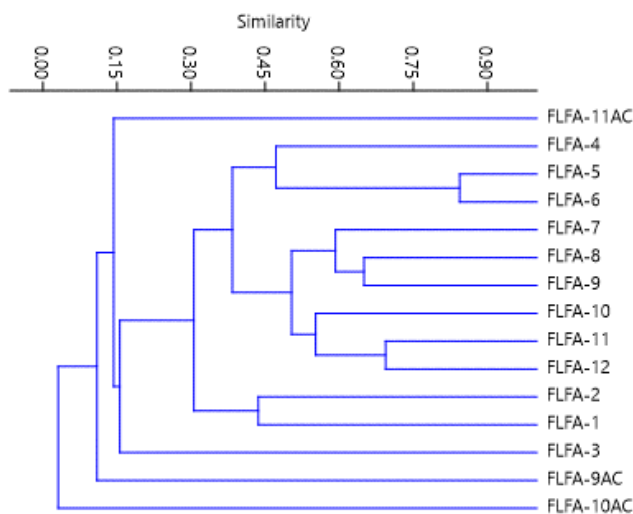


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, el análisis de diversidad beta obtenido mediante la evaluación de la abundancia de individuos, mediante el índice de Morisita. Los resultados muestran la formación de 3 grupos asociados por su similitud en la composición de sus abundancias.

Según el índice de Morisita, se observa la formación de 1 grupo que exhiben una similitud del 75%; el cual está constituido por las estaciones FLFA-5 y FLFA-6. A continuación, se visualizan 2 grupos con una similitud del 50.0% constituido por las estaciones FLFA-8 y FLFA-9. Seguidamente, se identifica otro subgrupo integrado por FLFA-11 y FLFA-12.

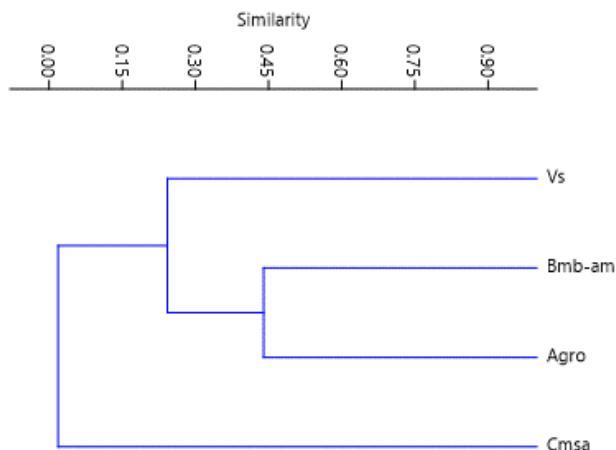
Gráfico 4.2- 96: Análisis de similaridad de las aves mediante el índice de Morisita por estación de evaluación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

El análisis de la similitud por unidad de vegetación para la temporada húmeda, el análisis de presencia y/o ausencia mediante el índice de Jaccard, los resultados muestran que existe similitud en la composición de especies menor a un 60% entre el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma) y las Áreas de cultivo (Agro).

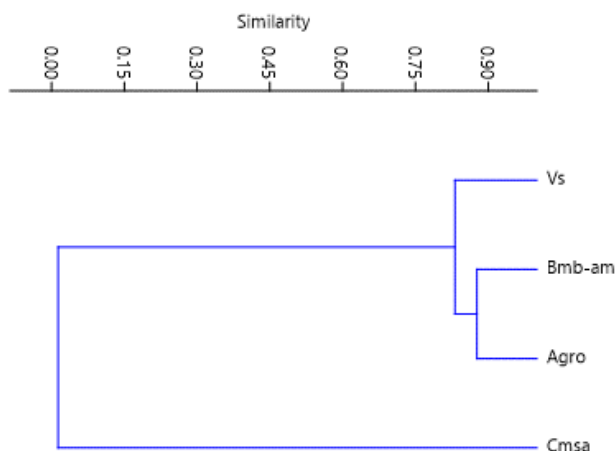
Gráfico 4.2- 97: Análisis de similitud de las aves mediante el índice de Jaccard por unidad de vegetación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, el análisis de abundancia de individuos mediante el índice de Morisita. Los resultados que existe similitud en la composición de las abundancias de especies en un 80% entre el Bosque de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ma), las Áreas de cultivo (Agro) y la Vegetación secundaria (Vs). Este porcentaje altos podría deberse a la presencia de especies que comparten más de un tipo de unidad de vegetación en el área del proyecto.

Gráfico 4.2- 98: Análisis de similitud de las aves mediante el índice de Morisita por unidad de vegetación



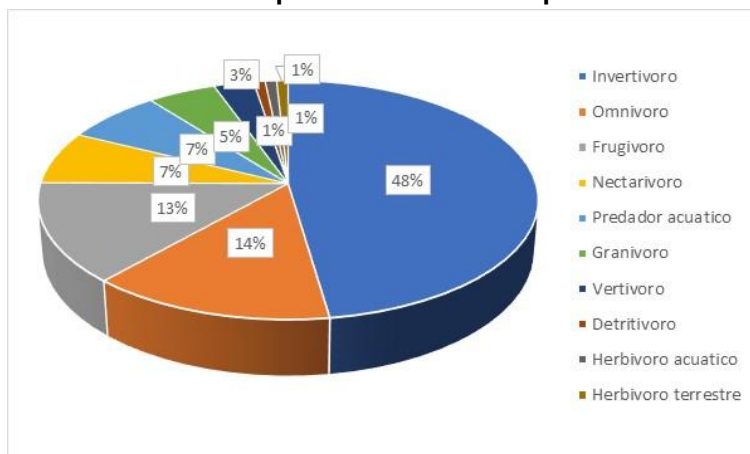
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.4.2.4 Nicho trófico

Los seres vivos de un ecosistema poseen relaciones tróficas entre sí; en tal sentido, muchas especies de aves son presas de otros animales, así como, tenemos aves que se alimenta de insectos (insectívoros), convirtiéndose en un grupo importante para el control de algunas plagas de insectos; tenemos aquellas que ingieren frutas (frugívoros), siendo importantes dispersores de semillas, otorgándole continuidad al ciclo de regeneración de bosques; las generalistas (omnívoras) importantes en el ciclo alimenticio porque sirven de alimento para otras especies; y, cerrando el ciclo, las que se alimentan de desechos orgánicos (detritívoros).

En el área del proyecto, el nicho trófico con mayor número de especies registradas fue; los Invertívoro con 113 especies (47.7%), Omnívoro con 33 especies (13.9%), Frugívoro con 32 especies (13.5%), Nectarívoro con 17 especies (7.2%), Predador acuático con 17 especies (7.2%), Granívoro con 12 especies (5.1%), Vertívoro con 7 especies (3.0%), Detritívoro, Herbívoro acuático y Herbívoro terrestre con 2 especies (0.8%), respectivamente.

Gráfico 4.2- 99: Composición de las aves por nicho trófico



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Así, especies de hormigueros pertenecientes a la familia *Thamnophilidae*, trepatroncos de la familia *Furnariidae*, cucaracheros de la familia *Troglodytidae* y mosqueros de la familia *Tyrannidae*, son los principales insectívoros en el área de estudio por la gran variedad de especies que las integran. Respecto a los *Thamnophilidae*, destaca *Thamnophilus doliatus*, que se encuentra entre los principales insectívoros en bosque con mucha cobertura vegetal, además que son especies medianamente sensibles a las actividades antropogénicas; y, los principales insectívoros de las áreas intervenidas serían los mosqueros de la familia *Tyrannidae* como; *Megarynchus pintaqua* y *Tolmomyias viridiceps*; para el caso de los *Furnariidae* sobresale *Furnarius leucopus*.

En el grupo de las frugívoras tenemos a *Brotogeris cyanopectera*, importantes dispersoras de semillas, indicando un bosque productivo, porque se movilizan en grandes bandadas, necesitando ingerir grandes cantidades de alimentos (bosque con frutos), también en este grupo de frugívoras tenemos a las tangaras de la familia *Thraupidae* como son *Saltator maximus*, *Tangara chilensis* y *Tangara schrankii* que también acostumbran a forrajear en bandadas con numerosos individuos.

En el caso de los omnívoros, tenemos a *Trogon viridis*, *Euphonia chrisopasta*, *Ramphastos vitellinus* y *Zimmerius villarejoi*, entre otros, que se alimenta de frutos, insectos, y pequeños vertebrados.

Entre los rapaces que actúan como controladores biológicos, tenemos a *Cathartes aura*, *Rupornis magnirostris* y *Daptrius ater*, entre otros.

4.2.5.4.2.5 Análisis de altura de vuelo

Se realizó una caracterización de la altura de vuelo para la comunidad de aves en función a las observaciones obtenidas durante las dos temporadas de evaluación. Se asignó cuatro categorías o clases de vuelo diferentes en función a la altura respecto al nivel del suelo exhibida por cada especie identificada de ave durante su avistamiento, desplazamiento u otros comportamientos relacionados a percharse (Stotz et al., 1996; Schulenberg et al., 2010).

Estas categorías corresponden a:

- Altura Muy Baja (MB) = Reportadas entre 0 y 5 metros
- Altura Baja (B) = Reportadas entre 5 y 20 metros
- Altura Media (M) = Reportadas entre 20 y 75 metros.
- Altura Elevada (A) = Reportadas a más de 75 metros.

Se observó que una proporción del 83.9 % (193 especies) del total de especies registradas se desarrolla en alturas de vuelo sin riesgo debido a la poca probabilidad de colisionar con los cables de alta tensión. Entre estas categorías, los registros se distribuyen en 88 especies (38.3 %) de vuelo Muy Bajo (MB), 96 especies de vuelo Bajo (B) que representan un porcentaje del 41.7 % y 9 especies (3.9 %) de vuelo elevado (A).

Tabla 4.2- 104: Frecuencia de altura de vuelo

Altura del vuelo	Especies	Porcentaje (%)
Altura alta (A)	9	3.9
Altura media (M)	37	16.1
Altura baja (B)	96	41.7
Altura muy baja (MB)	88	38.3

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En el Anexo 4.2.21 se presenta el análisis de la altura de vuelo de las aves.

Anexo 4.2.21 Análisis de altura de vuelo

Los resultados obtenidos, nos muestran **que**, respecto a la categoría de riesgo potencial de vuelo Medio, 37 especies (16.1%) presentarían riesgo de colisión con los elementos proyectados a conformar la línea de transmisión. Dentro de esta categoría se encuentran 9 familias de aves: Ardeidae (5 especies), Bucconidae (3 especies), Cracidae (2 especies), Cuculidae (4 especies), Falconidae (4 especies), Hirundinidae (6 especies), Phalacrocoracidae (1 especies), Psittacidae (5 especies), Recurvirostridae (1 especies), Strigidae (4 especies) y Trogonidae (2 especies).

Entre las cuales la familia Hirundinidae reportó el mayor número de especies en riesgo (6 especies), este grupo formado principalmente por golondrinas se desplazan en grupos dentro del área del proyecto, un comportamiento similar tiene la familia Ardeidae "garzas" (5 especies), cuyos desplazamientos son hacia zonas con presencia de agua.

Con respecto a la familia Psittacidae (5 especies), las bandadas mixtas, que suelen conformarse debido a la coexistencia de individuos pertenecientes a diferentes especies, se desplazan a alturas entre 20 a 70 metros respecto al suelo para llegar a áreas en donde consumen recursos alimenticios o acceder a sus refugios o nidos en las copas de árboles, por lo mismo presenta un vuelo de alto riesgo con probabilidad de colisionar con los cables de alta tensión.

Entre otras familias con una importante contribución en el número de especies de vuelo a altura moderada destaca la familia Falconidae (4 especies), las cuales tienen una dieta con preferencia por pequeños vertebrados y permanecen posados en sitios altos y abiertos de más de 20 metros para trasladarse a árboles de esa misma altura donde tienen puntos de percha y consiste en un comportamiento que provoca un vuelo de alto riesgo con probabilidad de colisión (Schulenberg et al., 2010). En el caso de la familia Strigidae "lechuzas" (4 especies), presentan un comportamiento similar a la familia Falconidae, con la diferencia que este grupo caza pequeños vertebrados en horarios nocturnos mediante vuelos cortos que podrían encontrarse en riesgo de existir elementos que se interpongan en su desplazamiento como los componentes de la línea de transmisión sobre los 20 metros de elevación.

4.2.5.4.2.6 Especies Clave

La selección de especies clave es un tema todavía muy poco estudiado y analizado en el Perú, aunque las exigencias de las evaluaciones lleven a plantearlas en los hechos. Las dificultades con respecto a ella surgen tanto de un gran desconocimiento de muchas características de las aves, como de distintos puntos de vista con relación a las especies que se deben seleccionar.

Para ser apropiadas para monitoreos posteriores, sentido en el cual se las selecciona a las especies clave en el contexto de las evaluaciones, las especies escogidas deben tener poblaciones de un tamaño suficientemente grande como para permitir detectar cambios en ellas. Solo pocas especies amenazadas y en pocas localidades se presentan en poblaciones suficientemente grandes como para monitorear cambios en su población. Generalmente los registros son de pocos individuos o de presencia/ausencia. Las especies amenazadas y de interés para conservación en general deben ser objeto de evaluaciones y monitoreos específicos.

El conjunto de especies preseleccionadas puede ser analizado en tres atributos que son apropiados para decidir su idoneidad como especies clave: sensibilidad a la distribución, abundancia y especialización al hábitat.

Para estos tres parámetros Stotz et al. (1996), mencionado por Franke (2014), proporcionan para todas las aves peruanas una valorización cualitativa muy útil. Este trabajo no es el resultado de estudios realizados sobre las especies, sino la apreciación cualitativa profesional resultado de amplia experiencia de campo. Es indudable que las escalas que proporcionan deben ser perfeccionadas a medida que avancen los estudios más detallados sobre las aves peruanas. Sin embargo, es actualmente un elemento muy útil para analizar las especies de aves.

Los tres parámetros mencionados son definidos de la siguiente manera por (Stotz et al. 1996):

- Sensibilidad a la distribución: Este parámetro es estimado cualitativamente según la velocidad de desaparición de las especies de hábitats disturbados, usando cuatro niveles: Alto, Medio, Bajo y Desconocido.
- Abundancia: La abundancia general de la especie en todo su rango es estimada cualitativamente en una escala de 5 niveles: Común, Relativamente común, Poco común, Rara y de Distribución localizada.
- Especialización al hábitat: Stotz et al. (1996) proporcionan para todas las especies de aves peruanas un listado de los hábitats en los cuales estas se reproducen. Para las diversas especies se indican entre 1 y 7 del conjunto de 49 hábitats identificados para Sudamérica. Mientras menor sea el número de hábitats que una especie ocupe, mayor será su especialización.

En el área de estudio, existen diversas especies de aves que podrían considerarse como claves en función de su importancia ecológica en el ecosistema local. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la designación de una especie como clave puede variar según el contexto y los criterios específicos utilizados para definir esta categoría.

Algunas especies de aves que podrían considerarse importantes en el presente estudio por su contribución a la biodiversidad y al funcionamiento del ecosistema podrían incluir: a *Brotogeris cyanoptera*, conocido comúnmente como el perico ala azul o periquito ala azul, es una especie de loro que se encuentra en América Central y América del Sur, desde México hasta Brasil. Al igual que otras especies de loros,

Brotogeris cyanoptera puede desempeñar un papel importante como especie clave en su ecosistema. Aquí hay algunas razones por las cuales podría considerarse una especie clave:

Polinizador y dispersor de semillas: Al igual que otros loros, *Brotogeris cyanoptera* se alimenta de néctar y frutas, lo que lo convierte en un importante polinizador y dispersor de semillas. Al transportar polen de una flor a otra y excretar las semillas en diferentes áreas, contribuye al mantenimiento y la diversidad de la vegetación en su hábitat.

Control de plagas: El perico ala azul también puede desempeñar un papel en el control de plagas al alimentarse de insectos y larvas. Al mantener bajo control las poblaciones de insectos, ayuda a regular los equilibrios ecológicos y a mantener la salud de los ecosistemas donde habita.

Indicador de salud ambiental: La presencia y el comportamiento de *Brotogeris cyanoptera* en su hábitat pueden ser indicadores importantes de la salud general del ecosistema. Cambios en su distribución, población o comportamiento pueden señalar problemas ambientales subyacentes, como la pérdida de hábitat, la contaminación o el cambio climático.

Atractivo turístico y educativo: Al igual que otros loros, el perico ala azul puede ser una atracción para el turismo de observación de aves. La observación y el estudio de estas aves pueden proporcionar oportunidades educativas sobre la importancia de la conservación de la biodiversidad y el respeto por los ecosistemas naturales.

La “cotorra de ojo blanco” *Psittacara leucophthalmus*, conocido comúnmente como el perico frente blanca o perico de ojos blancos. Al igual que otros loros, *Psittacara leucophthalmus* desempeña un papel importante en su ecosistema y podría considerarse una especie clave por varias razones:

Polinizador y dispersor de semillas: *Psittacara leucophthalmus* se alimenta de néctar y frutas, lo que lo convierte en un importante polinizador y dispersor de semillas. Al visitar diferentes flores en busca de néctar y consumir frutas, transporta polen de una planta a otra y dispersa las semillas a través de sus deposiciones, lo que contribuye a la reproducción y regeneración de la vegetación en su hábitat.

Control de plagas: Al igual que otros loros, la cotorra de ojo blanco puede alimentarse de insectos y larvas, contribuyendo así al control de poblaciones de insectos y al equilibrio ecológico en su entorno. Esta función puede ser especialmente importante en la regulación de plagas agrícolas y forestales.

Indicador de salud ambiental: La presencia y el comportamiento de *Psittacara leucophthalmus* en su hábitat pueden servir como indicadores de la salud general del

ecosistema. Cambios en su distribución, población o comportamiento pueden señalar problemas ambientales subyacentes, como la pérdida de hábitat, la contaminación o el cambio climático.

Atractivo turístico y educativo: La cotorra ojo blanco es una especie popular entre los observadores de aves y los amantes de la naturaleza, lo que puede generar interés turístico en las áreas donde habita. Su observación y estudio también pueden proporcionar oportunidades educativas sobre la importancia de la conservación de la biodiversidad y la protección de los ecosistemas naturales.

Estas son solo algunos ejemplos de aves que podrían considerarse clave en el área del Proyecto, en función de su papel en el ecosistema local. Es importante realizar estudios ecológicos específicos para determinar con precisión las especies clave y su importancia en este entorno particular.

4.2.5.4.2.7 Uso Local

En la región San Martín existe una oferta variada motivada por observadores de aves expertos o entusiastas que demandan los servicios de pobladores locales para esta actividad. Asimismo, la población local no realiza actividades de caza para consumo, sino como control.

Tabla 4.2- 105: Especies de aves con uso potencial en el área de estudio

Familia	Especie	Caza	Caza (1)	Caza (2)	Caza (3)	Caza (4)	Caza (5)	Caza (6)
Accipitridae	<i>Buteo albigula</i>	-	-	-	-	-	-	x
Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	-	-	-	-	-	-	x
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	-	-	-	-	-	-	x
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	-	-	x	-	-	-	-
Accipitridae	<i>Spyzaetus tyrannus</i>	-	-	-	-	-	-	x
Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazonica</i>	-	-	-	x	-	-	-
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	-	-	-	x	-	-	-
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	-	-	x	-	-	-	-
Anatidae	<i>Sarkidiornis sylvicola</i>	-	-	x	-	-	-	-
Columbidae	<i>Leptotila rufaxila</i>	-	-	x	-	-	-	-
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	-	-	x	-	-	-	-
Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	-	-	x	-	-	-	-
Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	-	-	x	-	-	-	-
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	-	-	x	-	-	-	-
Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	-	-	x	-	-	-	-
Cracidae	<i>Penelope jacquacu</i>	-	-	x	-	-	-	-
Psittacidae	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	-	x	-	-	-	x	-
Psittacidae	<i>Brotogeris versicolurus</i>	-	-	-	-	-	x	-
Psittacidae	<i>Forpus crassirostris</i>	-	x	-	-	-	x	-
Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	-	x	-	-	-	x	-

Familia	Especie	Caza	Caza (1)	Caza (2)	Caza (3)	Caza (4)	Caza (5)	Caza (6)
Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	-	x	-	-	-	x	-
Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	x	-	-	-	-	-	-
Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i>	x	-	-	-	-	-	-
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	-	-	-	-	x	-	-
Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	-	-	-	-	x	-	-
Strigidae	<i>Pulsatrix perspicillata</i>	-	-	-	-	x	-	-
Tinamidae	<i>Crypturellus soui</i>	-	-	x	-	-	-	-

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Leyenda: (1) Caza mascota, (2) Caza para alimentación/deporte, (3) Caza para evitar consumo de peces, (4) Caza superstición, (5) Caza comercial, (6) Caza por repeler predación de animales domésticos

4.2.5.4.2.8 Especies Protegidas y/o Endémicas

Del total de especies, 172 especies registradas se encuentran en la lista de UICN (2024-2), de las cuales 171, están consideradas en la categoría de LC (Preocupación menor); la especie, *Contopus cooperi* “pibí boreal”, se encuentra incluida en la categoría NT (Casi amenazada).

Por otro lado; 23 especies se encuentran en la categoría II de la lista CITES. Finalmente, la especie *Hemitriccus rufigularis* “tirano-todi de garganta anteada” está considerada como casi amenazado (NT) y *Zimmerius villarejoi* “moscareta de mishana”, se encuentran en la categoría casi amenazado (VU) de la lista DS N° 004-2014 MINAGRI.

Según los criterios de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS, 2024), se registraron cuatro especies incluídas en el Apéndice II: *Cathartes aura* “Gallinazo de Cabeza Roja”, *Coragyps atratus* “Gallinazo de cabeza negra”, *Falco sparverius* “Cernicalo americano” y *Turdus fuscater* “Zorzal grande”

Se reportaron dos especies considera endémica para el Perú, *Zimmerius villarejoi* “moscareta de Mishana” y *Ramphocelus melanogaster*, “Tangara de Vientre Negro”, siendo esta ultima una especie presente en la mayoría de las estaciones.

Tabla 4.2- 106: Especies de aves categorizadas en el área del proyecto

Familia	Especie	D.S N° 004-2014- MINAGRI	IUCN (2024- 2)	CITES (2024)	CMS (2024)	Migrantes	Endemismo (Plenge, 2024)
Accipitridae	<i>Buteo albigula</i>	-	LC	II	-	-	-
Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	-	LC	II	-	-	-
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	-	LC	II	-	-	-
Accipitridae	<i>Chondrierax uncinatus</i>	-	LC	II	-	-	-
Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	-	LC	II	-	-	-
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	-	LC	II	-	-	-
Accipitridae	<i>Spyzaetus tyrannus</i>	-	LC	II	-	-	-
Anatidae	<i>Sarkidiornis sylvicola</i>	-	LC	-	II	-	-
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	-	LC	-	II	-	-
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	-	LC	-	II	-	-

Familia	Especie	D.S N° 004-2014- MINAGRI	IUCN (2024- 2)	CITES (2024)	CMS (2024)	Migrantes	Endemismo (Plenge, 2024)
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	-	LC	II	-	-	-
Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	-	LC	II	-	-	-
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	-	LC	II	-	-	-
Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	-	LC	II	-	-	-
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	-	LC	-	-	NB	-
Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	-	LC	-	-	NB	-
Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	-	LC	-	-	NB	-
Psittacidae	<i>Brotoyeris cyanoptera</i>	-	LC	II	-	-	-
Psittacidae	<i>Brotoyeris versicolurus</i>	-	LC	II	-	-	-
Psittacidae	<i>Forpus crassirostris</i>	-	LC	II	-	-	-
Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	-	LC	II	-	-	-
Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	-	LC	II	-	-	-
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	-	LC	II	-	-	-
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	-	LC	II	-	-	-
Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	-	LC	II	-	-	-
Strigidae	<i>Pulsatrix perspicillata</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Anthracoceros nigricollis</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Calliphlox amethystina</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Campylopterus largipennis</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Chionomesa lactea</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Chrysoronia oenone</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Colibri delphinae</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Florisuga mellivora</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Heliodoxa leadbeateri</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Helimaster longirostris</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Lophornis delattrei</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Phaethornis guy</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Phaethornis malaris</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Phaethornis petrei</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Phaethornis ruber</i>	-	LC	II	-	-	-
Trochilidae	<i>Thalurania furcata</i>	-	LC	II	-	-	-
Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	-	NT	-	-	NB	-
Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	-	LC	-	-	NB	-
Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	-	LC	-	-	NB	-
Tyrannidae	<i>Elaenia parvirostris</i>	-	-	-	-	NB	-
Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	-	-	-	-	NB	-
Tyrannidae	<i>Hemitriccus ruficularis</i>	NT	LC	-	-	-	-
Tyrannidae	<i>Zimmerius villarejo</i>	VU	LC	-	-	-	End

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.2.5.4.2.9 Especies Migratorias

Se registraron 8 especies migratorias del norte o boreales: *Contopus cooperi* “pibí boreal”, *Contopus sordidulus* “pibí occidental”, *Contopus virens* “pibí oriental”, *Hirundo rustica* “golondrina tijereta”, *Riparia riparia* “golondrina ribereña”, *Setophaga fusca* “reinita de garganta naranja”, “Mosquero Rayado” *Myiodynastes maculatus* y “Fío-Fío de pico chico” *Elaenia parvirostris*.

Es importante remarcar que las migraciones boreales se dan desde Norteamérica hacia las zonas tropicales durante el invierno ártico. Si bien es cierto que ninguna de estas especies está en alguna categoría de protección, es importante proteger sus lugares de descanso, las rutas de migración y los lugares de estadía, para garantizar el flujo constante de estas

4.2.5.4.2.10 Rutas Migratorias

Son rutas de desplazamientos de aves, las cuales comprenden áreas como quebradas y valles, así como las divisorias de cuencas que se comunican entre los valles. Sin embargo, con respecto a los movimientos migratorios y el uso espacio temporal a lo largo de distintos periodos del ciclo anual es todavía limitado para la mayoría de las especies, existen vacíos de información por tanto son pocos conocidos a diferencia de las migraciones que ocurren a lo largo de las costas del Pacífico que han sido más estudiadas, tal como lo demuestra la mayor abundancia de investigaciones efectuadas en estas zonas. (Pulido, 2018). Así mismo para tener un registro de los desplazamientos debería tenerse estudios de varios años registros históricos, tanto de obtenidos por autores o de levantamiento de información in situ para comparar la abundancia, incidencia, estacionalidad de dichas especies en la zona.

Con la información disponible se presenta 3 rutas migratorias empleadas por *Contopus virens* "pibí oriental", "Mosquero Rayado" *Myiodynastes maculatus* y "Fío-Fío de pico chico" *Elaenia parvirostris*. Si bien es cierto que ninguna de estas especies está en alguna categoría de protección, es importante proteger sus lugares de descanso, las rutas de migración y los lugares de estadía, para garantizar el flujo constante de estas.

En el anexo de Mapas de rutas migratorias puede verse las rutas empleadas por las tres especies anteriormente mencionadas.

Anexo 4.2.26 Mapa de rutas migratorias

4.2.5.4.2.11 Especies raras

No se reportó especies raras en el área del proyecto.

4.2.5.4.2.12 Especies nuevas

No se reportó especies nuevas en el área del proyecto

4.2.5.4.3 Mastofauna

El estudio de las comunidades de mamíferos silvestres es, muchas veces, complicado, debido a la baja densidad poblacional y los hábitos nocturnos que presentan la mayoría de las especies. Pese a esto, su inclusión en evaluaciones de diversidad es necesaria, debido a su importancia, ya que ellos influyen en la estructura, composición y dinámica de los ecosistemas al ser parte de procesos de dispersión de semillas, polinización, además de controlar las poblaciones de insectos (Solari et al., 2002). Asimismo, debido a su sensibilidad frente a cambios en el ambiente, son potencialmente útiles como indicadores, una revisión rápida de la diversidad de especies de mamíferos en los ciertos ecosistemas podría ayudar a saber si el ecosistema es estable o no (Mbugua 2002). La Región Neotropical se encuentra entre las regiones de mayor diversidad

biológica en el mundo, dentro de ella, el Perú es uno de los países con mayor diversidad de mamíferos. Esta diversidad está relacionada con su posición geográfica tropical y con la presencia de la Cordillera de los Andes, la cual causa una alta riqueza de regiones y microhábitats. En el año 2009, Víctor Pacheco y sus colaboradores elaboraron una lista de las especies de mamíferos presentes en el Perú, en la que se mencionan la presencia de 508 especies (Pacheco et al., 2009). Este número de especies ha ido incrementando en los últimos años y de acuerdo con la actualización de la lista realizada por Medina y sus colaboradores (2016), se calcula que actualmente en Perú se conocen 549 especies y este número sigue creciendo.

Los mamíferos constituyen un grupo de importancia en los ecosistemas al encontrarse influyendo en la estructura, composición y dinámica de los bosques al ser parte de procesos de dispersión de semillas, polinización, además de controlar las poblaciones de insectos (Solari et al., 2002). Asimismo, debido a su sensibilidad frente a cambios en el ambiente, son potencialmente útiles como indicadores, una revisión rápida de la diversidad de especies de mamíferos en ciertos ecosistemas podría ayudar a saber si el ecosistema es estable o no (Mbugua 2002).

El Neotrópico se encuentra entre las regiones de mayor diversidad biológica en el mundo, dentro de ella, el Perú es uno de los países con mayor diversidad de mamíferos. Esta diversidad está relacionada con su posición geográfica y con la presencia de la Cordillera de los Andes, la cual causa una alta riqueza de regiones y microhábitats.

En el año 2009, Pacheco y sus colaboradores elaboraron una lista de las especies de mamíferos presentes en el Perú, en la que se mencionan la presencia de 508 especies (Pacheco et al., 2009). Posteriormente la lista fue actualizada, registrando un total de 569 especies de mamíferos, de las cuales 82 correspondieron a especies endémicas (Pacheco et al., 2020). La última actualización realizada el año 2021 por Pacheco, compiló 573 especies, ascendiendo el número de especies endémicas a 87 (Pacheco, 2021).

4.2.5.4.3.1 Temporada Muy Húmeda

4.2.5.4.3.1.1 Mamíferos Mayores

Evaluación cuantitativa

En el área del proyecto, se registra la presencia de 2 especies de mamíferos mayores, aunque la abundancia es baja, habiéndose registrado únicamente especímenes en el área del hábitat crítico Rumiyacu – Mishquiyacu, estaciones FAFL-01 y FAFL-02.

Tabla 4.2- 107: Especies de mamíferos mayores registrados (registros cuantitativos)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	FAFL-01	FAFL-02
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus spadiceus</i>	Ardilla roja amazónica	1	1
Primate	Callitrichidae	<i>Leontocebus fuscicollis</i>	Pichico	15	6

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Evaluación cualitativa

En el área del proyecto, se registra la presencia de 17 especies de mamíferos mayores, distribuidos en 8 ordenes y 14 familias. En la tabla siguiente se presenta la lista de especies identificadas y la clase de registro.

Tabla 4.2- 108: Especies de mamíferos mayores registrados (registros cualitativos)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Clase de Registro
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus spadiceus</i>	ardilla roja amazónica	Observación directa
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	añuje	Entrevista no estructurada, Huellas
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	paca	Entrevista no estructurada, Huellas
Primates	Callitrichidae	<i>Leontocebus fuscicollis</i>	pichico	Observación directa
Primates	Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	mono aullador	Auditivo
Primates	Callitrichidae	<i>Callicebus oenanthe</i>	tocón de río	Auditivo
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	osos hormiguero	Entrevista no estructurada, cadáver
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Liebre amazónica	Entrevista no estructurada
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	muca o zarigüeya	Entrevista no estructurada
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Zarigüeyita negra de cuatro ojos	Entrevista no estructurada
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novencinctus</i>	carachupa	Rasguños, huellas
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus amazonicus</i>	zorrito	Odorífero
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	tigrillo	Entrevista no estructurada
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	mapache	Entrevista no estructurada
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	coati de cola anillada	Entrevista no estructurada
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Sajino, Pecarí de collar	Entrevista no estructurada
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	Entrevista no estructurada

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.2.5.4.3.1.2 Mamíferos Menores Terrestres

A pesar del esfuerzo desarrollado, no se registró la presencia de mamíferos menores (ratones).

4.2.5.4.3.1.3 Mamíferos Menores Voladores

En cuanto a mamíferos menores voladores (murciélagos) se registra la presencia de 2 especies, aunque la abundancia es baja, habiéndose registrado únicamente 1 individuo para cada especie, en la estación FAFL-01.

Tabla 4.2- 109: Especies de mamíferos menores voladores registrados

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia sp</i>	Murciélago frutero
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Mesophylla macconelly</i>	Murciélago de maconeli

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.2.5.4.3.2 Especies Protegidas y/o Endémicas

Entre las especies de mamíferos registradas en el área para la Temporada Muy Húmeda, una especie se encuentran consideradas en la categorización nacional de

especies amenazadas de fauna silvestre (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), como En Peligro Crítico (CR) el mono tocón *Plecturocebus oenanthe*.

Se registraron 2 especies consideradas en la lista roja de especies amenazadas de la IUCN (2024-2), en la categoría de En Peligro Crítico (CR). Asimismo, una especie están incluidas en el Apéndice II de la CITES (2024).

Entre las especies de mamíferos registradas se encontró una especie endémica de Perú, el mono tocón *Plecturocebus oenanthe*, está restringido a la amazonía peruana en el departamento de San Martín. Sin embargo, aún hacen falta más estudios para delimitar su distribución (Vermeer y Tello-Alvarado 2015).

Tabla 4.2- 110: Especies de mamíferos categorizadas en el área del proyecto – Temporada muy húmeda

Familia	Especie	Nombre común	D.S N° 004- 2014- MINAGRI	IUCN (2024- 2)	CITES (2024)	CMS	Endemismo
Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas, carachupa		LC	-	-	-
Didelphidae	<i>Chironectes minimus</i>	Zarigüeyita acuática		LC	-	-	-
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya de orejas negras		LC	-	-	-
Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de tres dedos, pelejo		LC	II	-	-
Pitheciidae	<i>Callicebus oenanthe</i>	Mono tocon	CR	CR	-	-	SM
Callitrichidae	<i>Leontocebus fuscicollis</i>	Pichico		LC	-	-	-
Cebidae	<i>Saguinus fuscicollis</i>	Pichico común		CR	-	-	-
Sciuridae	<i>Hadrosclurus igniventris</i>	Ardilla de vientre rojo		LC	-	-	-
Sciuridae	<i>Sciurus spadiceus</i>	Ardilla roja amazónica		LC	-	-	-

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.2.5.4.3.3 Temporada Húmeda

4.2.5.4.3.3.1 Mamíferos Mayores

Los resultados expuestos en el presente acápite, se elaboraron con la información de mamíferos mayores registrada a través de la metodología de censo en transecto lineal, correspondientes al total de estaciones de evaluación (15 estaciones) que caracterizan a las unidades de vegetación Área de no bosque amazónico (Ano-ba) y Bosque de montaña (Bm).

Riqueza y composición

Para el análisis de composición y riqueza registrados durante la temporada húmeda en el área de estudio, se consideraron los resultados totales obtenidos de los registros cuantitativos y cualitativos mediante la metodología de censo en transecto lineal. Como resultado de las evaluaciones realizadas, se reportaron ocho (08) especies de mastofauna mayor, correspondientes a ocho (08) géneros, ocho (08) familias y cinco (05) órdenes taxonómicas (Tabla 4.2- 111). Cabe mencionar que la especie *Dasyprocta*

fuliginosa fue registrada por Registro Oportuno, por lo tanto, se la considera parte de la riqueza en el área de estudio, pero no fue incluida en el análisis de diversidad.

Tabla 4.2- 111: Composición taxonómica en el área de estudio – Mastofauna mayor

Clase	Orden	Familias	Géneros	Especies
Mammalia	Cingulata	1	1	1
Mammalia	Didelphimorphia	1	1	1
Mammalia	Pilosa	1	1	1
Mammalia	Primates	2	2	2
Mammalia	Rodentia	3	3	3
1	5	8	8	8

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

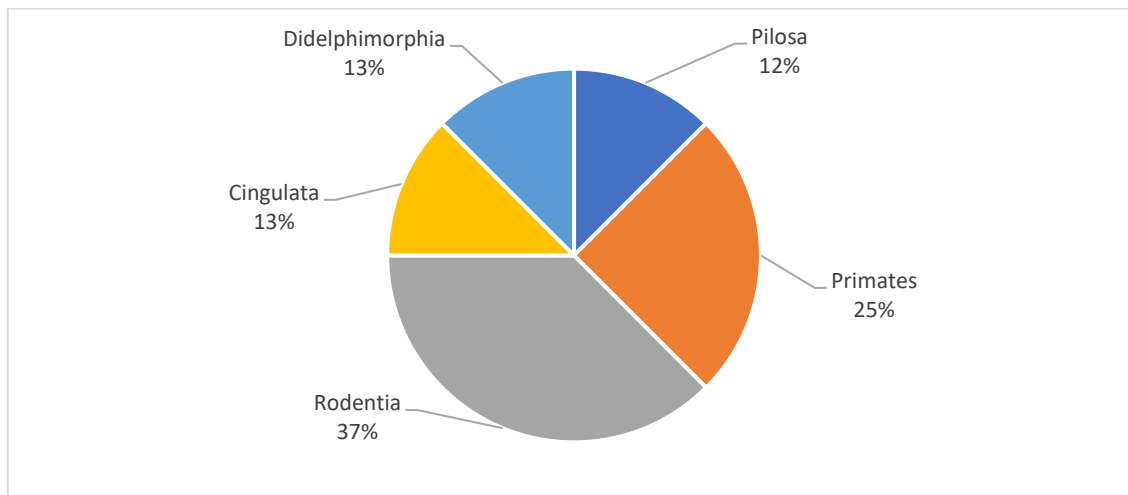
Tabla 4.2- 112: Lista de especies en el área del proyecto – Mastofauna mayor

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Cingulata	Dasyopodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas, carachupa
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya de orejas negras
Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de tres dedos, pelejo
Primates	Cebidae	<i>Saguinus fuscicollis</i>	Pichico común
Primates	Pitheciidae	<i>Callicebus oenanthe</i>	Tocón del río Mayo
Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Ronsoco, capibara, ivéto
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Añuje, chapana, cutpe
Rodentia	Sciuridae	<i>Hadroscurus igniventris</i>	Ardilla de vientre rojo

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En la temporada húmeda, el orden mejor representado en el área de estudio fue Rodentia, cabe precisar que, a pesar de pertenecer a este orden, las especies registradas se consideran mamíferos mayores debido a su peso mayor a 1kg. En el Gráfico 4.2- 100 podemos observar en el que el orden Rodentia representó el 37% del total de especies, es decir, obtuvo una riqueza de tres (03) especies registradas. Mientras que los órdenes Pilosa, Didelphimorphia y Cingulata registraron solo una (01) especie, representando el 13% del total de especies, a excepción del orden Pilosa con el 12%.

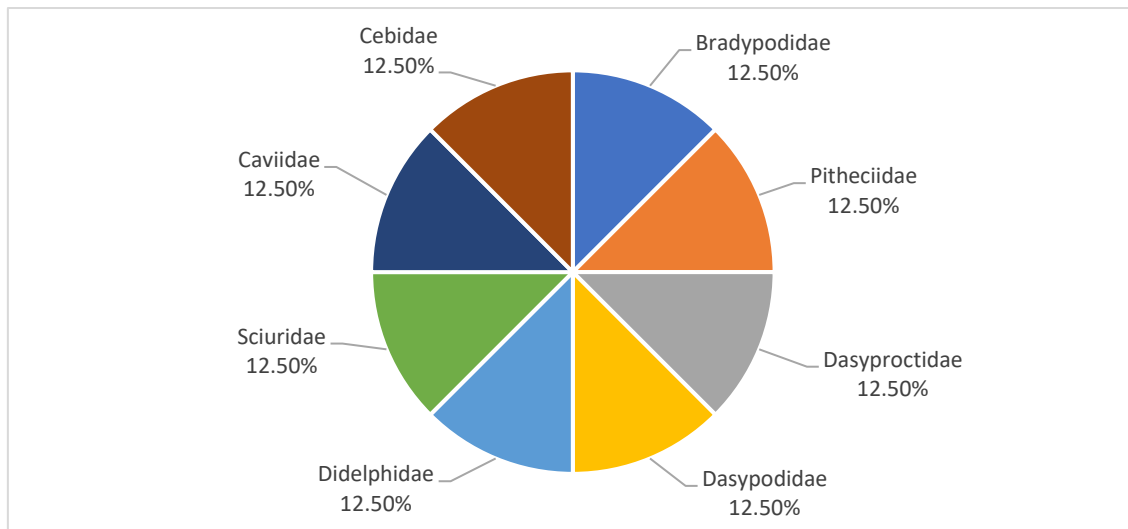
Gráfico 4.2- 100: Riqueza en el área de estudio a Nivel de Orden – Mastofauna mayor



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Respecto a las familias de mastofauna mayor registradas durante la temporada húmeda en el área de estudio, todas las familias presentaron solo una (01) especie, representando el 12.5% del total de especies cada una. En el Gráfico 4.2- 101 se presenta la riqueza de especies de mastofauna mayor registradas por familia taxonómica en el área de estudio.

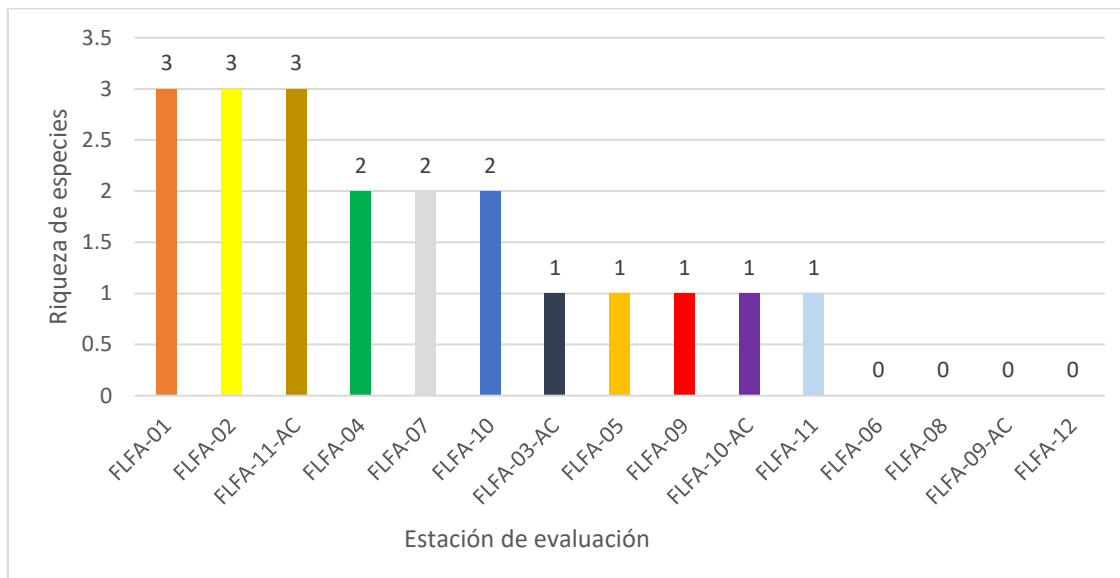
Gráfico 4.2- 101: Riqueza en el área de estudio a Nivel de Familias – Mastofauna mayor



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Por otra parte, como se observa en el Gráfico 4.2- 102, en función al análisis de la riqueza en el área de estudio basado en los datos cualitativos y cuantitativos registrados en las 15 estaciones de evaluación del proyecto; se tiene que, las estaciones FLFA-01, FLFA-02 y FLFA-11-AC presentaron la mayor riqueza con tres (03) especies registradas cada una. Mientras que las estaciones FLFA-06, FLFA-08, FLFA-09-AC y FLFA-12, no presentaron riqueza debido a que registraron cero (0) especies en dichas estaciones de evaluación.

Gráfico 4.2- 102: Riqueza de especies por estación de evaluación – Mastofauna mayor

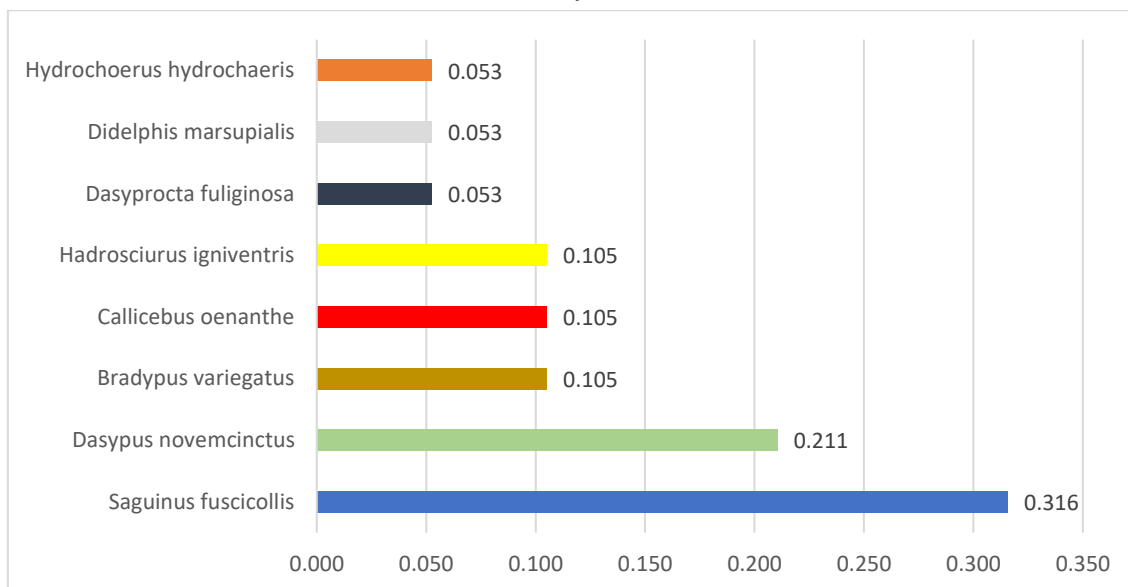


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

La frecuencia relativa de una especie es la probabilidad de encontrarla en una unidad muestral y se expresa como el cociente del número de estaciones de muestreo donde se registra la especie y del número total de estaciones de muestreo.

El **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra el reporte de la frecuencia de especies en base a los registros por estaciones de evaluación durante la temporada húmeda en el área de estudio. Podemos observar que la especie con mayor frecuencia relativa fue *Saguinus fuscicollis*, con un valor de 0.316; seguido por *Dasypus novemcinctus* con una frecuencia relativa de 0.211; y, *Bradypus variegatus*, *Callicebus oenanthe* y *Hadrosaurus igniventris* con una frecuencia de 0.105. El resto de las especies reportadas durante la temporada húmeda en el área de estudio tienen una frecuencia relativa menor a 0.1.

Gráfico 4.2- 103: Frecuencia relativa de especies por estación de evaluación – Mastofauna mayor

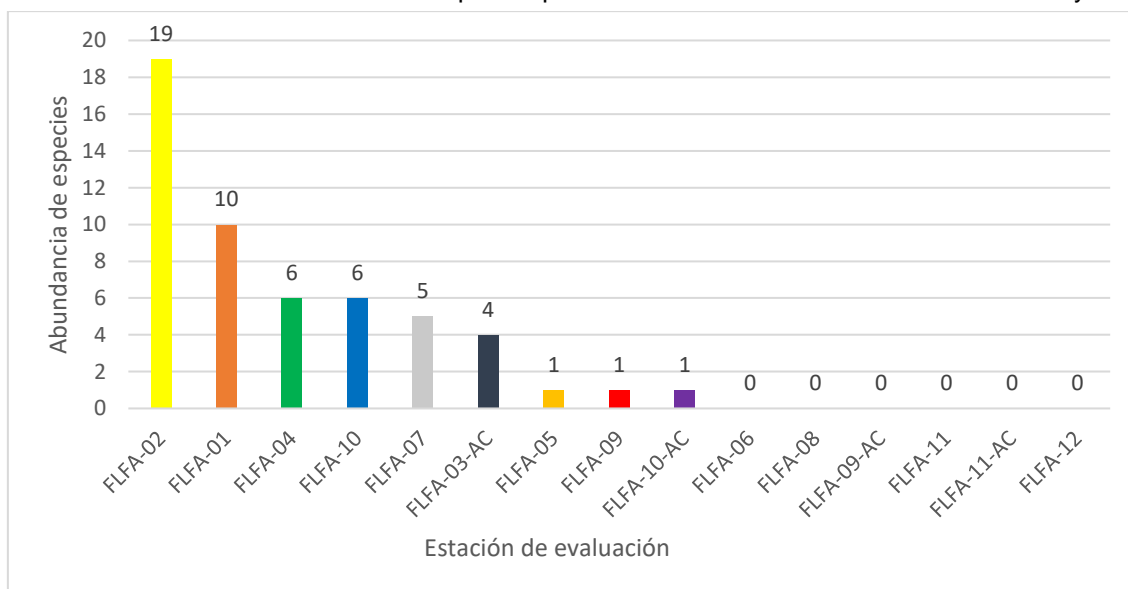


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

Dentro del área de estudio se evaluó la abundancia general (número de individuos) de Mastofauna mayor, registrando un total de 94 individuos. Como se observa en el Gráfico 4.2- 104, la estación de evaluación que presentó la mayor abundancia de individuos fue FLFA-02, con 19 individuos registrados, seguido por la estación FLFA-01, con 10 individuos registrados. Mientras que, las estaciones de evaluación con menor abundancia fueron FLFA-06, FLFA-08, FLFA-09-AC, FLFA-11, FLFA-11-AC y FLFA-12, con cero (0) individuos registrados.

Gráfico 4.2- 104: Abundancia de especies por estación de evaluación – Mastofauna mayor



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Para el análisis de la diversidad alfa de la mastofauna mayor se consideró la información obtenida por la metodología cuantitativa de censo en transecto lineal, para determinar los índices de Shannon – Wiener (H'), Simpson (1-D), Margalef (Mg) y Pielou (J). Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

Durante la temporada de evaluación en el área de estudio, se puede afirmar que la diversidad de Mastofauna mayor registró un valor promedio bajo ($H'=0.30$ bits/ind.); asimismo, según lo estimado por el índice de Margalef, se considera que el área presentó una riqueza baja ($Mg=0.49$), este resultado se debe a que el índice de Margalef relaciona el número de especies y el número total de individuos. Por otra parte, respecto al índice de Simpson (1-D), el cual está influenciado por la abundancia de las especies, se observó un valor bajo para la temporada (1-D=0.13 probits/ind), lo cual evidenció una baja dominancia entre las especies de Mastofauna mayor, estos valores de diversidad se encuentran relacionados con el valor del índice de equidad de Pielou ($J'=0.67$) el cual indica que no existió una especie dominando significativamente sobre las demás especies de mastofauna mayor en el área de estudio.

Tabla 4.2- 113: Índices de diversidad alfa en el área de estudio – Mastofauna mayor

Estación de evaluación	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson (1-D)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Margalef (Mg)
FLFA-01	2	10	0.47	0.18	0.47	0.43
FLFA-02	2	19	0.83	0.39	0.83	0.34
FLFA-03-AC	1	4	0.00	0.00	-	-
FLFA-04	1	6	0.00	0.00	-	-
FLFA-05	1	1	0.00	0.00	-	-
FLFA-06	0	0	-	-	-	-
FLFA-07	2	5	0.72	0.32	0.72	0.62
FLFA-08	0	0	-	-	-	-
FLFA-09	1	1	0.00	0.00	-	-
FLFA-09-AC	0	0	-	-	-	-
FLFA-10	2	6	0.65	0.28	0.65	0.56
FLFA-10-AC	1	1	0.00	0.00	-	-
FLFA-11	0	0	-	-	-	-
FLFA-11-AC	0	0	-	-	-	-
FLFA-12	0	0	-	-	-	-
Promedio	0.87	3.53	0.30	0.13	0.67	0.49

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Análisis por Estación de Evaluación

Diversidad alfa

Los resultados para las 15 estaciones de evaluación muestran que las estaciones FLFA-02, FLFA-07 y FLFA-10 presentaron los valores más altos para los índices de Simpson (1-D), Shannon (H') y Pielou (J').

Como se observa en la Tabla 4.2- 114, el índice de Simpson (1-D) muestra valores altos de 0.39, 0.32 y 0.28 para las estaciones antes mencionadas, respectivamente. Asimismo, el índice de Shannon (H') presenta valores de 0.83, 0.72 y 0.65, respectivamente. En cuanto al índice de Equidad de Pielou (J'), presenta valores de 0.83, 0.72 y 0.65, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Margalef (Mg), se observa que las estaciones FLFA-01, FLFA-07 y FLFA-10 tienen los valores más altos, con un valor de 0.43, 0.62 y 0.56, respectivamente.

Por otra parte, se evidencia que las estaciones FLFA-03-AC, FLFA-04, FLFA-05, FLFA-09 y FLFA-10-AC presentaron los menores valores para los índices de diversidad de Simpson (1-D) y Shannon (H') con valores de cero (0.00), debido al bajo valor de riqueza reportado ($S = 1$), y a la nula equidad entre ellas ($J' = -$). Mientras que las estaciones que no presentaron riqueza: FLFA-06, FLFA-08, FLFA-09-AC, FLFA-11, FLFA-11-AC y FLFA-12, no registraron índices de diversidad ni de equidad. El índice de Margalef (Mg) para estas estaciones tampoco registró valores debido a lo antes mencionado.

Los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.00$ y $1 - D = 0.39$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 0.00$ y $H' = 0.83$. Como se muestra en el Gráfico 4.2- 105, la estación FLFA-02 presentó los valores más elevados de diversidad, debido a su riqueza ($S = 2$) y a la alta equidad registrada ($J' = 0.83$) en comparación con el resto de estaciones; mientras que las estaciones que presentaron una riqueza de una sola ($S=1$) o ninguna especie ($S=0$), no registraron diversidad.

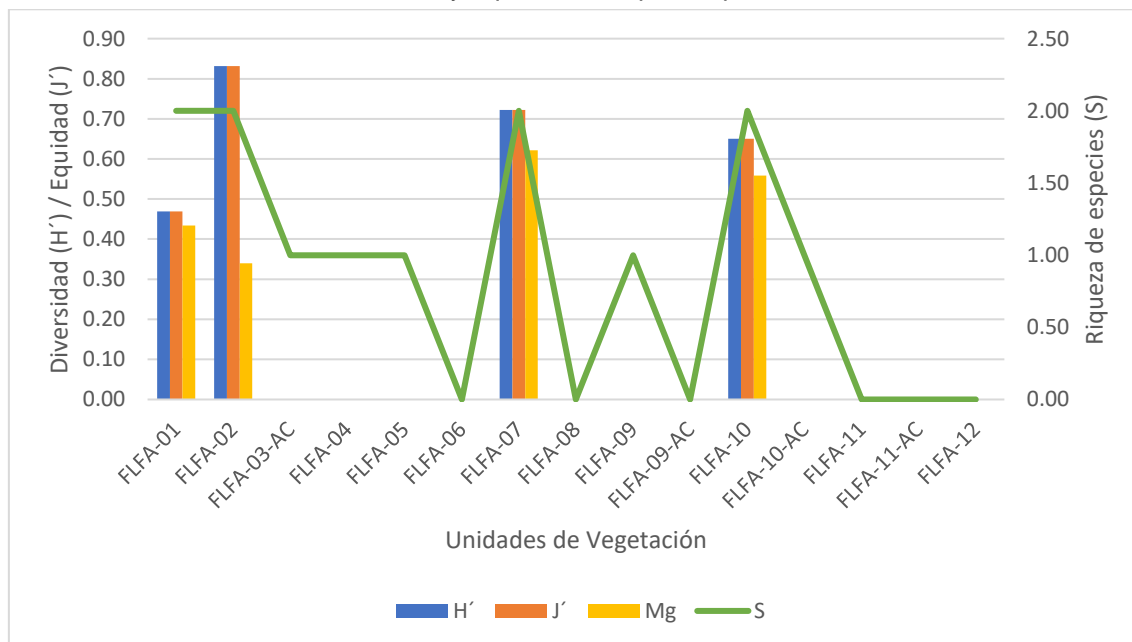
Tabla 4.2- 114: Índices de diversidad por estación de evaluación – Mastofauna mayor

Estación de evaluación	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson (1-D)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Margalef (Mg)
FLFA-01	2	10	0.47	0.18	0.47	0.43
FLFA-02	2	19	0.83	0.39	0.83	0.34
FLFA-03-AC	1	4	0.00	0.00	-	-
FLFA-04	1	6	0.00	0.00	-	-
FLFA-05	1	1	0.00	0.00	-	-
FLFA-06	0	0	-	-	-	-
FLFA-07	2	5	0.72	0.32	0.72	0.62
FLFA-08	0	0	-	-	-	-
FLFA-09	1	1	0.00	0.00	-	-
FLFA-09-AC	0	0	-	-	-	-
FLFA-10	2	6	0.65	0.28	0.65	0.56
FLFA-10-AC	1	1	0.00	0.00	-	-
FLFA-11	0	0	-	-	-	-
FLFA-11-AC	0	0	-	-	-	-
FLFA-12	0	0	-	-	-	-

Nota: Se resaltaron en **negrita** los mayores valores de cada índice de diversidad alfa y se subrayaron los valores menores a excepción de que estos sean igual a 0 (cero).

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 105: Diversidad y equidad de especies por estación de evaluación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

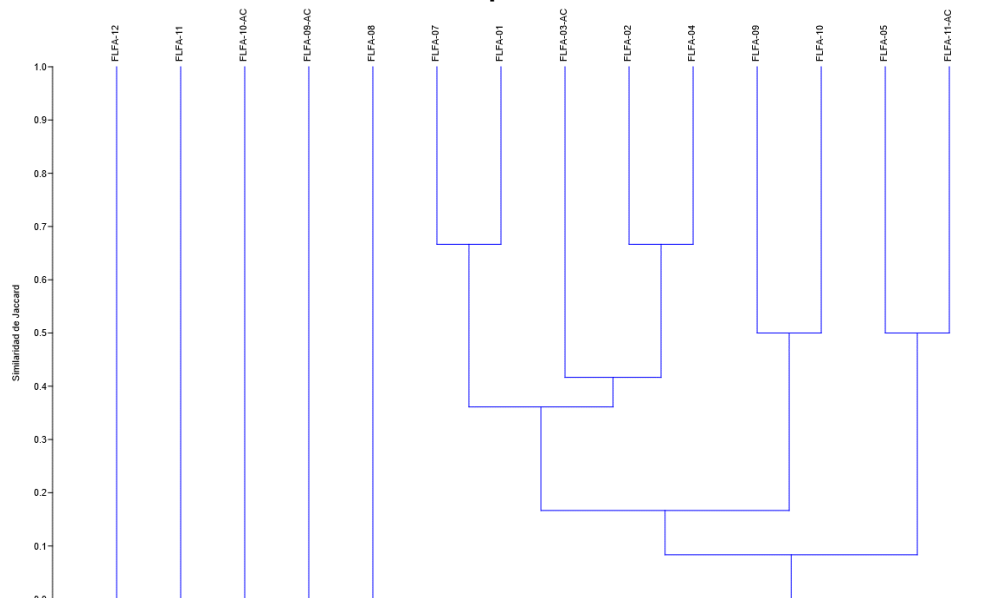
Diversidad beta

Con el objetivo de realizar los análisis de diversidad beta para el área de estudio, en el presente ítem se desarrollaron: el índice de Jaccard y Morisita-Horn; los análisis fueron

realizados a nivel de estaciones, de esta manera se puede conocer la semejanza de la composición de la mastofauna mayor registrada. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

De acuerdo al análisis de similitud cualitativa de Jaccard realizado entre las diferentes estaciones de evaluación, se observa en el **Gráfico 4.2- 106**, cuatro (04) agrupamientos significativos (mayores al 50%). Las agrupaciones con mayor similitud se dieron entre las estaciones FLFA-01 y FLFA-07, con un 67% de similitud; y, entre las estaciones FLFA-02 y FLFA-04, igualmente con un 67% de similitud. Otras agrupaciones significativas se dieron entre las estaciones FLFA-09 y FLFA-10, con un 50% de similitud; y, entre las estaciones FLFA-05 y FLFA-11-AC, igualmente con un 50% de similitud. Mientras que, las estaciones FLFA-06, FLFA-08, FLFA-09-AC, FLFA-10-AC, FLFA-11 y FLFA-12 presentaron un 0% de similitud respecto a la agrupación conformada por las demás estaciones de evaluación.

Gráfico 4.2- 106: Índice de Jaccard por estación de evaluación – Mastofauna mayor

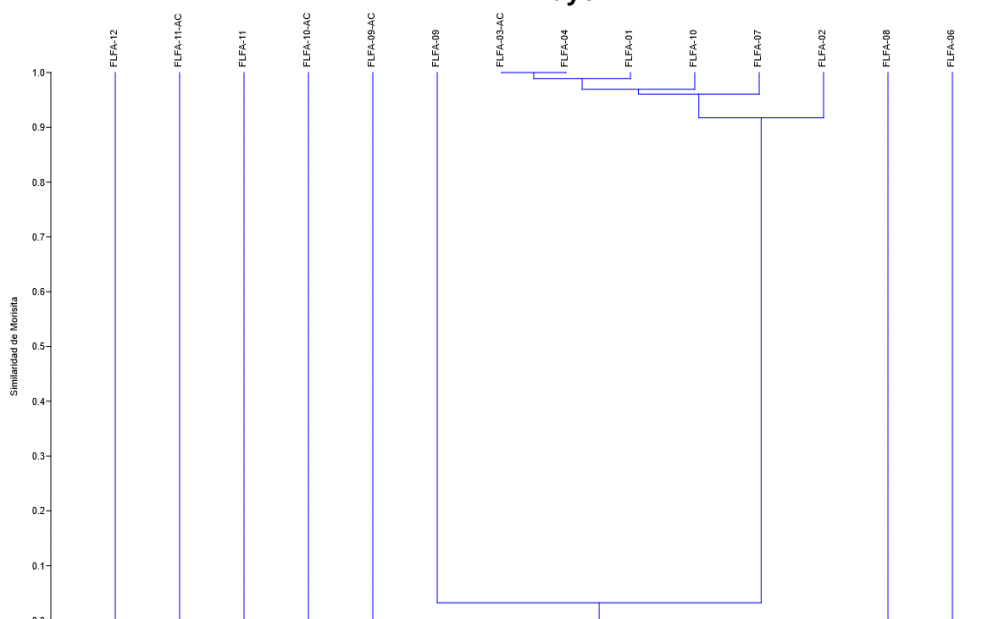


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Respecto al análisis de similitud cuantitativa de Morisita - Horn realizado entre las diferentes estaciones de evaluación, se observa en el **Gráfico 4.2- 107**, cinco (05) agrupamientos significativos (mayores al 50%). La agrupación conformada por las estaciones FLFA-03-AC y FLFA-04 (primer grupo) obtuvo el mayor porcentaje de similitud con un 100%, debido a que comparten el registro de una única especie, *Saguinus fuscicollis*. En tanto que, la agrupación conformada por el primer grupo y la estación FLFA-01 (segundo grupo) obtuvo un porcentaje de 99% de similitud. Asimismo, la agrupación conformada por el segundo grupo y la estación FLFA-10 (tercer grupo) obtuvo un porcentaje de 97% de similitud. Además, la agrupación conformada por el tercer grupo y la estación FLFA-07 (cuarto grupo) obtuvo un porcentaje de 95% de similitud. Por último, la agrupación conformada por el cuarto grupo y la estación FLFA-02 obtuvo un porcentaje de 91% de similitud; en tanto que, la agrupación formada por

las estaciones de evaluación FLFA-09 y FLFA-10 presentó el menor valor de similitud de acuerdo al índice de Morisita - Horn, registrando un 19% de similitud, mientras que las estaciones FLFA-05, FLFA-06, FLFA-08, FLFA-09, FLFA-09-AC, FLFA-10-AC, FLFA-11, FLFA-11-AC y FLFA-12 presentaron un 0% de similitud respecto a la agrupación formada por las demás estaciones de evaluación.

Gráfico 4.2- 107: Índice de Morisita - Horn por estación de evaluación – Mastofauna mayor



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Análisis por Cobertura Vegetal

Diversidad alfa

Con los datos obtenidos durante la evaluación en campo, se evaluó la diversidad alfa en la temporada húmeda para la UV Área de no bosque amazónico (Ano-ba) y la UV Bosque de montaña (Bm).

Los resultados para estas dos UV muestran que la UV Ano-ba presentó los valores más altos para los índices de Simpson (1-D), Shannon (H'), Pielou (J') y Margalef (Mg).

Como se observa en la **Tabla 4.2- 115**, el índice de Simpson (1-D) muestra un valor de 0.34, el índice de Shannon (H') un valor de 1.08, el índice de Pielou (J') un valor de 0.42 y el índice de Margalef (Mg) presenta un valor de 1.27. Por otro lado, se muestra que la UV Bm, presentó valores de cero (0.00) respecto a los índices de diversidad ya que se registró solo una (01) especie para esta UV, *Bradypus variegatus*. Por esta misma razón, no se presentan valores para el índice de equidad de Pielou (J').

Los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.00$ y $1 - D = 0.34$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 0.00$ y $H' = 1.08$. Como se muestra en el **Gráfico 4.2- 108**, la UV Ano-ba presentó el valor más

elevado de diversidad, debido a su mayor riqueza ($S = 6$) y a la alta equidad registrada ($J' = 0.42$) en comparación con la UV Bm, que no registró diversidad debido al registro de una sola especie ($S=1$).

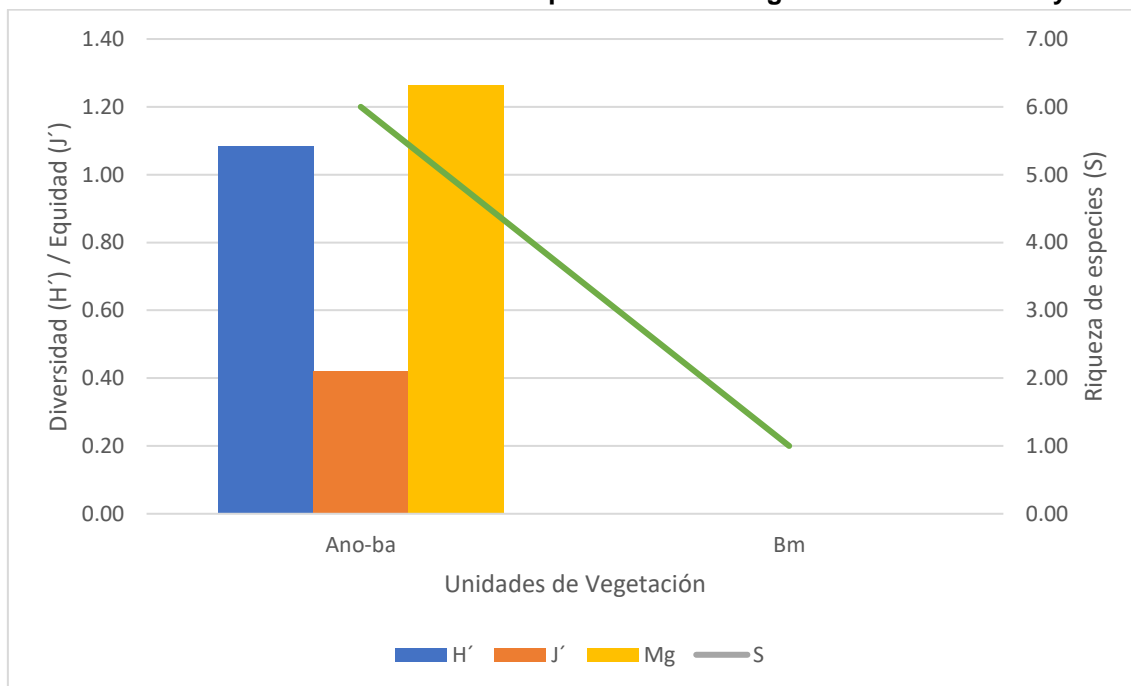
Tabla 4.2- 115: Índices de diversidad por Cobertura Vegetal – Mastofauna mayor

Unidad de Vegetación	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson ($1-D$)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Margalef (Mg)
Ano-ba	6	52	1.08	0.34	0.42	1.27
Bm	1	1	0.00	0.00	-	0

Nota: Se resaltaron en **negrita** los mayores valores de cada índice de diversidad alfa y se subrayaron los valores menores a excepción de que estos sean igual a 0 (cero).

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Gráfico 4.2- 108: Índices de diversidad por Cobertura Vegetal – Mastofauna mayor

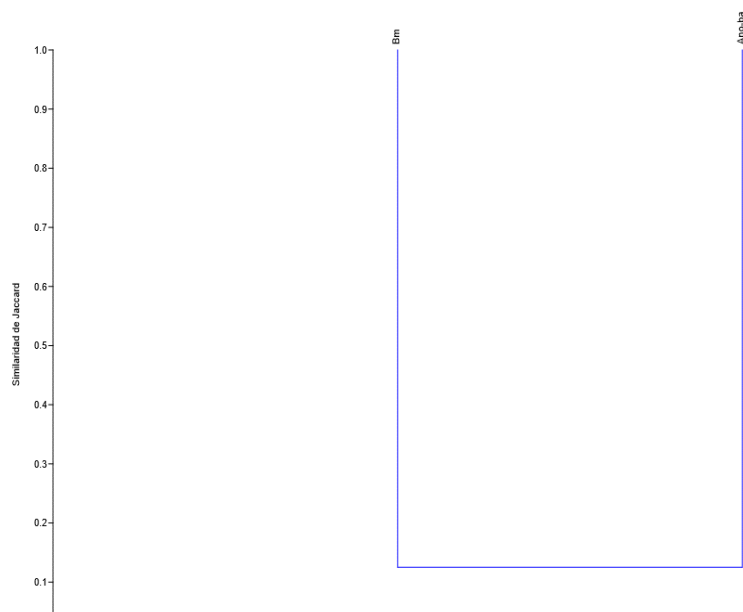


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad beta

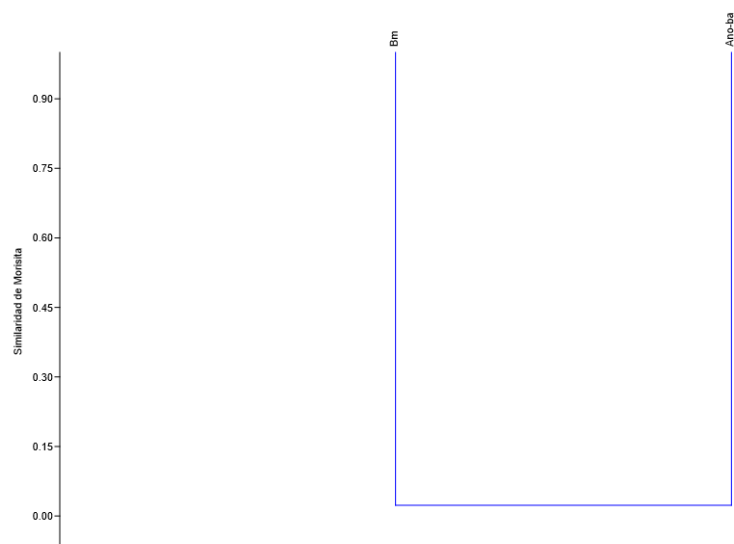
Con el objetivo de realizar los análisis de diversidad beta por unidad de vegetación, en el presente ítem se desarrollaron: el índice de Jaccard y Morisita-Horn; los análisis fueron realizados a nivel de estaciones, de esta manera se puede conocer la semejanza de la composición de la mastofauna mayor registrada. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

De acuerdo al análisis de similitud cualitativa de Jaccard realizado entre las UV Ano-ba y Bm, se observa en el **Gráfico 4.2- 109** que ambas UV no muestran una similitud significativa (mayor al 50%), ya que presentan solo un 13% de similitud.

Gráfico 4.2- 109: Índice de Jaccard por Cobertura Vegetal – Mastofauna mayor


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Respecto al análisis de similitud cuantitativa de Morisita - Horn realizado entre las UV Ano-ba y Bm, se observa en el **Gráfico 4.2- 110** que no existe una agrupación significativa (mayor al 50%) entre ambas UV, ya que presentan solo un 2% de similitud.

Gráfico 4.2- 110: Índice de Morisita - Horn por Cobertura Vegetal –Mastofauna mayor


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A) Área de no bosque amazónico (Ano-ba)

Curva de acumulación de especies

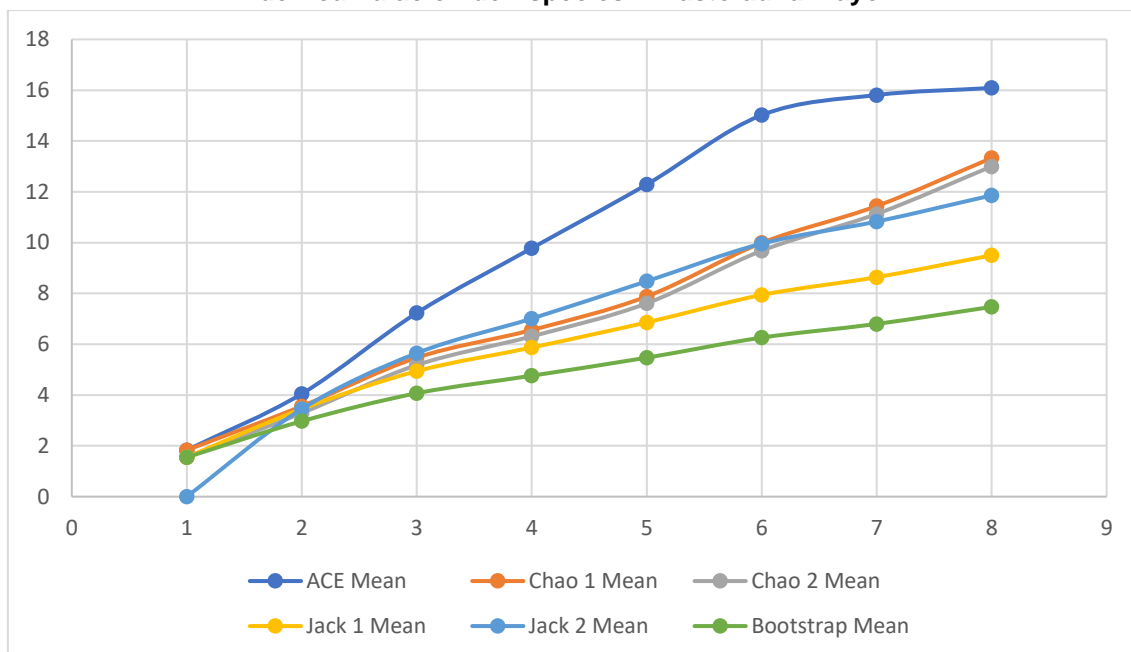
Esta curva representa el número acumulado de especies en función al esfuerzo de muestreo (Mena et al., 2007). Su uso permite dar fiabilidad a los diseños de muestreo y extrapolar el número de especies observadas con la finalidad de estimar un número de especies esperadas (Gotelli & Colwell, 2001). De acuerdo con la “Guía de inventario de fauna silvestre” (MINAM, 2015), las curvas de acumulación serán consideradas aceptables cuando alcance como mínimo el 50% de especies esperadas para un determinado lugar.

Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003), empleando el programa EstimatesS 9.1.0 (Colwell, 2013) y a partir de un total de seis (06) especies (cuantitativo) de Mastofauna mayor registradas durante la temporada húmeda en la UV Área de no bosque amazónico (Ano-ba).

El **Gráfico 4.2- 111** muestra los diferentes estimadores para la curva de acumulación de especies, sin embargo, se considera a los estimadores Bootstrap y Jackknife 1 como los más eficientes, con un promedio de eficiencia de 82.01% y 68.58%, respectivamente.

De acuerdo con el estimador Bootstrap, la asíntota de la curva se alcanza en las siete (07) especies para la comunidad de mastofauna mayor. Las especies registradas representan aproximadamente el 80.32% del total de especies esperadas, logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y, por lo tanto, corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). El estimador Jackknife 1, que es uno de los estimadores menos sesgados para muestras pequeñas (Magurran, 2004; citado en Chan-Canche et al., 2016), tiene una asíntota de 10 especies y muestra una eficiencia del 63.16%.

Dado que para los estimadores usados se supera el umbral del 50% de eficiencia para el esfuerzo completo (13 estaciones) en la UV Área de no bosque amazónico (Ano-ba), se concluye que la evaluación realizada comprende un inventario confiable y completo.

Gráfico 4.2- 111: Unidad de Vegetación "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" - Curva de Acumulación de Especies – Mastofauna mayor

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza y Composición

Para el análisis de composición y riqueza registrados durante la temporada húmeda en la UV Ano-ba, se consideraron los resultados totales obtenidos de los registros cuantitativos y cualitativos mediante la metodología cuantitativa de censo en transecto lineal. Como resultado de las evaluaciones realizadas, se reportaron ocho (08) especies de mastofauna mayor para la UV Ano-ba, correspondientes a ocho (08) géneros, ocho (08) familias y cinco (05) órdenes taxonómicos (Tabla 4.2- 116). Cabe mencionar que la especie *Dasyprocta fuliginosa* fue registrada por Registro Oportuno, por lo tanto, se la considera parte de la riqueza en el área de estudio, pero no fue incluida en el análisis de diversidad.

Las especies registradas en esta UV, corresponden a las mismas registradas para el área de estudio, ya que la mayoría de las estaciones de evaluación (13 estaciones) pertenecen a la UV Ano-ba.

Tabla 4.2- 116: Composición taxonómica en el Ano-ba– Mastofauna mayor

N°	Clase	Orden	Familias	Géneros	Especies
1	Mammalia	Cingulata	1	1	1
2	Mammalia	Didelphimorphia	1	1	1
3	Mammalia	Pilosa	1	1	1
4	Mammalia	Primates	2	2	2
5	Mammalia	Rodentia	3	3	3
Total	1	5	8	8	8

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

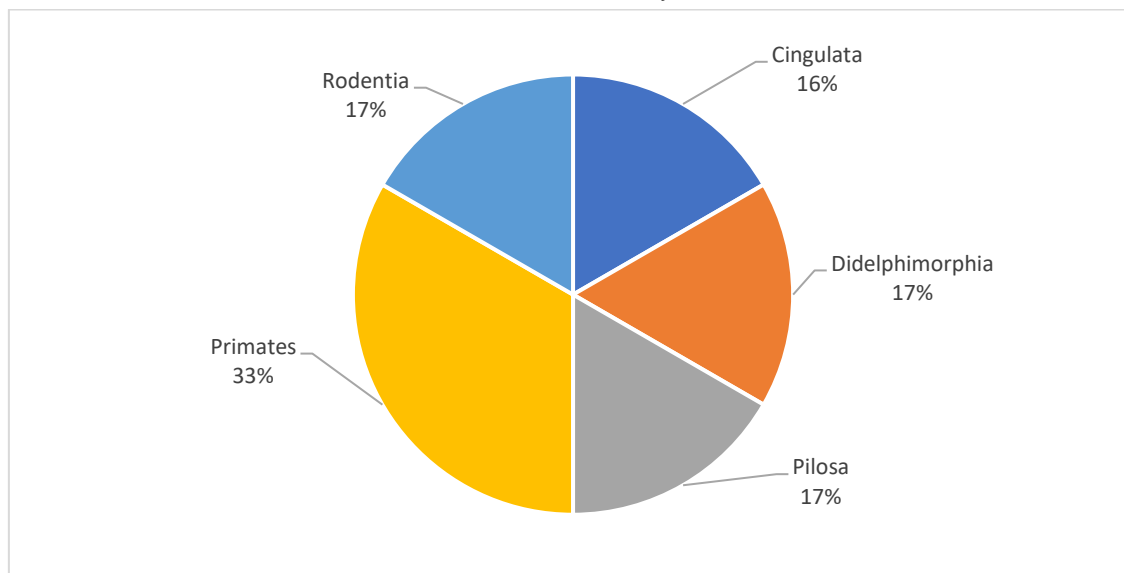
Tabla 4.2- 117: Lista de especies en el Ano-ba – Mastofauna mayor

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Mammalia	Cingulata	Dasyproctidae	<i>Dasyproctus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas, carachupa
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya de orejas negras
Mammalia	Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de tres dedos, pelejo
Mammalia	Primates	Cebidae	<i>Saguinus fuscicollis</i>	Pichico común
Mammalia	Primates	Pitheciidae	<i>Callicebus oenanthe</i>	Tocón del río Mayo
Mammalia	Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Ronsoco, capibara, ivéto
Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Añuje, chapana, cutpe
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Hadrosclurus igniventris</i>	Ardilla de vientre rojo

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En la temporada húmeda, el orden mejor representado en el Área de no bosque amazónico (Ano-ba) fue Primates, con dos (02) especies registradas, *Saguinus fuscicollis* y *Callicebus oenanthe*, esta última especie es endémica de San Martín y categorizada como "En peligro crítico" (CR). Podemos observar en el Gráfico 4.2- 112 que el orden Primates representó el 33%. Mientras que los órdenes Pilosa, Didelphimorphia, Rodentia y Cingulata registraron solo una (01) especie, representando el 17% del total de especies, a excepción del orden Cingulata con el 16%.

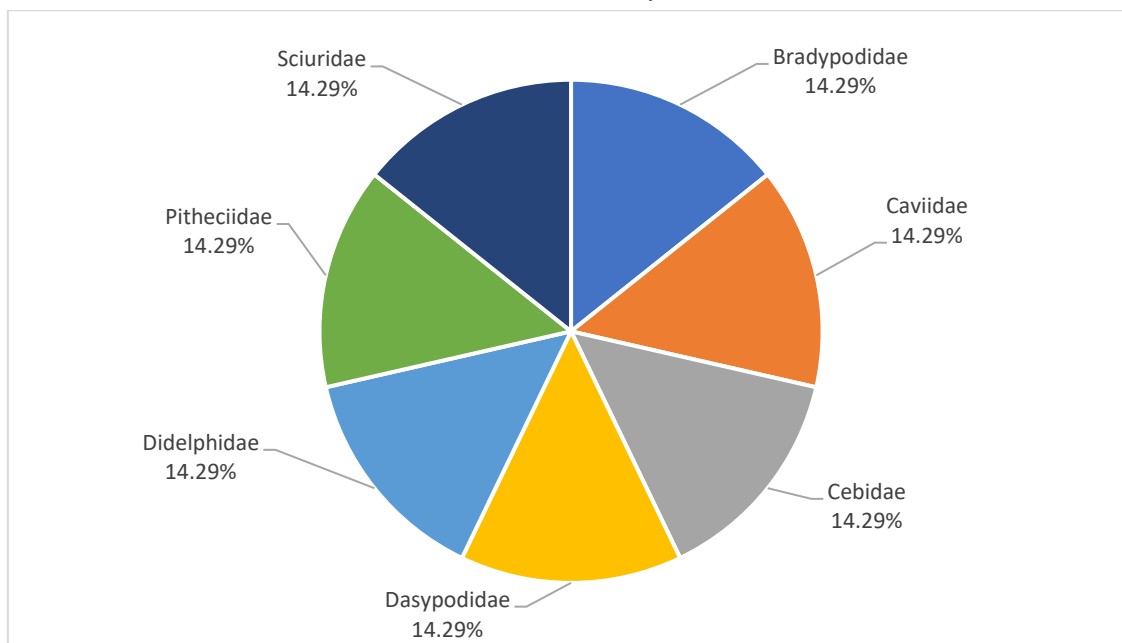
Gráfico 4.2- 112: Riqueza en la UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" a Nivel de Orden – Mastofauna mayor



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Respecto a las familias de mastofauna mayor registradas durante la temporada húmeda en el Ano-ba, todas las familias presentaron solo una (01) especie, representando el 14.29% del total de especies cada una. En el siguiente gráfico (Gráfico 4.2- 113) se presenta la riqueza de especies de mastofauna mayor registradas por familia taxonómica en la UV Ano-ba.

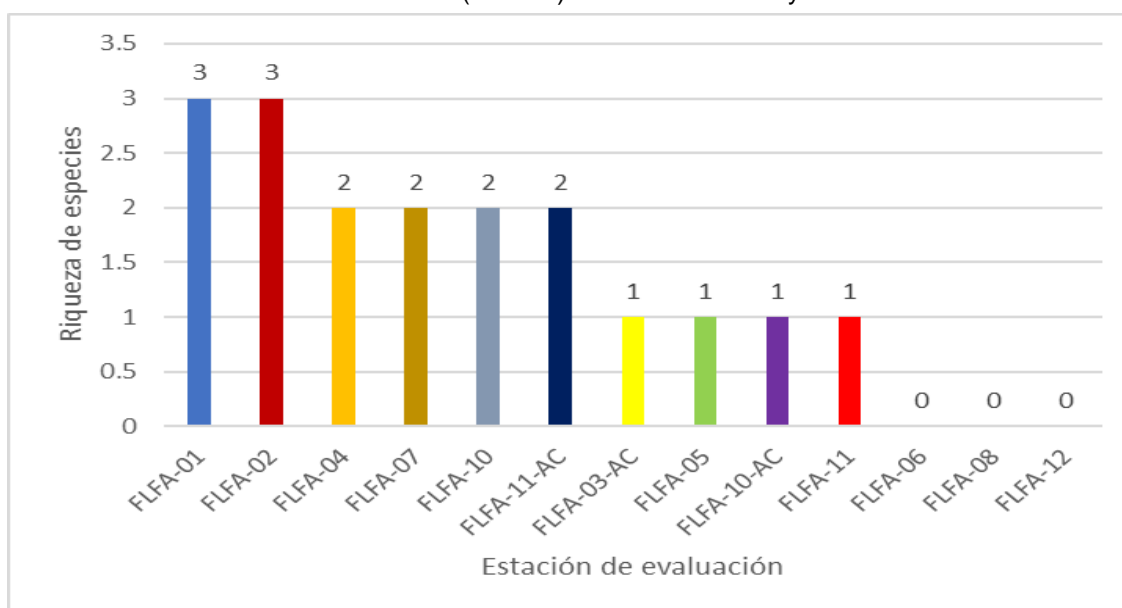
Gráfico 4.2- 113: Riqueza en el "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" a Nivel de Familias –
Mastofauna mayor



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Por otra parte, como se observa en el Gráfico 4.2- 114, en función al análisis de la riqueza en la UV Ano-ba basado en los datos cualitativos y cuantitativos registrados en las 13 estaciones de evaluación que comprende esta UV; se tiene que, las estaciones FLFA-01 y FLFA-02 presentaron la mayor riqueza con tres (03) especies registradas cada una. Mientras que las estaciones FLFA-06, FLFA-08 y FLFA-12, no presentaron riqueza debido a que registraron cero (0) especies en dichas estaciones de evaluación.

Gráfico 4.2- 114: Riqueza de especies por estación de evaluación - "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" – Mastofauna mayor

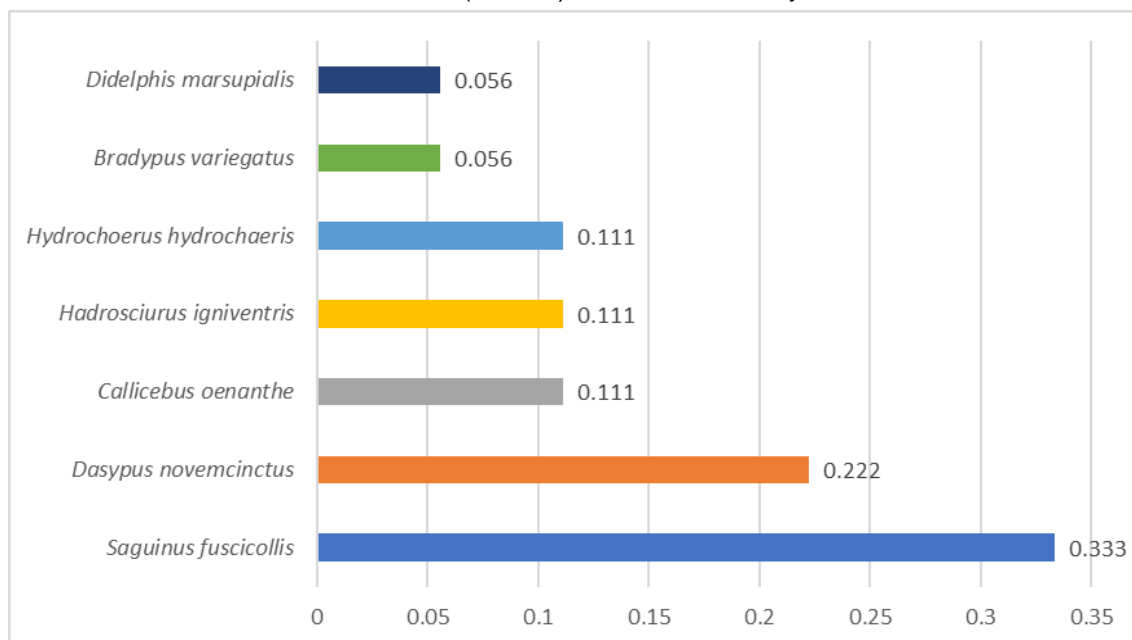


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

La frecuencia relativa de una especie es la probabilidad de encontrarla en una unidad muestral y se expresa como el cociente del número de estaciones de muestreo donde se registra la especie y del número total de estaciones de muestreo.

El Gráfico 4.2- 115 muestra el reporte de la frecuencia de especies en base a los registros por estaciones de evaluación durante la temporada húmeda en la UV Ano-ba. Podemos observar que la especie con mayor frecuencia relativa fue *Saguinus fuscicollis*, con un valor de 0.333; seguido por *Dasypus novemcinctus* con una frecuencia relativa de 0.222; y, *Callicebus oenanthe*, *Hydrochoerus hydrochaeris* y *Hadrosclurus igniventris* con una frecuencia de 0.111. Las especies restantes reportadas durante la temporada húmeda en Ano-ba tienen una frecuencia relativa menor a 0.1.

Gráfico 4.2- 115: Frecuencia de especies por estación de evaluación - "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" – Mastofauna mayor

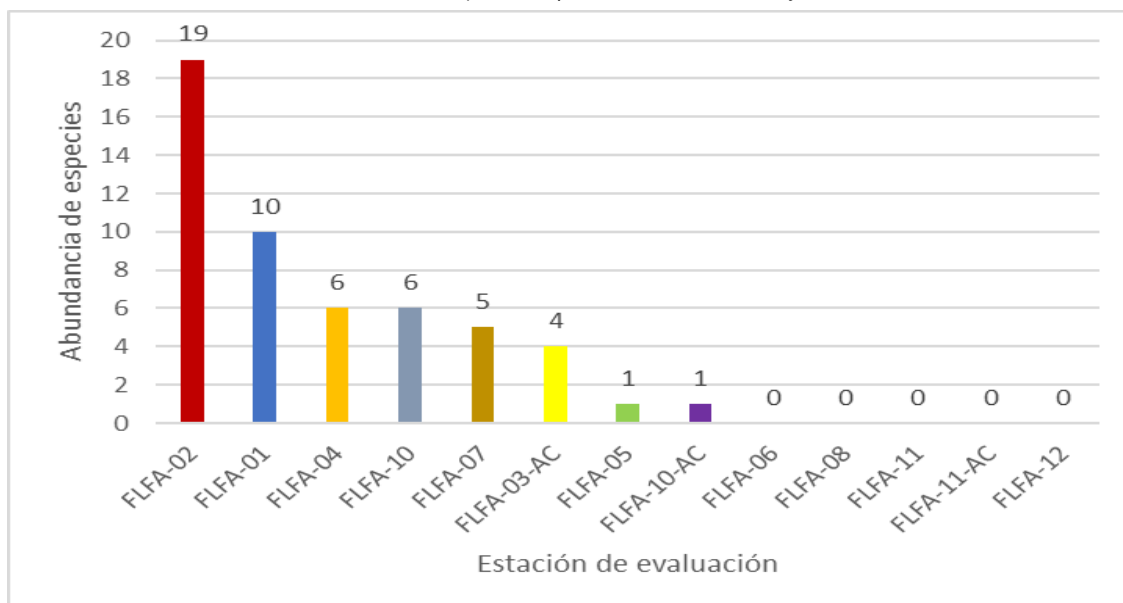


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

Dentro de el Ano-ba se evaluó la abundancia general (número de individuos) de Mastofauna mayor, registrando un total de 52 individuos. Como se observa en el Gráfico 4.2- 116, la estación de evaluación que presentó la mayor abundancia de individuos fue FLFA-02, con 19 individuos registrados, seguido por la estación FLFA-01, con 10 individuos registrados. Mientras que, las estaciones de evaluación FLFA-06, FLFA-08, FLFA-11, FLFA-11-AC y FLFA-12 no presentaron individuos registrados.

Gráfico 4.2- 116: Abundancia de especies por estación de evaluación - UV “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna mayor



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Índice de Ocurrencia e Índice de Actividad

En el caso de mamíferos medianos y grandes, cuyos registros directos son difíciles de obtener, se utiliza el índice de ocurrencia de Boddicker con ayuda de los registros indirectos muestreados (Boddicker et al., 2002). Este índice consiste en la suma de los registros directos e indirectos de mamíferos medianos y grandes. Para lo cual, cada registro es asignado a tres diferentes categorías, cada una con un valor diferente: Evidencia no ambigua (10 puntos), evidencia de alta calidad (5 puntos) y evidencia de baja calidad (4 puntos).

La confirmación de una especie se obtiene cuando la suma de todos los tipos de registros tiene una puntuación igual o mayor a 10. Aunque esta técnica valora subjetivamente cada registro, y en algunos casos erróneamente, se sugiere hacerlo en lugares donde son pocos los registros directos y más los indirectos.

Asimismo, como es difícil determinar el número de individuos por especie de mamíferos mayores principalmente terrestres, una manera para determinar si existe mayor o menor actividad de mamíferos en un área es a través de la consideración de la suma de evidencias directas e indirectas que pueden registrarse durante el tiempo que dure el inventario, como es el registro de actividad mediante el índice de actividad de Boddicker (Boddicker et al., 2002).

Como se aprecia en la Tabla 4.2- 118 y el Gráfico 4.2- 117, y respecto al índice de ocurrencia, *Hydrochoerus hydrochaeris* “Ronsoco” obtuvo un valor menor a 10 puntos, por lo que no es factible confirmar la presencia actual de esta especie para la UV Ano-ba. El resto de las especies obtuvieron valores igual o mayor a 10 para el índice de ocurrencia, por lo que se puede confirmar la presencia de estas durante la temporada húmeda en la UV Ano-ba.

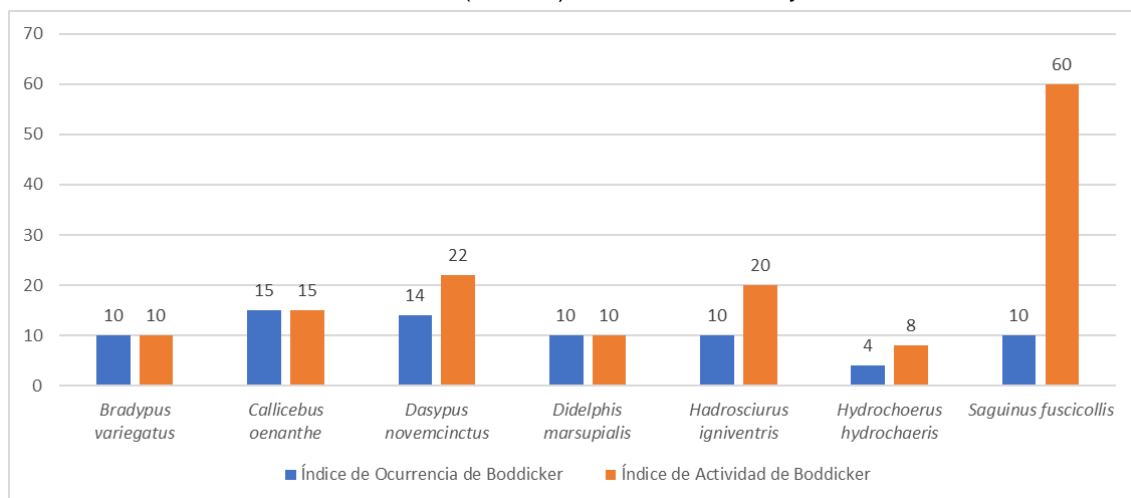
Respecto al índice de actividad, *Saguinus fuscicollis* "Pichico común" resultó con un puntaje de 60 puntos, por lo que se le considera como una especie abundante dentro de la UV Ano-ba, caso contrario al resto de especies, debido a que no sobrepasaron el umbral de 30 puntos.

Tabla 4.2- 118: Valores de los Índices de Ocurrencia y Actividad de Boddicker - UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" – Mastofauna mayor

Especie	Índice de Ocurrencia de Boddicker	Índice de Actividad de Boddicker
<i>Bradypus variegatus</i>	10	10
<i>Callicebus oenanthe</i>	15	15
<i>Dasypus novemcinctus</i>	14	22
<i>Didelphis marsupialis</i>	10	10
<i>Hadroscurus igniventris</i>	10	20
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	4	8
<i>Saguinus fuscicollis</i>	10	60

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 117: Índices de Ocurrencia y Actividad de Boddicker - UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" – Mastofauna mayor



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Alfa

Para el análisis de la diversidad alfa de la mastofauna mayor en la UV Ano-ba, se consideró la información obtenida por la metodología cuantitativa de censo en transecto lineal, para determinar los índices de Shannon – Wiener (H'), Simpson (1-D), Margalef (Mg) y Pielou (J). Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

Durante la temporada de evaluación en la UV Ano-ba, se puede afirmar que la diversidad de mastofauna mayor registró un valor promedio bajo ($H'=0.09$ bits/ind.); asimismo, según lo estimado por el índice de Margalef, se considera que el área presentó una riqueza baja ($Mg=0.15$), este resultado se debe a que el índice de Margalef relaciona el número de especies y el número total de individuos. Por otra parte, respecto

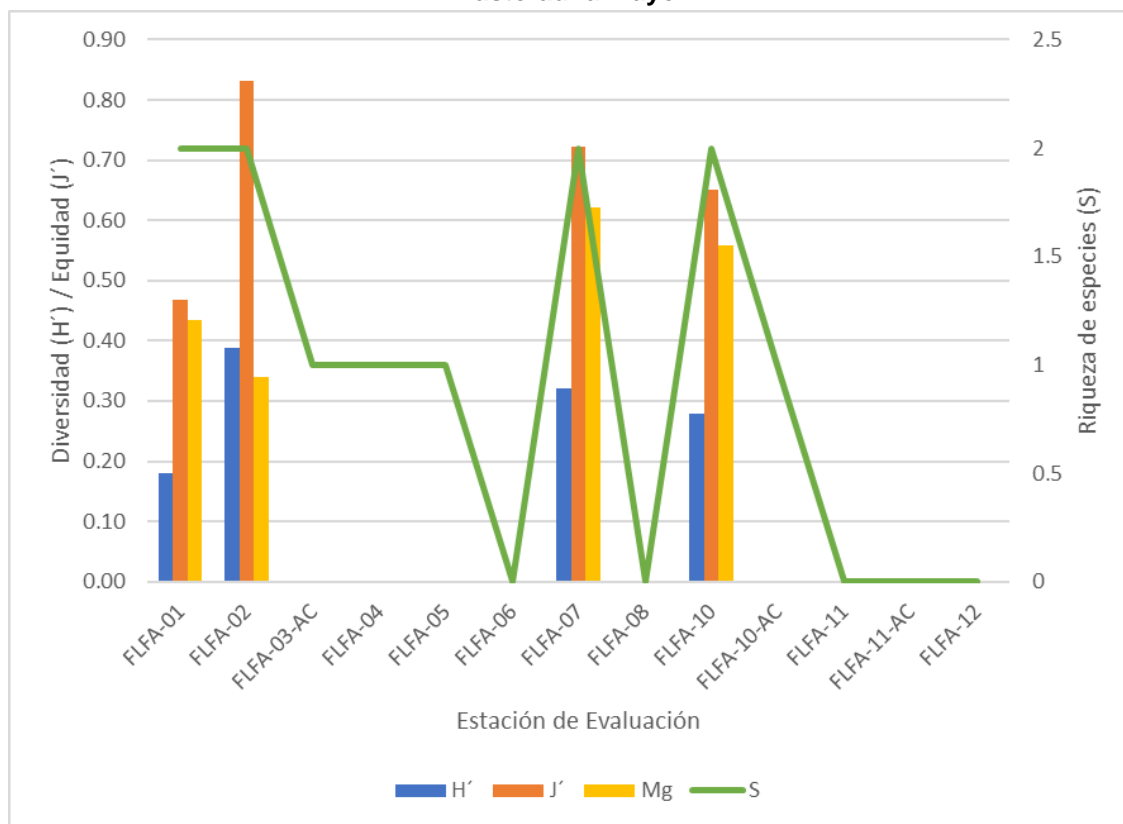
al índice de Simpson (1-D), el cual está influenciado por la abundancia de las especies, se observó un valor bajo para la temporada (1-D=0.21 probits/ind), lo cual evidenció una baja dominancia entre las especies de mastofauna mayor, estos valores de diversidad se encuentran relacionados con el valor del índice de equidad de Pielou ($J' = 0.21$) el cual indica que no existió una especie dominando significativamente sobre las demás especies de mastofauna mayor en la UV Ano-ba (Tabla 4.2- 119, **Gráfico 4.2- 118**).

Tabla 4.2- 119: Índices de diversidad alfa en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna mayor

Estación de evaluación	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson (1-D)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Margalef (Mg)
FLFA-01	2	10	0.18	0.47	0.47	0.43
FLFA-02	2	19	0.39	0.83	0.83	0.34
FLFA-03-AC	1	4	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-04	1	6	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-05	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-06	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-07	2	5	0.32	0.72	0.72	0.62
FLFA-08	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-10	2	6	0.28	0.65	0.65	0.56
FLFA-10-AC	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-11	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-11-AC	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-12	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Promedio	0.92	4.00	0.09	0.21	0.21	0.15

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 118: Diversidad de especies en "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" – Mastofauna mayor



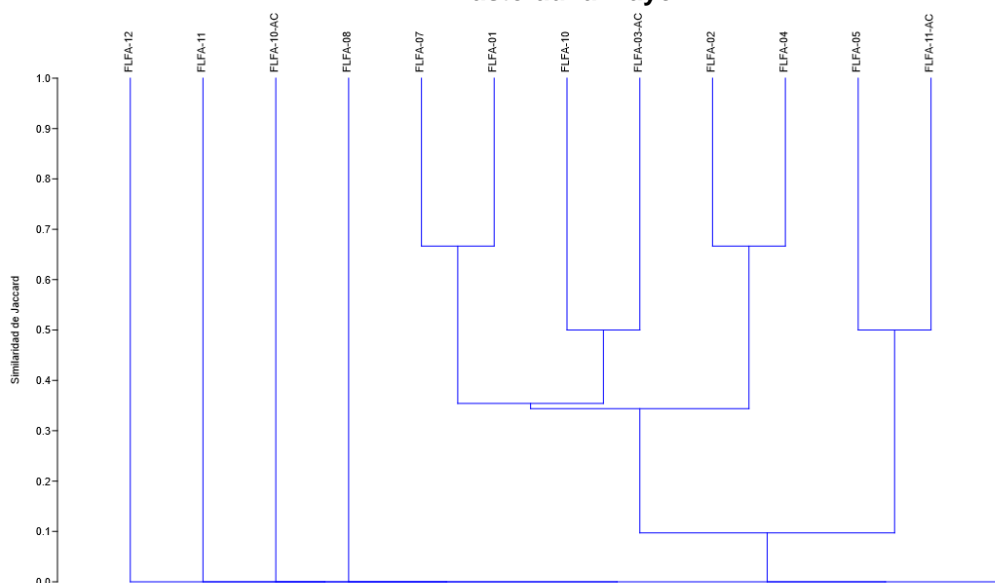
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Beta

Con el objetivo de realizar los análisis de diversidad beta para la unidad de vegetación Área de no bosque amazónico (Ano-ba), en el presente ítem se desarrollaron: el índice de Jaccard y Morisita-Horn; los análisis fueron realizados a nivel de estaciones, de esta manera se puede conocer la semejanza de la composición de la mastofauna mayor registrada. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

De acuerdo al análisis de similitud cualitativa de Jaccard realizado entre las diferentes estaciones de evaluación, se observa en el **Gráfico 4.2- 119**, cuatro (04) agrupamientos significativos (mayores al 50%). El mayor porcentaje de similitud entre estaciones de evaluación fue 67%, el cual se dio en los agrupamientos conformados por las estaciones FLFA-01 y FLFA-07, así como también en las estaciones FLFA-02 y FLFA-04. Además, se tiene los agrupamientos conformados por las estaciones FLFA-03-AC y FLFA-10 con un 50% de similitud; y, por las estaciones FLFA-05 y FLFA-11-AC, igualmente con un 50% de similitud. Mientras que, las estaciones FLFA-06, FLFA-08, FLFA-10-AC y FLFA-11, presentaron un 0% de similitud respecto a la agrupación conformada por las demás estaciones de evaluación.

**Gráfico 4.2- 119: Índice de Jaccard en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” –
Mastofauna mayor**

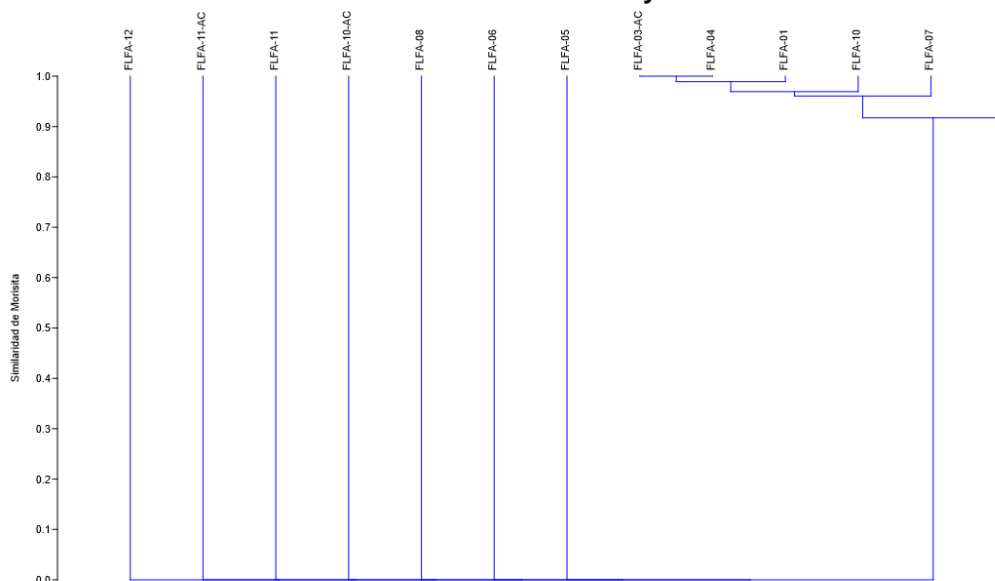


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Respecto al análisis de similitud cuantitativa de Morisita - Horn realizado entre las estaciones de evaluación de la UV Ano-ba, se observa en el **Gráfico 4.2- 120**, cinco (05) agrupamientos significativos (mayores al 50%). La agrupación conformada por las estaciones FLFA-03-AC y FLFA-04 (primer grupo) obtuvo el mayor porcentaje de similitud con un 100%, debido a que comparten el registro de una única especie, *Saguinus fuscicollis*. En tanto que, la agrupación conformada por el primer grupo y la estación FLFA-01 (segundo grupo) obtuvo un porcentaje de 99% de similitud.

Asimismo, la agrupación conformada por el segundo grupo y la estación FLFA-10 (tercer grupo) obtuvo un porcentaje de 97% de similitud. Además, la agrupación conformada por el tercer grupo y la estación FLFA-07 (cuarto grupo) obtuvo un porcentaje de 95% de similitud. Por último, la agrupación conformada por el cuarto grupo y la estación FLFA-02 obtuvo un porcentaje de 91% de similitud; mientras que las estaciones FLFA-05, FLFA-06, FLFA-08, FLFA-10-AC, FLFA-11, FLFA-11-AC y FLFA-12 presentaron un 0% de similitud respecto a la agrupación formada por las demás estaciones de evaluación.

Gráfico 4.2- 120: Índice de Morisita - Horn en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna mayor



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Evaluación de distribución de *Plecturocebus oenanthe* (*Callicebus oenanthe*) “Tocón de San Martín”

La especie *Plecturocebus oenanthe* (*Callicebus oenanthe*) “mono tocón de San Martín” es un primate endémico del Perú, específicamente del departamento de San Martín, categorizada como “En peligro crítico” (CR) según la lista de especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas, aprobada mediante Decreto Supremo N°004-2014-MINAGRI. En el año 2014 fue incluido por la IUCN en la “Lista de los 25 primates más amenazados del mundo 2012 – 2014” (Schwitzer et al., 2014). Habita mayormente en los bosques tropicales de altitudes entre los 750 y 1300 m.s.n.m., bosques secundarios y semi-inundados (DeLuycker 2006; 2007); donde posee un rol esencial en el ecosistema con la dispersión de semillas, el equilibrio ecológico e indicador de un ecosistema saludable.

Respecto a la presencia de esta especie en el área de influencia del proyecto, se reconoció previamente que las estaciones FLFA-01 y FLFA-02 se superponen en el hábitat crítico Rumiyacu Mishquiyacu; es por ello que, debido a la importancia ecológica y de distribución de esta especie en el área del proyecto, se empleó un esfuerzo de muestreo adicional para la evaluación de *Plecturocebus oenanthe* con el objetivo de determinar la ocurrencia y distribución de este primate fuera del área reconocida previamente como su hábitat en el área del proyecto. Para ello se empleó la metodología de transectos lineales, con dos (02) transectos (04 kilómetros) por estación de evaluación.

Como resultado se obtuvo que solo la estación FLFA-02 presentó registros directos de *Plecturocebus oenanthe* con cinco (05) individuos observados. Mientras que, en la estación FLFA-04 se identificaron registros acústicos (vocalizaciones).

Por último, cabe resaltar que las estaciones FLFA-01 y FLFA-02 forman parte de hábitats críticos para *Plecturocebus oenanthe* según SERFOR, esta selva tropical es el último refugio de esta especie amenazada; por lo que se debe tener precaución con temas forestales, así como incendios naturales y/o daños provocados por actividades antropogénicas.

Uso Local

Para la obtención de información sobre el uso local de mastofauna mayor, se realizaron entrevistas no estructuradas a los guías y/o apoyos de campo durante la evaluación. Reportando que solo la especie *Dasypus novemcinctus* (Armadillo de nueve bandas, Carachupa) presenta uso local en los lugares que habita, teniendo como fin, ser utilizado como alimento (carne de monte).

Especies Protegidas y/o Endémicas

De las especies registradas, según la lista roja de la IUCN 2024-1 siete (07) especies se encuentran en la categoría de “Preocupación Menor” (LC). Esta categoría abarca a aquellas especies que son abundantes y tienen una amplia distribución, y no se considera que estén en riesgo de extinción en un futuro cercano. Asimismo, una (01) especie se encuentra en categoría de “En Peligro Crítico” (CR). Esta categoría abarca especies que se enfrentan a un riesgo de extinción extremadamente alto en su entorno natural. Aquí podemos encontrar a *Callicebus oenanthe* (*Plecturocebus oenanthe*), la cual es, además, endémica de San Martín.

Por otro lado, las especie *Bradypus variegatus* se encuentra incluida en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2024). En este Apéndice figuran las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que no se controle estrictamente su comercio.

De acuerdo con la legislación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), se registró a la especie *Callicebus oenanthe* en la categoría de En “Peligro Crítico” (CR).

Por último, respecto al endemismo, solo se registró a la especie *Callicebus oenanthe*, la cual es endémica de Perú, específicamente del departamento de San Martín.

En la siguiente tabla se presentan las especies de mamíferos mayores registrados en la UV Ano-ba y que se encuentran incluidas en categorías de conservación nacional e internacional.

Tabla 4.2- 120: Especies protegidas y/o endémicas en la UV “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna mayor

Especie	Nombre Común	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN			Endemismo (Pacheco, 2021)
		IUCN (2024-2)	CITES (2024)	D.S N° 004-2014- MINAGRI	
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas, carachupa	LC	-	-	-
<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya de orejas negras	LC	-	-	-

<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de tres dedos, pelejo	LC	II	-	-
<i>Callicebus oenanthe</i>	Tocón del río Mayo	CR	-	CR	SI
<i>Saguinus fuscicollis</i>	Pichico común	LC	-	-	-
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Ronsoco, capibara, ivéto	LC	-	-	-
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Añuje, chapana, cutpe	LC	-	-	-
<i>Hadroscurus igniventris</i>	Ardilla de vientre rojo	LC	-	-	-

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

B) Bosque de montaña (Bm)

Curva de acumulación de especies

Debido a que durante la temporada húmeda en el Bosque de Montaña se evaluaron solo dos (02) estaciones de muestreo (FLFA-09 y FLFA-09-AC), y se registró únicamente una (01) especie, no se justifica la realización de una curva de acumulación para la presente UV.

Riqueza y Composición

Para el análisis de composición y riqueza registrados durante la temporada húmeda en el Bm, se consideraron los resultados totales obtenidos de los registros cuantitativos y cualitativos mediante la metodología cuantitativa de censo en transecto lineal. Como resultado de las evaluaciones realizadas, se reportó una (01) única especie de mastofauna mayor para la UV Bm, correspondiente a la familia Bradypodidae y al orden Pilosa (Tabla 4.2- 121).

Tabla 4.2- 121: Lista de especies en el Bm – Mastofauna mayor

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Mammalia	Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de tres dedos, pelejo

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

En el Bm se evaluó la abundancia general (número de individuos) de Mastofauna mayor, registrando únicamente un (01) individuo de la especie *Bradypus variegatus*, en la estación de evaluación FLFA-09 (Tabla 4.2- 122).

Tabla 4.2- 122: Composición y abundancia de especies en el Bm – Mastofauna mayor

Estación	Clase	Orden	Familia	Especie	Nº de Individuos
FLFA-09	Mammalia	Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	1

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Índice de Ocurrencia e Índice de Actividad

Debido a que durante la temporada húmeda en el Bosque de Montaña se registró únicamente un (01) individuo de una (01) sola especie, no se justifica el cálculo de los Índices de Ocurrencia y Actividad.

Diversidad Alfa

Para el análisis de la diversidad alfa de la mastofauna mayor en la UV Ano-ba, se consideró la información obtenida por la metodología cuantitativa de censo en transecto lineal, para determinar los índices de Shannon – Wiener (H'), Simpson (1-D), Margalef (Mg) y Pielou (J). Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

El Bosque de montaña (Bm) registró solo una (01) especie en solo una estación de evaluación (FLFA-09) de las dos (02) estaciones evaluadas. Esto imposibilitó el desarrollo de la diversidad alfa, ya que no se pudo realizar la comparación entre más de una especie.

Tabla 4.2- 123: Índices de diversidad alfa en “Bosque de montaña (Bm)” – Mastofauna mayor

Estación de evaluación	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson (1-D)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Índice de Margalef (Mg)
FLFA-09	1	1	0	0	-	0
FLFA-09-AC	0	0	-	-	-	-
Promedio	0.5	0.5	0	0	#DIV/0!	0

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Beta

Con el objetivo de realizar los análisis de diversidad beta para la unidad de vegetación Bosque de montaña (Bm), en el presente ítem se desarrollaron: el índice de Jaccard y Morisita-Horn; los análisis fueron realizados a nivel de estaciones, de esta manera se puede conocer la semejanza de la composición de la mastofauna mayor registrada. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

El Bosque de montaña (Bm) registró solo una (01) especie en una estación de evaluación (FLFA-09). Esto imposibilitó el desarrollo de la diversidad beta ya que no se pudo realizar la comparación entre más de una estación de evaluación.

Especie Clave

Considerando la definición de “Especie clave”, estas son aquellas que tienen un efecto en la estructura y funcionalidad del ecosistema desproporcionalmente mayor al que se esperaría por su abundancia relativa (Paine, 1995), afectando la diversidad de especies en una comunidad (Davic, 2003). Por lo tanto, la única especie reportada para la UV Bm, *Bradypus variegatus*, no representa una especie clave para el ecosistema.

Uso Local

Para la obtención de información sobre el uso local de mastofauna mayor, se realizaron entrevistas no estructuradas a los guías y/o apoyos de campo durante la evaluación.

Reportándose que la única especie registrada para la UV Bm (*Bradypus variegatus*) no presenta uso local.

Especies Protegidas y/o Endémicas

De las especies registradas, según la lista roja de la IUCN (2024-2) la única especie reportada para la UV Bm, *Bradypus variegatus*, se encuentra en la categoría de "Preocupación Menor" (LC). Esta categoría abarca a aquellas especies que son abundantes y tienen una amplia distribución, y no se considera que estén en riesgo de extinción en un futuro cercano. Asimismo, esta especie se encuentra incluida en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2024). En este Apéndice figuran las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que no se controle estrictamente su comercio.

Por otro lado, de acuerdo con la legislación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), esta especie no se encuentra incluida en alguna categoría de conservación. Además, no presenta endemismo.

En la siguiente tabla se representa las categorías de conservación nacional e internacional donde se encuentra *Bradypus variegatus*.

Tabla 4.2- 124: Especies protegidas y/o endémicas en el "Bosque de montaña (Bm)" – Mastofauna mayor

Especie	Nombre Común	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN			Endemismo (Pacheco, 2021)
		IUCN (2024-2)	CITES (2024)	D.S N° 004- 2014-MINAGRI	
<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de tres dedos, pelejo	LC	II	-	-

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.4.3.3.2 Mamíferos Menores Terrestres

Los resultados expuestos en el presente acápite, se elaboraron con la información de mamíferos menores terrestres registrada a través de la metodología de trampas de captura viva (Trampas Sherman), correspondientes al total de estaciones de evaluación (15 estaciones) que caracterizan a las unidades de vegetación Área de no bosque amazónico (Ano-ba) y Bosque de montaña (Bm).

Riqueza y composición

Para el análisis de composición y riqueza registrados durante la temporada húmeda en el área de estudio, se consideraron los resultados totales obtenidos de los registros cuantitativos y cualitativos mediante la metodología de trampas de captura viva (Trampas Sherman). Como se muestra en la Tabla 4.2- 125 y Tabla 4.2- 126, el resultado de las evaluaciones realizadas reportó una (01) única especie de mastofauna menor terrestre (*Mus musculus*) para el área de estudio, correspondiente a la familia Muridae y al orden Rodentia.

Sin embargo, además se reportó a la especie *Chironectes minimus*, pero esta fue verificada mediante Registro Oportuno mientras se hacía la evaluación de mamíferos mayores mediante censos por Transecto lineal, por lo tanto, se la considera parte de la riqueza en el área de estudio, pero no fue incluida en los análisis cuantitativos.

Tabla 4.2- 125: Composición taxonómica en el área de estudio – Mastofauna menor terrestre

Clase	Orden	N° Familias	N° Géneros	N° Especies
Mammalia	Rodentia	1	1	1
Mammalia	Didelphimorphia	1	1	1
1	2	2	2	2

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Tabla 4.2- 126: Lista de especies en el área de estudio – Mastofauna menor terrestre

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Mus musculus</i>	Ratón casero
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Chironectes minimus</i>	Zarigüeyita acuática

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

Dentro del área de estudio se evaluó la abundancia general (número de individuos) de Mastofauna menor terrestre, registrando tres (03) individuos de la especie *Mus musculus*, en la estación de evaluación FLFA-10-AC (Tabla 4.2- 128).

Tabla 4.2- 127: Composición y abundancia de especies en la UV Bm – Mastofauna mayor

Estación de evaluación	Clase	Orden	Familia	Especie	N° de Individuos
FLFA-10-AC	Mammalia	<u>Rodentia</u>	<u>Muridae</u>	<i>Mus musculus</i>	3

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Para el análisis de la diversidad alfa de la mastofauna menor terrestre en el área de estudio, se consideró la información obtenida por la metodología de trampas de captura viva (Trampas Sherman), para determinar los índices de Shannon – Wiener (H'), Simpson (1-D), Margalef (Mg) y Pielou (J). Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

El área de estudio registró solo una (01) especie en solo una estación de evaluación (FLFA-10-AC) de las 15 estaciones evaluadas. Esto imposibilitó el desarrollo de la diversidad alfa, ya que no se pudo realizar la comparación entre más de una especie.

Diversidad beta

Con el objetivo de realizar los análisis de diversidad beta para el área de estudio en el presente ítem se desarrollaron: el índice de Jaccard y Morisita-Horn; los análisis fueron realizados a nivel de estaciones, de esta manera se puede conocer la semejanza de la

composición de la mastofauna menor terrestre. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

El área de estudio registró solo una (01) especie en una estación de evaluación (FLFA-10-AC). Esto imposibilitó el desarrollo de la diversidad beta ya que no se pudo realizar la comparación entre más de una estación de evaluación.

Análisis por Cobertura Vegetal

Con los datos obtenidos durante la evaluación en campo para la temporada húmeda en el Área de no bosque amazónico (Ano-ba) y Bosque de montaña (Bm), se registró una (01) única especie de mamífero menor terrestre mediante la metodología de trampas de captura viva (Trampas Sherman).

Esta especie, *Mus musculus*, se reportó en la estación FLFA-10-AC, la cual pertenece a el Ano-ba. Por lo tanto, el Bm, no registró especies de mastofauna menor terrestre.

Tabla 4.2- 128: Análisis por cobertura vegetal – Mastofauna menor terrestre

Estación de evaluación	Cobertura vegetal	Especie	Nombre común	N° de Individuos
FLFA-10-AC	Área de no bosque amazónico (Ano-ba)	<i>Mus musculus</i>	Ratón casero	3

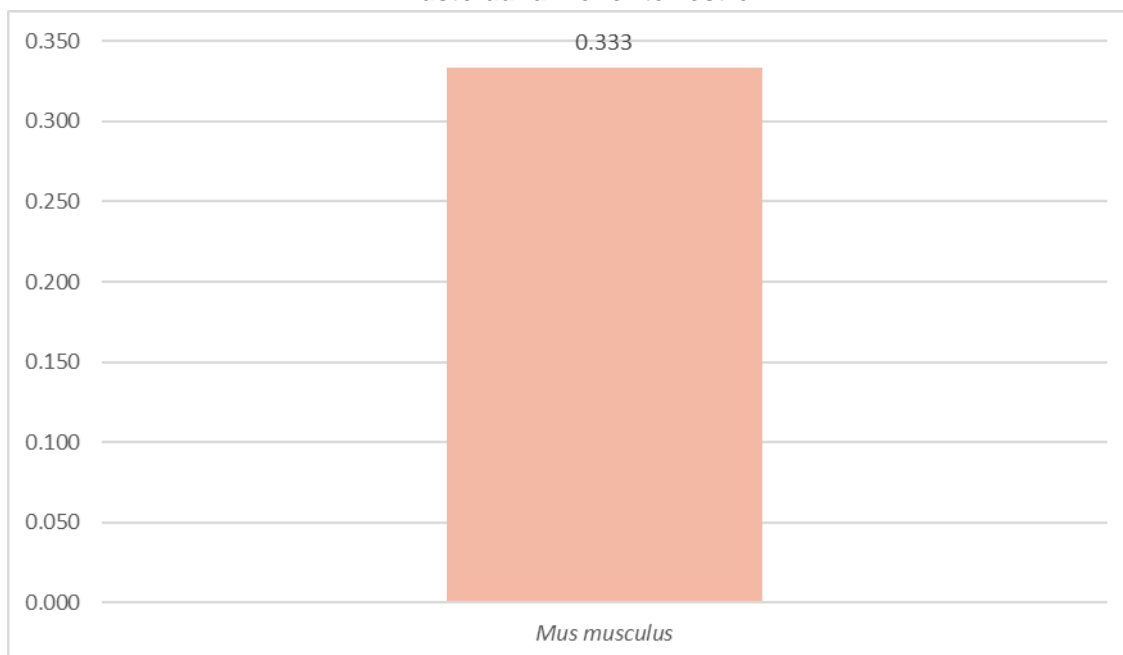
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Índice de Pucek

El índice de capturabilidad de Pucek (1981) se usa como medidor de abundancia relativa para los mamíferos menores terrestres y se calcula a partir del número de individuos capturados en trampas Sherman o trampas Tomahawk dividido entre el esfuerzo.

En el **Gráfico 4.2- 121** se presentan los índices de capturabilidad de la única especie registrada en el área de estudio, dentro de la UV Ano-ba. Se observa que *Mus musculus* "Ratón casero" tiene una abundancia relativa igual a 0.333 individuos capturados por 100 trampas Sherman.

Gráfico 4.2- 121: Índice de Pucek en el “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna menor terrestre



Elaboración: INERCO Consultoría S.A.C.

Especies Protegidas y/o Endémicas

De las especies registradas, según la lista roja de la IUCN 2024-2 la única especie reportada para el área de estudio, *Mus musculus*, se encuentra en la categoría de “Preocupación Menor” (LC). Esta categoría abarca a aquellas especies que son abundantes y tienen una amplia distribución, y no se considera que estén en riesgo de extinción en un futuro cercano.

Respecto a la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2024), esta especie no se encuentra incluida en algún apéndice.

Asimismo, de acuerdo con la legislación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), esta especie no se encuentra incluida en alguna categoría de conservación. Además, no presenta endemismo.

En la siguiente tabla se representa las categorías de conservación nacional e internacional donde se encuentra *Mus musculus*.

Tabla 4.2- 129: Especies protegidas y/o endémicas en el Área de estudio – Mastofauna menor terrestre

Especie	Nombre Común	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN			Endemismo (Pacheco, 2021)
		IUCN (2024-2)	CITES (2024)	D.S N° 004-2014-MINAGRI	
<i>Mus musculus</i>	Ratón casero	LC	-	-	-

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.4.3.3.3 Mamíferos Menores Voladores

Los resultados expuestos en el presente acápite, se elaboraron con la información de mamíferos menores voladores registrada a través de la metodología cuantitativa de redes de neblina y la metodología cualitativa basada en detección acústica.

Riqueza y composición

Para los cálculos de riqueza y composición se emplearon los datos obtenidos por el muestreo cuantitativo (Redes de neblina). Como resultado de las evaluaciones realizadas en el área del proyecto, se reportaron 11 especies de mamíferos menores voladores correspondientes a nueve (09) géneros, dos (02) familias y un (01) orden taxonómico (Tabla 4.2- 130 y Tabla 4.2- 131).

Tabla 4.2- 130: Composición taxonómica Mastofauna menor voladora

Clase	Orden	Familias	Géneros	Especies
Mammalia	Chiroptera	2	9	11

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

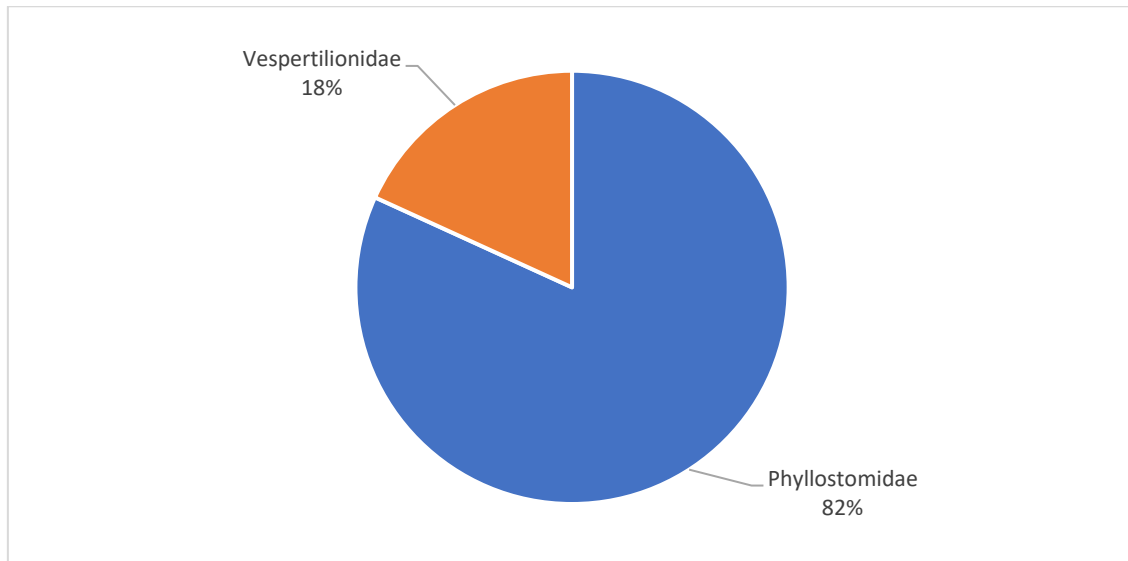
Tabla 4.2- 131: Lista de especies Mastofauna menor voladora

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Murciélago frutero colicorto
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago frutero común
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago longirostro de Pallas
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Mesophylla macconnelli</i>	Murciélaguito cremoso
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejado común
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	Murciélago negruzco
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago negruzco común
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Phyllostomus hastatus</i>	Murciélago hoja de lanza mayor
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma bilobatum</i>	Murciélago constructor de toldos

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

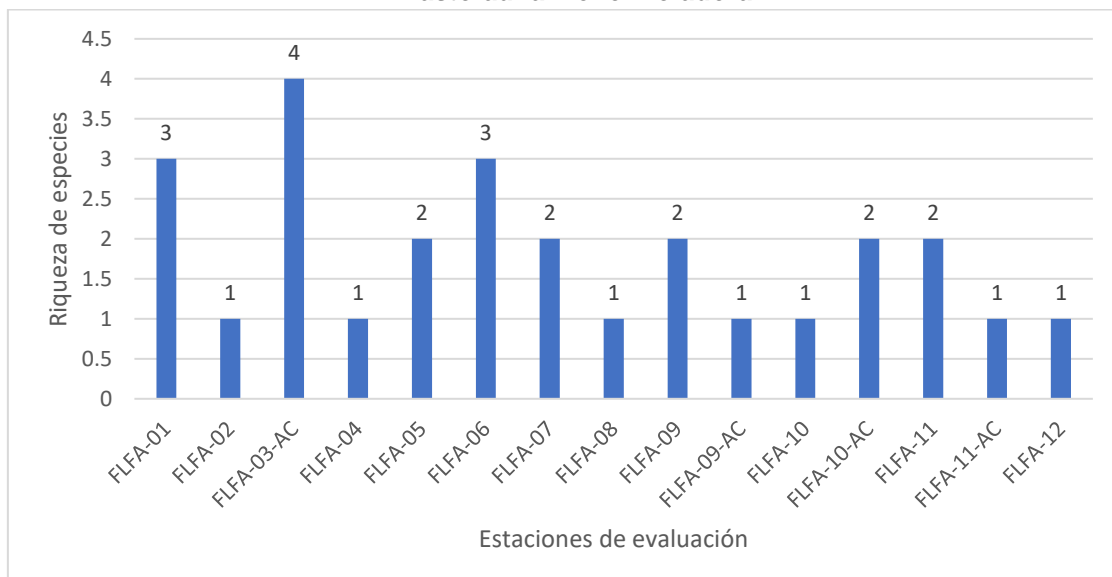
Respecto a las familias taxonómicas, durante la evaluación, la familia Phyllostomidae, albergó la mayor riqueza con nueve (09) especies, representando el 82 % del total de especies; por su parte, la familia Vespertilionidae obtuvo la menor riqueza, con el registro de dos (02) especies, representando el 18 % del total de especies. En el siguiente gráfico se presenta la riqueza de especies de mamíferos menores voladores registrados por familia taxonómica en el área del proyecto.

Gráfico 4.2- 122: Riqueza en el área de estudio a Nivel de Familias – Mastofauna menor voladora



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Como se observa en el **Gráfico 4.2- 123**, en función al análisis de la riqueza por estaciones de evaluación basado en los datos cuantitativos, se tiene que, durante la temporada de evaluación, las estaciones FLFA-03-AC, FLFA-01 y FLFA-06 fueron las más diversas con 4, 3 y 3 especies registradas respectivamente. Mientras que las estaciones FLFA-02, FLFA-04, FLFA-08, FLFA-09-AC, FLFA-10, FLFA-11-AC y FLFA-12 obtuvieron el menor valor con slo una (01) especie registrada.

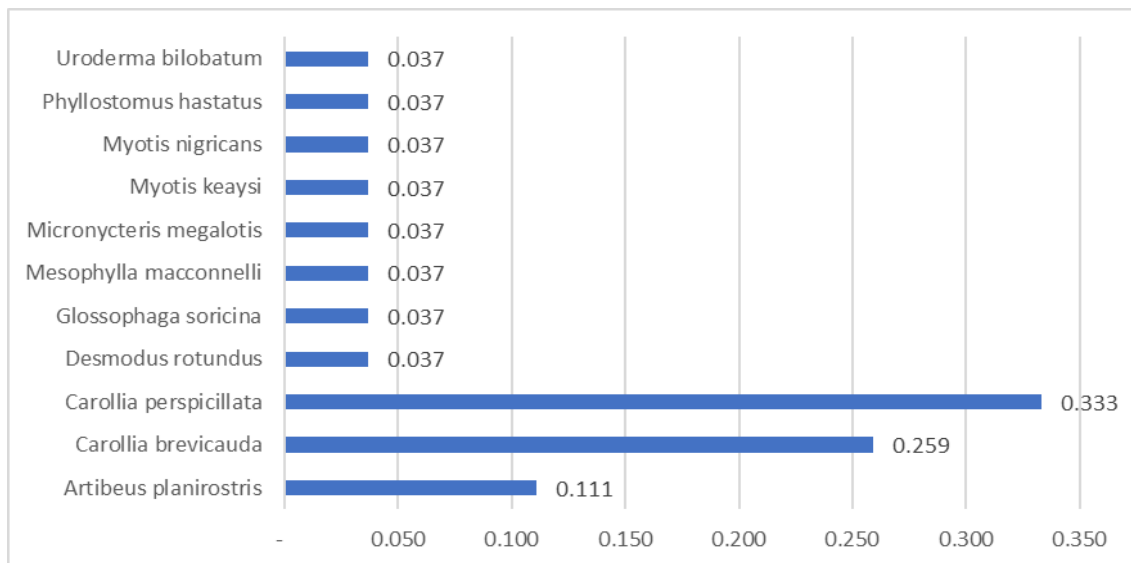
Gráfico 4.2- 123: Área de estudio - Riqueza de especies por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

La frecuencia relativa de una especie es la probabilidad de encontrarla en una unidad muestral y se expresa como el cociente del número de estaciones de muestreo donde se registra la especie y del número total de estaciones de muestreo.

Como se observa en el **Gráfico 4.2- 124**, el reporte de la frecuencia de especies en base a los registros por estaciones de evaluación nos indica que *Carollia perspicillata*, obtuvo la mayor frecuencia, con un valor de 0.333. Seguido por *Carollia brevicauda* con una frecuencia de 0.259; y, *Artibeus planirostris* con una frecuencia de 0.111. El resto de las especies reportadas durante la temporada húmeda en el área de estudio tienen una frecuencia relativa menor a 0.1.

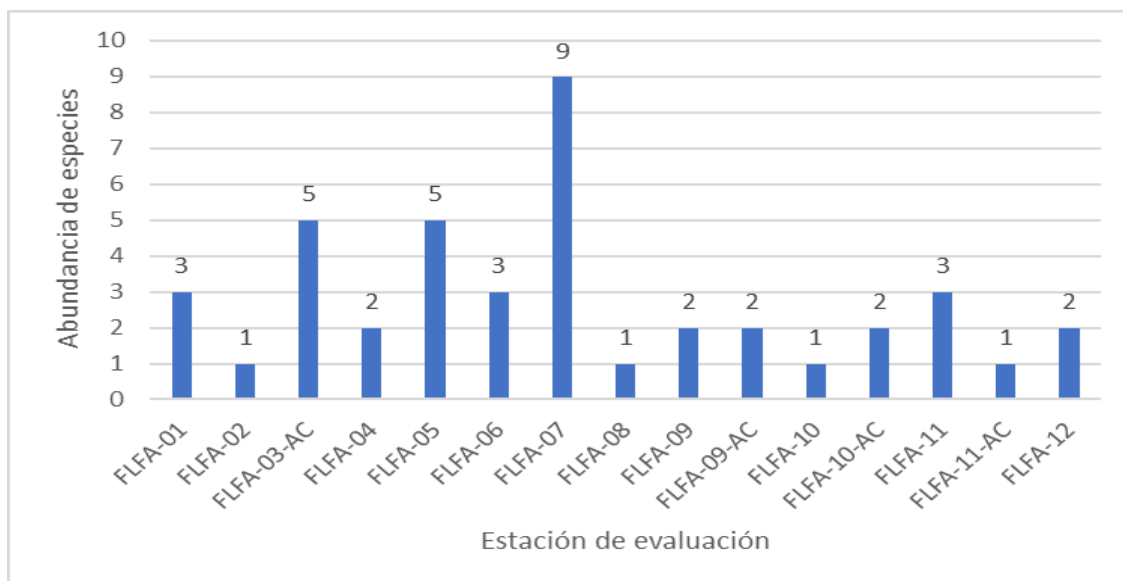
Gráfico 4.2- 124: Área de estudio – Frecuencia relativa de especies por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

De acuerdo con las metodologías cuantitativas realizadas en el área del proyecto, se registraron un total de 42 individuos de mamíferos menores voladores. En el Gráfico 4.2-125 puede observarse la abundancia por estación de evaluación en el área del proyecto, siendo la estación FLFA-07 la que obtuvo mayor número de registros con nueve (09) individuos. Mientras que las estaciones que presentaron menor abundancia absoluta fueron FLFA-02, FLFA-08, FLFA-10 y FLFA-11-AC, con solo un (01) registro cada una.

Gráfico 4.2- 125: Área de estudio – Abundancia de especies por estación de evaluación –
Mastofauna menor voladora


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Para el análisis de la diversidad alfa de la mastofauna menor voladora se consideró la información obtenida por la metodología cuantitativa de redes de neblina, para determinar los índices de Shannon – Wiener (H'), Simpson ($1-D$), Margalef (Mg) y Pielou (J). Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

Durante la temporada de evaluación en el área de estudio a nivel general, se puede afirmar que la diversidad de mastofauna menor voladora registró un valor promedio bajo ($H'=0.65$ bits/ind.); asimismo, según lo estimado por el índice de Margalef, se considera que el área presentó una riqueza baja ($Mg=0.69$), este resultado se debe a que el índice de Margalef relaciona el número de especies y el número total de individuos. Por otra parte, respecto al índice de Simpson ($1-D$), el cual está influenciado por la abundancia de las especies, se observó un valor medio para la temporada ($1-D=0.29$ probits/ind), lo cual evidenció una baja dominancia entre las especies de mastofauna menor voladora, estos valores de diversidad se encuentran relacionados con el valor del índice de equidad de Pielou ($J'=0.95$) el cual indica que no existió una especie dominando significativamente sobre las demás especies de mastofauna menor voladora en el área de estudio.

Tabla 4.2- 132: Índices de diversidad alfa en el área de estudio – Mastofauna menor voladora

Estación	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson (1-D)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Margalef
FLFA-01	3	3	1.59	0.67	1.00	1.82
FLFA-02	1	1	0.00	0.00	-	0.00
FLFA-03-AC	4	5	1.92	0.72	0.96	1.86
FLFA-04	1	2	0.00	0.00	-	0.00
FLFA-05	2	5	0.72	0.32	0.72	0.62
FLFA-06	3	3	1.59	0.67	1.00	1.82
FLFA-07	2	9	0.99	0.49	0.99	0.46
FLFA-08	1	1	0.00	0.00	-	0.00
FLFA-09	2	2	1.00	0.50	1.00	1.44
FLFA-09-AC	1	2	0.00	0.00	-	0.00
FLFA-10	1	1	0.00	0.00	-	0.00
FLFA-10-AC	2	2	1.00	0.50	1.00	1.44
FLFA-11	2	3	0.92	0.44	0.92	0.91
FLFA-11-AC	1	1	0.00	0.00	-	0.00
FLFA-12	1	2	0.00	0.00	-	0.00
TOTAL PROMEDIO	1.8	2.8	0.65	0.29	0.95	0.69

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Análisis por Estación de Evaluación

Diversidad alfa

Los resultados para las 15 estaciones de evaluación muestran que las estaciones FLFA-01, FLFA-03-AC y FLFA-06 presentaron los valores más altos para los índices de Simpson (1-D), Shannon (H') y Margalef (Mg).

Como se observa en la **Tabla 4.2- 133**, el índice de Simpson (1-D) muestra valores altos de 0.67, 0.72 y 0.67 para las estaciones mencionadas, respectivamente. Asimismo, el índice de Shannon (H') presenta valores de 1.59, 1.92 y 1.59, respectivamente. Y, el índice de Margalef (d) presenta valores de 1.82, 1.86 y 1.82, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad de Pielou (J'), se observa que las estaciones FLFA-01, FLFA-06, FLFA-09 y FLFA-10-AC tienen los valores más altos, todos con un valor de 1.0.

Por otra parte, se evidencia que fueron varias las estaciones que presentaron menores valores para los índices de diversidad de Simpson (1-D), Shannon (H') y Margalef (d), con valores de cero (0.00), debido al bajo valor de riqueza reportado (S = 1), y a la baja equidad presente entre ellas (J' = 0.00). Estas estaciones fueron: FLFA-02, FLFA-04, FLFA-08, FLFA-09-AC, FLFA-10, FLFA-11-AC y FLFA-12.

Los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.00$ y $1 - D = 0.72$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 0.00$ y $H' = 1.92$. Como se muestra en el Gráfico 4.2- 126, la estación de evaluación FLFA-03-

AC presentó los valores más elevados de diversidad, debido a que registró la mayor riqueza entre las estaciones ($S = 4$), además de la alta equidad registrada ($J' = 0.96$); mientras que las estaciones FLFA-02, FLFA-04, FLFA-08, FLFA-09-AC, FLFA-10, FLFA-11-AC y FLFA-12 presentaron los valores más bajos de diversidad para los índices, debido al bajo valor de riqueza reportado ($S = 1$), y a la baja equidad presente entre ellas ($J' = 0.00$).

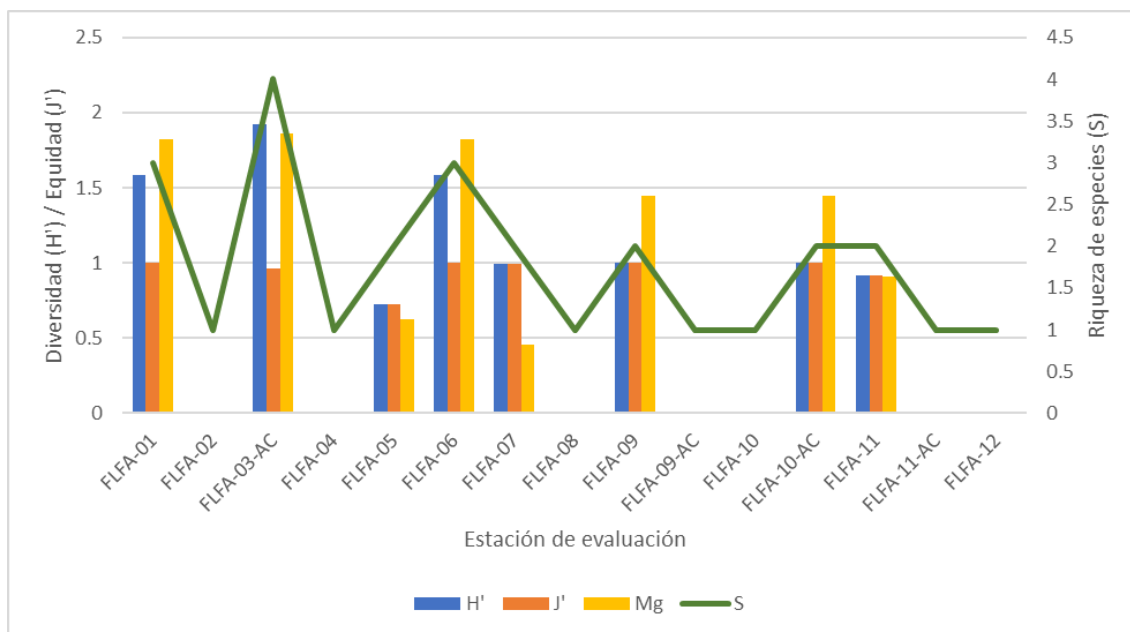
Tabla 4.2- 133: Índices de diversidad y equidad por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora

Estación	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson ($1-D$)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Margalef
FLFA-01	3	3	1.59	0.67	1.00	1.82
FLFA-02	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-03-AC	4	5	1.92	0.72	0.96	1.86
FLFA-04	1	2	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-05	2	5	0.72	0.32	0.72	0.62
FLFA-06	3	3	1.59	0.67	1.00	1.82
FLFA-07	2	9	0.99	0.49	0.99	0.46
FLFA-08	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-09	2	2	1.00	0.50	1.00	1.44
FLFA-09-AC	1	2	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-10	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-10-AC	2	2	1.00	0.50	1.00	1.44
FLFA-11	2	3	0.92	0.44	0.92	0.91
FLFA-11-AC	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-12	1	2	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Se resaltaron en **negrita** los mayores valores de cada índice de diversidad alfa y se subrayaron los valores menores a excepción de que estos sean igual a 0 (cero).

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 126: Área de estudio – Diversidad y equidad de especies por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

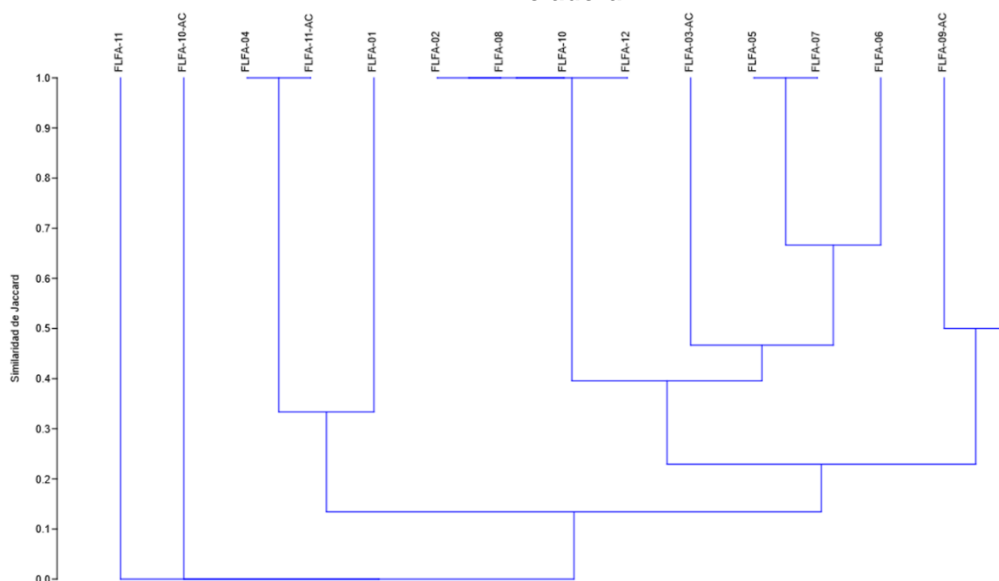
Diversidad beta

Con el objetivo de realizar los análisis de diversidad beta para el área de estudio, en el presente ítem se desarrollaron: el índice de Jaccard y Morisita-Horn; los análisis fueron realizados a nivel de estaciones, de esta manera se puede conocer la semejanza de la composición de la mastofauna menor voladora. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

De acuerdo al análisis de similitud cualitativa de Jaccard realizado entre las diferentes estaciones de evaluación, se observa en el **Gráfico 4.2- 127**, varios agrupamientos significativos (mayores al 50%). Algunas de las agrupaciones con mayor similitud se dieron entre las estaciones FLFA-04 y FLFA-11-AC, con un 100% de similitud; de igual modo, entre las estaciones FLFA-02, FLFA-08, FLFA-10 y FLFA-12, con un 100% de similitud; y, entre las estaciones FLFA-05 y FLFA-07, igualmente con un 100% de similitud. Cabe mencionar que estas agrupaciones obtienen un 100% de similitud debido a que comparten una única especie en común, *Carollia perspicillata*.

Por otro lado, la agrupación que presentó el menor valor de similitud, fue la conformada por las estaciones FLFA-01 y FLFA-03-AC, con un 17%. Mientras que, las estaciones FLFA-10-AC y FLFA-11 presentaron un 0% de similitud respecto a la agrupación conformada por las demás estaciones de evaluación.

Gráfico 4.2- 127: Índice de Jaccard por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora

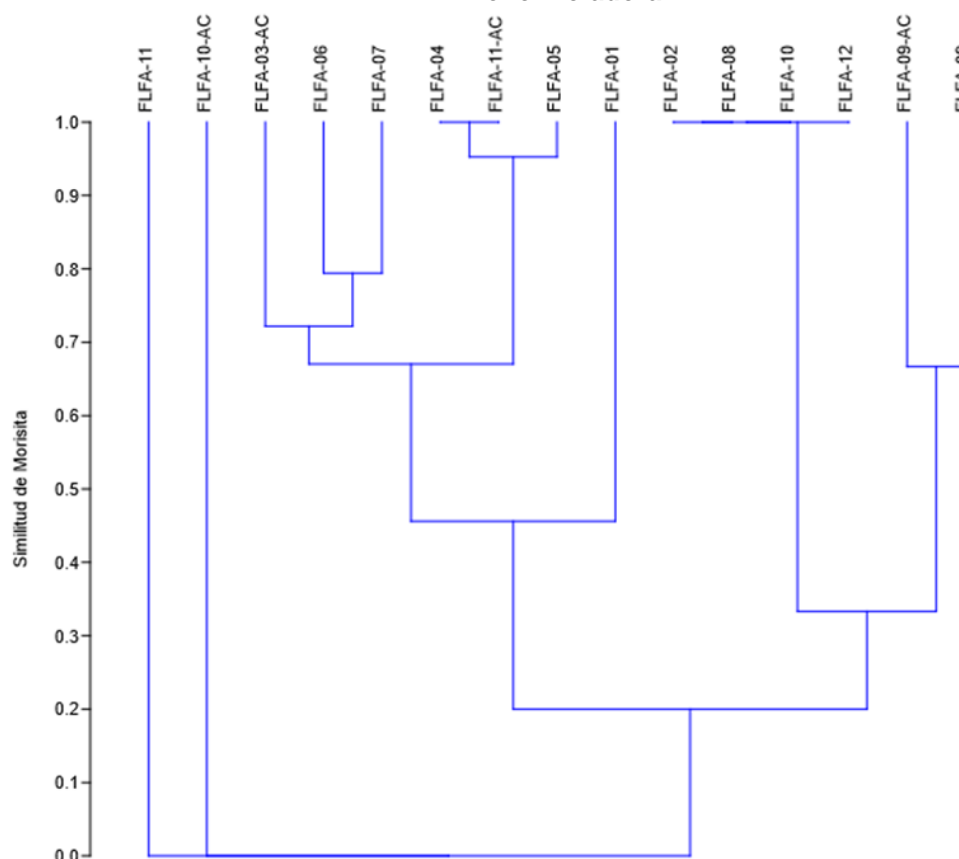


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Respecto al análisis de similitud cuantitativa de Morisita - Horn realizado entre las diferentes estaciones de evaluación, se observa en el **Gráfico 4.2- 128**, varios agrupamientos significativos (mayores al 50%). De manera similar a lo encontrado por el análisis de similitud de Jaccard, las agrupaciones con mayor similitud se dieron entre las estaciones FLFA-04 y FLFA-11-AC, con un 100% de similitud; así como también, entre las estaciones FLFA-02, FLFA-08, FLFA-10 y FLFA-12, con un 100% de similitud; y, entre las estaciones FLFA-05 y FLFA-07, igualmente con un 100% de similitud. Asimismo, estas agrupaciones obtienen un 100% de similitud debido a que comparten una única especie en común, *Carollia perspicillata*.

En tanto, la agrupación formada por las estaciones de evaluación FLFA-05 y FLFA-09 presentó el menor valor de similitud de acuerdo al índice de Morisita - Horn, registrando un 17% de similitud; mientras que, la estaciones FLFA-10-AC y FLFA-11 presentaron un 0% de similitud respecto a la agrupación conformada por las demás estaciones de evaluación. Esto se debe a la presencia exclusiva de las especies *Myotis keaysi* y *Myotis nigricans* para la estación FLFA-10-AC; y, de las especies *Glossophaga soricina* y *Phyllostomus hastatus* para la estación FLFA-11.

Gráfico 4.2- 128: Índice de Morisita - Horn por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Análisis por Cobertura Vegetal

Diversidad alfa

Con los datos obtenidos durante la evaluación en campo, se evaluó la diversidad alfa en la temporada húmeda para el Área de no bosque amazónico (Ano-ba) y la UV Bosque de montaña (Bm).

Los resultados para estas dos UV muestran que el Ano-ba presentó los valores más altos para los índices de Simpson (1-D), Shannon (H') y Margalef (Mg).

Como se observa en la **Tabla 4.2- 134**, el índice de Simpson (1-D) muestra un valor de 0.71, el índice de Shannon (H') un valor de 2.38; y, el índice de Margalef (Mg) presenta un valor de 2.75. Respecto al índice de Equidad de Pielou (J'), se observa que la UV Bm presentó el valor más alto, con 0.81.

Los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.38$ y $1 - D = 0.71$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 0.81$ y $H' = 2.38$. Como se muestra en el **Gráfico 4.2- 129**, el Ano-ba presentó el valor más

elevado de diversidad, debido a la elevada riqueza ($S = 11$) en comparación con el Bm, que registró una baja diversidad debido a la poca riqueza ($S=2$) presentada. El índice de Equidad de Pielou (J') indica cuán uniformemente están distribuidas las especies en una comunidad; en este caso, el Bm presentó un mayor valor de este índice en comparación con el Ano-ba, esto ocurre ya que las dos únicas especies registradas en el Bm pertenecen a especies diferentes.

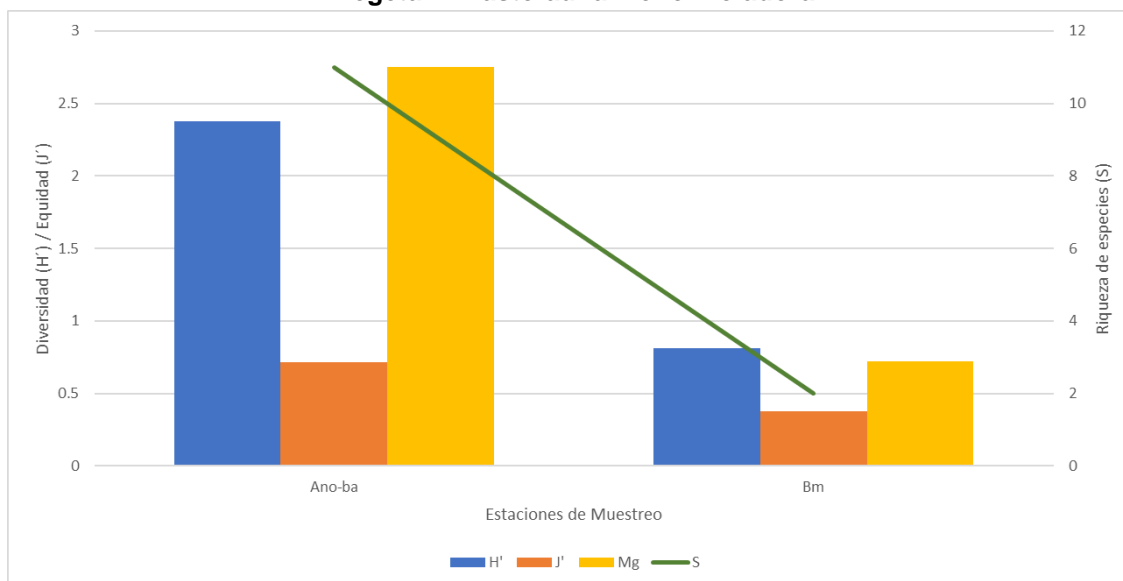
Tabla 4.2- 134: Índices de diversidad y equidad por Cobertura Vegetal – Mastofauna menor voladora

UV	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson ($1-D$)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Margalef
Ano-ba	11	38	2.38	0.71	<u>0.69</u>	2.75
Bm	2	4	<u>0.81</u>	<u>0.38</u>	0.81	<u>0.72</u>

Nota: Se resaltaron en **negrita** los mayores valores de cada índice de diversidad alfa y se subrayaron los valores menores a excepción de que estos sean igual a 0 (cero).

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Gráfico 4.2- 129: Área de estudio – Diversidad y equidad de especies por Cobertura Vegetal – Mastofauna menor voladora



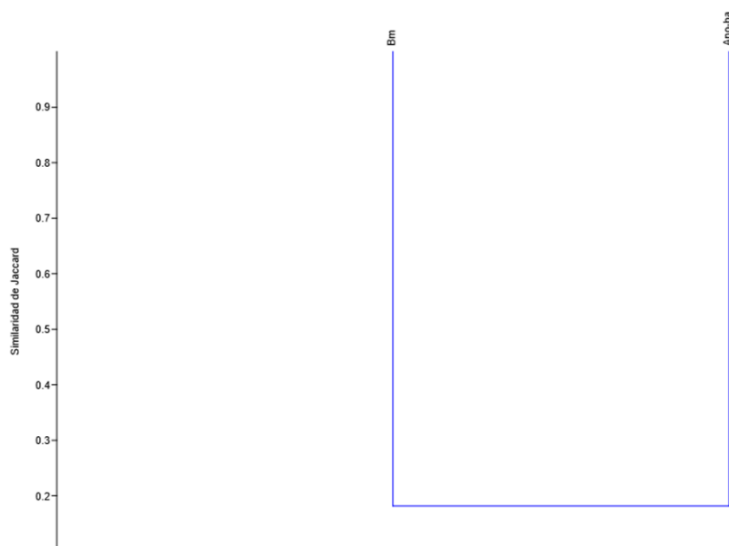
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad beta

Con el objetivo de realizar los análisis de diversidad beta por unidad de vegetación, en el presente ítem se desarrollaron: el índice de Jaccard y Morisita-Horn; los análisis fueron realizados a nivel de estaciones, de esta manera se puede conocer la semejanza de la composición de la mastofauna menor voladora. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

De acuerdo al análisis de similitud cualitativa de Jaccard realizado entre las UV Ano-ba y Bm, se observa en el **Gráfico 4.2- 130** que ambas UV no muestran una similitud significativa (mayor al 50%), ya que presentan solo un 18% de similitud.

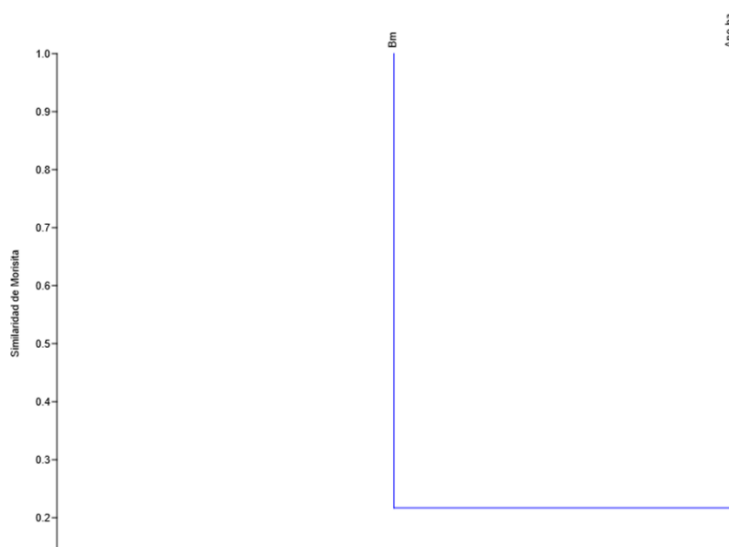
Gráfico 4.2- 130: Índice de Jaccard por Cobertura vegetal – Mastofauna menor voladora



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Respecto al análisis de similitud cuantitativa de Morisita - Horn realizado entre las UV Ano-ba y Bm, se observa en el **Gráfico 4.2- 131** que tampoco existe una agrupación significativa (mayor al 50%) entre ambas UV, presentando un 22% de similitud.

Gráfico 4.2- 131: Índice de Morisita - Horn por Cobertura Vegetal – Mastofauna menor voladora



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A) Área de no bosque amazónico (Ano-ba)**Curva de acumulación de especies**

Esta curva representa el número acumulado de especies en función al esfuerzo de muestreo (Mena et al., 2007). Su uso permite dar fiabilidad a los diseños de muestreo y extrapolar el número de especies observadas con la finalidad de estimar un número de especies esperadas (Gotelli & Colwell, 2001). De acuerdo con la “Guía de inventario de fauna silvestre” (MINAM, 2015), las curvas de acumulación serán consideradas aceptables cuando alcance como mínimo el 50% de especies esperadas para un determinado lugar.

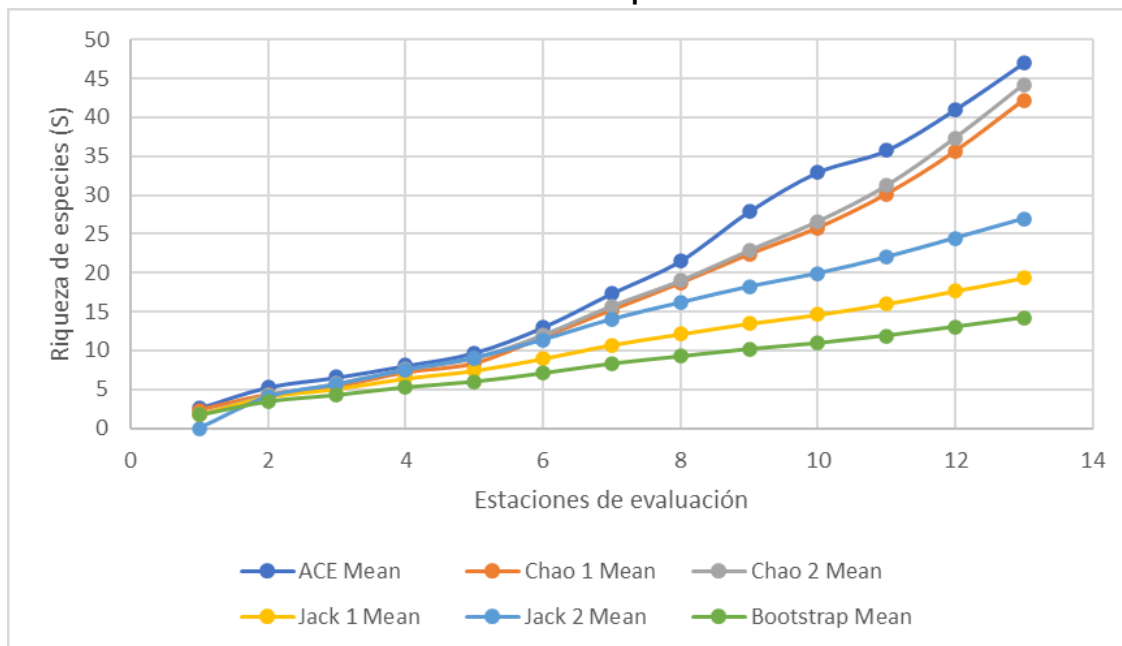
Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003), empleando el programa EstimatesS 9.1.0 (Colwell, 2013) y a partir de un total de 11 especies (cuantitativo) de mastofauna menor voladora registradas durante la temporada húmeda en la UV Área de no bosque amazónico (Ano-ba).

El **Gráfico 4.2- 132** muestra los diferentes estimadores para la curva de acumulación de especies, sin embargo, se considera a los estimadores Bootstrap y Jackknife 1 como los más eficientes, con un promedio de eficiencia de 85.12% y 68.52%, respectivamente.

De acuerdo con el estimador Bootstrap, la asíntota de la curva se alcanza en las 14 especies para la comunidad de mastofauna menor voladora. Las especies registradas representan aproximadamente el 77.57% del total de especies esperadas, logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y, por lo tanto, corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). El estimador Jackknife 1 es más conservador (considera un mayor número de especies no detectadas), mostrando una eficiencia del 56,97%.

Dado que para ambos se supera el umbral del 50% de eficiencia para el esfuerzo completo (13 estaciones) en la UV Ano-ba, se concluye que la evaluación realizada comprende un inventario confiable y completo.

Gráfico 4.2- 132: Curva de Acumulación de Especies – Mastofauna menor voladora



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza y Composición

Para el análisis de composición y riqueza registrados durante la temporada húmeda en la Ano-ba, se consideraron los resultados totales obtenidos de los registros cuantitativos y cualitativos mediante la metodología cuantitativa de Redes de neblina. Como resultado de las evaluaciones realizadas, se reportaron 11 especies de mastofauna menor voladora para la UV Ano-ba, correspondientes a nueve (09) géneros, dos (02) familias y un (01) orden taxonómico (Tabla 4.2- 135 y Tabla 4.2- 136).

Las especies registradas en esta UV, corresponden a las mismas registradas para el área de estudio, ya que la mayoría de las estaciones de evaluación (13 estaciones) pertenecen a la Ano-ba.

Tabla 4.2- 135: Composición taxonómica en Ano-ba – Mastofauna menor voladora

Clase	Orden	Familias	Géneros	Especies
Mammalia	Chiroptera	2	9	11

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Tabla 4.2- 136: Lista de especies en Ano-ba – Mastofauna menor voladora

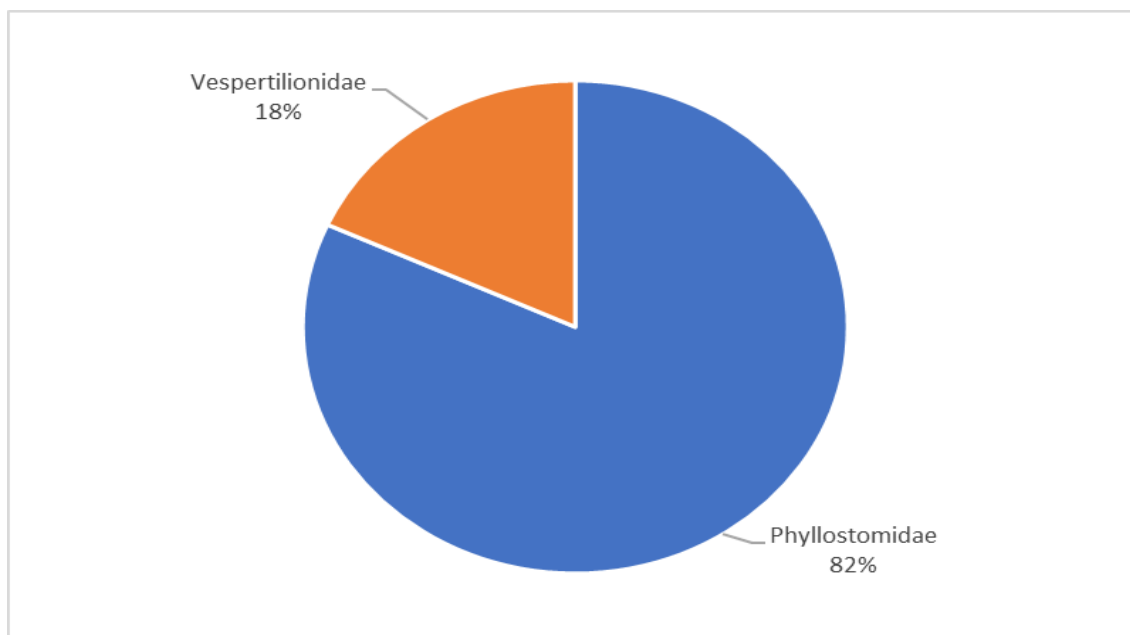
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Murciélago frutero colicorto
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago frutero común
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago longirostro de Pallas

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Mesophylla macconnelli</i>	Murciélaguito cremoso
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejudo común
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	Murciélago negruzco
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago negruzco común
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Phyllostomus hastatus</i>	Murciélago hoja de lanza mayor
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma bilobatum</i>	Murciélago constructor de toldos

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En la temporada húmeda, la familia mejor representada en la UV Área de no bosque amazónico (Ano-ba) fue Phyllostomidae, la cual alberga la mayor riqueza con nueve (09) especies registradas, representando el 82% del total de especies. Por otra parte, la familia Vespertilionidae obtuvo la menor riqueza, con el registro de dos (02) especies, representando el 18% del total de especies. En el Gráfico 4.2- 133 se presenta la riqueza de especies de mamíferos menores voladores por familias taxonómicas en la UV Ano-ba.

Gráfico 4.2- 133: Riqueza en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” a Nivel de Familias – Mastofauna menor voladora

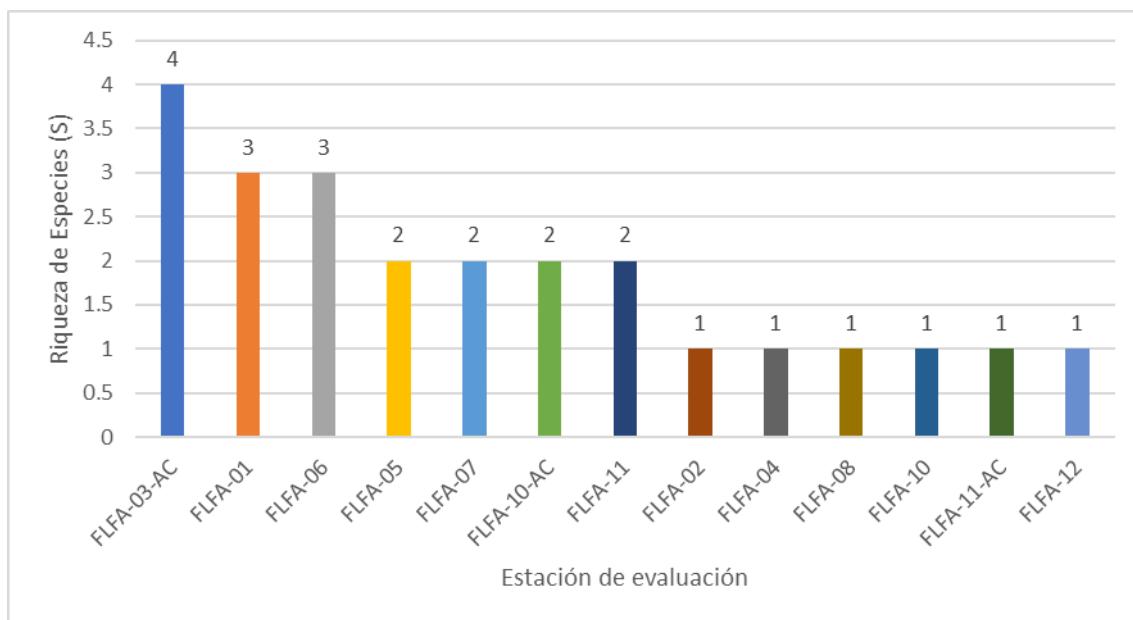


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otra parte, como se observa en Gráfico 4.2- 134, en función al análisis de la riqueza en la UV Ano-ba basado en los datos cuantitativos registrados en las 13 estaciones de evaluación que comprende esta UV; se tiene que, la estación de evaluación FLFA-03-AC presentó la mayor riqueza con cuatro (04) especies registradas. Le siguen las estaciones FLFA-01 y FLFA-06, con tres (03) especies registradas. Mientras que las

estaciones FLFA-02, FLFA-04, FLFA-08, FLFA-10, FLFA-11-AC y FLFA-12, presentaron la riqueza de solo una (01) especie registrada cada una.

Gráfico 4.2- 134: Riqueza de especies por estación de evaluación - Mastofauna menor voladora

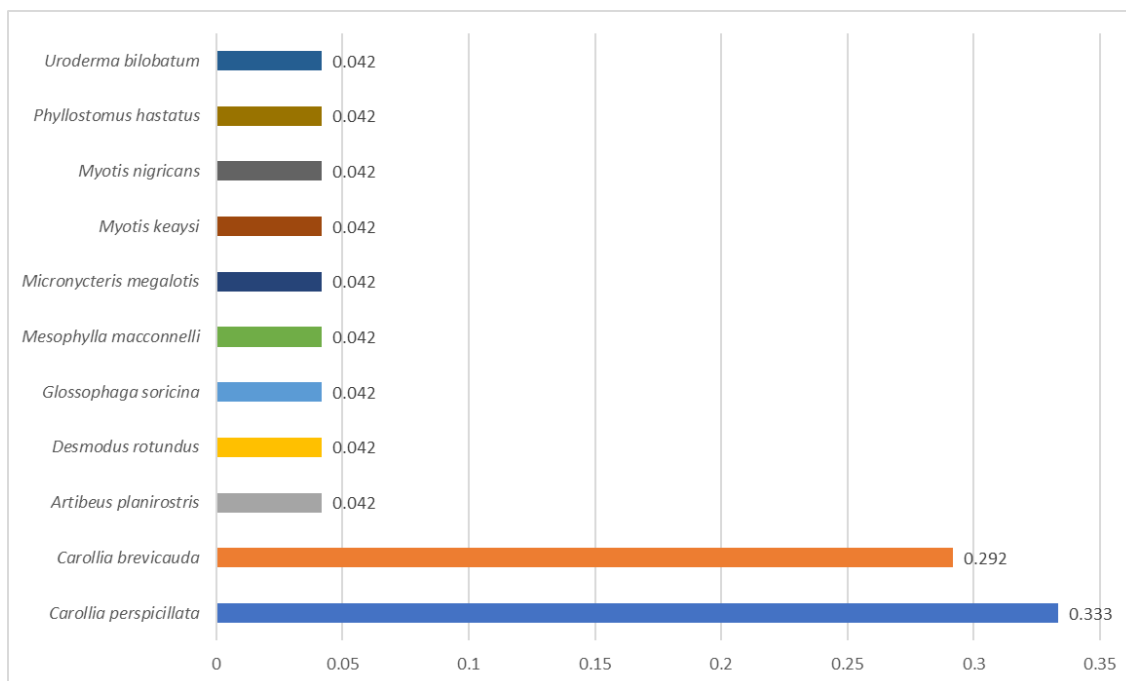


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

La frecuencia relativa de una especie es la probabilidad de encontrarla en una unidad muestral y se expresa como el cociente del número de estaciones de muestreo donde se registra la especie y del número total de estaciones de muestreo.

El Gráfico 4.2- 135 muestra el reporte de la frecuencia de especies en base a los registros por estaciones de evaluación durante la temporada húmeda en Área de no bosque amazónico (Ano-ba), nos indica que *Carollia perspicillata*, obtuvo la mayor frecuencia, con un valor de 0.333. Seguido por *Carollia brevicauda* con una frecuencia de 0.292. El resto de las especies reportadas tienen una frecuencia relativa menor a 0.1.

Gráfico 4.2- 135: Frecuencia de especies por estación de evaluación - Mastofauna menor voladora

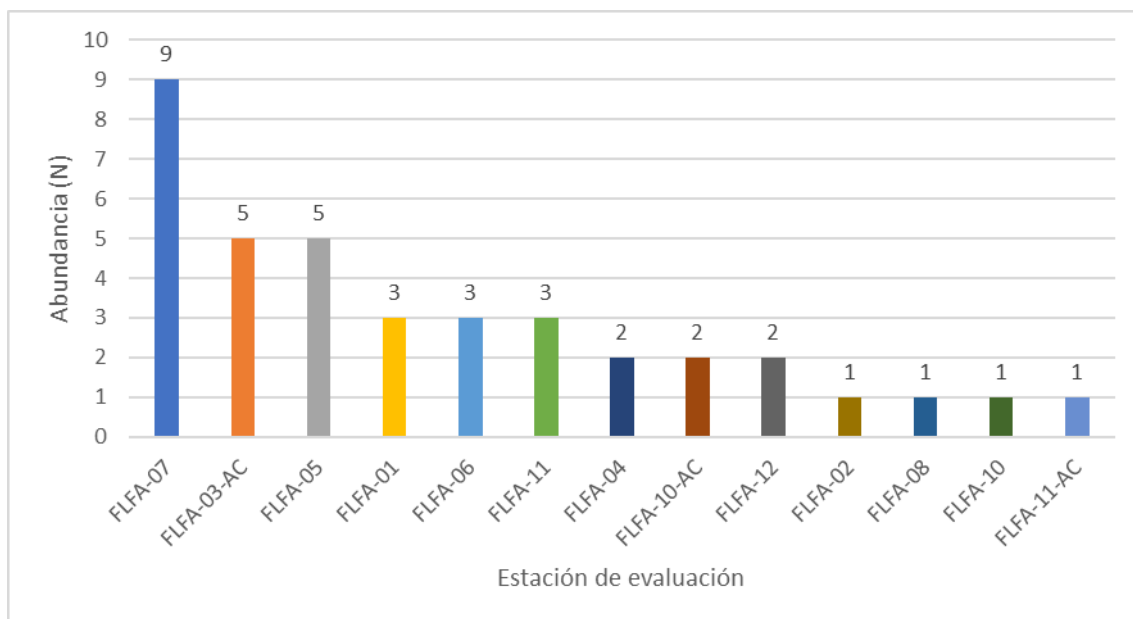


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

De acuerdo con la metodología cuantitativas (Redes de neblina) realizadas dentro de la UV Ano-ba, se evaluó la abundancia general (número de individuos) de mastofauna menor voladora, registrando un total de 38 individuos. Como se observa en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, la estación de evaluación que presentó la mayor abundancia de individuos fue FLFA-07, con nueve (09) individuos registrados, seguida por las estaciones FLFA-03-AC y FLFA-05, con cinco (05) individuos registrados cada una. Mientras que, las estaciones de evaluación FLFA-02, FLFA-08, FLFA-10 y FLFA-11-AC presentaron solo un (01) individuo registrado cada una (Gráfico 4.2- 136)

Gráfico 4.2- 136: Abundancia de especies por estación de evaluación - Mastofauna menor voladora



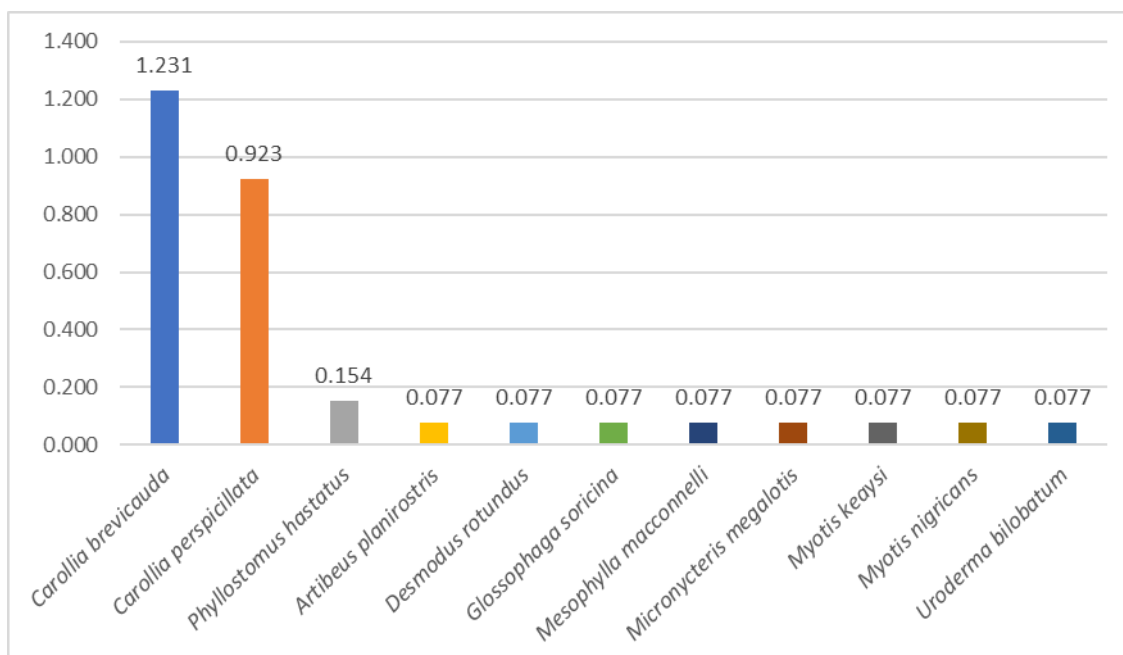
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Índice de Pucek

El índice de capturabilidad de Pucek (1981) se usa como medidor de abundancia relativa para los mamíferos menores voladores y se calcula a partir del número de individuos capturados en redes de niebla dividido entre el esfuerzo.

En el **Gráfico 4.2- 137** se presentan los índices de capturabilidad de las especies registradas en la UV Área de no bosque amazónico (Ano-ba). Se observa que la especie *Carollia brevicauda* presentó el mayor índice de capturabilidad, con un valor de 1.231 individuos capturados por 10 redes de niebla. Mientras que las especies restantes presentaron un índice de capturabilidad menor a un (01) individuo capturado por 10 redes de neblina.

**Gráfico 4.2- 137: Índice de Pucek en "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" –
Mastofauna menor voladora**



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Alfa

Para el análisis de la diversidad alfa de la mastofauna menor voladora en la UV Ano-ba, se consideró la información obtenida por la metodología cuantitativa de Redes de neblina, para determinar los índices de Shannon – Wiener (H'), Simpson ($1-D$), Margalef (Mg) y Pielou (J). Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

Durante la temporada de evaluación en la UV Ano-ba, se puede afirmar que la diversidad de mastofauna menor voladora registró un valor promedio bajo ($H'=0.67$ bits/ind.); asimismo, según lo estimado por el índice de Margalef, se considera que el área presentó una riqueza baja ($Mg=0.69$), este resultado se debe a que el índice de Margalef relaciona el número de especies y el número total de individuos. Por otra parte, respecto al índice de Simpson ($1-D$), el cual está influenciado por la abundancia de las especies, se observó un valor bajo para la temporada ($1-D=0.29$ probits/ind), lo cual evidenció una baja dominancia entre las especies de mastofauna menor voladora, estos valores de diversidad se encuentran relacionados con el valor del índice de equidad de Pielou ($J'=0.94$) el cual indica que no existió una especie dominando significativamente sobre las demás especies de mastofauna menor voladora en la UV Ano-ba (Tabla 4.2-137, Gráfico 4.2- 138).

Tabla 4.2- 137: Índices de diversidad alfa en "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" – Mastofauna menor voladora

Estación	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson (1-D)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Margalef (Mg)
FLFA-01	3	3	1.59	0.67	1.00	1.82
FLFA-02	1	1	0.00	0.00	-	0.00
FLFA-03-AC	4	5	1.92	0.72	0.96	1.86
FLFA-04	1	2	0.00	0.00	-	0.00
FLFA-05	2	5	0.72	0.32	0.72	0.62
FLFA-06	3	3	1.59	0.67	1.00	1.82
FLFA-07	2	9	0.99	0.49	0.99	0.46
FLFA-08	1	1	0.00	0.00	-	0.00
FLFA-10	1	1	0.00	0.00	-	0.00
FLFA-10-AC	2	2	1.00	0.50	1.00	1.44
FLFA-11	2	3	0.92	0.44	0.92	0.91
FLFA-11-AC	1	1	0.00	0.00	-	0.00
FLFA-12	1	2	0.00	0.00	-	0.00
Total promedio	1.85	2.92	0.67	0.29	0.94	0.69

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 138: Diversidad de especies en "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" – Mastofauna menor voladora



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

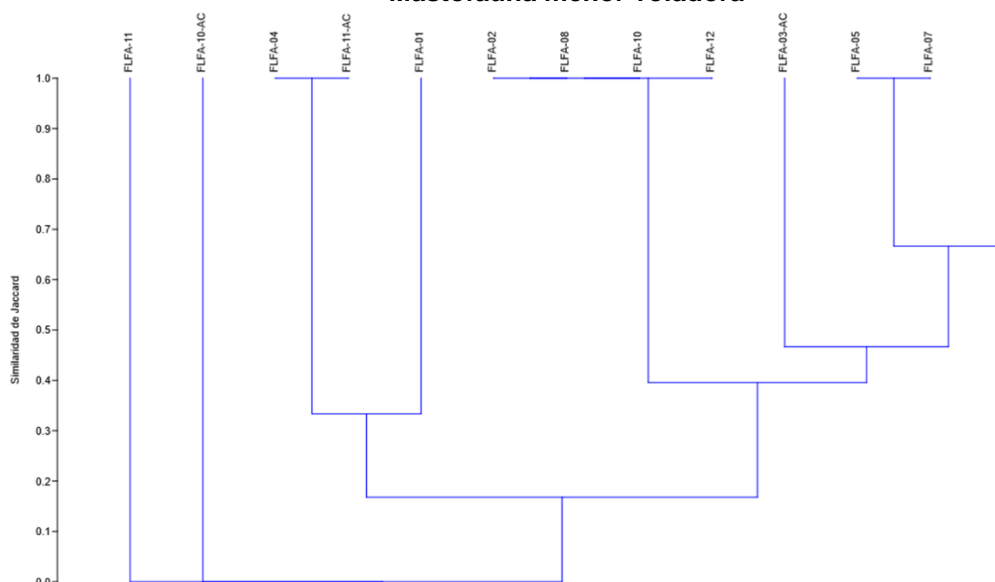
Diversidad Beta

Con el objetivo de realizar los análisis de diversidad beta para la unidad de vegetación Área de no bosque amazónico (Ano-ba), en el presente ítem se desarrollaron: el índice

de Jaccard y Morisita-Horn; los análisis fueron realizados a nivel de estaciones, de esta manera se puede conocer la semejanza de la composición de la mastofauna menor voladora. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

De acuerdo al análisis de similitud cualitativa de Jaccard realizado entre las diferentes estaciones de evaluación, se observa en el **Gráfico 4.2- 139**, cuatro (04) agrupamientos significativos (mayores al 50%). Los agrupamientos con mayor valor de similitud se dieron entre las estaciones FLFA-04 y FLFA-11-AC (Primer grupo); FLFA-02, FLFA-08, FLFA-10 y FLFA-12 (segundo grupo); y, entre las estaciones FLFA-05 y FLFA-07 (tercer grupo), cada agrupación con un 100% de similitud. Además, la estación FLFA-06 y el tercer grupo, obtuvieron un 67% de similitud. Mientras que, las estaciones FLFA-10-AC y FLFA-11, presentaron un 0% de similitud respecto a la agrupación conformada por las demás estaciones de evaluación.

Gráfico 4.2- 139: Índice de Jaccard en "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" – Mastofauna menor voladora

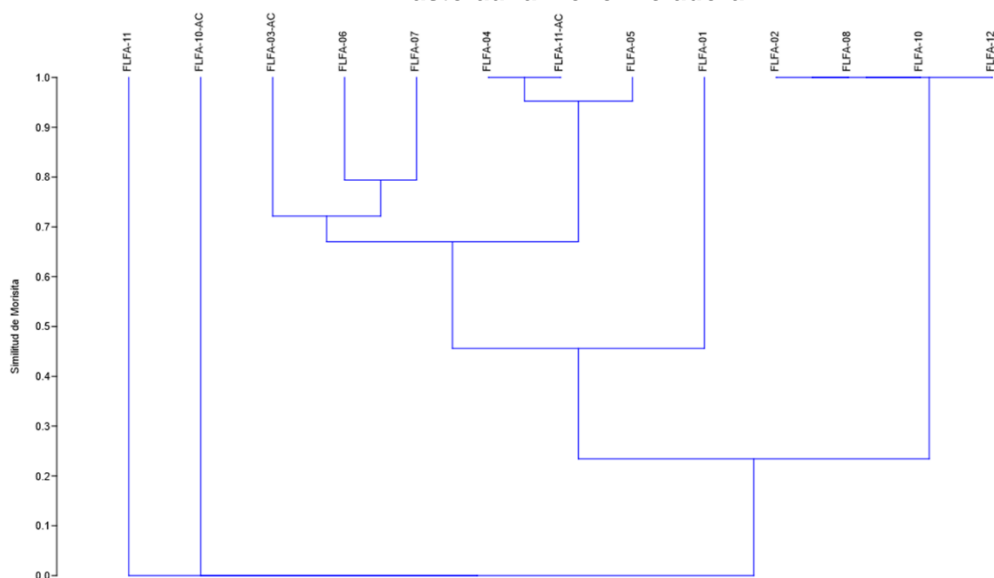


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Respecto al análisis de similitud cuantitativa de Morisita - Horn realizado entre las estaciones de evaluación de la UV Ano-ba, se observa en el **Gráfico 4.2- 140** varios agrupamientos significativos (mayores al 50%).

Las agrupaciones que presentaron mayor valor de similitud se dieron entre las estaciones FLFA-04 y FLFA-11-AC (primer grupo); y, entre las estaciones FLFA-02, FLFA-08, FLFA-10 y FLFA-12 (segundo grupo), cada agrupación con un porcentaje de 100% de similitud. Además, se tiene a la agrupación conformada por la estación FLFA-05 y el primer grupo, con un 95% de similitud. Por otro lado, las estaciones FLFA-10-AC y FLFA-11 presentaron un 0% de similitud respecto a la agrupación formada por las demás estaciones de evaluación.

Gráfico 4.2- 140: Índice de Morisita - Horn en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna menor voladora



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Especies Clave

Considerando la definición de “Especie clave”, estas son aquellas que tienen un efecto en la estructura y funcionalidad del ecosistema desproporcionalmente mayor al que se esperaría por su abundancia relativa (Paine, 1995), afectando la diversidad de especies en una comunidad (Davic, 2003). En este contexto, los murciélagos son imprescindibles para el buen funcionamiento de los ecosistemas ya que entre sus funciones se encuentran la de polinizar plantas, dispersar semillas y controlar plagas de insectos fitófagos, es decir, tienen un papel muy importante como equilibradores de la biodiversidad en los ecosistemas (Vivar-González, 2019).

Particularmente, algunos murciélagos frugívoros de la familia Phyllostomidae, son considerados importantes para la dispersión de semillas de plantas de los primeros estadios de sucesión, lo que implica la regeneración natural de los bosques (Muscarella & Fleming, 2007). Dentro de la familia Phyllostomidae también se encuentra el murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*), el cual desempeña un papel crucial en el mantenimiento y la transmisión del virus de la rabia a los seres humanos y al ganado, lo que repercute en la salud pública y la producción económica (Rocha et. al, 2020).

Por otra parte, la familia Vespertilionidae es principalmente insectívora, dentro de ellos encontramos a las especies *Myotis nigricans* y *Myotis keaysi*, las cuales se alimentan de insectos que captura al vuelo principalmente de “polillas”, y “mariposas nocturnas”, aunque se considera que pueden alimentarse también de plantas ya que se encontraron restos de plantas en sus heces (Elizondo, 1999).

Especies Protegidas y/o Endémicas

De las especies registradas, según la lista roja de la IUCN 2024-1 podemos observar que todas las especies se encuentran en la categoría de “Preocupación Menor” (LC). Esta categoría abarca a aquellas especies que son abundantes y tienen una amplia distribución, y no se considera que estén en riesgo de extinción en un futuro cercano.

Por otro lado, respecto a la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2024), ninguna especie se encuentra incluida en algún apéndice.

Asimismo, de acuerdo con la legislación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), ninguna especie se encuentra incluida en alguna categoría de conservación. Además, no se presenta endemismo en las especies registradas.

En la siguiente tabla se presentan las especies de mamíferos menores voladores registrados en el Ano-ba y que se encuentran incluidas en categorías de conservación nacional e internacional.

Tabla 4.2- 138: Especies protegidas y/o endémicas en “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” – Mastofauna menor voladora

Especie	Nombre Común	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN			Endemismo (Pacheco, 2021)
		IUCN (2024-2)	CITES (2024)	D.S N° 004- 2014- MINAGRI	
<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano	LC	-	-	-
<i>Carollia brevicauda</i>	Murciélago frutero colicorto	LC	-	-	-
<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago frutero común	LC	-	-	-
<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común	LC	-	-	-
<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago longirostro de Pallas	LC	-	-	-
<i>Mesophylla macconnelli</i>	Murciélaguito cremoso	LC	-	-	-
<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejudo común	LC	-	-	-
<i>Phyllostomus hastatus</i>	Murciélago hoja de lanza mayor	LC	-	-	-
<i>Uroderma bilobatum</i>	Murciélago constructor de toldos	LC	-	-	-
<i>Myotis keaysi</i>	Murciélago negruzco	LC	-	-	-
<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago negruzco común	LC	-	-	-

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

B) Bosque de montaña (Bm)

Curva de acumulación de especies

Debido a que durante la temporada húmeda en la UV Bosque de Montaña se evaluaron solo dos (02) estaciones de muestreo (FLFA-09 y FLFA-09-AC), y se registró solo dos (02) especies de mamífero menor volador, no se justifica la realización de una curva de acumulación para la presente unidad de vegetación.

Riqueza y composición

Para el análisis de composición y riqueza registrados durante la temporada húmeda en el Bm, se consideraron los resultados totales obtenidos de los registros cuantitativos y

cualitativos mediante la metodología cuantitativa de Redes de neblina. Como resultado de las evaluaciones realizadas, se reportaron dos (02) especies de mastofauna menor voladora para el Bm, correspondientes a dos (02) géneros, una (01) familia y un (01) orden taxonómico (Tabla 4.2- 139 y Tabla 4.2- 140).

Tabla 4.2- 139: Lista de especies en el Bm – Mastofauna menor voladora

Clase	Orden	Familias	Géneros	Especies
Mammalia	Chiroptera	1	2	2

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

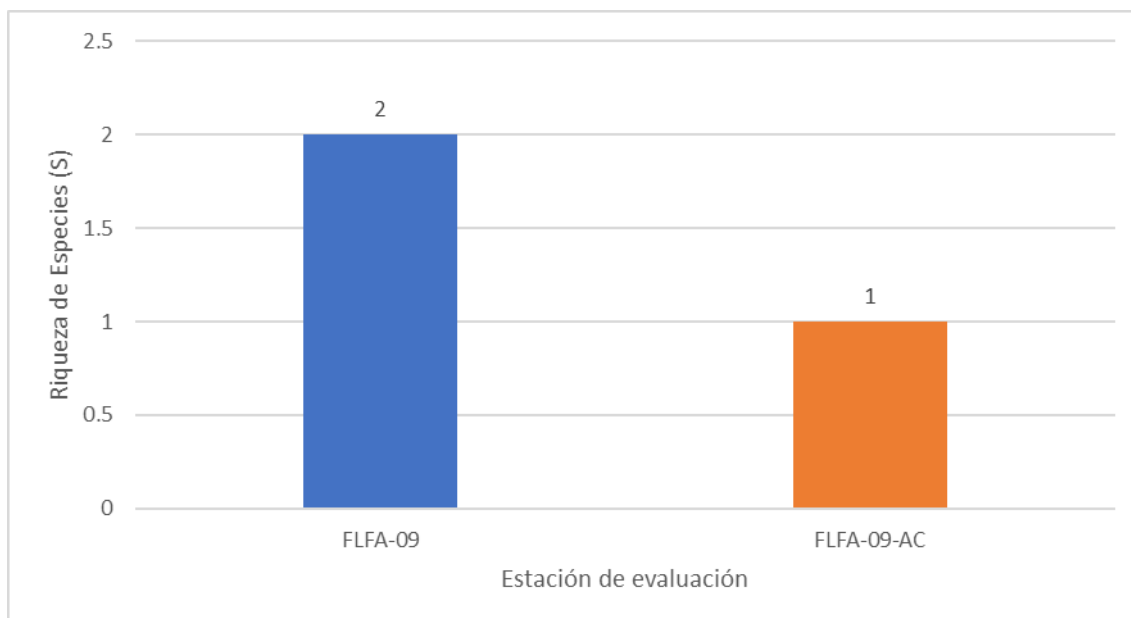
Tabla 4.2- 140: Lista de especies en el Bm – Mastofauna menor voladora

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago frutero común

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otra parte, como se observa en el Gráfico 4.2- 141, en función al análisis de la riqueza en la UV Bm basado en los datos cuantitativos registrados en las dos (02) estaciones de evaluación que comprende esta UV; se tiene que, la estación de evaluación FLFA-09 presentó la mayor riqueza con dos (02) especies registradas.

Gráfico 4.2- 141: Riqueza de especies por estación de evaluación - Mastofauna menor voladora



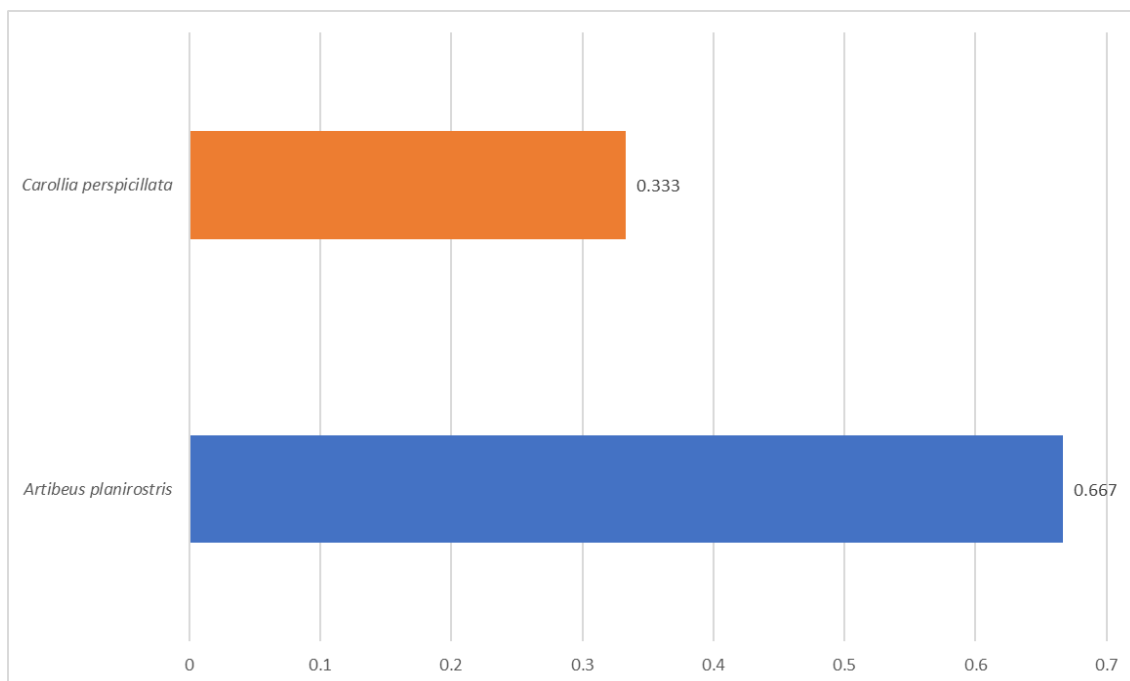
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

La frecuencia relativa de una especie es la probabilidad de encontrarla en una unidad muestral y se expresa como el cociente del número de estaciones de muestreo donde se registra la especie y del número total de estaciones de muestreo.

El Gráfico 4.2- 142 muestra el reporte de la frecuencia de especies en base a los registros por estaciones de evaluación durante la temporada húmeda en la UV Bosque

de montaña (Bm), nos indica que *Artibeus planirostris*, obtuvo la mayor frecuencia, con un valor de 0.667. Y, en cuanto a *Carollia perspicillata* obtuvo una frecuencia de 0.333.

Gráfico 4.2- 142: Frecuencia de especies por estación de evaluación - Mastofauna menor voladora

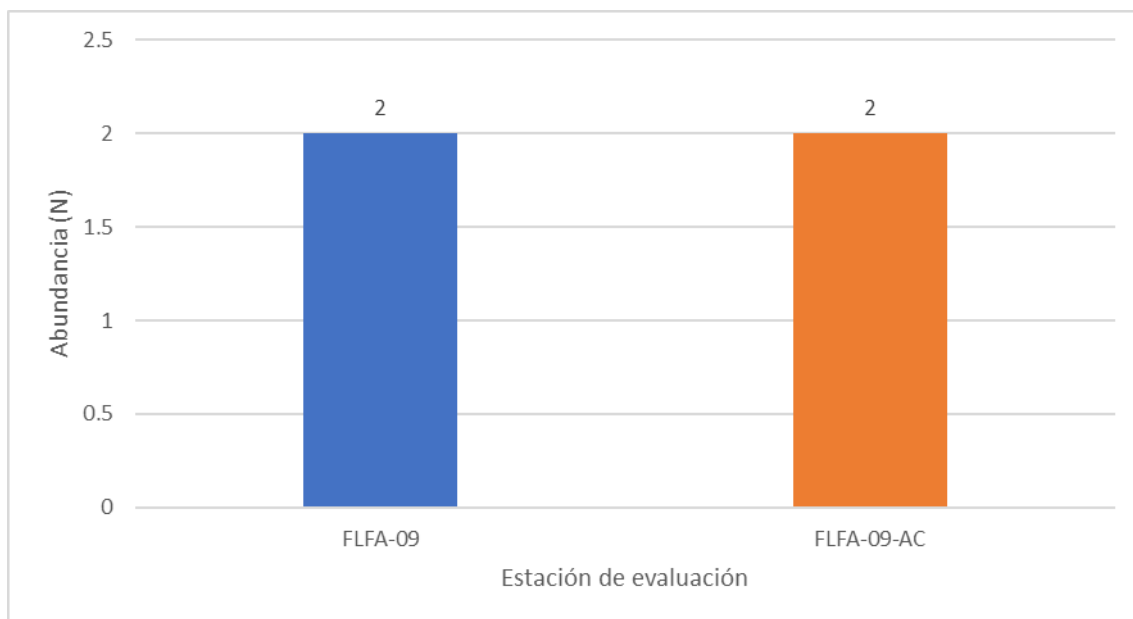


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

De acuerdo con la metodología cuantitativas (Redes de neblina) realizadas dentro del Bm, se evaluó la abundancia general (número de individuos) de mastofauna menor voladora, registrando un total de cuatro (04) individuos. Como se observa en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ambas estaciones (FLFA-09 y FLFA-09-AC) pertenecientes a esta UV presentaron una abundancia de dos (02) individuos cada una.

Gráfico 4.2- 143: Abundancia de especies por estación de evaluación – Mastofauna menor voladora



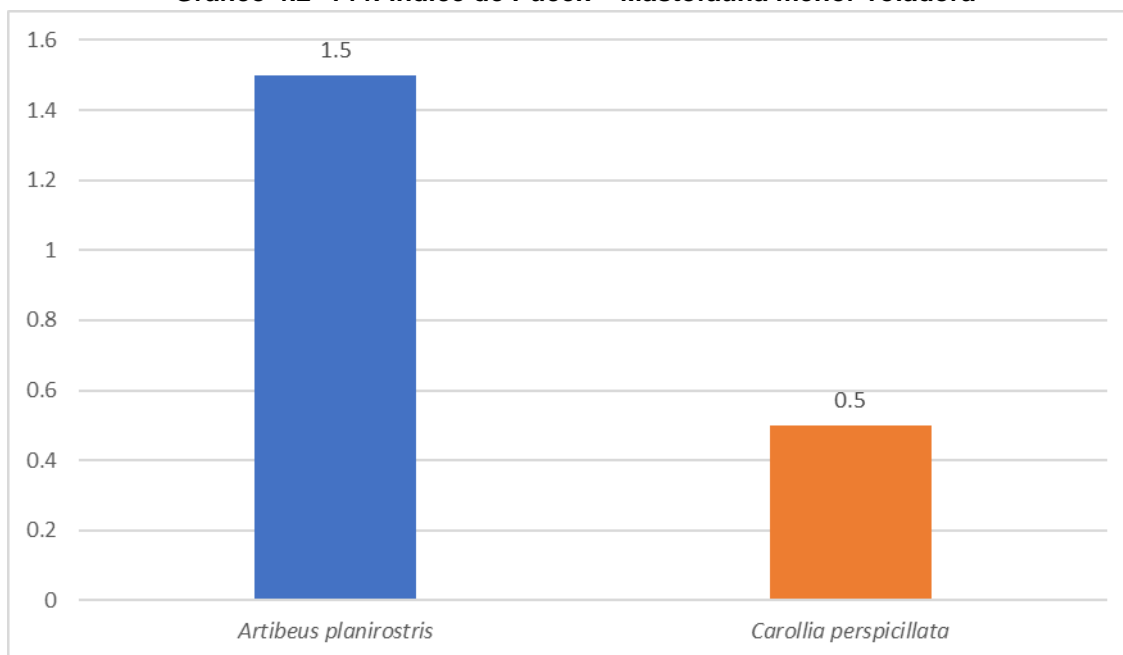
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Índice de Pucek

El índice de capturabilidad de Pucek (1981) se usa como medidor de abundancia relativa para los mamíferos menores voladores y se calcula a partir del número de individuos capturados en redes de niebla dividido entre el esfuerzo.

En el **Gráfico 4.2- 144** se presentan los índices de capturabilidad de las especies registradas en la UV Bosque de montaña (Bm). Se observa que la especie *Artibeus planirostris* presentó el mayor índice de capturabilidad, con un valor de 1.5 individuos capturados por 10 redes de niebla. Mientras que *Carolia perspicillata* presentó un índice de capturabilidad menor a un (01) individuo capturado por 10 redes de neblina.

Gráfico 4.2- 144: Índice de Pucek – Mastofauna menor voladora



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Alfa

Para el análisis de la diversidad alfa de la mastofauna menor voladora en la UV Bm, se consideró la información obtenida por la metodología cuantitativa de Redes de neblina, para determinar los índices de Shannon – Wiener (H'), Simpson ($1-D$), Margalef (Mg) y Pielou (J). Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

Durante la temporada de evaluación en la UV Bm, se puede afirmar que la diversidad de mastofauna menor voladora registró un valor promedio bajo ($H'=0.25$ bits/ind.); asimismo, según lo estimado por el índice de Margalef, se considera que el área presentó una riqueza baja ($Mg=0.72$), este resultado se debe a que el índice de Margalef relaciona el número de especies y el número total de individuos.

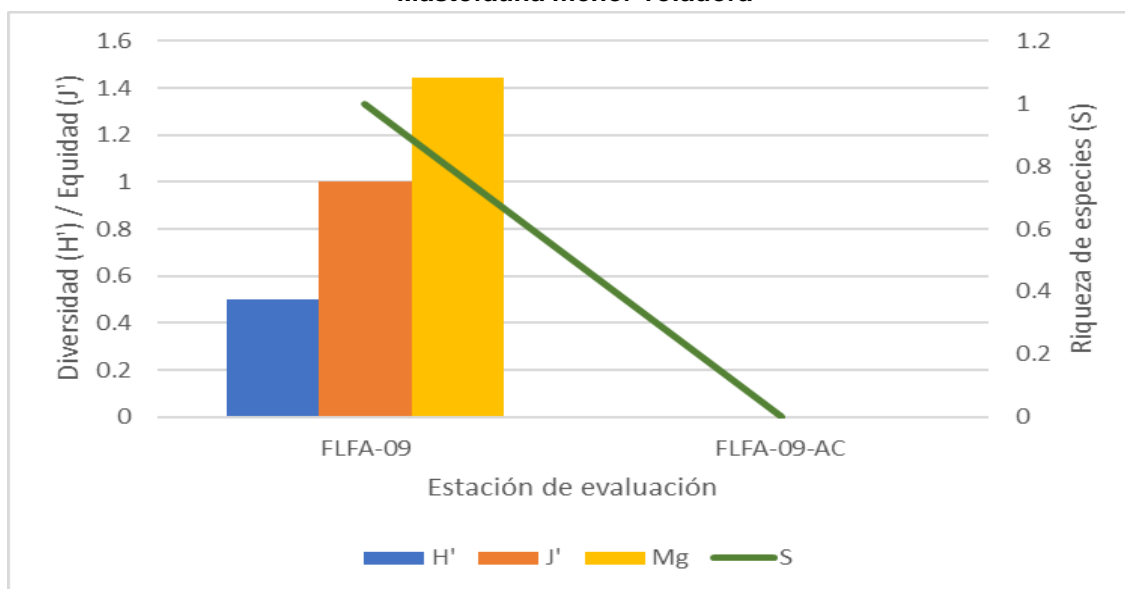
Por otra parte, respecto al índice de Simpson ($1-D$), el cual está influenciado por la abundancia de las especies, se observó un valor medio para la temporada ($1-D=0.5$ probits/ind), lo cual evidenció una baja dominancia entre las especies de mastofauna menor voladora, estos valores de diversidad se encuentran relacionados con el valor del índice de equidad de Pielou ($J'=1.00$) el cual indica que no existió una especie dominando significativamente sobre las demás especies de mastofauna menor voladora en la UV Bm (Tabla 4.2- 141, Gráfico 4.2- 145).

Tabla 4.2- 141: Índices de diversidad alfa en "Bosque de montaña (Bm)" – Mastofauna menor voladora

Estación de evaluación	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson (1-D)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Margalef (Mg)
FLFA-09	2	2	0.5	1	1	1.4
FLFA-09-AC	1	2	0	0	-	0
Total promedio	1.5	2	0.25	0.50	1.00	0.72

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 145: Diversidad y equidad de especies en "Bosque de montaña (Bm)" – Mastofauna menor voladora



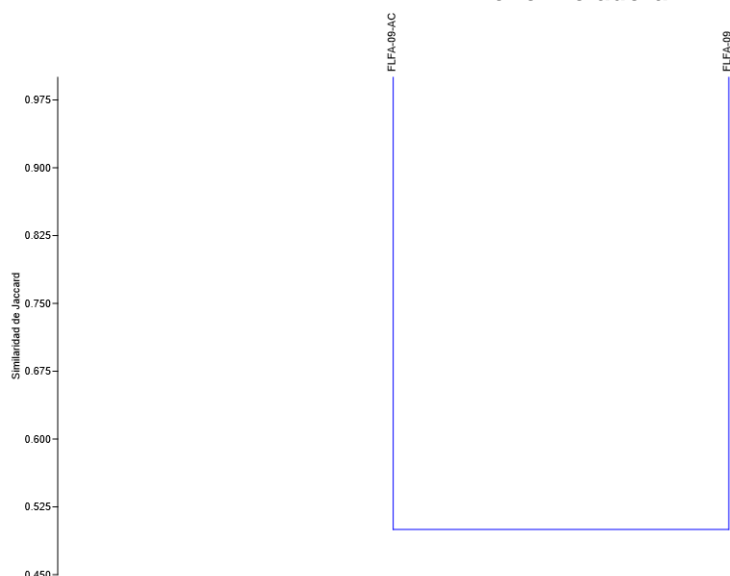
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Beta

Con el objetivo de realizar los análisis de diversidad beta para la unidad de vegetación Bosque de montaña (Bm), en el presente ítem se desarrollaron: el índice de Jaccard y Morisita-Horn; los análisis fueron realizados a nivel de estaciones, de esta manera se puede conocer la semejanza de la composición de la mastofauna menor voladora. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

De acuerdo al análisis de similitud cualitativa de Jaccard realizado entre las estaciones de evaluación FLFA-09 y FLFA-09-AC que comprende la UV Bm, se observa en el **Gráfico 4.2- 146** que existe agrupamiento significativo (mayor al 50%) entre dichas estaciones, es decir, presentan una similitud de 50%.

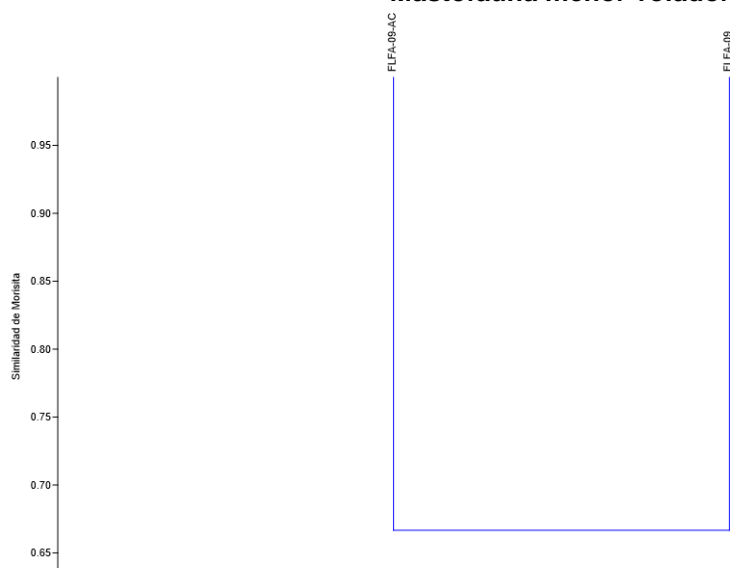
Gráfico 4.2- 146: Índice de Jaccard en la la UV "Bosque de montaña (Bm)" – Mastofauna menor voladora



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Respecto al análisis de similitud cuantitativa de Morisita - Horn realizado entre las estaciones de evaluación de la UV Bm, se observa en el **Gráfico 4.2- 147** que existe agrupamiento significativo (mayor al 50%) entre las estaciones, es decir, presentan una similitud del 67%.

Gráfico 4.2- 147: Índice de Morisita - Horn en la UV "Bosque de montaña (Bm)" – Mastofauna menor voladora



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Especies Clave

Considerando la definición de “Especie clave”, estas son aquellas que tienen un efecto en la estructura y funcionalidad del ecosistema desproporcionalmente mayor al que se esperaría por su abundancia relativa (Paine, 1995), afectando la diversidad de especies en una comunidad (Davic, 2003).

En este contexto, los murciélagos son imprescindibles para el buen funcionamiento de los ecosistemas ya que entre sus funciones se encuentran la de polinizar plantas, dispersar semillas y controlar plagas de insectos fitófagos, es decir, tienen un papel muy importante como equilibradores de la biodiversidad en los ecosistemas (Vivar-González, 2019). Particularmente, algunos murciélagos frugívoros de la familia Phyllostomidae, como *Artibeus planirostris* y *Carollia perspicillata*, son considerados importantes para la dispersión de semillas de plantas de los primeros estadios de sucesión, lo que implica la regeneración natural de los bosques (Muscarella & Fleming, 2007).

Especies Protegidas y/o Endémicas

De las especies registradas, según la lista roja de la IUCN 2024-2 podemos observar que las dos (02) especies registradas para la UV Bm se encuentran en la categoría de “Preocupación Menor” (LC). Esta categoría abarca a aquellas especies que son abundantes y tienen una amplia distribución, y no se considera que estén en riesgo de extinción en un futuro cercano.

Por otro lado, respecto a la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2024), ninguna especie se encuentra incluida en algún apéndice.

Asimismo, de acuerdo con la legislación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), ninguna especie se encuentra incluida en alguna categoría de conservación. Además, no se presenta endemismo en las especies registradas.

En la siguiente tabla se presentan las especies de mamíferos menores voladores registrados en el Bm y que se encuentran incluidas en categorías de conservación nacional e internacional.

Tabla 4.2- 142: Especies protegidas y/o endémicas en el “Bosque de montaña (Bm)” – Mastofauna menor voladora

Especie	Nombre Común	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN			Endemismo (Pacheco, 2021)
		IUCN (2024-2)	CITES (2024)	D.S N° 004-2014-MINAGRI	
<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano	LC	-	-	-
<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago frutero común	LC	-	-	-

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En el Anexo 4.2.8-3 se muestra la lista total de mastofauna registrada, así como la clase de registro, para las dos temporadas de evaluación.

Anexo 4.2.8 Base de datos de Flora & Fauna (Anexo 4.2.8-3)

4.2.5.4.3.3.1 Evaluación Bioacústica

Se emplearon grabadoras Audiomoth 1.2.0 para la evaluación acústica pasiva de mamíferos menores voladores (murciélagos). Los dispositivos grabaron de 18:00 a 06:00 horas en cada estación de evaluación, con un esfuerzo de muestreo de 12 horas de grabación por estación, registrando 1 minuto cada 5 minutos a una tasa de muestreo de 384 kHz.

Las grabaciones fueron analizadas con el software Kaleidoscope, generando espectrogramas para identificar especies mediante parámetros como frecuencias y duración de pulsos.

La evaluación bioacústica se realizó en dos (02) temporadas: Temporada Muy húmeda y Temporada húmeda. Las cuales se detallan en los siguientes subítems.

A) Temporada Muy Húmeda (TMH)

Riqueza

La evaluación bioacústica para la temporada muy húmeda se realizó en nueve (09) estaciones de evaluación. A partir de la elaboración y revisión de espectrogramas en busca de registros de vocalizaciones de murciélagos se halló actividad acústica de 10 especies de murciélagos en ocho (08) estaciones de evaluación en el área del proyecto. En la Tabla 4.2- 143 se detalla la lista de especies de murciélagos registrados en la Temporada Muy Húmeda.

Tabla 4.2- 143: Lista de especies en la Temporada Muy Húmeda – Mastofauna menor voladora (Bioacústica)

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Pteropteryx sp.</i>	-
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murcielaguito negro de listas
Chiroptera	Molossidae	<i>Eumops perotis</i>	Murciélago de cola libre gigante
Chiroptera	Molossidae	<i>Molossus molossus</i>	Murciélago casero
Chiroptera	Molossidae	<i>Molossus rufus</i>	Murciélago mastín negro
Chiroptera	Molossidae	<i>Nyctinomops aurispinosus</i>	Murciélago cola de ratón
Chiroptera	Noctilionidae	<i>Noctilio leporinus</i>	Murciélago pescador mayor
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis sp.</i>	-
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago negruzco común
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	Murciélago negruzco

Elaboración INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C.

Análisis de resultados

La actividad acústica, como parámetro de estimación bioacustica, se basa en el número de llamadas que un murciélago emite al atravesar el rango de detección del detector, independiente si es o no un mismo individuo; por ello, el análisis de actividad se basa en un conteo de ocasiones que detecta un murciélago durante el periodo de evaluación (definido como pases/llamada por noche) y no mediante conteo de individuos.

En base al total de registros obtenidos con presencia de murciélagos, se halló un total de 54 pases de murciélagos, donde la especie *Molossus molossus* mostró 21 pases/noche durante toda la evaluación, seguido de la especie *Myotis* sp. con 12 pases/noche en el mismo periodo. Mientras que las especies con menor número de pases registrados fueron *Nyctinomops aurispinosus* y *Noctilio leporinus* ambos con un (01) pases/noche.

En términos comparativos, la estación de evaluación con mayor número de pases/noche fue FLFA-01 con 15 pases/noche, seguido de la estación FLFA-04 con 14 pases/noche. Por otro lado, la estación FLFA-09 no reportó actividad de murciélagos durante la evaluación. En cuanto a las estaciones con menor número de detecciones entre las que sí reportaron actividad fueron FLFA-05, FLFA-07 y (FLFA-11 y FLFA-11AC) con un (01) pases/noche cada una.

La especie que mostró una mayor actividad fue *M. molossus* (21 pases/noche), esta fue registrada solo en la UV Área de no bosque amazónico (Ano-ba), donde la estación de evaluación con mayor actividad respecto a esta especie fue en FLFA-04, con 14 pases/noche. Esta UV comprende las áreas que fueron desboscadas y se convirtieron en áreas destinadas a cultivos agrícolas y pastos cultivados o vegetación secundaria ("purma") (MINAM, 2015). Lo cual tiene sentido ya que esta especie se encuentra asociada comúnmente con ambientes antrópicos, conformando colonias en construcciones y debajo de techos (Goodwin 1970; Silva-Taboada 1979, como se cita en Ramírez-Chaves et al., 2008). Además, *M. molossus* pertenece al gremio de los insectívoros, donde su principal fuente de alimento son los coleópteros. Es por ello que, en las áreas pobladas de las zonas urbanas o comunidades cercanas, las especies insectívoras encuentran suficiente alimento, puesto que los insectos acuden en masa a las luminarias que aparecen en toda la ciudad (Sampedro et al., 2007).

Como se mencionó anteriormente, la estación de evaluación FLFA-09 no reportó actividad de murciélagos. Esta estación presenta áreas abiertas con pastizales, esto podría ser una explicación al hecho por el cual no se registraron murciélagos en esta estación mediante evaluación bioacústica; ya que, nueve (09) de las 10 especies registradas son del gremio insectívoro; y, como cita Medina y colaboradores (2024), estos murciélagos solo usan este tipo de áreas para su desplazamiento entre perchas y/o áreas de alimentación.

Tabla 4.2- 144: Actividad acústica por Estación de evaluación en la Temporada Muy Húmeda – Mastofauna menor voladora (Bioacústica)

Familia	Especie	Estaciones / Conteo de Número de pases								
		FLFA-01	FLFA-02	FLFA-04	FLFA-05	FLFA-07	FLFA-08	FLFA-09	FLFA-11 y FLFA-11AC	FLFA-12
Emballonuridae	<i>Pteropteryx</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	2	0	0	0	0	1	0	0	0
Molossidae	<i>Eumops perotis</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0

Molossidae	<i>Molossus molossus</i>	1	0	14	1	0	5	0	0	0
Molossidae	<i>Molossus rufus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Molossidae	<i>Nyctinomops aurispinosus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Noctilionidae	<i>Noctilio leporinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Vespertilionidae	<i>Myotis sp.</i>	8	1	0	0	1	2	0	0	0
Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	1	4	0	0	0	1	0	0	0
Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0

Elaboración INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C.

Parámetros de Diversidad

Para el análisis de estos parámetros se analizaron los índices de Shannon – Wiener (H'), Simpson (1-D), Margalef (Mg) y Pielou (J). Estos datos fueron obtenidos mediante el método de muestreo cualitativo (detección acústica) durante la Temporada Muy Húmeda.

Durante la temporada de evaluación en el área de estudio, se puede afirmar que la diversidad de mastofauna menor voladora registró un valor promedio bajo ($H'=0.54$ bits/ind.); asimismo, según lo estimado por el índice de Margalef, se considera que el área presentó una riqueza baja ($Mg=0.67$), este resultado se debe a que el índice de Margalef relaciona el número de especies y el número total de individuos. Por otra parte, respecto al índice de Simpson (1-D), el cual está influenciado por la abundancia de las especies, se observó un valor bajo para la temporada ($1-D=0.29$ probits/ind), lo cual evidenció una baja diversidad y que la abundancia está concentrada en unas pocas especies de mastofauna menor voladora, estos valores de diversidad se encuentran relacionados con el valor del índice de equidad de Pielou ($J'=0.39$) el cual indica una baja equidad en la distribución de los individuos entre las especies. Esto podría señalar que la comunidad de mastofauna menor voladora en la Temporada Muy Húmeda está siendo dominada por unas pocas especies (Tabla 4.2- 145).

Respecto al análisis por estación de evaluación, los resultados para las nueve (09) estaciones de evaluación muestran que la estación FLFA-08 presentó los valores más altos para los índices de Simpson (1-D), Shannon (H') y Margalef (Mg), con 0.73, 1.54 y 2.09, respectivamente. De acuerdo a estos índices, los resultados indican que esta estación de evaluación presentó una mayor riqueza y equidad, con una distribución más equilibrada entre las especies presentes, asimismo, el índice de Margalef se relaciona a la alta riqueza ($S=6$), el cual nos indica que esta estación probablemente tiene hábitats con más recursos y nichos disponibles, promoviendo una mayor riqueza (Margalef, 1968).

En cuanto al índice de Equidad de Pielou (J'), se observa que la estación FLFA-12 presentó el mayor valor con 0.95. Esto muestra una distribución relativamente uniforme de las especies con comunidades más balanceadas.

Por otro lado, se muestra que las estaciones de evaluación FLFA-04, FLFA-05, FLFA-07, FLFA-09 y, FLFA-11 y FLFA-11AC, presentaron un bajo valor (0.00) respecto a los índices de diversidad debido al bajo valor de riqueza reportado ($S=1$), a excepción de FLFA-09 el cual no registró riqueza ($S=0$). Estos resultados indican que dichas

estaciones probablemente tienen comunidades extremadamente dominadas por una única especie o carecen de actividad, el cual refleja ausencia de diversidad detectable (Tabla 4.2- 145).

Tabla 4.2- 145: Parámetros de Diversidad por Estación de evaluación en la Temporada Muy Húmeda – Mastofauna menor voladora (Bioacústica)

Parámetros de Diversidad	Estaciones / Conteo de Número de pases									Promedio
	FLFA-01	FLFA-02	FLFA-04	FLFA-05	FLFA-07	FLFA-08	FLFA-09	FLFA-11 y FLFA-11AC	FLFA-12	
Riqueza (S)	5	3	1	1	1	6	0	1	3	2
Actividad Acústica (# detecciones)	15	7	14	1	1	11	0	1	4	6
Simpson 1-D	0.65	0.57	0	0	0	0.73	0	0	0.63	0.29
Shannon H'	1.29	0.96	0	0	0	1.54	0	0	1.04	0.54
Margalef	1.48	1.03	0	0	0	2.09	0	0	1.44	0.67
Equidad Pielou J	0.8	0.87	0	0	0	0.86	0	0	0.95	0.39

Nota: Se resaltaron en **negrita** los mayores valores de cada índice de diversidad alfa y se subrayaron los valores menores a excepción de que estos sean igual a 0 (cero).

Elaboración INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C

Especies Protegidas y/o Endémicas

De las especies registradas, según la lista roja de la IUCN (2024-2) podemos observar que casi todas las especies registradas se encuentran en la categoría de “Preocupación Menor” (LC). Esta categoría abarca a aquellas especies que son abundantes y tienen una amplia distribución, y no se considera que estén en riesgo de extinción en un futuro cercano.

Por otro lado, respecto a la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2024), ninguna especie se encuentra incluida en algún apéndice.

Asimismo, de acuerdo con la legislación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), ninguna especie se encuentra incluida en alguna categoría de conservación. Además, no se presenta endemismo en las especies registradas.

Por último, según la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS), no se presentan especies incluidas en algún apéndice.

En la siguiente tabla se presentan las especies de mamíferos menores voladores registrados mediante evaluación acústica que se encuentran incluidas en categorías de conservación nacional e internacional.

Tabla 4.2- 146: Especies protegidas y/o endémicas en la Temporada Muy Húmeda – Mastofauna menor voladora (Bioacústica)

Especie	Nombre Común	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN			CMS 2024	Endemismo (Pacheco, 2021)
		IUCN (2024-2)	CITES (2024)	D.S N° 004-2014-MINAGRI		
<i>Peropteryx</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murcielaguito negro de listas	LC	-	-	-	-
<i>Eumops perotis</i>	Murciélago de cola libre gigante	LC	-	-	-	-
<i>Molossus molossus</i>	Murciélago casero	LC	-	-	-	-
<i>Molossus rufus</i>	Murciélago mastín negro	LC	-	-	-	-
<i>Nyctinomops aurispinosus</i>	Murciélago cola de ratón	LC	-	-	-	-
<i>Noctilio leporinus</i>	Murciélago pescador mayor	LC	-	-	-	-
<i>Myotis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago negruzco común	LC	-	-	-	-
<i>Myotis keaysi</i>	Murciélago negruzco	LC	-	-	-	-

Elaboración INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C

En el anexo de Informe bioacústico TMH puede verse a detalle la lista de especies registradas para la temporada muy húmeda, así como también los sonogramas identificados de estas.

Anexo 4.2.29 Informe bioacústico**B) Temporada húmeda (TH)****Riqueza**

La evaluación bioacústica para la temporada húmeda se realizó en 15 estaciones de evaluación. A partir de la elaboración y revisión de espectrogramas en busca de registros de vocalizaciones de murciélagos se halló actividad acústica de 18 especies de murciélagos en las 15 estaciones de evaluación en el área del proyecto. En la Tabla 4.2- 147 se detalla la lista de especies de murciélagos registrados en la Temporada húmeda.

Tabla 4.2- 147: Lista de especies en la Temporada húmeda – Mastofauna menor voladora (Bioacústica)

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Diclidurus</i> sp.	-
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Peropteryx</i> sp.	-
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murcielaguito negro de listas
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Saccopteryx leptura</i>	Murcielaguito pardo de listas
Chiroptera	Molossidae	<i>Eumops perotis</i>	Murciélago de cola libre gigante
Chiroptera	Molossidae	<i>Molossus molossus</i>	Murciélago casero
Chiroptera	Molossidae	<i>Molossus rufus</i>	Murciélago mastín negro
Chiroptera	Molossidae	<i>Nyctinomops aurispinosus</i>	Murciélago cola de ratón
Chiroptera	Molossidae	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	Murciélago de cola libre de Geoffroy
Chiroptera	Molossidae	<i>Nyctinomops macrotis</i>	Murciélago mastín mayor
Chiroptera	Molossidae	<i>Promops centralis</i>	Murciélago mastín acanelado

Chiroptera	Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago de cola libre del Brasil
Chiroptera	Mormoopidae	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	Murciélago de espalda desnuda
Chiroptera	Mormoopidae	<i>Pteronotus</i> sp.	-
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Phyllostomidae</i> sp.	-
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Eptesicus</i> sp.	-
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago negruzco común
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis</i> sp.	-

Elaboración INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C.

Análisis de resultados

La actividad acústica, como parámetro de estimación, se basa en el número de llamadas que un murciélago emite al atravesar el rango de detección del detector, independiente si es o no un mismo individuo; por ello, el análisis de actividad se basa en un conteo de ocasiones que detecta un murciélago durante el periodo de evaluación (definido como pases/llamada por noche) y no mediante conteo de individuos.

Se demostró que todas las especies registradas para la temporada húmeda en el área de estudio, pertenecen al gremio de los insectívoros, además, se evidencia que todas las estaciones evaluadas presentaron registros de actividad, donde la mayoría de estas estaciones pertenecen a la UV Área de no bosque amazónico (Ano-ba), la cual comprende áreas que fueron desboscadas y convertidas en áreas destinadas a cultivos agrícolas y pastos cultivados o vegetación secundaria ("purma") (MINAM, 2015).

En base al total de registros obtenidos con presencia de murciélagos, se halló un total de 651 pases de murciélagos, donde la especie *Myotis nigricans* mostró por mucha diferencia, respecto a las demás especies, una mayor actividad acústica con 317 pases/noche durante toda la evaluación, asimismo, cabe mencionar que esta especie fue la única que se registró en todas las estaciones de evaluación, es decir, en toda el área del proyecto. Lo cual podría deberse a su tolerancia a las perturbaciones del ambiente, siendo común en áreas antropizadas (Montani et al., 2019), como es el caso de la UV Ano-ba. Otra especie con un alto valor de actividad acústica fue *Nyctinomops laticaudatus* con 71 pases/noche. Mientras que las especies con menor número de pases registrados fueron *Pteronotus gymnonotus* y *Phyllostomidae* sp., ambos con un (01) pases/noche.

En términos comparativos, las estaciones con mayor Actividad acústica fueron las cercanas a cuerpos de agua (FLFA-XAC), dentro de ellas, las estaciones con mayor número de pases/noche fueron FLFA-10AC y FLFA-11AC, con 142 y 81 pases/noche, respectivamente. Esto podría deberse a que existen factores que influyen la actividad de forrajeo en cuerpos de agua respecto a especies insectívoras, como la velocidad del viento y la disponibilidad de invertebrados acuáticos (Russo & Jones, 2003, como se cita en Barreda, 2021).

Además, se sabe que los cuerpos de agua son hábitats potenciales para los insectos que lo requieren para desarrollar su ciclo de vida. Así como también, estos espacios proporcionan presas potenciales para los murciélagos insectívoros que viven en áreas urbanas o antropizadas (Kurta y Teramino, 1992, como se cita en Barreda, 2021). En

cuanto a las estaciones con menor número de detecciones fueron FLFA-05 y FLFA-04 con tres (03) y seis (06) pases/noche, respectivamente. Lo cual podría deberse a una posible escasez de recursos en dichas estaciones para estos murciélagos.

Entre las familias registradas, la familia Molossidae fue la mejor representada con ocho (08) especies halladas. Su presencia en el área de estudio podría explicarse por el hecho de que la UV Ano-ba presenta áreas de cultivo agrícola, los cuales representan posibles fuentes de alimento en ambientes abiertos.

Estos cultivos albergan invertebrados que forman parte de la dieta de los murciélagos insectívoros, asimismo, los convierte en un componente importante dentro de la regulación de insectos plaga (Medina et al., 2024). Además, estos murciélagos presentan estrategias de forrajeo que les permite una mayor actividad en áreas antropizadas en comparación con otras especies insectívoras; y, tienden a adaptarse mejor a los ambientes antropizados que los vespertilionidos, debido a sus características de ecolocalización, morfología alar y habilidades de vuelo (Ancillotto et al., 2019 & Arias-Aguilar et al., 2015, como se cita en Barreda, 2021).

Tabla 4.2- 148: Actividad acústica por Estación de evaluación en la Temporada húmeda– Mastofauna menor voladora (Bioacústica)

Familia	Especie	Estaciones / Conteo de Número de pases													
		FLFA-01	FLFA-02	FLFA-03AC	FLFA-04	FLFA-05	FLFA-06	FLFA-07	FLFA-08	FLFA-09	FLFA-09AC	FLFA-10	FLFA-10AC	FLFA-11	FLFA-11AC
Emballonuridae	<i>Diclidurus sp.</i>	-	-	28	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Emballonuridae	<i>Peropteryx sp.</i>	8	5	-	-	-	-	-	4	-	-	27	-	11	8
Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	-	2	-	-	-	1	1	2	-	-	1	8	-	1
Emballonuridae	<i>Saccopteryx leptura</i>	2	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1	-	-	1
Molossidae	<i>Eumops perotis</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	5	5	-	-	-	2
Molossidae	<i>Molossus molossus</i>	3	-	2	-	-	-	3	-	1	6	8	3	1	21
Molossidae	<i>Molossus rufus</i>	-	-	-	-	-	3	-	2	1	4	-	-	-	-
Molossidae	<i>Nyctinomops aurispinosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	6
Molossidae	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	-	7	-	5	-	5	1	-	-	2	-	38	4	9
Molossidae	<i>Nyctinomops macrotis</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molossidae	<i>Promops centralis</i>	-	-	-	-	-	-	-	4	-	1	1	-	1	4
Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	1	1	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	1
Mormoopidae	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Mormoopidae	<i>Pteronotus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Phyllostomidae	<i>Phyllostomidae sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Vespertilionidae	<i>Eptesicus sp.</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	2	4	1
Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	34	26	13	1	3	6	3	5	35	40	22	91	5	23
Vespertilionidae	<i>Myotis sp.</i>	-	-	-	-	-	9	7	1	-	1	-	-	1	12

Elaboración INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C.

Parámetros de Diversidad

Para el análisis de estos parámetros se analizaron los índices de Shannon – Wiener (H'), Simpson (1-D), Margalef (Mg) y Pielou (J). Estos datos fueron obtenidos mediante el método de muestreo cualitativo (detección acústica) durante la Temporada húmeda.

Durante la temporada de evaluación en el área de estudio, se puede afirmar que la diversidad de mastofauna menor voladora registró un valor promedio bajo ($H'=1.20$ bits/ind.); asimismo, según lo estimado por el índice de Margalef, se considera que el área presentó una riqueza baja ($Mg=1.38$), este resultado se debe a que el índice de Margalef relaciona el número de especies y el número total de individuos.

Por otra parte, respecto al índice de Simpson (1-D), el cual está influenciado por la abundancia de las especies, se observó un valor bajo para la temporada ($1-D=0.57$ probits/ind), lo cual evidenció una baja diversidad y que la abundancia está concentrada en unas pocas especies de mastofauna menor voladora, estos valores de diversidad se encuentran relacionados con el valor del índice de equidad de Pielou ($J'=0.66$) el cual indica una moderada equidad en la distribución de los individuos entre las especies. Esto podría señalar que la comunidad de mastofauna menor voladora en la Temporada húmeda no está dominada por unas pocas especies, sino que hay una cierta uniformidad en las abundancias (Tabla 4.2- 149).

Respecto al análisis por estación de evaluación, los resultados para las 15 estaciones de evaluación muestran que, al igual que en la Temporada Muy Húmeda, la estación FLFA-08 presentó los valores más altos para los índices de Simpson (1-D), Shannon (H') y Margalef (Mg), con 0.85, 2.04 y 2.55, respectivamente.

Esta estación también presentó el mayor valor respecto al índice de equidad de Pielou (J'), con 0.93. De acuerdo a estos índices, los resultados indican que esta estación de evaluación presentó una mayor riqueza y equidad, con una distribución más equilibrada entre las especies presentes, asimismo, el índice de Margalef se relaciona a la alta riqueza ($S=9$), el cual nos indica que esta estación probablemente tiene hábitats con más recursos y nichos disponibles, promoviendo una mayor riqueza (Margalef, 1968). Así como también, un elevado valor del índice de Pielou nos muestra una distribución relativamente uniforme de las especies con comunidades más balanceadas.

Por otro lado, se muestra que la estación de evaluación FLFA-05 presentó un bajo valor (0.00) respecto a los índices de diversidad debido al bajo valor de riqueza reportado ($S=1$). Estos resultados indican que dicha estación probablemente tiene comunidades extremadamente dominadas por una única especie o carece de actividad, el cual refleja ausencia de diversidad detectable (Tabla 4.2- 149).

Tabla 4.2- 149: Parámetros de Diversidad por Estación de evaluación en la Temporada húmeda – Mastofauna menor voladora (Bioacústica)

Parámetros de Diversidad	Estaciones / Conteo de Número de pases															Promedio
	FLFA-01	FLFA-02	FLFA-03AC	FLFA-04	FLFA-05	FLFA-06	FLFA-07	FLFA-08	FLFA-09	FLFA-09AC	FLFA-10	FLFA-10AC	FLFA-11	FLFA-11AC	FLFA-12	
Riqueza (S)	5	5	5	2	1	8	5	9	4	9	7	5	8	8	8	6
Actividad Acústica (# detecciones)	48	41	46	6	3	30	15	23	42	61	62	142	28	81	23	43
Simpson 1-D	0.46	0.55	0.55	0.28	0.00	0.82	0.69	0.85	0.29	0.55	0.67	0.51	0.77	0.80	0.75	0.57
Shannon H'	0.93	1.09	1.02	0.45	0.00	1.85	1.36	2.04	0.58	1.27	1.30	0.94	1.71	1.76	1.69	1.20
Margalef	1.03	1.08	1.05	0.56	0.00	2.06	1.48	2.55	0.80	1.95	1.45	0.81	2.10	1.59	2.23	1.38
Equidad Pielou J	0.58	0.67	0.63	0.65	0.00	0.89	0.85	0.93	0.42	0.58	0.67	0.59	0.82	0.85	0.81	0.66

Nota: Se resaltaron en **negrita** los mayores valores de cada índice de diversidad alfa y se subrayaron los valores menores a excepción de que estos sean igual a 0 (cero).

Elaboración INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C

Especies Protegidas y/o Endémicas

De las especies registradas, según la lista roja de la IUCN 2024-2 podemos observar que casi todas las especies registradas se encuentran en la categoría de "Preocupación Menor" (LC). Esta categoría abarca a aquellas especies que son abundantes y tienen una amplia distribución, y no se considera que estén en riesgo de extinción en un futuro cercano.

Por otro lado, respecto a la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2024), ninguna especie se encuentra incluida en algún apéndice.

Asimismo, de acuerdo con la legislación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), ninguna especie se encuentra incluida en alguna categoría de conservación. Además, no se presenta endemismo en las especies registradas.

Por último, según la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS), se registra a *Tadarida brasiliensis* (Murciélago de cola libre del Brasil) en el Apéndice I, la cual establece la protección estricta de las especies migratorias que se encuentran en peligro. Esta especie está clasificada como amenazada en algunas partes de su área de distribución debido a su dependencia de un bajo número de dormideros. Por ello, la destrucción de un solo sitio de descanso podría acabar con millones de murciélagos de cola libre, haciéndolos particularmente vulnerables a la pérdida de hábitat (CMS, 2024).

En la siguiente tabla se presentan las especies de mamíferos menores voladores registrados mediante evaluación acústica que se encuentran incluidas en categorías de conservación nacional e internacional.

Tabla 4.2- 150: Especies protegidas y/o endémicas en la Temporada húmeda – Mastofauna menor voladora (Bioacústica)

Especie	Nombre Común	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN			CMS 2024	Endemismo (Pacheco, 2021)
		IUCN (2024-2)	CITES (2024)	D.S N° 004-2014-MINAGRI		
<i>Diclidurus</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Peropteryx</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélaguito negro de listas	LC	-	-	-	-
<i>Saccopteryx leptura</i>	Murciélaguito pardo de listas	LC	-	-	-	-
<i>Eumops perotis</i>	Murciélago de cola libre gigante	LC	-	-	-	-
<i>Molossus molossus</i>	Murciélago casero	LC	-	-	-	-
<i>Molossus rufus</i>	Murciélago mastín negro	LC	-	-	-	-
<i>Nyctinomops aurispinosus</i>	Murciélago cola de ratón	LC	-	-	-	-
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	Murciélago de cola libre de Geoffroy	LC	-	-	-	-
<i>Nyctinomops macrotis</i>	Murciélago mastín mayor	LC	-	-	-	-
<i>Promops centralis</i>	Murciélago mastín acanelado	LC	-	-	-	-
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago de cola libre del Brasil	LC	-	-	I	-
<i>Pteronotus gymnonotus</i>	Murciélago de espalda desnuda	LC	-	-	-	-
<i>Pteronotus</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllostomidae</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Eptesicus</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago negruzco común	LC	-	-	-	-
<i>Myotis</i> sp.	-	-	-	-	-	-

Elaboración INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C

En el anexo de Informe bioacústico TH puede verse a detalle la lista de especies registradas para la temporada húmeda, así como también los sonogramas identificados de estas.

Anexo 4.2.29 Informe bioacústico

Conclusiones

Respecto a la Evaluación Bioacústica, los resultados mostrados en las dos (02) temporadas de evaluación (TMH y TH), nos indican que la Temporada Húmeda presentó mayor riqueza de murciélagos en relación a la Temporada Muy Húmeda, con 18 y 10 especies registradas, respectivamente. Donde todas las especies registradas en ambas temporadas tienen una dieta a base de insectos, a excepción de *Noctilio leporinus* el cual es omnívoro y se alimenta tanto de insectos como de peces y ocasionalmente frutas.

En bosques conservados o ambientes no perturbados lo más conveniente sería encontrar mayor diversidad de estos murciélagos en Temporada Muy Húmeda, debido a que una mayor cantidad de precipitaciones incrementa la actividad de los insectos. Sin embargo, como se mencionó antes, nuestros resultados indican una mayor diversidad de murciélagos en la Temporada húmeda, esto podría estar relacionado a que la mayoría de estaciones donde se realizó la evaluación pertenecen a la UV Ano-ba (cobertura antrópica), la cual comprende áreas destinadas a cultivos agrícolas y

pastos cultivados o vegetación secundaria, donde las especies insectívoras utilizan más intensivamente estas áreas cuando las poblaciones de insectos disminuyen en los parches de bosques semicaducifolio que los rodean (Azofeifa, 2019).

Asimismo, las especies insectívoras registradas tanto en la Temporada muy Húmeda como en la Temporada Húmeda, tienen gran adaptación a ambientes antrópicos, por lo que igualmente pueden seguir cerca a áreas urbanas o antropizadas, ya que las tierras agrícolas proporcionan abundante alimento a estos murciélagos insectívoros. Convirtiéndolos en importantes controladores biológicos para estos campos de cultivo.

4.2.5.4.4 Herpetofauna

Los anfibios y reptiles forman un grupo sensible a las condiciones ambientales al estar estrechamente ligado a su hábitat, lo que los vuelve vulnerables a los cambios en estos (Sillero et al. 2002). Particularmente, los anfibios se consideran muy buenos indicadores biológicos dadas sus peculiaridades anatómicas, ya que presentan una piel muy permeable a los gases y líquidos del ambiente (Shoemaker y Nagy 1977), a los cambios en la temperatura, humedad y a la exposición de grandes dosis de radiación ultravioleta (López-Alcaide y Macip-Ríos, 2011).

Asimismo, estos también poseen ciclos de vida que combinan estados larvales acuáticos con estadios adultos terrestres (únicos entre los tetrápodos) y presentan una extrema especialización ecológica (Hero y Kriger 2008). Por otro lado, los anfibios constituyen una importante parte de la biomasa en la mayor parte de los ecosistemas (Sillero et al. 2002), cumpliendo múltiples funciones dentro de los ecosistemas acuáticos y terrestres; lo que hace de ellos valiosos indicadores de la calidad ambiental (Blaustein y Wake, 1990; Stebbins y Cohen, 1995).

4.2.5.4.4.1 Temporada Muy Húmeda

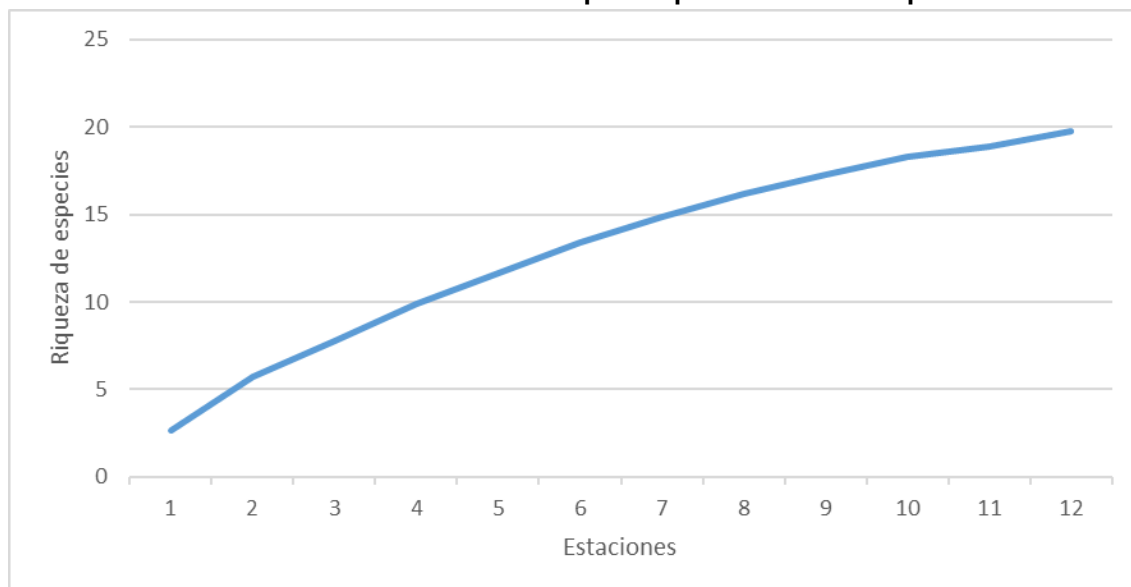
La evaluación de la herpetofauna fue realizada en 12 estaciones de muestreo denominadas FLFA-01, FLFA-02, FLFA-04, FLFA-05, FLFA-06, FLFA-07, FLFA-08, FLFA-09-AC, FLFA-10, FLFA-11, FLFA-11-AC, FLFA-12. A continuación, se presentan los resultados del análisis comunitario realizado a la comunidad de herpetofauna registrada en el área de influencia del proyecto durante la época muy húmeda.

Curva de Acumulación

Se elaboró una curva de acumulación con los datos obtenidos del total de las 12 estaciones de evaluación, reuniendo los hallazgos para la comunidad de anfibios y reptiles. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013) y STATISTICA versión 10 (StatSoft Inc. 2011).

Para la realización de la curva de acumulación de especies se realizó la estimación del modelo de Clench a partir de un total de 16 especies registradas. De acuerdo con el modelo, la asíntota de la curva se alcanza al llegar a las 20 especies para la comunidad de herpetofauna, donde las especies observadas representan el 80.97% del total de especies esperadas, logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Gráfico 4.2- 148: Curva de acumulación de especies por estación – Herpetofauna

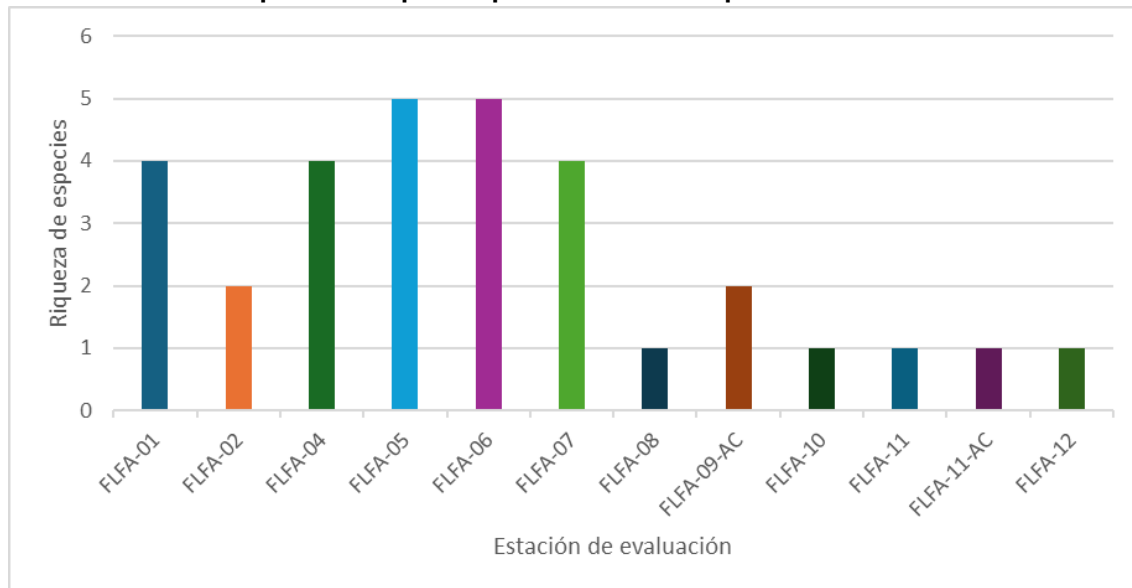


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza

En el análisis comunitario de anfibios y reptiles, realizado según las estaciones de muestreo identificadas, se observó que la mayor riqueza taxonómica se registró en las estaciones FLFA-05 y FLFA-06, donde se encontraron cinco (05) especies; seguidas de las estaciones FLFA-01, FLFA-04 y FLFA-07, con cuatro (04) especies cada una; y luego de las estaciones FLFA-02 y FLFA-09-AC reportando dos (02) especies. Las estaciones con el menor número de especies fueron FLFA-08, FLFA-10, FLFA-11, FLFA-11-AC y FLFA-12, las cuales presentaron solo una (01) especie cada una.

Gráfico 4.2- 149: Riqueza de especies por estación – Herpetofauna

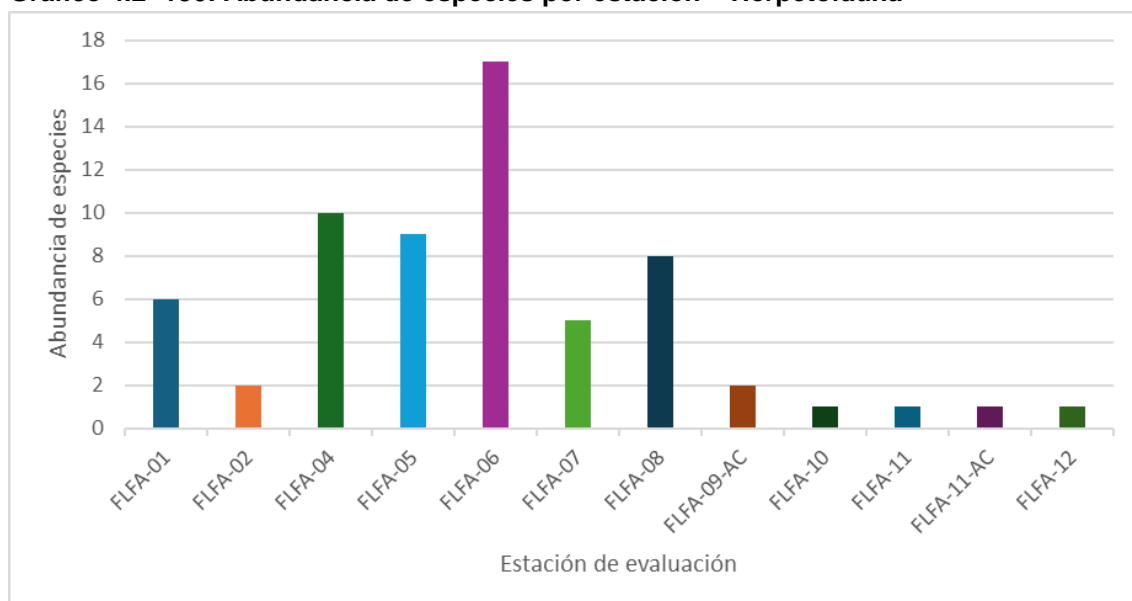


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Abundancia

El reporte de la abundancia de individuos por estación de evaluación nos indica que la estación FLFA-06 reunió el mayor número de individuos, en donde se registraron 19 individuos; seguido de la estación FLFA-04, con 10 individuos. Mientras que, las estaciones de muestreo con las menores abundancias registradas corresponden a FLFA-10, FLFA-11, FLFA-11-AC y FLFA-12, con solo un (01) individuo reportado para cada caso.

Gráfico 4.2- 150: Abundancia de especies por estación – Herpetofauna

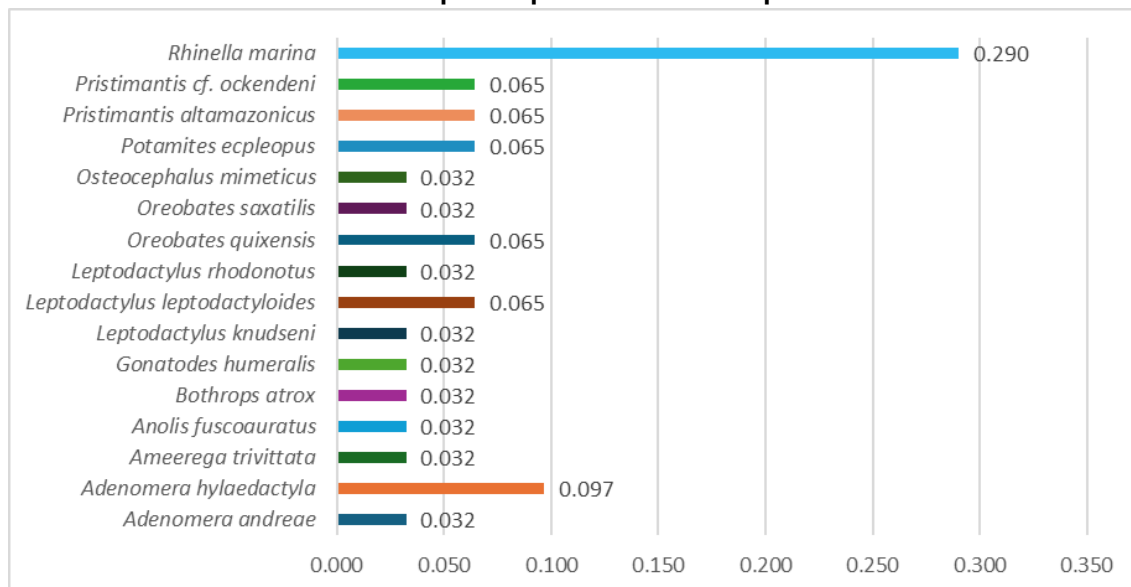


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Frecuencia

El reporte de la frecuencia de especies en base a los registros por estaciones de muestreo nos indica que de las 16 especies que se registraron, se observa que *R. marina* es la especie con mayor frecuencia relativa, siendo del 29%; seguido de *A. hylaedactyla* con una frecuencia relativa del 9.7%. Por otro lado, las especies restantes presentan una frecuencia relativa del 6.5% y 3.2%.

Gráfico 4.2- 151: Frecuencia de especies por estación – Herpetofauna



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Diversidad Alfa

Se llevó a cabo el análisis de diversidad utilizando los índices de Simpson (1-D), Shannon (H'), Margalef (d) y Equidad (J). Los resultados para las 12 estaciones muestran que en las estaciones FLFA-07 y FLFA-06 se observan los valores más altos para el índice de Simpson (1-D), con 0.72 y 0.692 respectivamente. En cuanto al índice de Shannon (H'), FLFA-06 y FLFA-07 también presentan los valores más altos, con 1.97 y 1.922 respectivamente. Para el índice de Margalef (d), se destacan FLFA-07 y FLFA-05 con los valores más altos, 1.864 y 1.82 respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que FLFA-02 y FLFA-09-AC tienen los valores más altos, ambos con un valor de 1.0.

Tabla 4.2- 151: Análisis de diversidad alfa por estación – Herpetofauna

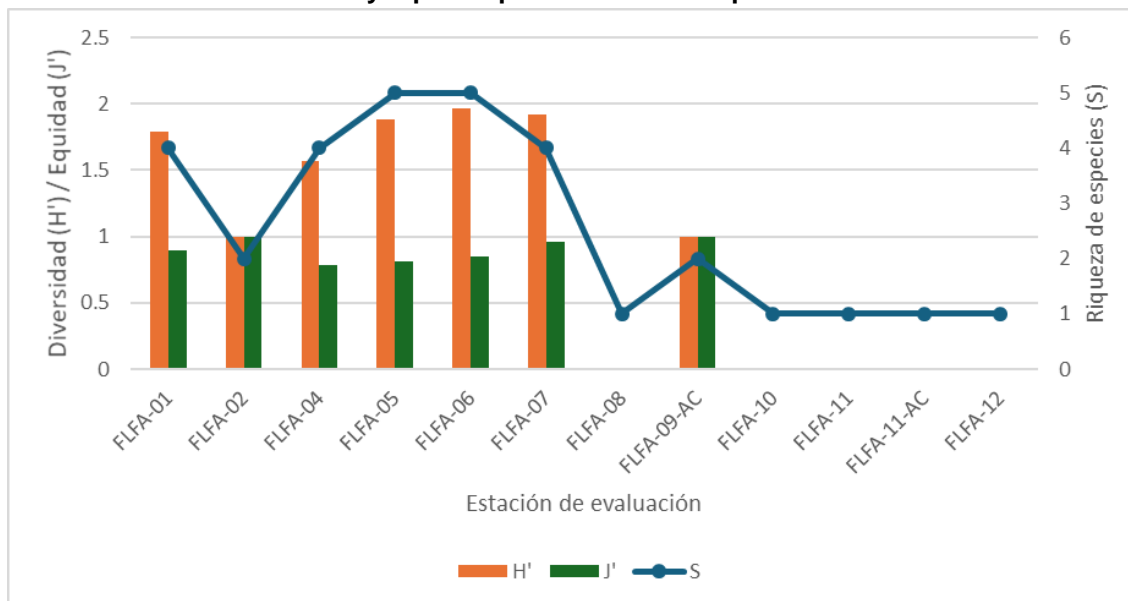
Estación	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Simpson (1-D)	Shannon (H')	Margalef (d)	Equidad (J)
FLFA-01	4	6	0.667	1.792	1.674	0.896
FLFA-02	2	2	0.500	1.000	1.443	1.000
FLFA-04	4	10	0.580	1.571	1.303	0.786
FLFA-05	5	9	0.642	1.880	1.820	0.810
FLFA-06	5	17	0.692	1.970	1.412	0.848

FLFA-07	4	5	0.720	1.922	1.864	0.961
FLFA-08	1	8	0.000	0.000	0.000	0.000
FLFA-09-AC	2	2	0.500	1.000	1.443	1.000
FLFA-10	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000
FLFA-11	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000
FLFA-11-AC	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000
FLFA-12	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.00$ y $1 - D = 0.72$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 0.00$ y $H' = 1.97$. Como se muestra en el Gráfico 4.2- 152, la estación FLFA-06 presentó el valor más elevado de diversidad, debido a la elevada riqueza ($S = 5$) y a la alta equidad registrada ($J' = 0.85$) en comparación con el resto de estaciones; mientras que las estaciones FLFA-08, FLFA-10, FLFA-11, FLFA-11-AC, FLFA-12 presentaron los valores más bajos de diversidad para los índices, debido al bajo valor de riqueza reportado ($S = 1$), y a la baja equidad presente entre ellas ($J' = 0.00$).

Gráfico 4.2- 152: Diversidad y equidad por estación – Herpetofauna



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

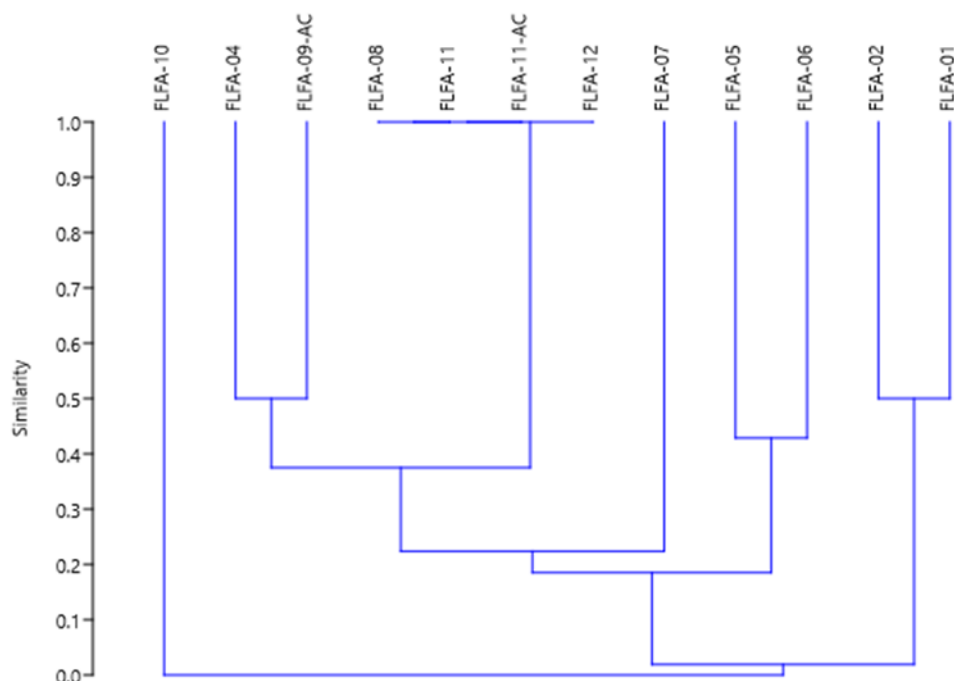
Diversidad Beta

Con los datos obtenidos se analizó la similitud entre las estaciones de muestreo utilizando el índice de Jaccard (para datos cualitativos) y el Índice de Morisita (datos cuantitativos).

En cuanto a la evaluación, según el índice de Jaccard, se observa la formación de grupos y subgrupos, donde solo uno muestra una similitud superior al 75%. Este

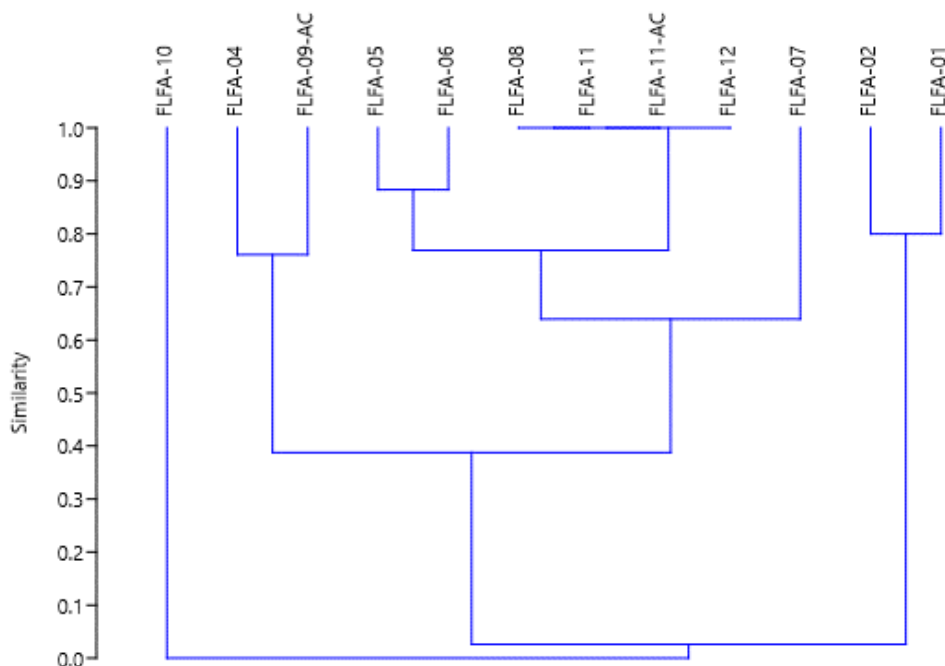
subgrupo está compuesto por las estaciones FLFA-08, FLFA-11, FLFA-11-AC y FLFA-12, las cuales muestran una similitud del 100%. Por otro lado, se destaca que la estación FLFA-10 es la que menos se asemeja al resto, ya que se separa del cluster principal.

Gráfico 4.2- 153: Índice de Jaccard por estación – Herpetofauna



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Adicionalmente, según el índice de Morisita, se observa la formación de grupos y subgrupos que exhiben una similitud superior al 75%. El primer subgrupo está constituido por las estaciones FLFA-08, FLFA-11, FLFA-11-AC y FLFA-12, las cuales exhiben una similitud del 100%. A continuación, el siguiente subgrupo lo conforman FLFA-05 y FLFA-06, con un nivel de similitud del 88%. Seguidamente, se identifica otro subgrupo integrado por FLFA-04 y FLFA-09-AC, con una similitud del 76%. Finalmente, el subgrupo FLFA-01 y FLFA-02 muestra una similitud superior al 80%.

Gráfico 4.2- 154: Índice de Morisita por estación – Herpetofauna

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A. Análisis por Cobertura Vegetal

La evaluación de la herpetofauna fue realizada en solo una (01) unidad de vegetación, la cual fue Área de no bosque amazónico (Ano-ba). A continuación, se presentan los resultados del análisis comunitario realizado a la comunidad de herpetofauna registrada en el área de influencia del proyecto durante la época muy húmeda.

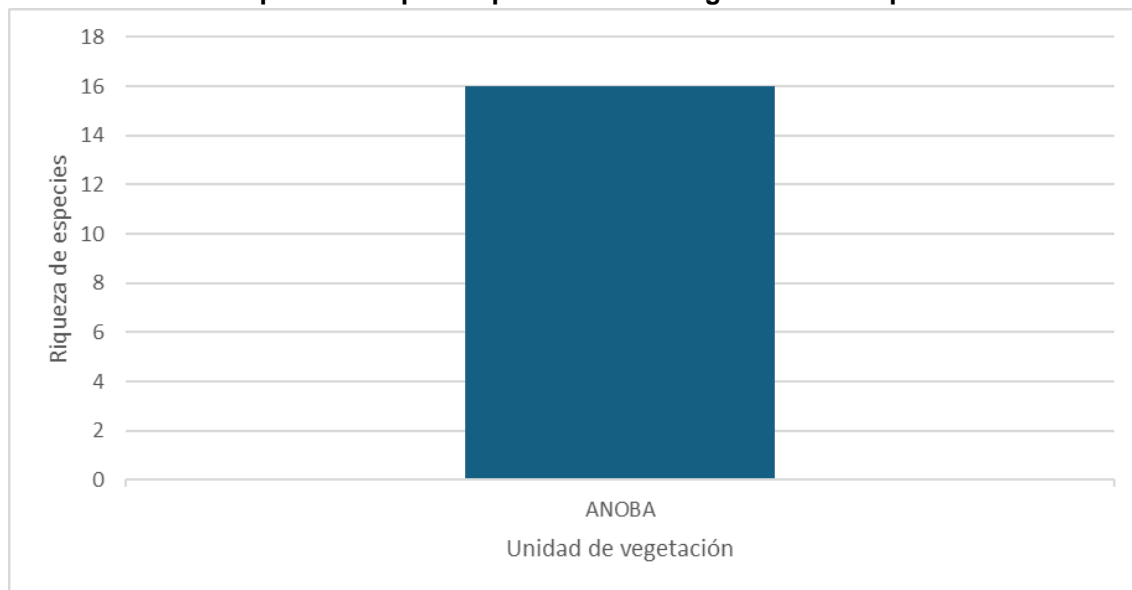
Curva de Acumulación

No se realizó una curva de acumulación con los datos obtenidos de las unidades de vegetación. Esto debido a que en la evaluación solo se registró Área de no bosque amazónico (Ano-ba) como única unidad de vegetación.

Riqueza

En el análisis comunitario de anfibios y reptiles, realizado según las unidades de vegetación identificadas, donde el Área de no bosque amazónico (Ano-ba) representa la única unidad de vegetación, se ha registrado una riqueza taxonómica de 16 especies.

Gráfico 4.2- 155: Riqueza de especies por unidad de vegetación – Herpetofauna

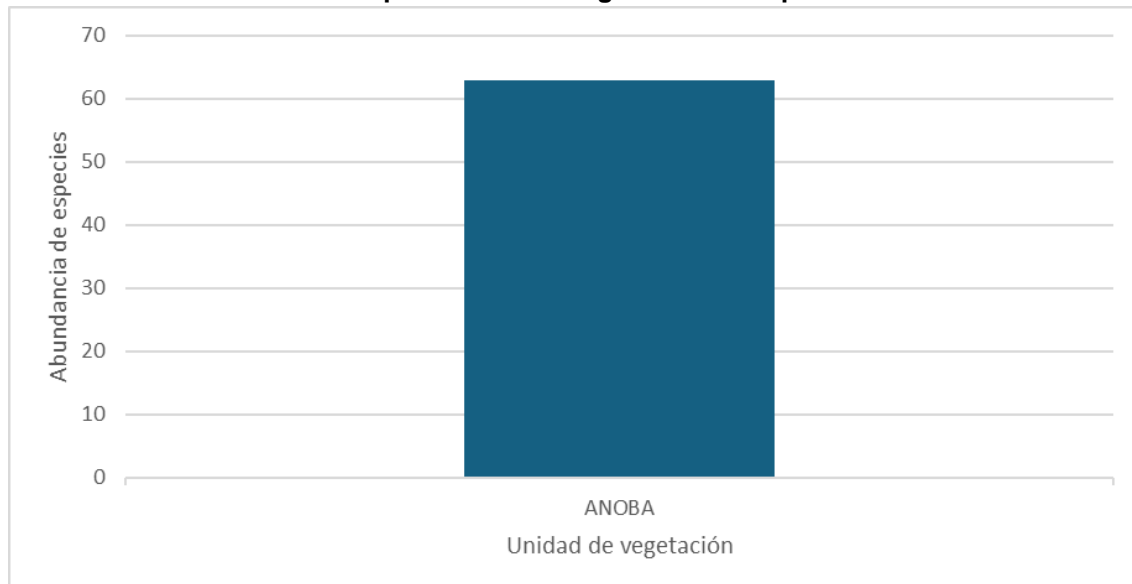


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Abundancia

El reporte de la abundancia de individuos por unidad de vegetación, donde el Área de no bosque amazónico (Ano-ba) representa la única unidad de vegetación, se han registrado 63 individuos.

Gráfico 4.2- 156: Abundancia por unidad de vegetación – Herpetofauna

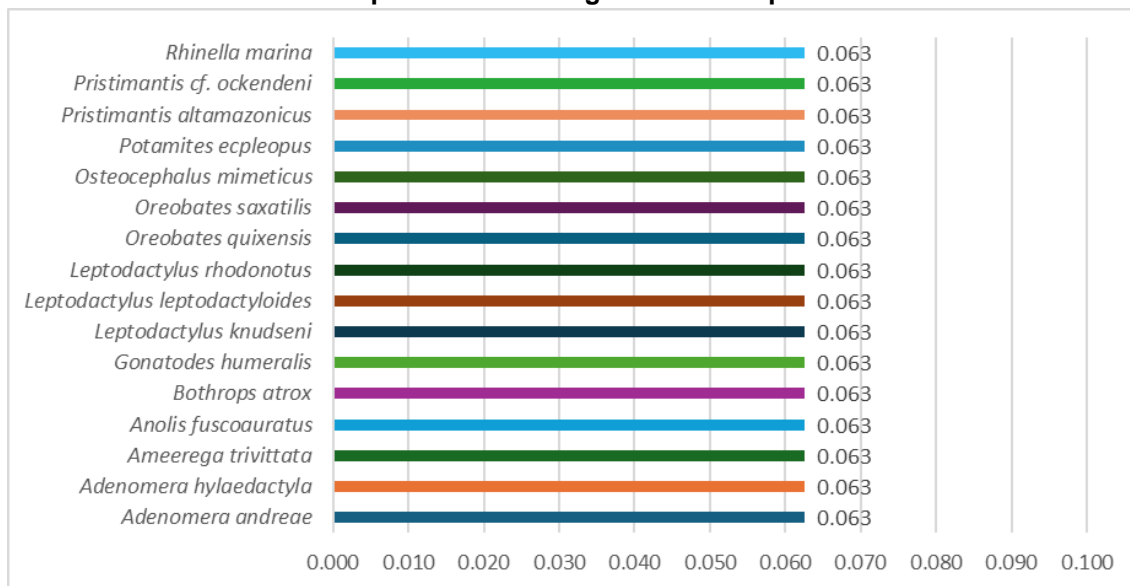


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Frecuencia

El reporte de la frecuencia de especies en base a los registros por unidades de vegetación, se observa que cada especie registrada presenta una frecuencia relativa del 6.3%, esto se debe a que solo se presenta una unidad de vegetación, la cual es Área de no bosque amazónico (Ano-ba).

Gráfico 4.2- 157: Frecuencia por unidad de vegetación – Herpetofauna



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Diversidad Alfa

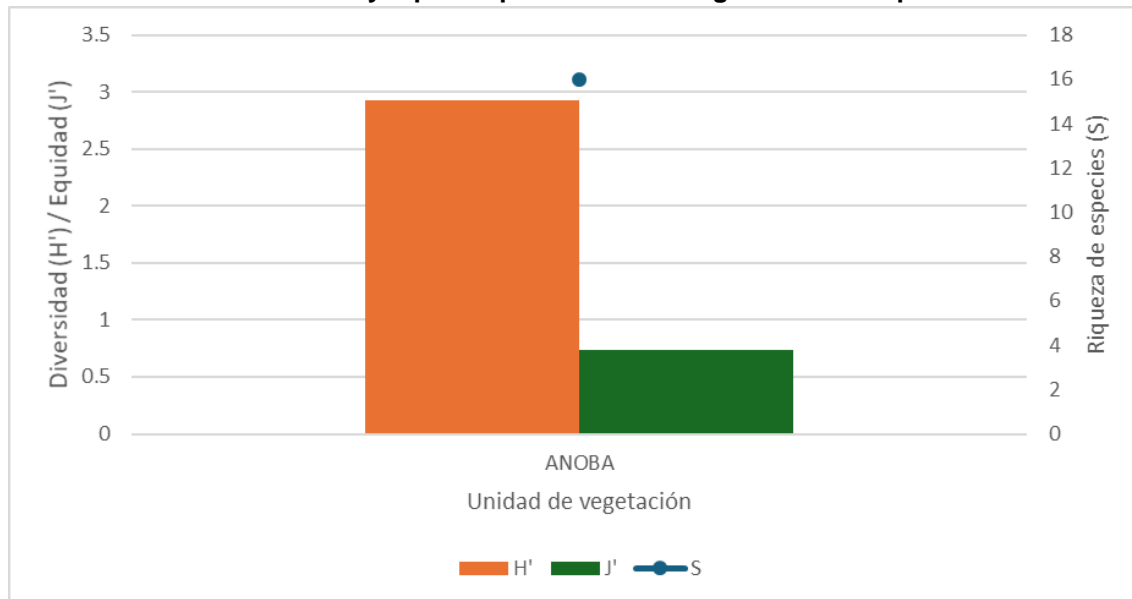
Se llevó a cabo el análisis de diversidad utilizando los índices de Simpson (1-D), Shannon (H'), Margalef (d) y Equidad (J). Los resultados para la única unidad de vegetación, la cual es Área de no bosque amazónico (Ano-ba), presenta un índice de Simpson (1-D) de 0.77. En cuanto al índice de Shannon (H') presenta un valor fr 2.93. Para el índice de Margalef (d) presenta un valor de 3.62. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), presenta un valor de 0.73.

Tabla 4.2- 152: Análisis de diversidad alfa por unidad de vegetación – Herpetofauna

Estación	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Simpson (1-D)	Shannon (H')	Margalef (d)	Equidad (J)
ANOBA	16	63	0.7669	2.926	3.62	0.7316

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Como se muestra en el Gráfico 4.2- 158, la unidad de vegetación Área de no bosque amazónico (Ano-ba) presentó un valor de diversidad de 2.93, en la que se observa una riqueza (S) 16 especies y una equidad (J') de 0.73.

Gráfico 4.2- 158: Diversidad y equidad por unidad de vegetación – Herpetofauna


Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Beta

Con los datos obtenidos no se pudo realizar la similitud entre las unidades de vegetación utilizando el índice de Jaccard (para datos cualitativos) y el Índice de Morisita (datos cuantitativos). Esto debido a que en la evaluación solo se registró Área de no bosque amazónico (Ano-ba) como única unidad de vegetación.

Especies Clave

Pristimantis cf. ockendeni; Esta especie es endémica de la provincia de Carabaya en la región de Puno en Perú.

Adenomera hylaedactyla; Especie terrestre y principalmente nocturna, aunque también ha sido observada en el día; habita en la hojarasca y se la puede encontrar bajo troncos y rocas en áreas abiertas, bosque secundario, bancos de ríos y riachuelos, borde de bosque y claros agrícolas.

Uso Local

No se reportaron especies con uso local durante la presente evaluación. Sin embargo, no se descarta que la herpetofauna local se encuentre amenazada por la extracción de individuos con fines comerciales u ornamentales.

Especies Protegidas y/o Endémicas

De las especies registradas, según la lista roja de la IUCN 2023-1 todas las especies se encuentran en la categoría de Preocupación Menor (LC). Con respecto a lista de especies CITES, se registró a *Ameerega trivittata*, la cual se encuentra en el apéndice II. Con respecto a endemismo, se registró a la especie *Oreobates saxatilis*, la cual es endémica de Perú.

Tabla 4.2- 153: Especies protegidas y/o endémicas – Herpetofauna

Especie	Nombre Común	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN			Endemismo
		IUCN (2024-2)	CITES (2024)	D.S N° 004-2014-MINAGRI	
<i>Pristimantis cf. ockendeni</i>	Cutín de Carabaya	LC	-	-	No
<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Rana terrestre del Napo	LC	-	-	No
<i>Pristimantis altamazonicus</i>	Cutín amazónico	LC	-	-	No
<i>Rhinella marina</i>	Sapo de caña	LC	-	-	No
<i>Oreobates quixensis</i>	Sapo bocón amazónico	LC	-	-	No
<i>Adenomera andreae</i>	Rana terrestre del Napo	LC	-	-	No
<i>Leptodactylus leptodactyloides</i>	Rana terrestre común	LC	-	-	No
<i>Oreobates saxatilis</i>	Sapo bocón de Tarapoto	LC	-	-	Sí
<i>Potamites ecleopus</i>	Lagartija ribereña	LC	-	-	No
<i>Leptodactylus knudseni</i>	Sapo terrestre amazónico	LC	-	-	No
<i>Osteocephalus mimeticus</i>	Rana de casco montana	LC	-	-	No
<i>Ameerega trivittata</i>	Rana venenosa trilineada	LC	II	-	No
<i>Leptodactylus rhodonotus</i>	Rana terrestre de Gunther	LC	-	-	No
<i>Bothrops atrox</i>	Jergona	LC	-	-	No
<i>Anolis fuscoauratus</i>		LC	-	-	No
<i>Gonatodes humeralis</i>	Salamanquesas de trinidad	LC	-	-	No

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.4.4.2 Temporada Húmeda

Los resultados expuestos en el presente acápite, se elaboraron con la información de anfibios y reptiles registrados a través de las metodologías Inspección por encuentro visual (VES), Transecto de banda fija (TF) y Búsqueda intensiva (BI).

Riqueza y composición

Para el análisis de composición y riqueza registrados durante la temporada húmeda en el área de estudio, se consideraron los resultados totales obtenidos de los registros cuantitativos y cualitativos mediante las metodologías Búsqueda Intensiva (BI), Inspección por encuentro visual (VES) y Transecto de banda fija (TBF). Como resultado de las evaluaciones realizadas, se reportaron 26 especies de herpetofauna, entre anfibios y reptiles, correspondientes a 18 géneros, 10 familias, tres (03) órdenes y dos (02) clases taxonómicas (Tabla 4.2- 154).

Tabla 4.2- 154: Composición taxonómica en el área de estudio – Herpetofauna

Clase	Orden	Familias	Géneros	Especies
Amphibia	Anura	6	14	22
Reptilia	Squamata	3	3	3
Reptilia	Crocodylia	1	1	1
Total		10	18	26

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Tabla 4.2- 155: Lista de especies en el área de estudio – Herpetofauna

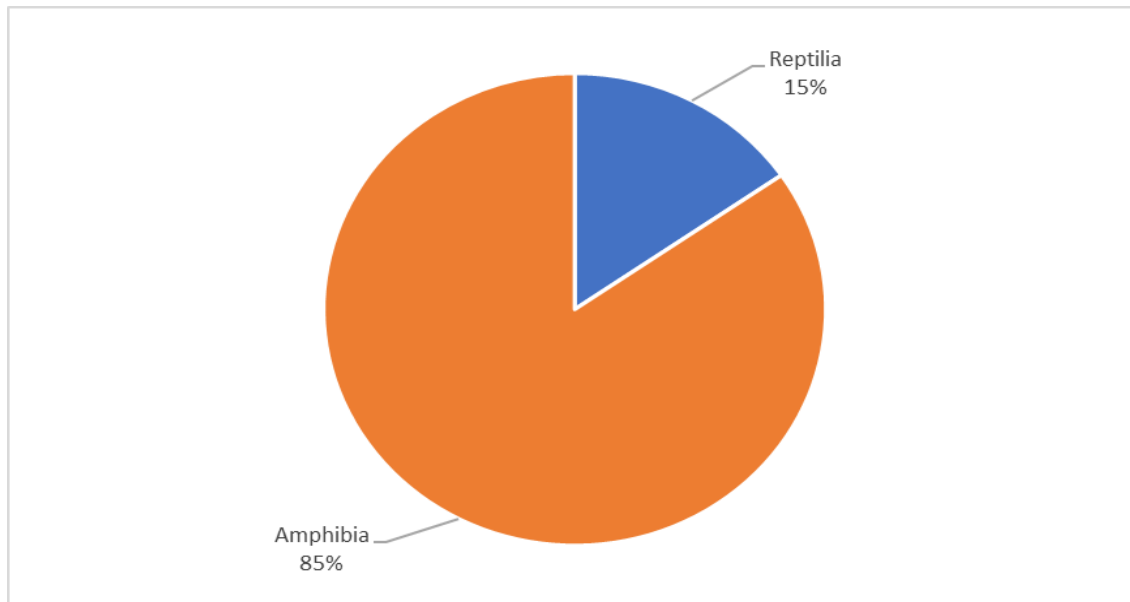
Orden	Familia	Especie	Nombre común
Amphibia			
Anura	Leptodactylidae	<i>Adenomera andreae</i>	Rana toro de tierras bajas
Anura	Leptodactylidae	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Rana toro de Napo
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus griseigularis</i>	-
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus knudseni</i>	Rana de dedos delgados de Knudseni
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus leptodactyloides</i>	-
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	Rana de labios blancos de Loreto
Anura	Microhylidae	<i>Chiasmocleis antenori</i>	Rana silenciosa de Ecuador
Anura	Microhylidae	<i>Hamptophryne boliviana</i>	-
Anura	Hylidae	<i>Boana boans</i>	-
Anura	Hylidae	<i>Dendropsophus parviceps</i>	Rana arbórea de Sarayacu
Anura	Hylidae	<i>Osteocephalus mimeticus</i>	Rana arbórea de piernas delgadas de Henle
Anura	Hylidae	<i>Scinax funereus</i>	Rana arbórea hocicuda de Manaus
Anura	Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arbórea verrugosa
Anura	Dendrobatidae	<i>Ameerega trivittata</i>	Rana venenosa de tres rayas
Anura	Dendrobatidae	<i>Ameerega hahneli</i>	-
Anura	Craugastoridae	<i>Oreobates quixensis</i>	Rana común de cabeza grande
Anura	Craugastoridae	<i>Oreobates saxatilis</i>	Rana de cabeza grande de Tarapoto
Anura	Craugastoridae	<i>Pristimantis delius</i>	-
Anura	Craugastoridae	<i>Pristimantis ockendeni</i>	Rana cutín de Carabaya
Anura	Craugastoridae	<i>Strabomantis sulcatus</i>	Rana cutín de Nauta
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	-
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella poeppigii</i>	-
Reptilia			
Crocodylia	Alligatoridae	<i>Paleosuchus trigonatus</i>	-
Squamata	Colubridae	<i>Chironius monticola</i>	-
Squamata	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	Geko
Squamata	Teiidae	<i>Kentropyx altamazonica</i>	-

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En la temporada húmeda, la clase mejor representada en el área de estudio fue Amphibia, con un 85% del total de especies; es decir, con 22 especies registradas.

Mientras que Reptilia registró cuatro (04) especies, obteniendo el 15% del total de especies (Gráfico 4.2- 159).

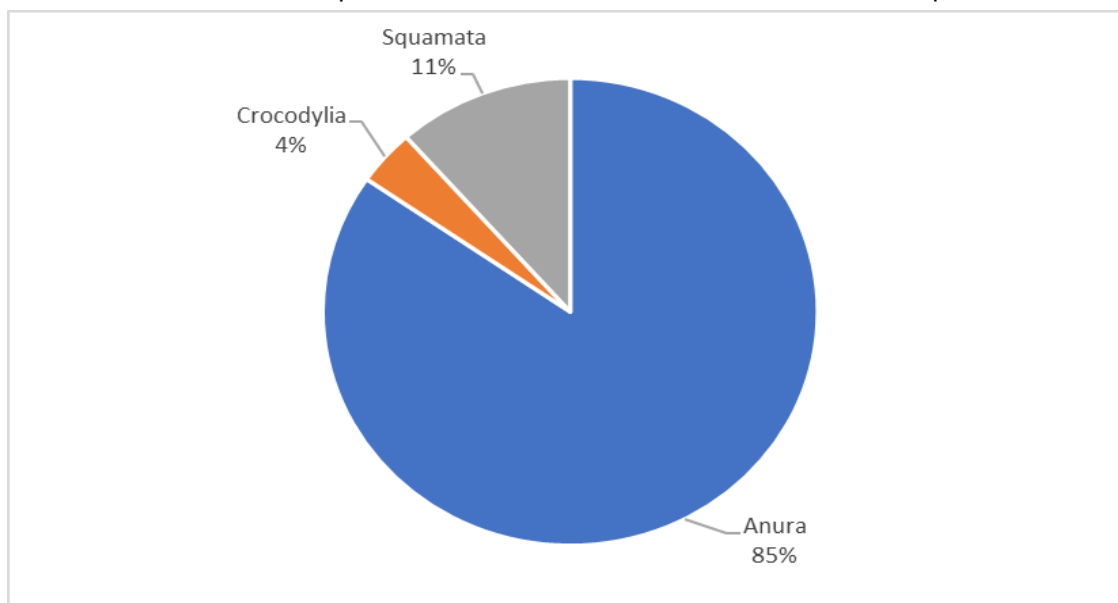
Gráfico 4.2- 159: Riqueza en el área de estudio a Nivel de Clase - Herpetofauna



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

En cuanto al análisis de las órdenes taxonómicas registradas durante la temporada húmeda en el área de estudio, podemos observar en el Gráfico 4.2- 160 que el orden Anura albergó la mayor riqueza con 22 especies registradas, representando el 85% del total de especies. Mientras que para el orden Crocodylia se registró solo una (01) especie, representando el 4% del total de especies.

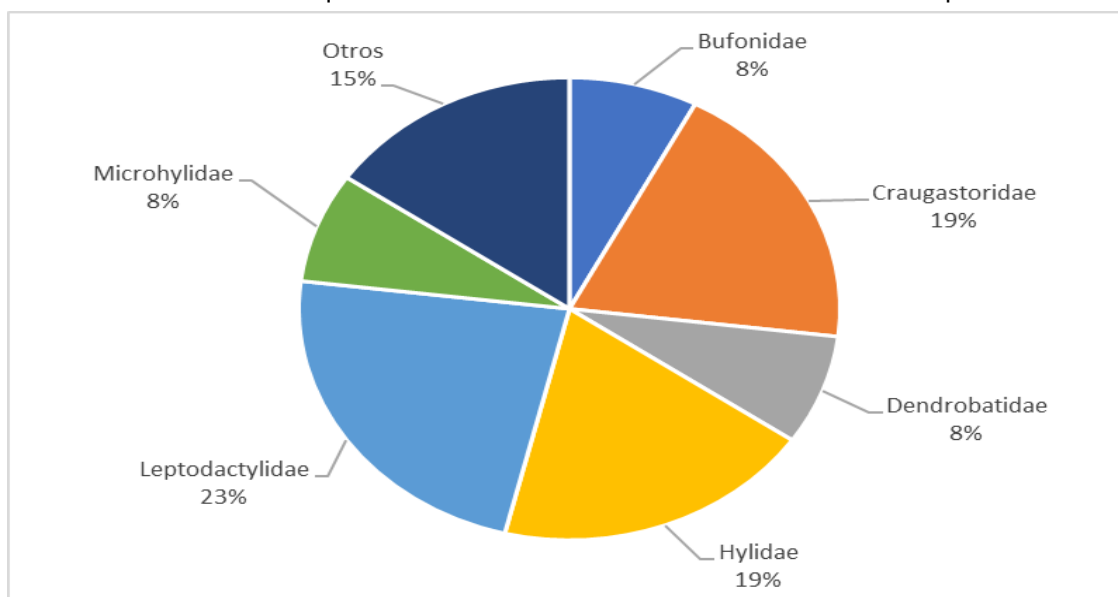
Gráfico 4.2- 160: Riqueza en el área de estudio a Nivel de Orden - Herpetofauna



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Respecto a las familias registradas durante la temporada húmeda en el área de estudio, la familia Leptodactylidae, albergó la mayor riqueza con seis (06) especies registradas, representando el 23% del total de especies. Por otra parte, las familias Dendrobatidae, Bufonidae y Microhylidae obtuvieron la menor riqueza con un 8% del total de especies, es decir, con dos (02) especies registradas cada una. Cabe mencionar que, las familias Alligatoridae, Colubridae, Sphaerodactylidae y Teiidae se incluyen en la sección "Otros" registrando solo una (01) especie cada una, representando el 15% del total de especies. En el siguiente Gráfico 4.2- 161 se presenta la riqueza de especies de herpetofauna registradas por familia taxonómica en el área de estudio.

Gráfico 4.2- 161: Riqueza en el área de estudio a Nivel de Familias - Herpetofauna

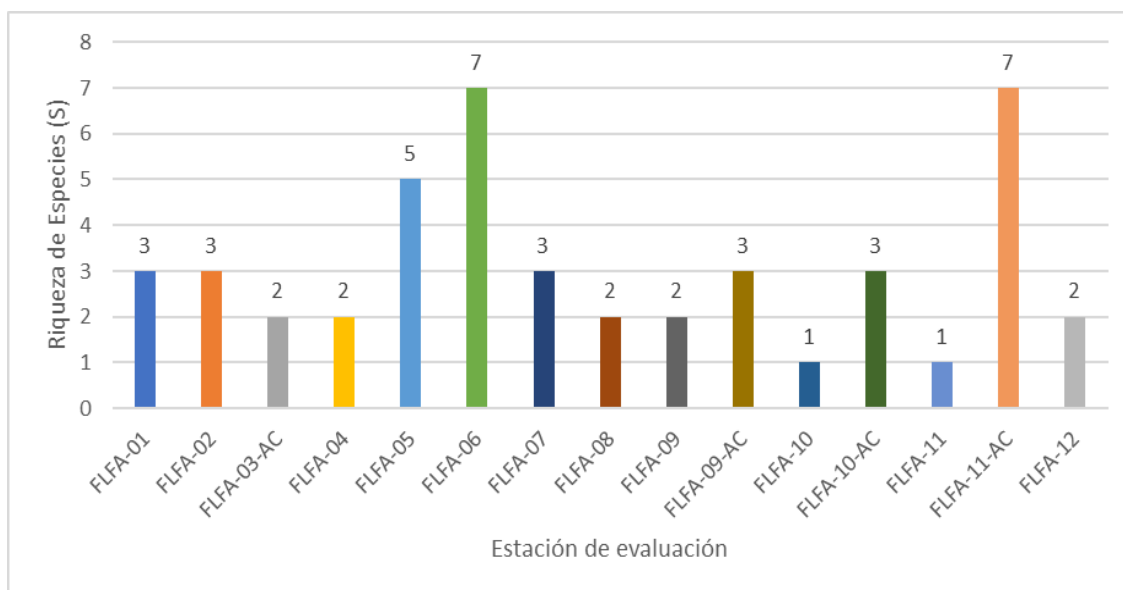


Nota: Otros incluye a familias monoespecíficas.

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Por otra parte, como se observa en el Gráfico 4.2- 162, en función al análisis de la riqueza en el área de estudio basado en los datos cualitativos y cuantitativos registrados en las 15 estaciones de evaluación del proyecto; se tiene que, las estaciones FLFA-06 y FLFA-11-AC presentaron la mayor riqueza con siete (07) especies registradas respectivamente. Mientras que las estaciones FLFA-10 y FLFA-11, obtuvieron la menor riqueza, con solo una (01) especie registrada en cada estación de evaluación.

Gráfico 4.2- 162: Área de estudio - Riqueza de especies por estación de evaluación -
Herpetofauna

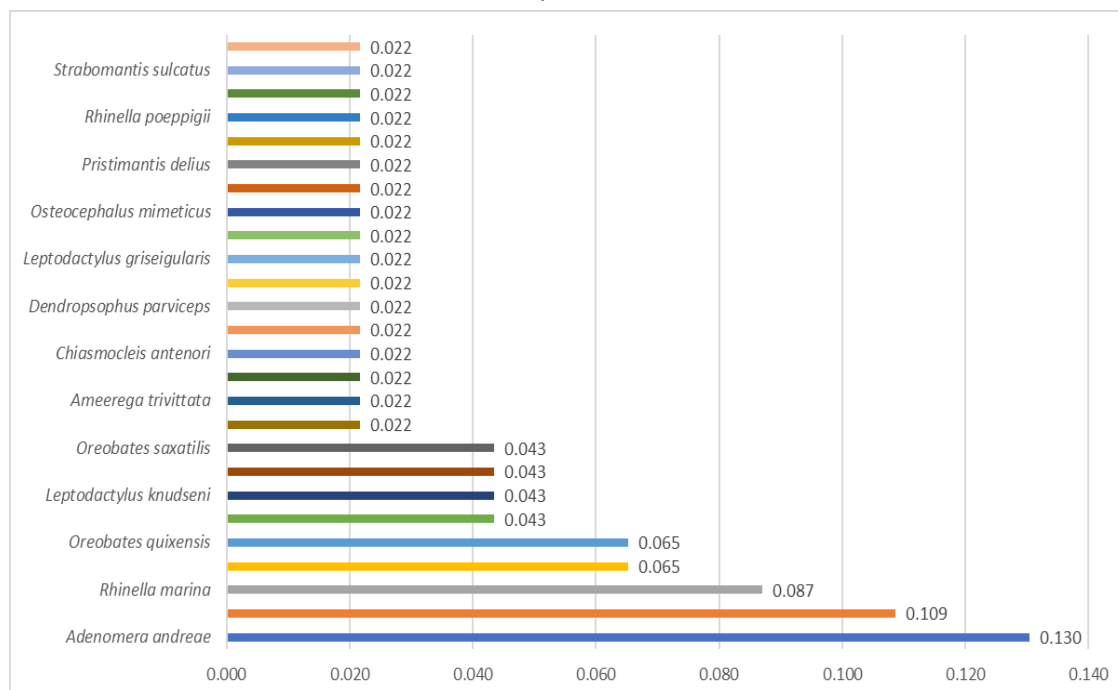


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

La frecuencia relativa de una especie es la probabilidad de encontrarla en una unidad muestral y se expresa como el cociente del número de estaciones de muestreo donde se registra la especie y del número total de estaciones de muestreo.

El Gráfico 4.2- 163 muestra el reporte de la frecuencia de especies en base a los registros por estaciones de evaluación durante la temporada húmeda en el área de estudio. Podemos observar que la especie de Herpetofauna con mayor frecuencia relativa fue *Adenomera andreae*, con una frecuencia de 0.130; seguido por *Rinella marina* con una frecuencia relativa de 0.109. El resto de las especies reportadas durante la temporada húmeda en el área de estudio tienen una frecuencia relativa menor a 0.1.

Gráfico 4.2- 163: Área de estudio – Frecuencia relativa de especies por estación de evaluación
- Herpetofauna

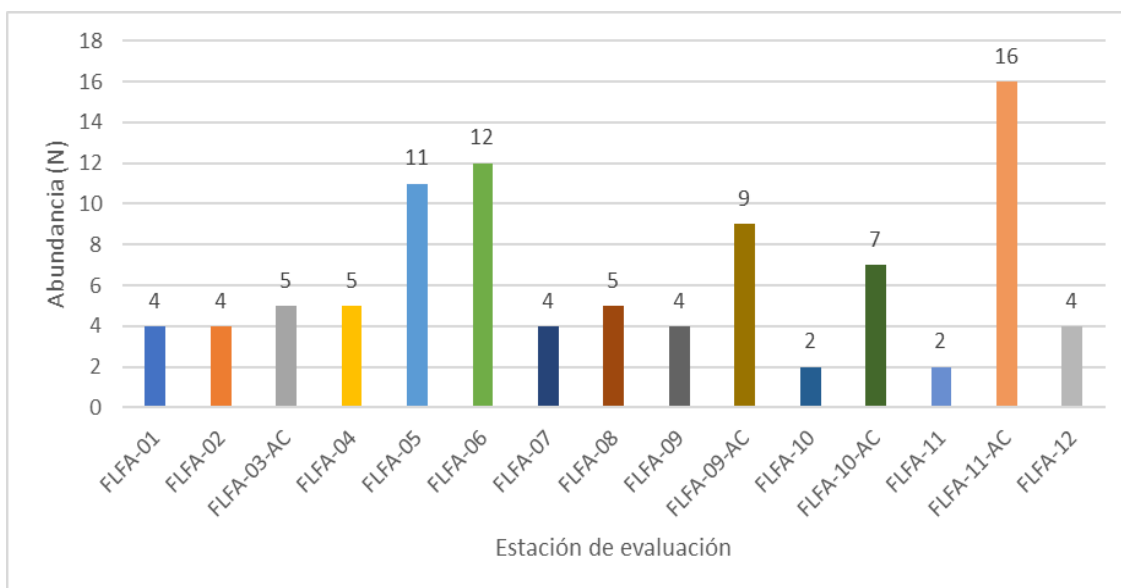


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

Dentro del área de estudio se evaluó la abundancia general (número de individuos) de Herpetofauna, registrando un total de 94 individuos entre anfibios y reptiles. Como se observa en el Gráfico 4.2- 164 la estación de evaluación que presentó la mayor abundancia de individuos fue FLFA-11-AC, con 16 individuos registrados, seguido por la estación FLFA-06, con 12 individuos registrados. Mientras que, las estaciones de evaluación con menor abundancia fueron FLFA-10 y FLFA-11, con dos (02) individuos registrados cada una.

Gráfico 4.2- 164: Área de estudio – Abundancia de especies por estación de evaluación - Herpetofauna



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Para el análisis de la diversidad alfa de la herpetofauna se consideró la información obtenida por metodologías cuantitativas tales como Transectos de Bandas Fijas, Inspección por encuentro visual (VES) y Búsqueda intensiva (BI), para determinar los índices de Shannon – Wiener (H'), Simpson ($1-D$), Margalef (Mg) y Pielou (J). Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

Durante la temporada de evaluación en el área de estudio, se puede afirmar que la diversidad de herpetofauna registró un valor promedio bajo ($H'=1.29$ bits/ind.); asimismo, según lo estimado por el índice de Margalef, se considera que el área presentó una riqueza baja ($Mg=1.02$), este resultado se debe a que el índice de Margalef relaciona el número de especies y el número total de individuos. Por otra parte, respecto al índice de Simpson ($1-D$), el cual está influenciado por la abundancia de las especies, se observó un valor medio para la temporada ($1-D=0.52$ probits/ind), lo cual evidenció una baja dominancia entre las especies de herpetofauna, estos valores de diversidad se encuentran relacionados con el valor del índice de equidad de Pielou ($J'=0.95$) el cual indica que no existió una especie dominando significativamente sobre las demás especies de herpetofauna en el área de estudio.

Tabla 4.2- 156: Índices de diversidad alfa en el área de estudio – Herpetofauna

Estación de evaluación	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson (1-D)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Margalef (Mg)
FLFA-01	3	4	1.50	0.63	0.95	1.44
FLFA-02	3	4	1.50	0.63	0.95	1.44
FLFA-03-AC	2	5	0.97	0.48	0.97	0.62
FLFA-04	2	5	0.97	0.48	0.97	0.62
FLFA-05	5	11	2.30	0.79	0.99	1.67
FLFA-06	7	12	2.69	0.83	0.96	2.42
FLFA-07	3	4	1.50	0.63	0.95	1.44
FLFA-08	2	5	0.72	0.32	0.72	0.62
FLFA-09	2	4	1.00	0.50	1.00	0.72
FLFA-09-AC	3	9	1.53	0.64	0.97	0.91
FLFA-10	1	2	0.00	0.00		0.00
FLFA-10-AC	2	7	0.99	0.49	0.99	0.51
FLFA-11	1	2	0.00	0.00		0.00
FLFA-11-AC	7	16	2.70	0.84	0.96	2.16
FLFA-12	2	4	1.00	0.50	1.00	0.72
Promedio	3.00	6.27	1.29	0.52	0.95	1.02

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Análisis por Estación de Evaluación

Diversidad alfa

Los resultados para las 15 estaciones de evaluación muestran que las estaciones FLFA-05, FLFA-06 y FLFA-11-AC presentaron los valores más altos para los índices de Simpson (1-D), Shannon (H') y Margalef (Mg).

Como se observa en la **Tabla 4.2- 157**, el índice de Simpson (1-D) muestra valores altos de 0.79, 0.83 y 0.84 para las estaciones antes mencionadas, respectivamente. Asimismo, el índice de Shannon (H') presenta valores de 2.30, 2.69 y 2.70, respectivamente. En cuanto al índice de Margalef (Mg) presenta valores de 1.67, 2.42 y 2.16, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad de Pielou (J'), se observa que FLFA-09 y FLFA-12 tienen los valores más altos, ambos con un valor de 1.0.

Por otra parte, se evidencia que las estaciones FLFA-10 y FLFA-11 presentaron los menores valores para los índices de diversidad de Simpson (1-D), Shannon (H') y Margalef (d), con valores de cero (0.00), debido al bajo valor de riqueza reportado (S = 1), y a la baja equidad presente entre ellas (J' = 0.00).

Los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.00$ y $1 - D = 0.84$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 0.00$ y $H' = 2.70$. Como se muestra en el Gráfico 4.2- 165, las estaciones FLFA-06 y FLFA-11-

AC presentaron los valores más elevados de diversidad, debido a la elevada riqueza ($S = 7$) y a la alta equidad registrada ($J' = 0.96$) en comparación con el resto de estaciones; mientras que las estaciones FLFA-10 y FLFA-11 presentaron los valores más bajos de diversidad para los índices, debido al bajo valor de riqueza reportado ($S = 1$), y a la baja equidad presente entre ellas ($J' = 0.00$).

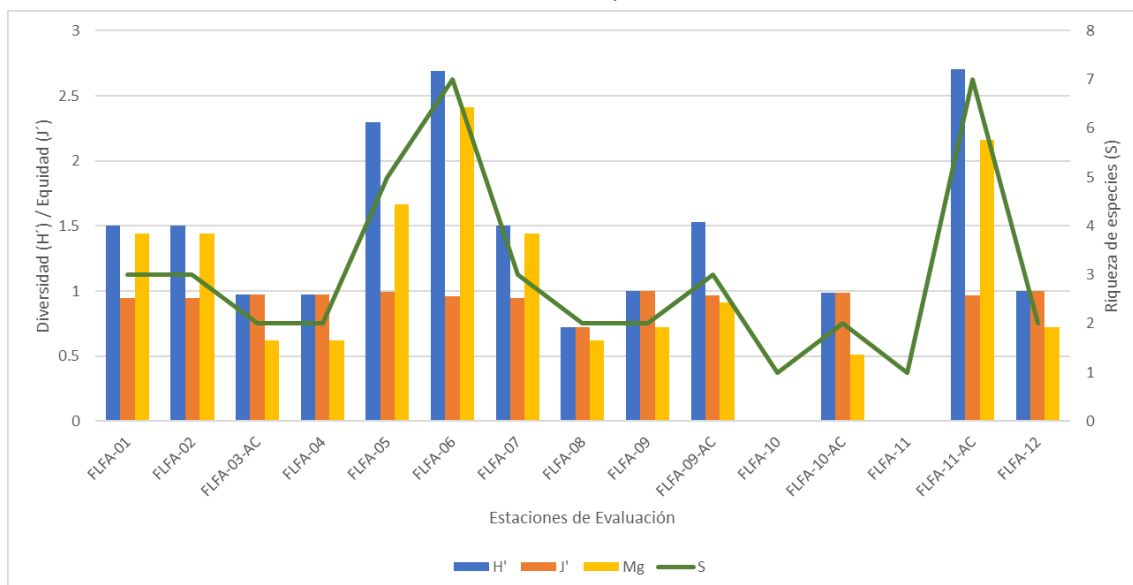
Tabla 4.2- 157: Índices de diversidad y equidad por estación de evaluación – Herpetofauna

Estación de evaluación	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson (1-D)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Margalef (Mg)
FLFA-01	3	4	1.50	0.63	0.95	1.44
FLFA-02	3	4	1.50	0.63	0.95	1.44
FLFA-03-AC	2	5	0.97	0.48	0.97	0.62
FLFA-04	2	5	0.97	0.48	0.97	0.62
FLFA-05	5	11	2.30	0.79	0.99	1.67
FLFA-06	7	12	2.69	0.83	0.96	2.42
FLFA-07	3	4	1.50	0.63	0.95	1.44
FLFA-08	2	5	0.72	0.32	0.72	0.62
FLFA-09	2	4	1.00	0.50	1.00	0.72
FLFA-09-AC	3	9	1.53	0.64	0.97	0.91
FLFA-10	1	2	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-10-AC	2	7	0.99	0.49	0.99	0.51
FLFA-11	1	2	0.00	0.00	0.00	0.00
FLFA-11-AC	7	16	2.70	0.84	0.96	2.16
FLFA-12	2	4	1.00	0.50	1.00	0.72

Nota: Se resaltaron en **negrita** los mayores valores de cada índice de diversidad alfa y se subrayaron los valores menores a excepción de que estos sean igual a 0 (cero).

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 165: Área de estudio – Diversidad y equidad de especies por estación de evaluación - Herpetofauna

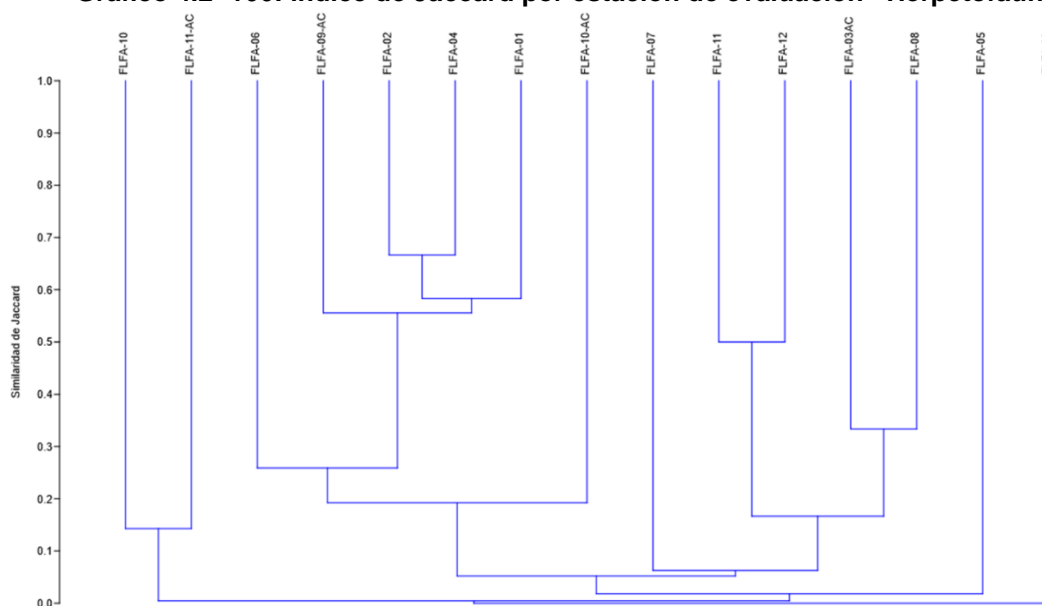


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad beta

Con el objetivo de realizar los análisis de diversidad beta para el área de estudio, en el presente ítem se desarrollaron: el índice de Jaccard y Morisita-Horn; los análisis fueron realizados a nivel de estaciones, de esta manera se puede conocer la semejanza de la composición de herpetofauna registrada. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

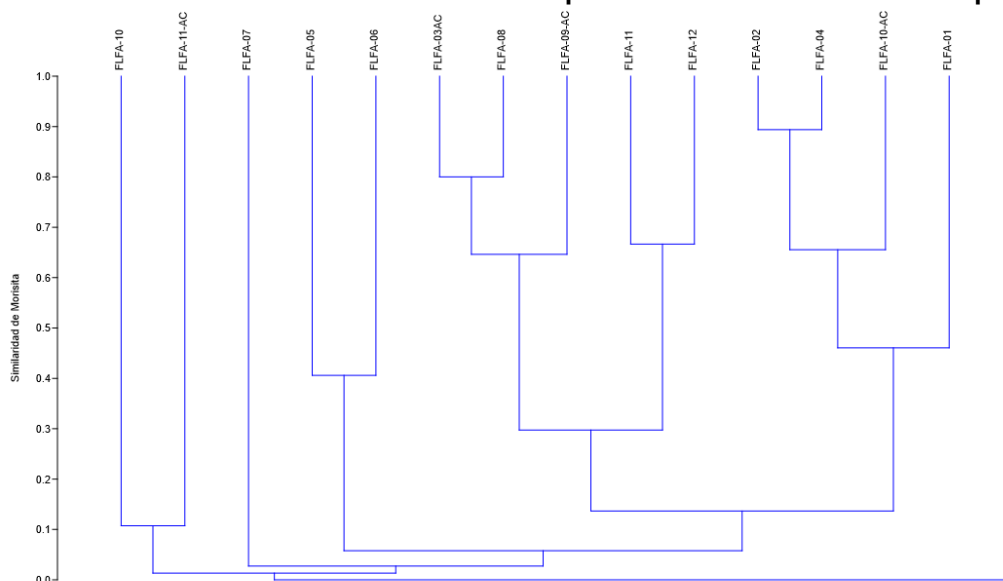
De acuerdo al análisis de similitud cualitativa de Jaccard realizado entre las diferentes estaciones de evaluación, se observa el **Gráfico 4.2- 166**, varios agrupamientos significativos (mayores al 50%). Algunas de las agrupaciones con mayor similitud se dieron entre las estaciones FLFA-02 y FLFA-04, con un 67% de similitud; de igual modo, entre las estaciones FLFA-01 y FLFA-04, con un 67% de similitud; y, entre las estaciones FLFA-04 y FLFA-09-AC, igualmente con un 67% de similitud; por otro lado, las agrupaciones que presentaron los menores valores de similitud, fueron las conformadas por las estaciones FLFA-06 y FLFA-07, con un 11%; asimismo, entre las estaciones FLFA-06 y FLFA-10-AC, con un 11% de similitud; y, entre las estaciones FLFA-10-AC y FLFA-11-AC, igualmente con un 11% de similitud. Mientras que, la estación FLFA-09 presentó un 0% de similitud respecto a la agrupación conformada por las demás estaciones de evaluación.

Gráfico 4.2- 166: Índice de Jaccard por estación de evaluación –Herpetofauna


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Respecto al análisis de similitud cuantitativa de Morisita - Horn realizado entre las diferentes estaciones de evaluación, se observa en el **Gráfico 4.2- 167**, varios agrupamientos significativos (mayores al 50%). Algunas de estas agrupaciones se dieron entre las estaciones FLFA-02 y FLFA-04, el cual obtuvo el mayor porcentaje de similitud, con un 89%.

Además, la agrupación entre las estaciones FLFA-03AC y FLFA-08 obtuvo un considerado porcentaje de similitud, con un 80%; en tanto, de forma similar a lo encontrado por el análisis de similitud de Jaccard, la agrupación formada por las estaciones de evaluación FLFA-06 y FLFA-07 presentó el menor valor de similitud de acuerdo al índice de Morisita - Horn, registrando solo un 8% de similitud, mientras que la estación FLFA-09 presentó un 0% de similitud respecto a la agrupación formada por las demás estaciones de evaluación. Esto se debe a la presencia exclusiva de las especies *Ameerega hahneli* y *Leptodactylus rhodomystax* para la estación FLFA-09.

Gráfico 4.2- 167: Índice de Morisita - Horn por estación de evaluación –Herpetofauna

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Análisis por Cobertura Vegetal

Diversidad alfa

Con los datos obtenidos durante la evaluación en campo, se evaluó la diversidad alfa en la temporada húmeda para el Área de no bosque amazónico (Ano-ba) y el Bosque de montaña (Bm).

Los resultados muestran que el Ano-ba presentó los valores más altos para los índices de Simpson (1-D), Shannon (H') y Margalef (Mg).

Como se observa en la **Tabla 4.2- 158**, el índice de Simpson (1-D) muestra un valor de 0.93, el índice de Shannon (H') un valor de 4.23; y, el índice de Margalef (Mg) presenta un valor de 5.01. Respecto al índice de Equidad de Pielou (J'), se observa que la UV Bm presentó el valor más alto, con 0.97.

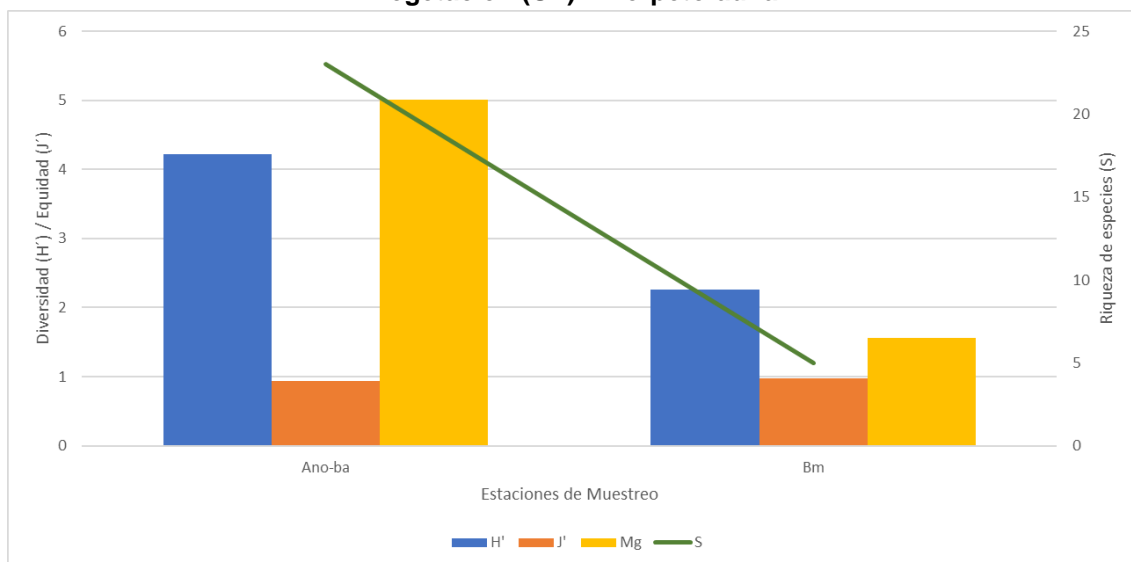
Los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.78$ y $1 - D = 0.93$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 2.26$ y $H' = 4.23$. Como se muestra en el **Gráfico 4.2- 168**, la UV Ano-ba presentó el valor más elevado de diversidad, debido a la elevada riqueza ($S = 23$) y a la alta equidad registrada ($J' = 0.93$) en comparación con la UV Bm, que registró una baja diversidad debido a la poca riqueza ($S=5$) presentada. Para ambas UV el índice de equidad presentó un valor cercano a uno (1.0), lo que indica que las especies registradas para cada UV, se encuentran distribuidas uniformemente, sin dominancia de alguna especie.

Tabla 4.2- 158: Índices de diversidad y equidad por Unidad de Vegetación (UV) – Herpetofauna

UV	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson (1-D)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Margalef (Mg)
Ano-ba	23	81	4.23	0.93	<u>0.93</u>	5.01
Bm	5	13	<u>2.26</u>	<u>0.78</u>	0.97	<u>1.56</u>

Nota: Se resaltaron en **negrita** los mayores valores de cada índice de diversidad alfa y se subrayaron los valores menores a excepción de que estos sean igual a 0 (cero).

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Gráfico 4.2- 168: Área de estudio – Diversidad y equidad de especies por Unidad de Vegetación (UV) – Herpetofauna


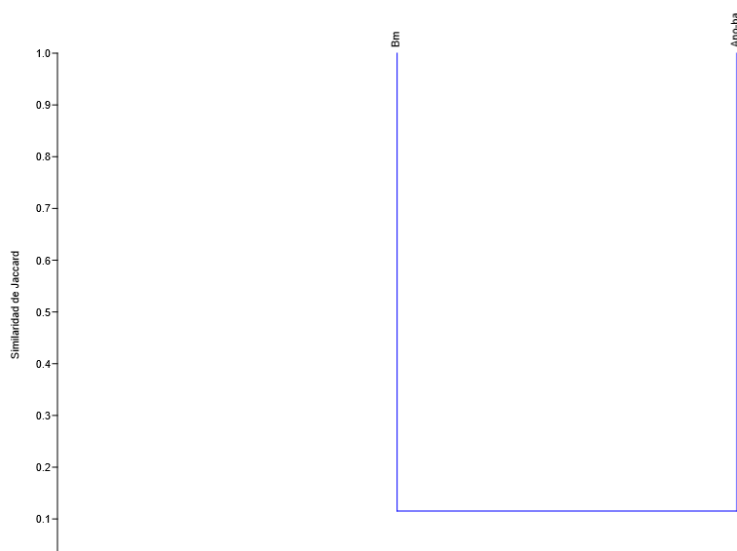
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad beta

Con el objetivo de realizar los análisis de diversidad beta por unidad de vegetación, en el presente ítem se desarrollaron: el índice de Jaccard y Morisita-Horn; los análisis fueron realizados a nivel de unidades de vegetación, de esta manera se puede conocer la semejanza de la composición de herpetofauna registrada. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

De acuerdo al análisis de similitud cualitativa de Jaccard realizado entre las UV Ano-ba y Bm, se observa en el **Gráfico 4.2- 169** que ambas UV no muestran una similitud significativa (mayor al 50%), ya que presentan solo un 12% de similitud.

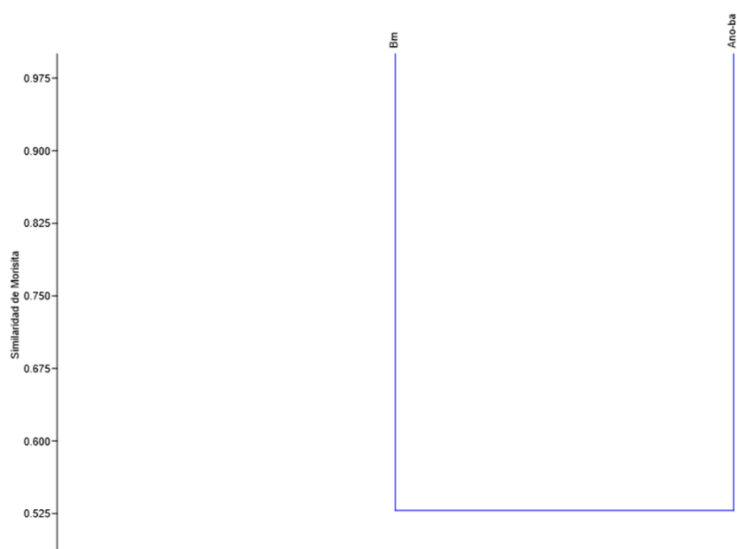
Gráfico 4.2- 169: Índice de Jaccard por Cobertura vegetal – Herpetofauna



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Respecto al análisis de similitud cuantitativa de Morisita - Horn realizado entre las UV Ano-ba y Bm, se observa en el **Gráfico 4.2- 170** que existe una agrupación significativa (mayor al 50%) entre ambas UV, presentando un 53% de similitud.

Gráfico 4.2- 170: Índice de Morisita - Horn por Cobertura Vegetal –Herpetofauna



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A. Área de no bosque amazónico (Ano-ba)

Curva de acumulación de especies

Esta curva representa el número acumulado de especies en función al esfuerzo de muestreo (Mena et al., 2007). Su uso permite dar fiabilidad a los diseños de muestreo y extrapolar el número de especies observadas con la finalidad de estimar un número de especies esperadas (Gotelli & Colwell, 2001). De acuerdo con la “Guía de inventario de fauna silvestre” (MINAM, 2015), las curvas de acumulación serán consideradas aceptables cuando alcance como mínimo el 50% de especies esperadas para un determinado lugar.

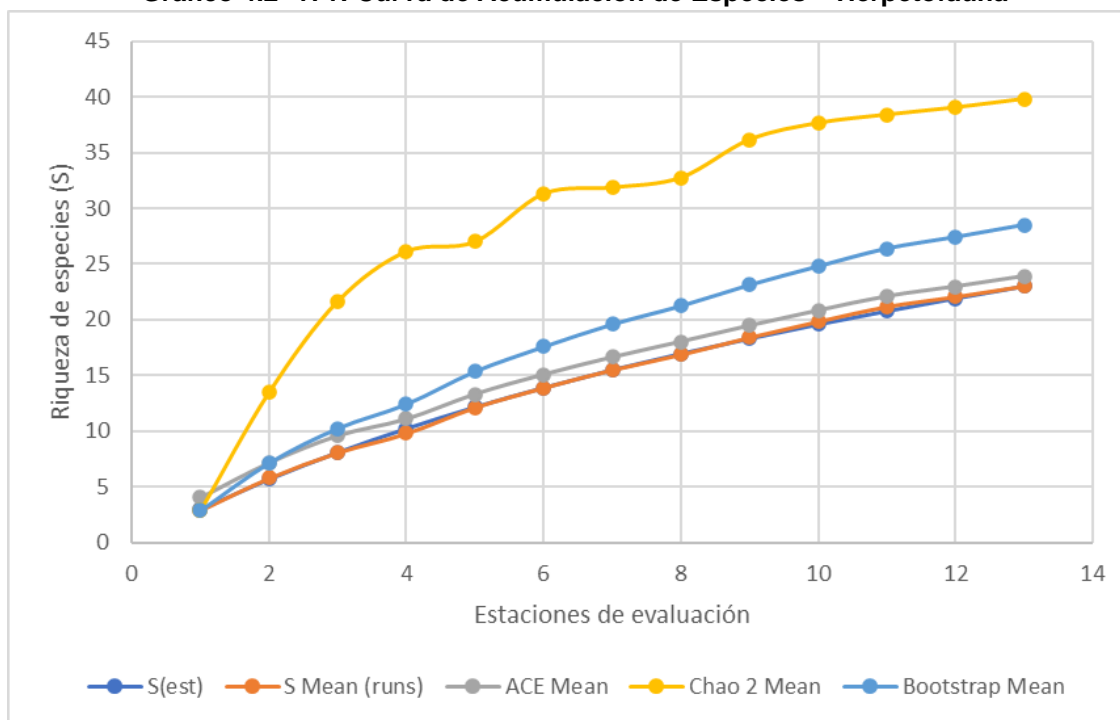
Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003), empleando el programa EstimatesS 9.1.0 (Colwell, 2013) y a partir de un total de 23 especies (cuantitativo) de herpetofauna registradas durante la temporada húmeda en la UV Área de no bosque amazónico (Ano-ba).

El **Gráfico 4.2- 171** muestra los diferentes estimadores para la curva de acumulación de especies, sin embargo, se considera a los estimadores Bootstrap y Chao 2 como los más eficientes, con un promedio de eficiencia de 81.34% y 52.41%, respectivamente.

De acuerdo con el estimador Bootstrap, la asíntota de la curva se alcanza en las 29 especies para la comunidad de herpetofauna. Las especies registradas representan aproximadamente el 80.67% del total de especies esperadas, logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y, por lo tanto, corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). El estimador Chao 2 es más conservador (considera un mayor número de especies no detectadas), mostrando una eficiencia del 57,79%.

Dado que para ambos se supera el umbral del 50% de eficiencia para el esfuerzo completo (13 estaciones) en la UV Ano-ba, se concluye que la evaluación realizada comprende un inventario confiable y completo.

Gráfico 4.2- 171: Curva de Acumulación de Especies – Herpetofauna



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza y composición

Para el análisis de composición y riqueza registrados durante la temporada húmeda en el Ano-ba, se consideraron los resultados totales obtenidos de los registros cuantitativos y cualitativos mediante las metodologías Búsqueda Intensiva (BI), Inspección por encuentro visual (VES) y Transecto de banda fija (TBF). Como resultado de las evaluaciones realizadas, se reportaron 24 especies de Herpetofauna para la UV Ano-ba, entre anfibios y reptiles, correspondientes a 18 géneros, 10 familias, tres (03) órdenes y dos (02) clases taxonómicas (Tabla 4.2- 159 1).

Tabla 4.2- 159: Composición taxonómica en Ano-ba – Herpetofauna

Clase	Orden	Familias	Géneros	Especies
Amphibia	Anura	6	14	20
Reptilia	Squamata	3	3	3
Reptilia	Crocodylia	1	1	1

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Tabla 4.2- 160: Lista de especies en Ano-ba – Herpetofauna

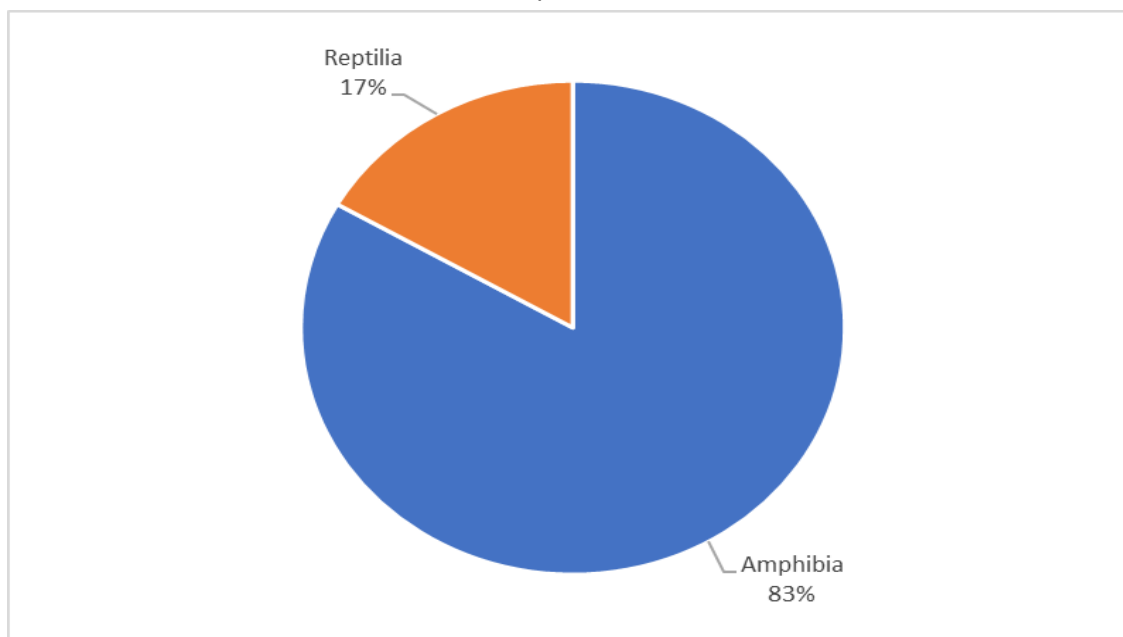
Orden	Familia	Especie	Nombre común
Amphibia			
Anura	Leptodactylidae	<i>Adenomera andreae</i>	Rana toro de tierras bajas
Anura	Leptodactylidae	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Rana toro de Napo
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus griseigularis</i>	-
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus knudseni</i>	Rana de dedos delgados de Knudseni
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus leptodactyloides</i>	-

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Anura	Microhylidae	<i>Chiasmocleis antenori</i>	Rana silenciosa de Ecuador
Anura	Microhylidae	<i>Hamptophryne boliviana</i>	-
Anura	Hylidae	<i>Boana boans</i>	-
Anura	Hylidae	<i>Dendropsophus parviceps</i>	Rana arbórea de Sarayacu
Anura	Hylidae	<i>Osteocephalus mimeticus</i>	Rana arbórea de piernas delgadas de Henle
Anura	Hylidae	<i>Scinax funereus</i>	Rana arbórea hocicuda de Manaus
Anura	Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arbórea verrugosa
Anura	Dendrobatidae	<i>Ameerega trivittata</i>	Rana venenosa de tres rayas
Anura	Craugastoridae	<i>Oreobates quixensis</i>	Rana común de cabeza grande
Anura	Craugastoridae	<i>Oreobates saxatilis</i>	Rana de cabeza grande de Tarapoto
Anura	Craugastoridae	<i>Pristimantis delius</i>	-
Anura	Craugastoridae	<i>Pristimantis ockendeni</i>	Rana cutín de Carabaya
Anura	Craugastoridae	<i>Strabomantis sulcatus</i>	Rana cutín de Nauta
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	-
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella poeppigii</i>	-
Reptilia			
Crocodylia	Alligatoridae	<i>Paleosuchus trigonatus</i>	-
Squamata	Colubridae	<i>Chironius monticola</i>	-
Squamata	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	Geko
Squamata	Teiidae	<i>Kentropyx altamazonica</i>	-

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En la temporada húmeda, la clase mejor representada en la UV Ano-ba fue Amphibia, con un 8% del total de especies; es decir, con 20 especies registradas. Mientras que Reptilia registró cuatro (04) especies, obteniendo el 17% del total de especies (Gráfico 4.2- 172)

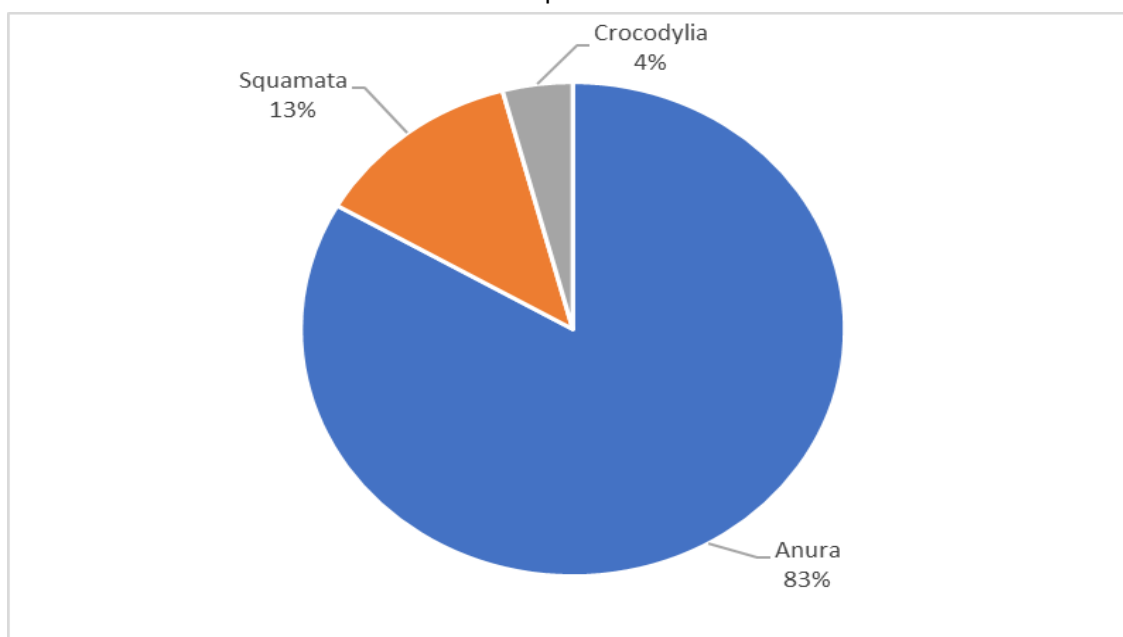
Gráfico 4.2- 172: Riqueza en la UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" a Nivel de Clase -
Herpetofauna



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

En cuanto al análisis de las órdenes taxonómicas registradas durante la temporada húmeda en la UV Ano-ba, podemos observar en el Gráfico 4.2- 173 que el orden Anura albergó la mayor riqueza con 20 especies registradas, representando el 83% del total de especies. Mientras que para el orden Crocodylia se registró solo una (01) especie, representando el 4% del total de especies.

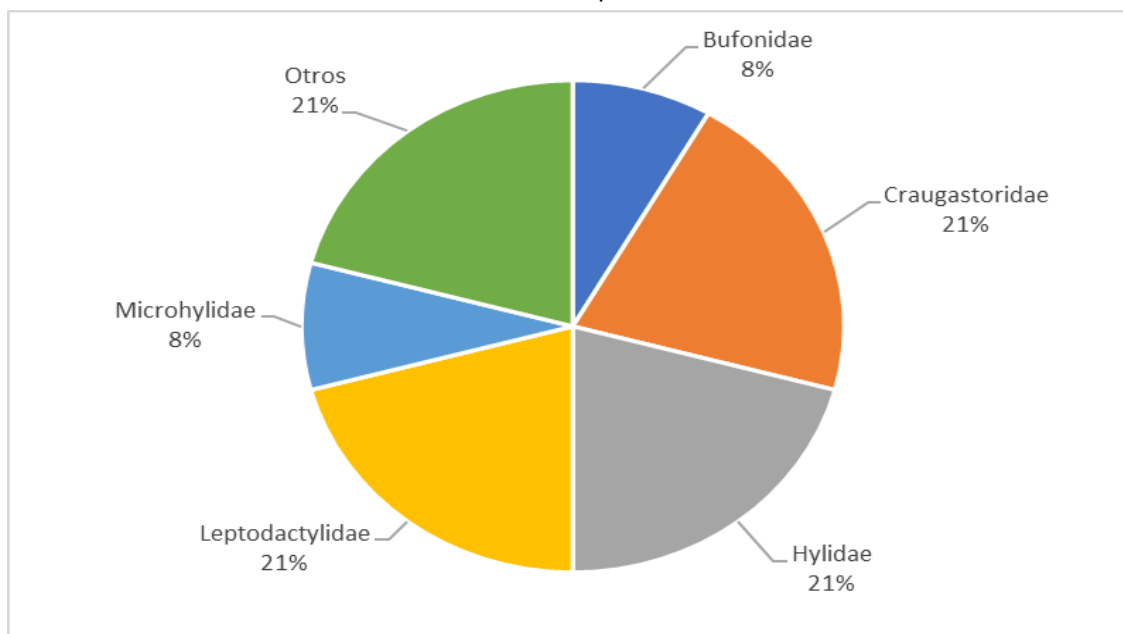
Gráfico 4.2- 173: Riqueza en la UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" a Nivel de Orden
- Herpetofauna



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Respecto a las familias registradas durante la temporada húmeda en la UV Ano-ba, las familias Craugastoridae, Hylidae y Leptodactylidae albergaron la mayor riqueza con cinco (05) especies registradas cada una, representando un 21% del total de especies para cada familia. Por otra parte, las familias Bufonidae y Microhylidae obtuvieron la menor riqueza con un 8% del total de especies, es decir, con dos (02) especies registradas cada una. Cabe mencionar que, las familias Alligatoridae, Colubridae, Dendrobatidae, Sphaerodactylidae y Teiidae se incluyen en la sección “Otros” registrando solo una (01) especie cada una, representando el 21% del total de especies. En el siguiente (Gráfico 4.2- 174) se presenta la riqueza de especies de herpetofauna registradas por familia taxonómica en la UV Ano-ba.

Gráfico 4.2- 174: Riqueza en la UV “Área de no bosque amazónico (Ano-ba)” a Nivel de Familias - Herpetofauna

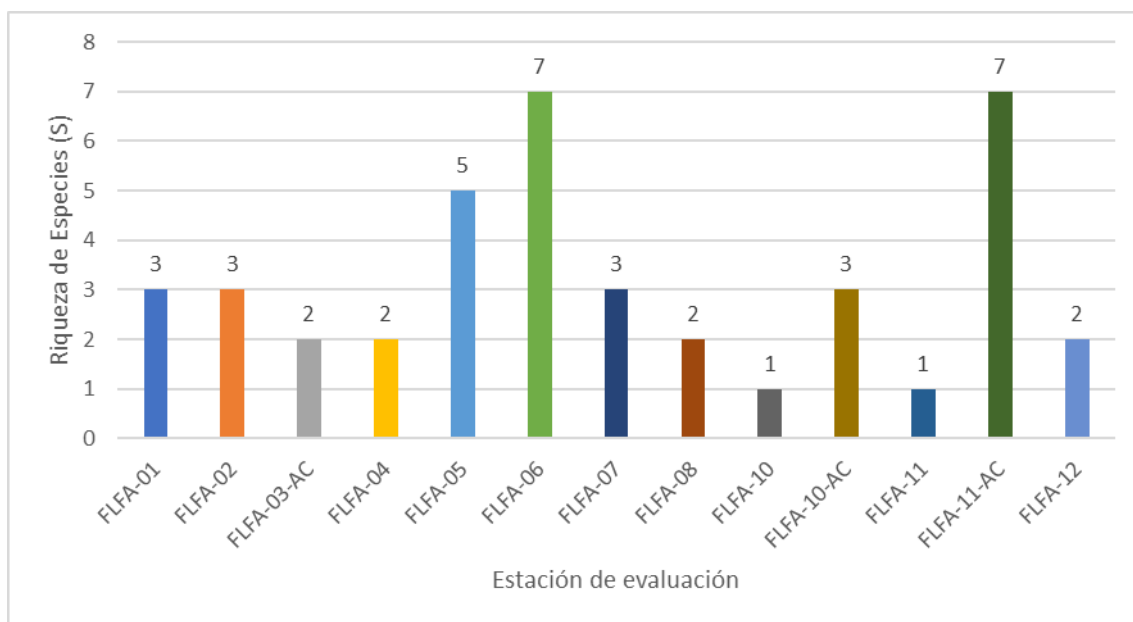


Nota: Otros incluye a familias monoespecíficas.

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Por otra parte, como se observa en el Gráfico 4.2- 175, en función al análisis de la riqueza en la UV Ano-ba, basado en los datos cualitativos y cuantitativos registrados en las 13 estaciones de evaluación que conforma esta UV; se tiene que, las estaciones FLFA-06 y FLFA-11-AC presentaron la mayor riqueza con siete (07) especies registradas respectivamente. Mientras que las estaciones FLFA-10 y FLFA-11, obtuvieron la menor riqueza, con solo una (01) especie registrada en cada estación de evaluación.

Gráfico 4.2- 175: Riqueza de especies por estación de evaluación - UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" - Herpetofauna

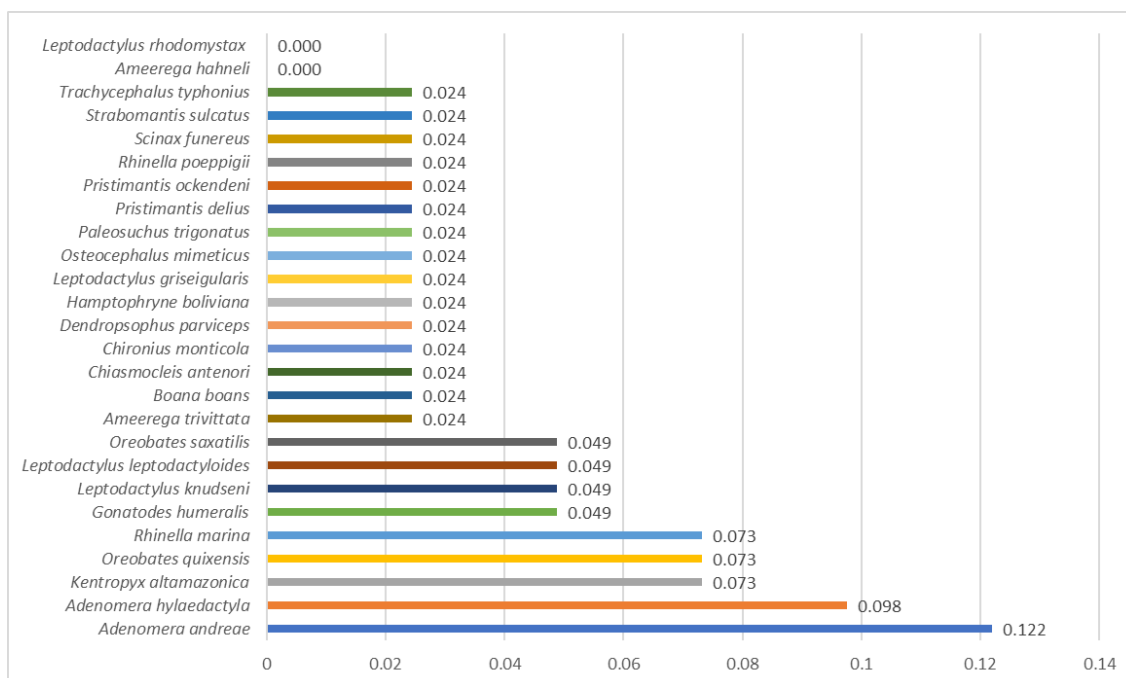


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

La frecuencia relativa de una especie es la probabilidad de encontrarla en una unidad muestral y se expresa como el cociente del número de estaciones de muestreo donde se registra la especie y del número total de estaciones de muestreo.

El Gráfico 4.2- 176 muestra el reporte de la frecuencia de especies en base a los registros por estaciones de evaluación durante la temporada húmeda en la UV Ano-ba. Podemos observar que la especie de Herpetofauna con mayor frecuencia relativa fue *Adenomera andreae*, con un valor de 0.122. El resto de las especies reportadas durante la temporada húmeda en el área de estudio tienen una frecuencia relativa menor a 0.1.

Gráfico 4.2- 176: Frecuencia de especies por estación de evaluación - UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" - Herpetofauna

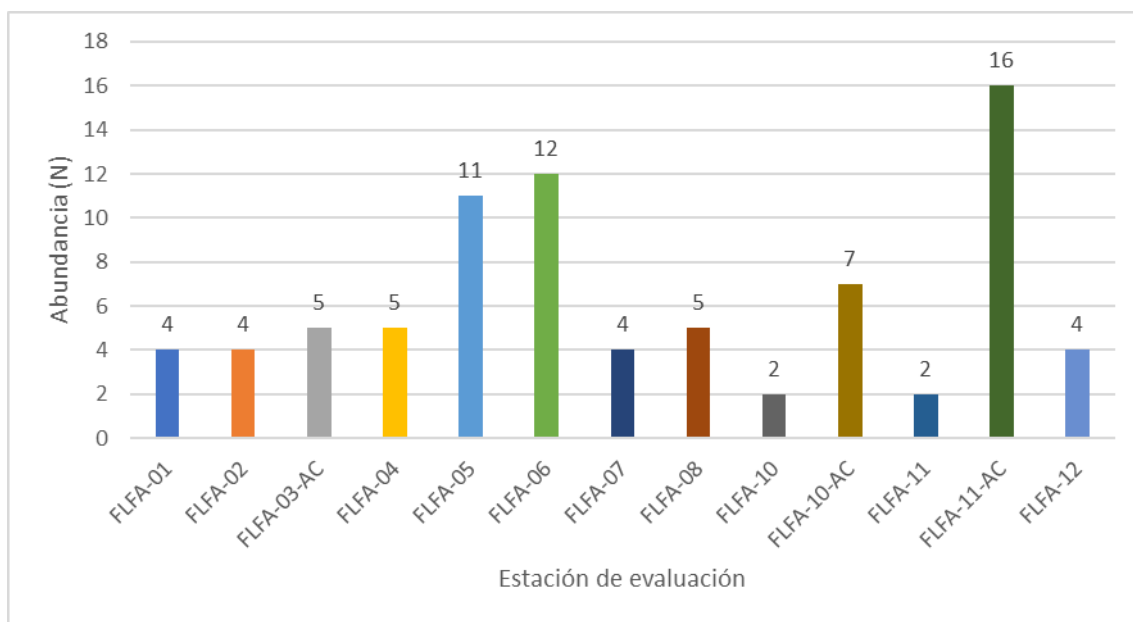


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

Dentro de la UV Ano-ba se evaluó la abundancia general (número de individuos) de Herpetofauna, registrando un total de 81 individuos entre anfibios y reptiles. Como se observa en el Gráfico 4.2- 177 la estación de evaluación que presentó la mayor abundancia de individuos fue FLFA-11-AC, con 16 individuos registrados, seguido por la estación FLFA-06, con 12 individuos registrados. Mientras que, las estaciones de evaluación con menor abundancia fueron FLFA-10 y FLFA-11, con dos (02) individuos registrados cada una.

Gráfico 4.2- 177: Abundancia de especies por estación de evaluación - UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" - Herpetofauna



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Para el análisis de la diversidad alfa de la herpetofauna en la UV Ano-ba, se consideró la información obtenida por metodologías cuantitativas tales como Transectos de Bandas Fijas, Inspección por encuentro visual (VES) y Búsqueda intensiva (BI), para determinar los índices de Shannon – Wiener (H'), Simpson ($1-D$), Margalef (Mg) y Pielou (J). Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

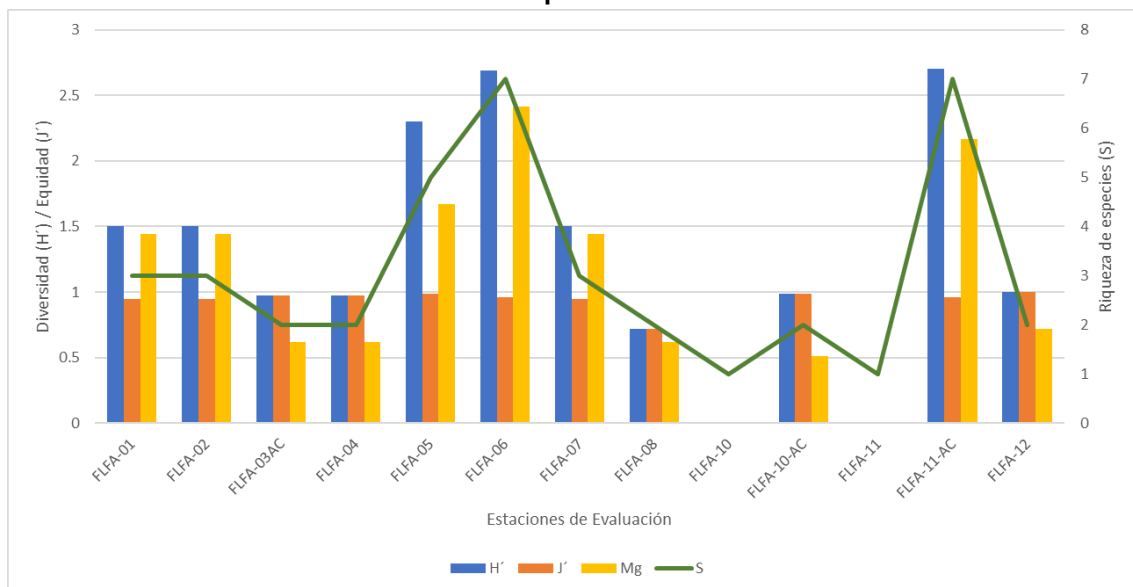
Durante la temporada de evaluación en la UV Ano-ba, se puede afirmar que la diversidad de herpetofauna registró un valor promedio bajo ($H'=1.30$ bits/ind.); asimismo, según lo estimado por el índice de Margalef, se considera que el área presentó una riqueza baja ($Mg=1.05$), este resultado se debe a que el índice de Margalef relaciona el número de especies y el número total de individuos. Por otra parte, respecto al índice de Simpson ($1-D$), el cual está influenciado por la abundancia de las especies, se observó un valor medio para la temporada ($1-D=0.51$ probits/ind), lo cual evidenció una baja dominancia entre las especies de herpetofauna, estos valores de diversidad se encuentran relacionados con el valor del índice de equidad de Pielou ($J'=0.95$) el cual indica que no existió una especie dominando significativamente sobre las demás especies de herpetofauna en la UV Ano-ba (Tabla 4.2- 161, **Gráfico 4.2- 178**).

Tabla 4.2- 161: Índices de diversidad alfa en la UV "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" – Herpetofauna

Estación	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson (1-D)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Margalef (Mg)
FLFA-01	3	4	1.50	0.63	0.95	1.44
FLFA-02	3	4	1.50	0.63	0.95	1.44
FLFA-03AC	2	5	0.97	0.48	0.97	0.62
FLFA-04	2	5	0.97	0.48	0.97	0.62
FLFA-05	5	11	2.30	0.79	0.99	1.67
FLFA-06	7	12	2.69	0.83	0.96	2.42
FLFA-07	3	4	1.50	0.63	0.95	1.44
FLFA-08	2	5	0.72	0.32	0.72	0.62
FLFA-10	1	2	0.00	0.00	-	0.00
FLFA-10-AC	2	7	0.99	0.49	0.99	0.51
FLFA-11	1	2	0.00	0.00	-	0.00
FLFA-11-AC	7	16	2.70	0.84	0.96	2.16
FLFA-12	2	4	1.00	0.50	1.00	0.72
Promedio	3.08	6.23	1.30	0.51	0.95	1.05

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 178: Diversidad de especies en el "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" – Herpetofauna



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

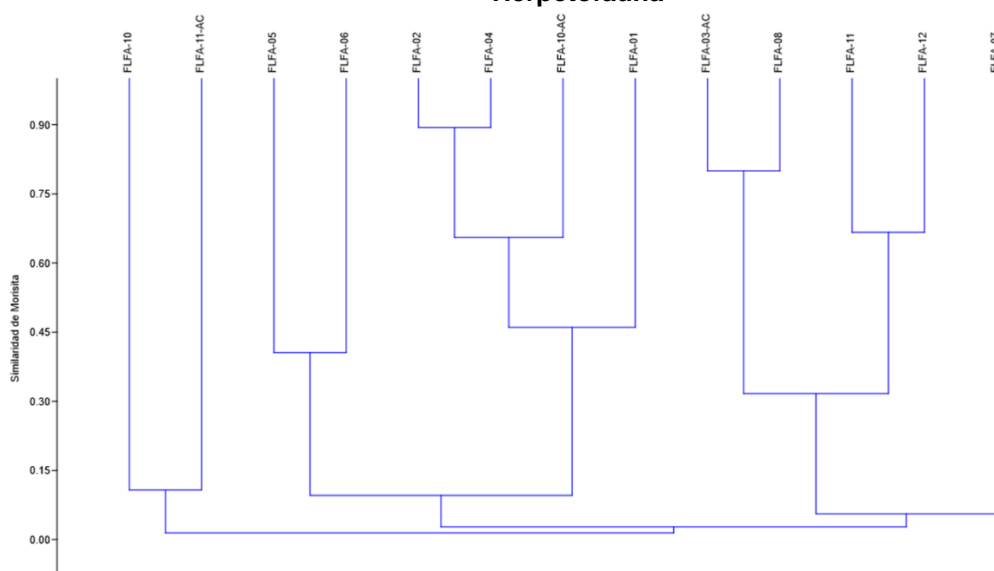
Diversidad beta

Con el objetivo de realizar los análisis de diversidad beta para la unidad de vegetación Área de no bosque amazónico (Ano-ba), en el presente ítem se desarrollaron: el índice de Jaccard y Morisita-Horn; los análisis fueron realizados a nivel de estaciones, de esta

manera se puede conocer la semejanza de la composición de herpetofauna registrada. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

De acuerdo al análisis de similitud cualitativa de Jaccard realizado entre las diferentes estaciones de evaluación, se observa en el **Gráfico 4.2- 179** agrupamientos significativos (mayores al 50%) entre las estaciones FLFA-01 y FLFA-02 con un 50% de similitud, así como entre las estaciones FLFA-01 y FLFA-04 con un 67% de similitud, además de las estaciones FLFA-02 y FLFA-04 con un 67% de similitud, por último, las estaciones FLFA-11 y FLFA-12 presentaron un 50% de similitud; por otro lado, las estaciones que presentaron un menor porcentaje de similitud fueron las estaciones FLFA-06 y FLFA-07, las estaciones FLFA-06 y FLFA-10-AC, y las estaciones FLFA-10-AC y FLFA-11-AC, todas con un 11% de similitud.

Gráfico 4.2- 179: Índice de Morisita - Horn en el "Área de no bosque amazónico (Ano-ba)" – Herpetofauna



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Especie Clave

Durante la temporada húmeda, en la UV Ano-ba se registraron especies de Herpetofauna entre anfibios y reptiles. Los anfibios tienen una importancia ecológica clave en los ecosistemas ya que son principalmente controladores de poblaciones de insectos. Los anfibios se alimentan de insectos, incluyendo plagas agrícolas y transmisores de enfermedades (como mosquitos) (Whiles et. al, 2006). Por su parte, los reptiles son depredadores importantes en ecosistemas terrestres, controlan poblaciones de artrópodos, pequeños mamíferos y otros invertebrados, contribuyendo al equilibrio ecológico (Gibbons et al., 2000).

Uso Local

Para la obtención de información sobre el uso local de herpetofauna, se realizaron entrevistas no estructuradas a los guías y/o apoyos de campo durante la evaluación. Reportando que solo la especie *Paleosuchus trigonatus* (Caimán postruso) presenta uso local en los lugares que habita, teniendo como fin, ser utilizado como alimento.

Especies Protegidas y/o Endémicas

De las especies registradas, según la lista roja de la IUCN 2024-1 todas las especies se encuentran en la categoría de Preocupación Menor (LC). Esta categoría abarca a aquellas especies que son abundantes y tienen una amplia distribución, y no se considera que estén en riesgo de extinción en un futuro cercano.

Las especies *Ameerega trivittata* y *Paleosuchus trigonatus* se encuentran incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2023). En este Apéndice figuran las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que no se controle estrictamente su comercio.

De acuerdo con la legislación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), se registró a la especie *Paleosuchus trigonatus* en la categoría de Casi Amenazada (NT).

Por último, respecto al endemismo, solo se registró a la especie *Oreobates saxatilis*, la cual es endémica de Perú. En la siguiente tabla se presentan las especies de anfibios y reptiles registrados en el área del proyecto y que se encuentran incluidas en categorías de conservación nacional e internacional.

Tabla 4.2- 162: Especies protegidas y/o endémicas – Herpetofauna

Especie	Nombre Común	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN			Endemismo
		IUCN (2024-2)	CITES (2024)	D.S N° 004-2014-MINAGRI	
<i>Adenomera andreae</i>	Rana toro de tierras bajas	LC			-
<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Rana toro de Napo	LC			-
<i>Ameerega trivittata</i>	Rana venenosa de tres rayas	LC	II		-
<i>Boana boans</i>		LC			-
<i>Chiasmocleis antenori</i>	Rana silenciosa de Ecuador	LC			-
<i>Chironius monticola</i>		LC			-
<i>Dendropsophus parviceps</i>	Rana arbórea de Sarayacu	LC			-
<i>Gonatodes humeralis</i>		LC			-
<i>Hamptophryne boliviana</i>		LC			-
<i>Kentropyx altamazonica</i>		LC			-
<i>Leptodactylus griseigularis</i>		LC			-
<i>Leptodactylus knudseni</i>	Rana de dedos delgados de Knudseni	LC			-
<i>Leptodactylus leptodactyloides</i>		LC			-
<i>Oreobates quixensis</i>	Rana común de cabeza grande	LC			-
<i>Oreobates saxatilis</i>	Rana de cabeza grande de Tarapoto	LC			E

<i>Osteocephalus mimeticus</i>	Rana arbórea de piernas delgadas de Henle	LC			-
<i>Paleosuchus trigonatus</i>		LC	II	NT	-
<i>Pristimantis delius</i>		LC			-
<i>Pristimantis ockendeni</i>	Rana cutín de Carabaya	LC			-
<i>Rhinella marina</i>		LC			-
<i>Rhinella poeppigii</i>		LC			-
<i>Scinax funereus</i>	Rana arbórea hocicuda de Manaus	LC			-
<i>Strabomantis sulcatus</i>	Rana cutín de Nauta	LC			-
<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arbórea verrugosa	LC			-

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

B. Bosque de montaña (Bm)

Curva de acumulación de especies

Esta curva representa el número acumulado de especies en función al esfuerzo de muestreo (Mena et al., 2007). Su uso permite dar fiabilidad a los diseños de muestreo y extrapolar el número de especies observadas con la finalidad de estimar un número de especies esperadas (Gotelli & Colwell, 2001). De acuerdo con la "Guía de inventario de fauna silvestre" (MINAM, 2015), las curvas de acumulación serán consideradas aceptables cuando alcance como mínimo el 50% de especies esperadas para un determinado lugar.

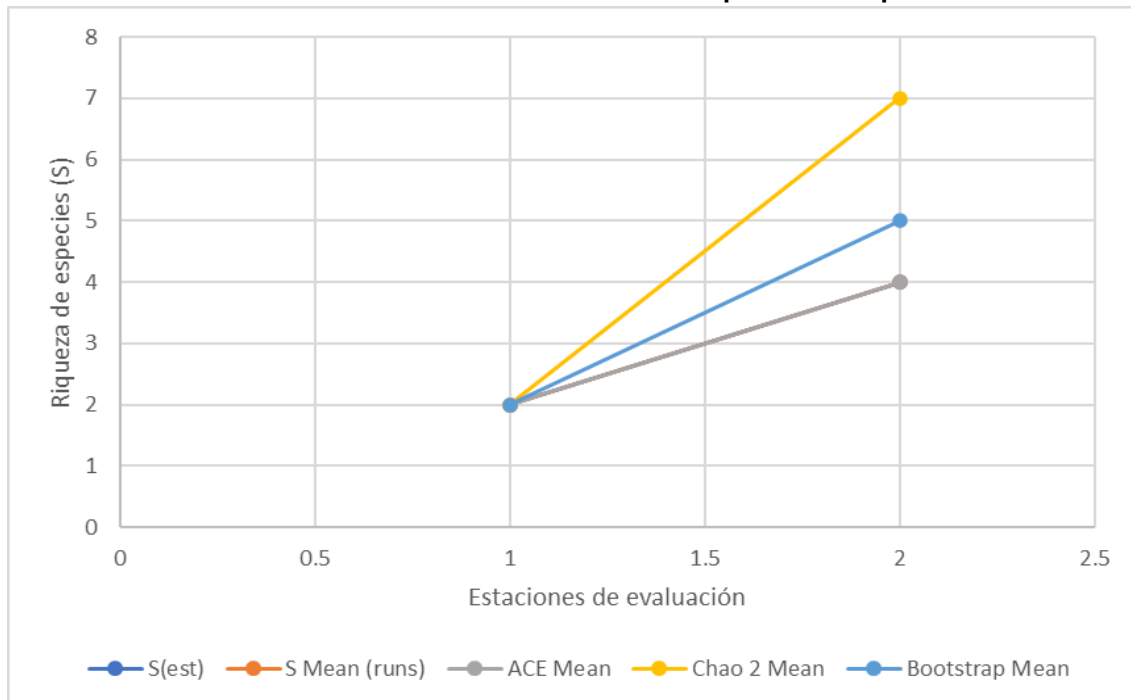
Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003), empleando el programa EstimatesS 9.1.0 (Colwell, 2013) y a partir de un total de cinco (05) especies (cuantitativo) de herpetofauna registradas durante la temporada húmeda en la UV Bosque de montaña (Bm).

El **Gráfico 4.2- 180** muestra los diferentes estimadores para la curva de acumulación de especies, sin embargo, se considera a los estimadores Bootstrap y Chao 2 como los más eficientes, con un promedio de eficiencia de 90% y 78.57%, respectivamente.

De acuerdo con el estimador Bootstrap, la asíntota de la curva se alcanza en las cinco (05) especies para la comunidad de herpetofauna. Las especies registradas representan aproximadamente el 80% del total de especies esperadas, logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y, por lo tanto, corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). El estimador Chao 2 es más conservador (considera un mayor número de especies no detectadas), mostrando una eficiencia del 57,14%.

Dado que para ambos se supera el umbral del 50% de eficiencia para el esfuerzo completo (02 estaciones) en la UV Bm, se concluye que la evaluación realizada comprende un inventario confiable y completo.

Gráfico 4.2- 180: Curva de Acumulación de Especies – Herpetofauna



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza y composición

Para el análisis de composición y riqueza registrados durante la temporada húmeda en la UV Bm, se consideraron los resultados totales obtenidos de los registros cuantitativos y cualitativos mediante las metodologías Búsqueda Intensiva (BI), Inspección por encuentro visual (VES) y Transecto de banda fija (TBF). Como resultado de las evaluaciones realizadas, se reportaron cinco (05) especies de Herpetofauna. La única clase reportada en el UV Bm fue Amphibia, y el único orden registrado fue Anura, lo cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 4.2- 163: Composición taxonómica en el Bm – Herpetofauna

Clase	Orden	Familias	Géneros	Especies
Amphibia	Anura	3	4	5

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

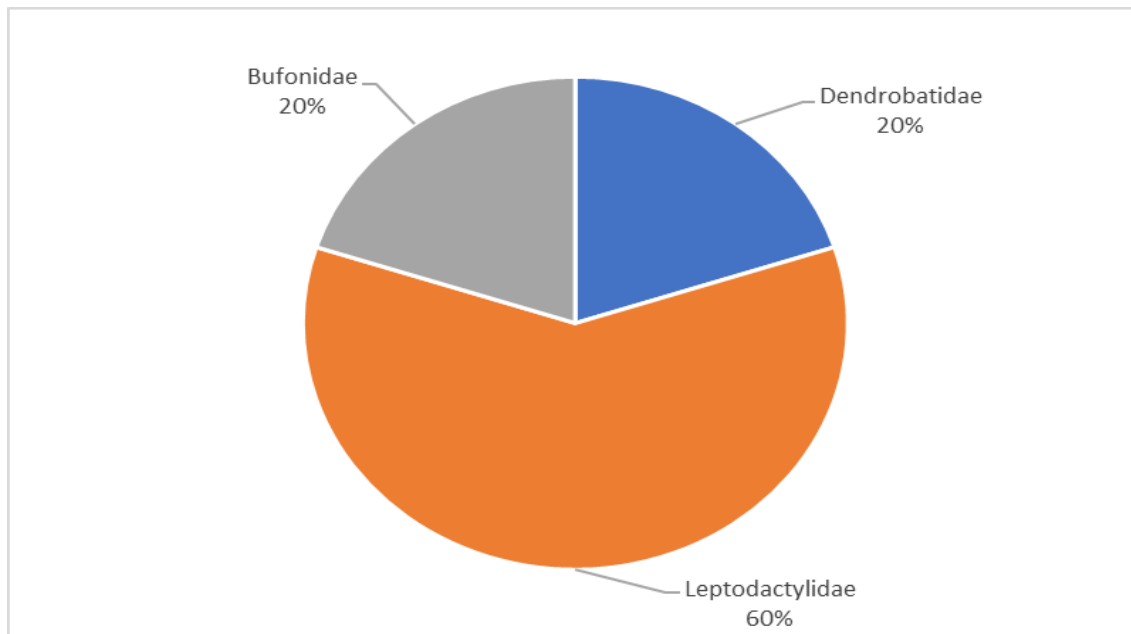
Tabla 4.2- 164: Lista de especies en el Bm – Herpetofauna

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Amphibia	Anura	Dendrobatidae	<i>Ameerega hahneli</i>	-
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	Rana de labios blancos de Loreto
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Adenomera andreae</i>	Rana toro de tierras bajas
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Rana toro de Napo
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	-

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Respecto a las familias registradas durante la temporada húmeda en la UV Bm, la familia Leptodactylidae albergó la mayor riqueza con tres (03) especies registradas, representando un 60% del total de especies. En cuanto a las familias restantes, Dendrobatidae y Bufonidae, obtuvieron la menor riqueza con un 20% del total de especies, con solo una (01) especie registrada cada una. En el Gráfico 4.2- 181 se presenta la riqueza de especies de herpetofauna registradas por familia taxonómica en el Bm.

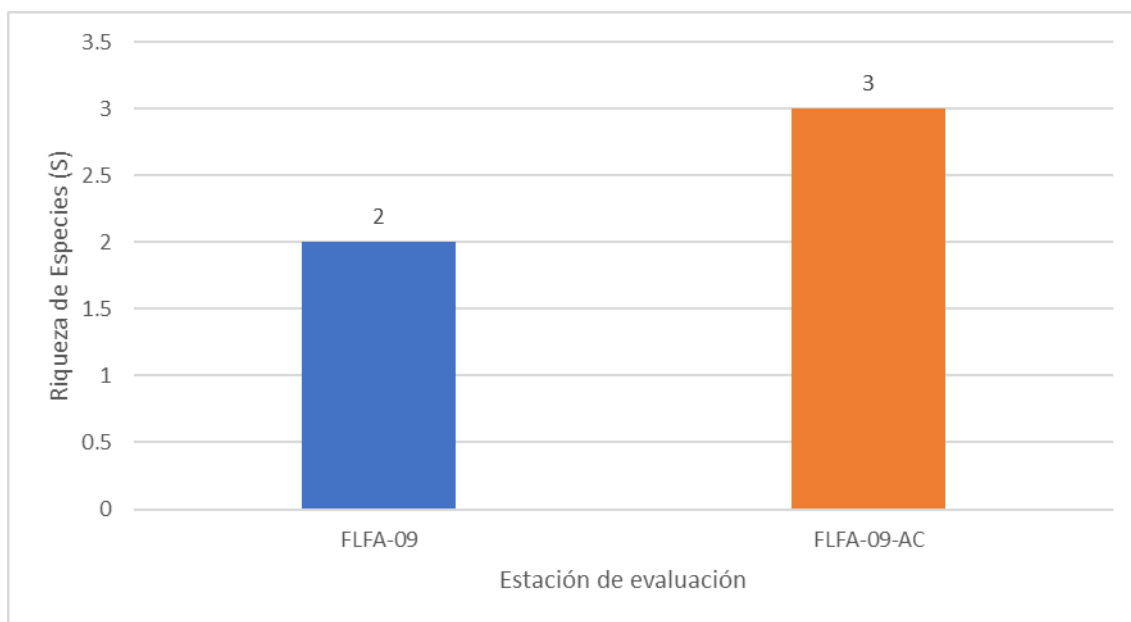
Gráfico 4.2- 181: Riqueza en el "Bosque de montaña (Bm)" a Nivel de Familias - Herpetofauna



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Por otra parte, como se observa en el Gráfico 4.2- 182, en función al análisis de la riqueza en el Bm, basado en los datos cualitativos y cuantitativos registrados en las dos (02) estaciones de evaluación que conforma esta UV; se tiene que, la estación FLFA-09-AC presentó la mayor riqueza con tres (03) especies registradas. Mientras que la estación FLFA-09 registró dos (02) especies de Herpetofauna.

Gráfico 4.2- 182: Riqueza de especies por estación de evaluación - "Bosque de montaña (Bm)"
- Herpetofauna

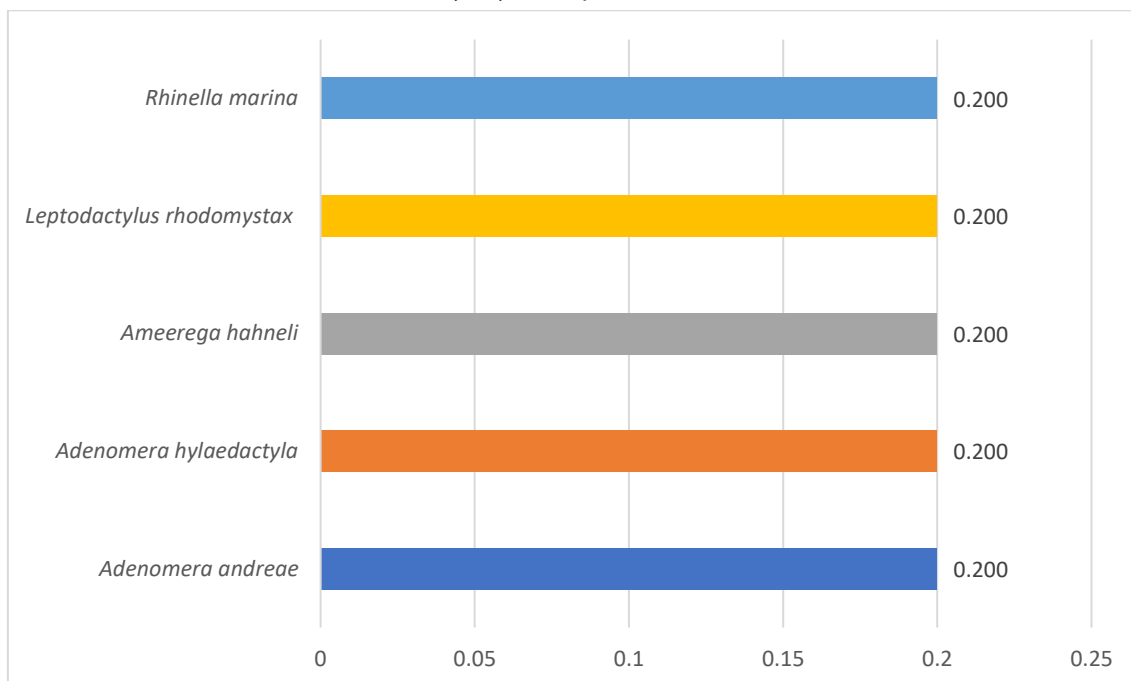


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

La frecuencia relativa de una especie es la probabilidad de encontrarla en una unidad muestral y se expresa como el cociente del número de estaciones de muestreo donde se registra la especie y del número total de estaciones de muestreo.

El Gráfico 4.2- 183 muestra el reporte de la frecuencia de especies en base a los registros por estaciones de evaluación durante la temporada húmeda en la UV Bm. Podemos observar que las cinco (05) especies registradas para esta UV obtuvieron una frecuencia de 0.2 cada una.

Gráfico 4.2- 183: Frecuencia de especies por estación de evaluación - "Bosque de montaña (Bm)" - Herpetofauna

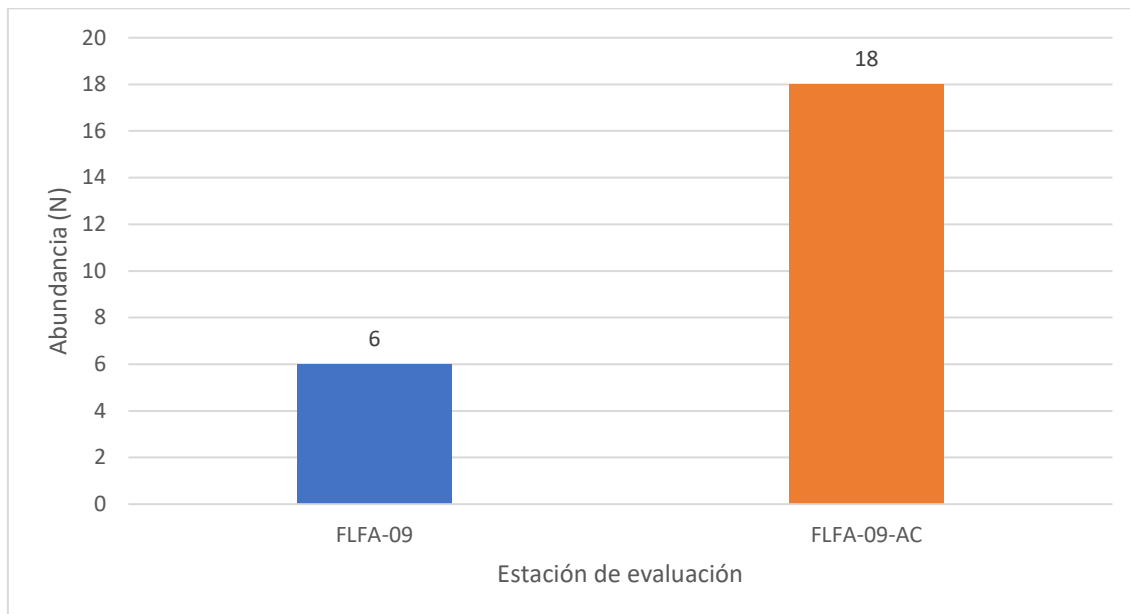


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

Dentro de la UV Bm se evaluó la abundancia general (número de individuos) de Herpetofauna, registrando un total de 24 individuos, de los cuales el total corresponde a la clase Amphibia. Como se observa en el Gráfico 4.2- 184, la estación de evaluación que presentó la mayor abundancia de individuos fue FLFA-09-AC, con 18 individuos registrados; mientras que, la estación de evaluación FLFA-09 presentó la menor abundancia con seis (06) individuos registrados.

Gráfico 4.2- 184: Abundancia de especies por estación de evaluación - Herpetofauna



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Para el análisis de la diversidad alfa de la herpetofauna en la UV Bm, se consideró la información obtenida por metodologías cuantitativas tales como Transectos de Bandas Fijas, Inspección por encuentro visual (VES) y Búsqueda intensiva (BI), para determinar los índices de Shannon – Wiener (H'), Simpson ($1-D$), Margalef (Mg) y Pielou (J). Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

Durante la temporada de evaluación en la UV Bm, se puede afirmar que la diversidad de herpetofauna registró un valor promedio bajo ($H'=1.27$ bits/ind.); asimismo, según lo estimado por el índice de Margalef, se considera que el área presentó una riqueza baja ($Mg=0.82$), este resultado se debe a que el índice de Margalef relaciona el número de especies y el número total de individuos.

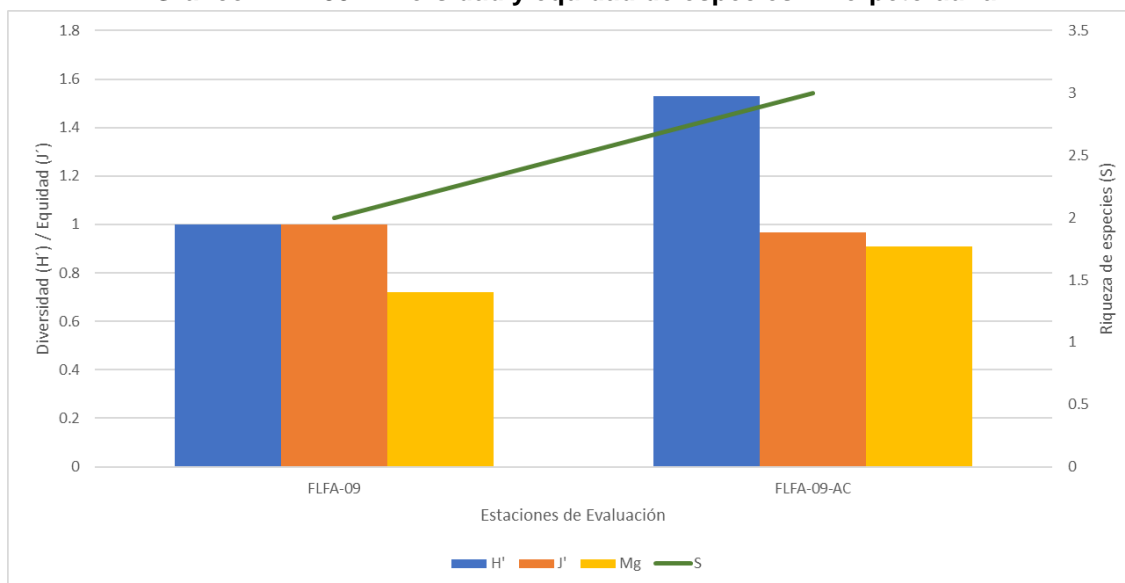
Por otra parte, respecto al índice de Simpson ($1-D$), el cual está influenciado por la abundancia de las especies, se observó un valor medio para la temporada ($1-D=0.57$ probits/ind), lo cual evidenció una baja dominancia entre las especies de herpetofauna, estos valores de diversidad se encuentran relacionados con el valor del índice de equidad de Pielou ($J'=0.98$) el cual indica que no existió una especie dominando significativamente sobre las demás especies de herpetofauna en el Bm (Tabla 4.2- 165, **Gráfico 4.2- 185**).

Tabla 4.2- 165: Índices de diversidad alfa en "Bosque de montaña (Bm)" – Herpetofauna

Estación	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Índice de Diversidad de Simpson (1-D)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Margalef (Mg)
FLFA-09	2	4	1.00	0.50	1.00	0.72
FLFA-09-AC	3	9	1.53	0.64	0.97	0.91
Promedio	2.50	6.50	1.27	0.57	0.98	0.82

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 185: Diversidad y equidad de especies – Herpetofauna

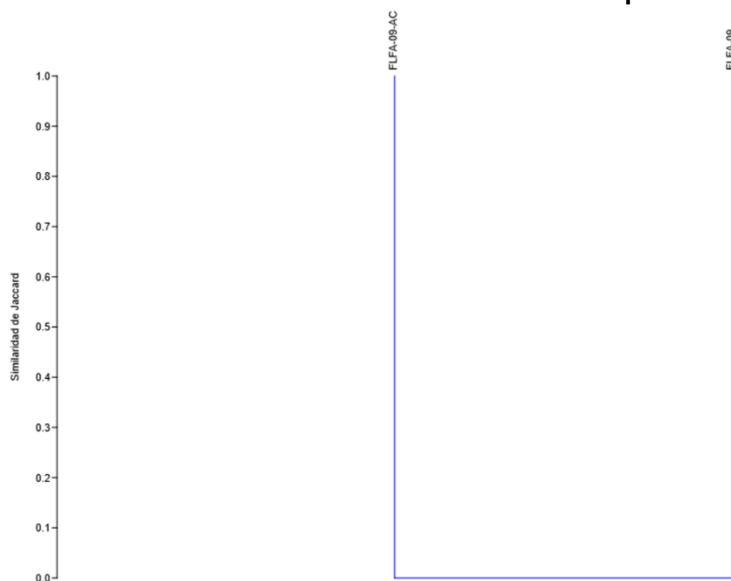


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad beta

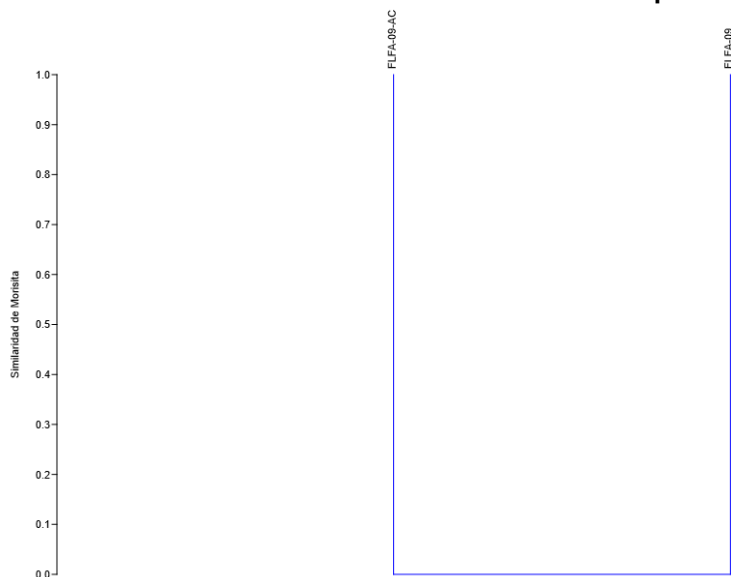
Con el objetivo de realizar los análisis de diversidad beta para la unidad de vegetación Bosque de montaña (Bm), en el presente ítem se desarrollaron: el índice de Jaccard y Morisita-Horn; los análisis fueron realizados a nivel de estaciones, de esta manera se puede conocer la semejanza de la composición de herpetofauna registrada. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.09.

De acuerdo al análisis de similitud cualitativa de Jaccard realizado entre las estaciones de evaluación FLFA-09 y FLFA-09-AC que comprende la UV Bm, se observa en el **Gráfico 4.2- 186** que no existe agrupamiento significativo (mayor al 50%) entre dichas estaciones, es decir, presentan una similitud de 0%.

Gráfico 4.2- 186: Índice de Jaccard en el "Bosque de montaña (Bm)" – Herpetofauna


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Respecto al análisis de similitud cuantitativa de Morisita - Horn realizado entre las estaciones de evaluación del Bm, se observa en el que no existe agrupamiento significativo (mayor al 50%) entre las estaciones, es decir, presentan una similitud de 0%.

Gráfico 4.2- 187: Índice de Morisita - Horn en "Bosque de montaña (Bm)" – Herpetofauna


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Especie Clave

Durante la temporada húmeda, en la UV Bm se registraron solo especies de anfibios. Los anfibios tienen una importancia ecológica clave en los ecosistemas ya que son

principalmente controladores de poblaciones de insectos. Los anfibios se alimentan de insectos, incluyendo plagas agrícolas y transmisores de enfermedades (como mosquitos). Esto ayuda a mantener el equilibrio ecológico y beneficia tanto a la biodiversidad como a los humanos (Whiles et. al, 2006). Además, son bioindicadores porque tienen piel permeable y ciclos de vida que dependen tanto de ambientes acuáticos como terrestres. Esto los hace muy sensibles a cambios ambientales, como contaminación, pérdida de hábitat y alteraciones climáticas (Blaustein & Wake, 1995).

Uso Local

Para la obtención de información sobre el uso local de herpetofauna, se realizaron entrevistas no estructuradas a los guías y/o apoyos de campo durante la evaluación. Reportándose que ninguna de las especies registradas para la UV Bm presentó uso local.

Especies Protegidas y/o Endémicas

De las especies registradas, según la lista roja de la IUCN (2024-2) todas las especies se encuentran en la categoría de Preocupación Menor (LC). Esta categoría abarca a aquellas especies que son abundantes y tienen una amplia distribución, y no se considera que estén en riesgo de extinción en un futuro cercano.

La especie *Ameerega hahneli* se encuentra incluida en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2023). En este Apéndice figuran las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que no se controle estrictamente su comercio.

De acuerdo con la legislación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), no se registraron especies incluidas en ninguna categoría de conservación.

Por último, respecto al endemismo, se determinó que ninguna de las especies de anfibios registrados en el área del proyecto representó un endemismo. En la siguiente tabla se presentan las especies de anfibios y reptiles registrados en el área del proyecto y que se encuentran incluidas en categorías de conservación nacional e internacional.

Tabla 4.2- 166: Especies protegidas y/o endémicas – Herpetofauna

Especie	Nombre Común	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN			Endemismo
		IUCN (2024-2)	CITES (2024)	D.S N° 004-2014-MINAGRI	
<i>Adenomera andreae</i>	Rana toro de tierras bajas	LC		-	-
<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Rana toro de Napo	LC		-	-
<i>Ameerega hahneli</i>		LC	II	-	-
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	Rana de labios blancos de Loreto	LC		-	-
<i>Rhinella marina</i>	Rana toro de tierras bajas	LC		-	-
<i>Paleosuchus trigonatus</i>	Caiman de frente lisa	LC	II	NT	-

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En el Anexo 4.2.8-4 se muestra la lista total de anfibios y reptiles (herpetofauna) registrados, así como la clase de registro, para las dos temporadas de evaluación.

Anexo 4.2.8 Base de datos de Flora & Fauna (Anexo 4.2.8-4)

4.2.5.4.5 ENTOMOFAUNA

Los artrópodos son el taxón animal más dominante, el más abundante y rico en especies; asimismo, es el más omnipresente, pues se les encuentra en todas partes, tanto en ambientes terrestres como en acuáticos, teniendo también algunas pocas especies marinas (Borror et al., 1992; Barnes, 1996; Myers, 2001; Gullan & Cranston, 2006; Zhang, 2011). Se calcula que en promedio hay un millón de especies descritas de artrópodos (Chapman, 2009), que en promedio constituye el 66 % de las especies que conforman el Reino Animal (Zhang, 2011).

Las estimaciones del número total varía de 2 a 8 millones de especies de artrópodos (Chapman, 2009). En abundancia, los especialistas estiman que puede haber 200 millones de artrópodos por cada ser humano. Tal abundancia y riqueza de especies, además de un ciclo de vida relativamente corto, su relativa sensibilidad a las perturbaciones y la facilidad con la cual pueden ser evaluados los hace candidatos ideales para ser usados en monitoreos y evaluaciones de impacto ambiental (Rosenberg et al., 1986; Borror et al., 1992).

A pesar de su pequeño tamaño, los artrópodos asumen una importancia socioeconómica muy grande debido a su diversidad y abundancia en ecosistemas naturales y antrópicos. Entre las diferentes poblaciones que forman parte de los ecosistemas, hay una gran cantidad de interrelaciones, de acuerdo con el nivel trófico que cada especie ocupa, cada especie tiene una función vital que se traduce en roles dentro del ecosistema, importantes como: fitófagos (Lepidóptera), desintegradores (Coleóptera), saprótrofos (Diptera), depredadores y parasitoides (Hymenoptera). Perturbaciones ambientales inciden en estos roles, y los artrópodos a menudo responden a estas perturbaciones en forma característica, por lo que los artrópodos son objetos útiles de estudio de estudio de impacto ambiental (Sanways 2005).

4.2.5.4.5.1 Temporada Muy Húmeda

Curva de Acumulación

Con la finalidad de determinar si el esfuerzo de muestreo realizado en el área de estudio fue el adecuado, se trabajó la curva de acumulación de especies. Estas curvas representan el número acumulado esperado de especies por cada unidad de vegetación presente en el área de estudio. Para este análisis se utilizó métodos paramétricos, los cuales se utilizan cuando se asume una distribución estadística conocida o se ajustan a un modelo determinado (Álvarez et al., 2006). El estadístico utilizado fue la ecuación de Clench, el cual estima la diversidad de una comunidad basado en el número de especies que ocurren en una muestra, además de ser el estimador más conservador.

Para la temporada muy húmeda, la curva de acumulación de especies de artropodos se obtuvo empleando el modelo paramétrico de la ecuación de Clench, la gráfica de la

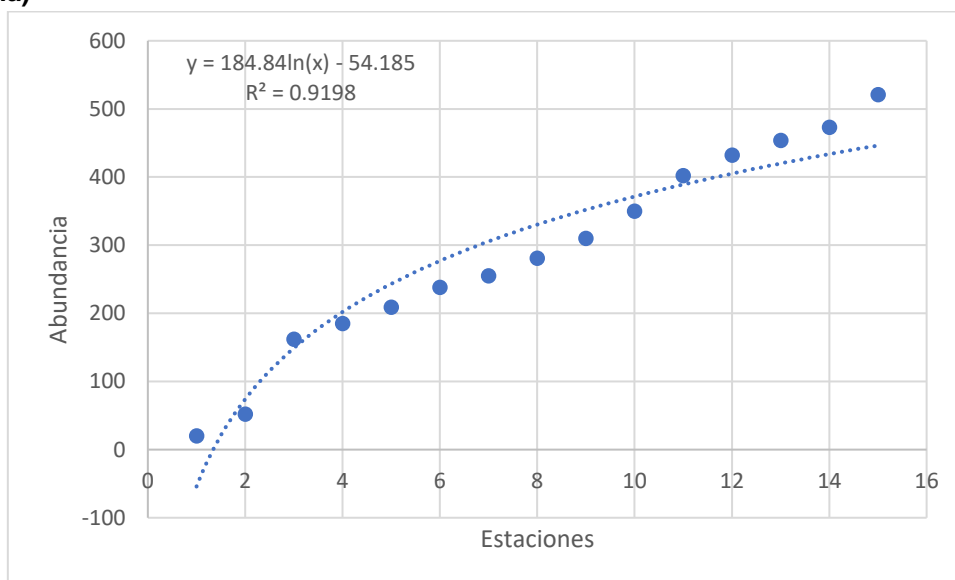
función ajustada a los datos permite hacer una evaluación visual del proceso de registro y de su calidad.

Siendo la Función de Clench: $V2=(a*v1)/(1+(b*v1))$

El esfuerzo total de todas las unidades de evaluación cuantitativas permitió el registro de hasta 529 especies de la Clase Insecta y 16 especies de la Clase Arachnida.

En cuanto al método de captura empleado, para el área total de estudio, mediante las trampas de bandeja amarilla se reportaron 168 especies de las 545 estimadas por la ecuación de Clench. Los datos obtenidos en campo permitieron desarrollar la curva de acumulación, obteniendo un R^2 de 0.9198, siendo un valor muy cercano a 1 revelando un buen ajuste del modelo a los datos. Además, se obtuvieron los valores de las variables a: 184.84 y b: 54.187; a través de las cuales se calculó que el esfuerzo de muestreo aplicado logro el registro de un 69%, de un potencial del 100% de especies.

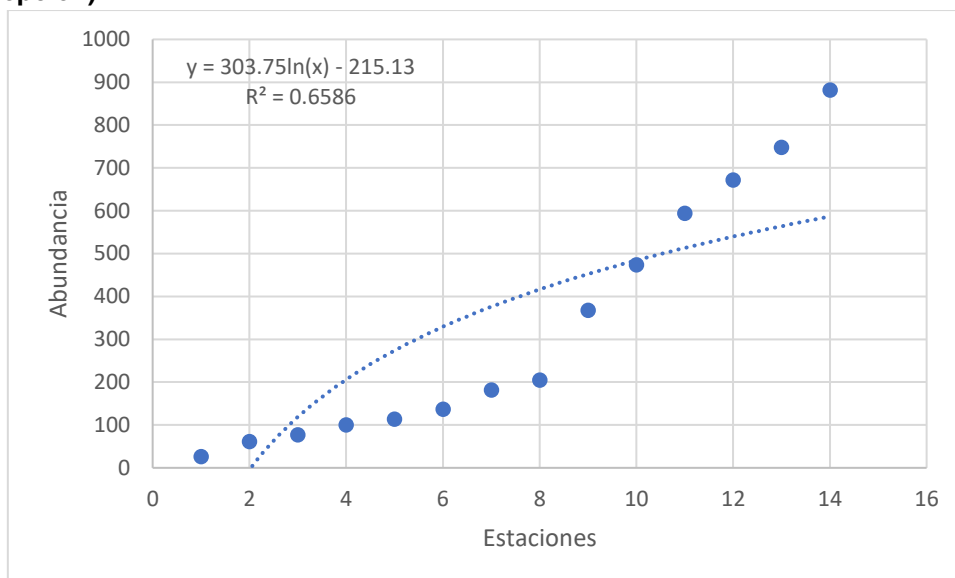
Gráfico 4.2- 188: Curva de acumulación de especies por estación – Artropodos (Bandeja amarilla)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al método de captura empleado, para el área total de estudio, mediante las trampas de intercepción se reportaron 157 especies de las 545 estimadas por la ecuación de Clench. Los datos obtenidos en campo permitieron desarrollar la curva de acumulación, obteniendo un R^2 de 0.9198, siendo un valor muy cercano a 1 revelando un buen ajuste del modelo a los datos. Además, se obtuvieron los valores de las variables a: 184.84 y b: 54.187; a través de las cuales se calculó que el esfuerzo de muestreo aplicado logro el registro de un 71%, de un potencial del 100% de especies.

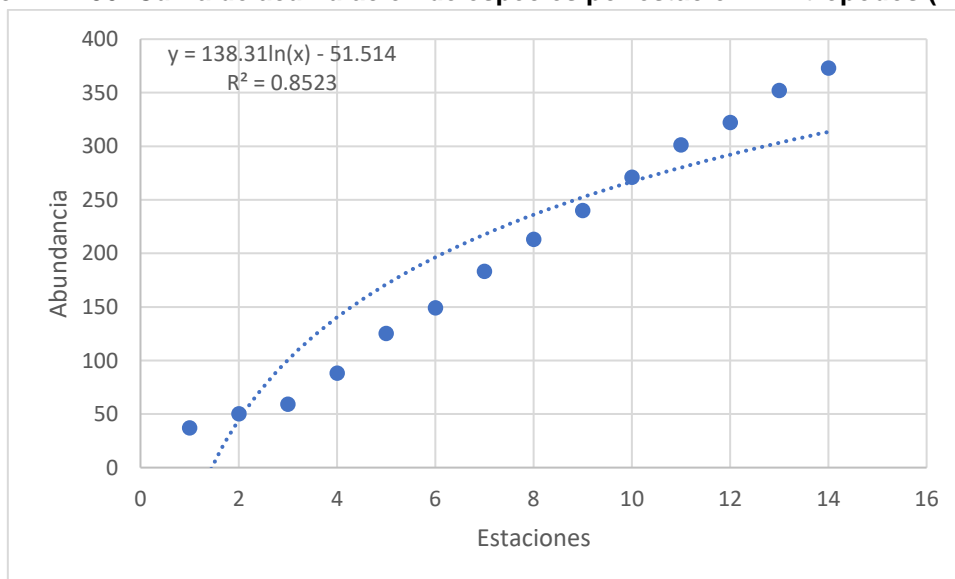
Gráfico 4.2- 189: Curva de acumulación de especies por estación – Artrópodos (Intercepción)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al método de captura directa, se reportaron 235 especies de las 545 estimadas por la ecuación de Clench. Los datos obtenidos en campo permitieron desarrollar la curva de acumulación, obteniendo un R^2 de 0.8523, siendo un valor muy cercano a 1 revelando un buen ajuste del modelo a los datos. Además, se obtuvieron los valores de las variables a: 138.31 y b: 51.514; a través de las cuales se calculó que el esfuerzo de muestreo aplicado logra el registro de un 56%, de un potencial del 100% de especies.

Gráfico 4.2- 190: Curva de acumulación de especies por estación – Artrópodos (Directa)

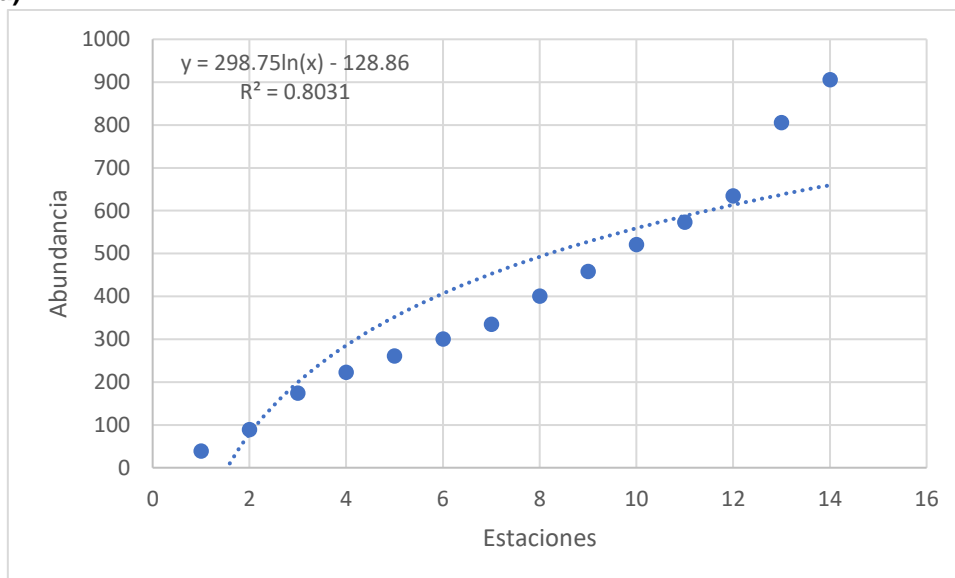


Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al método de captura empleado, para el área total de estudio, mediante las trampas de caída cebada con atún se reportaron 142 especies de las 545 estimadas por la ecuación de Clench. Los datos obtenidos en campo permitieron desarrollar la curva

de acumulación, obteniendo un R^2 de 0.8031, siendo un valor muy cercano a 1 revelando un buen ajuste del modelo a los datos. Además, se obtuvieron los valores de las variables a: 298.75 y b: 128.86; a través de las cuales se calculó que el esfuerzo de muestreo aplicado logro el registro de un 73%, de un potencial del 100% de especies.

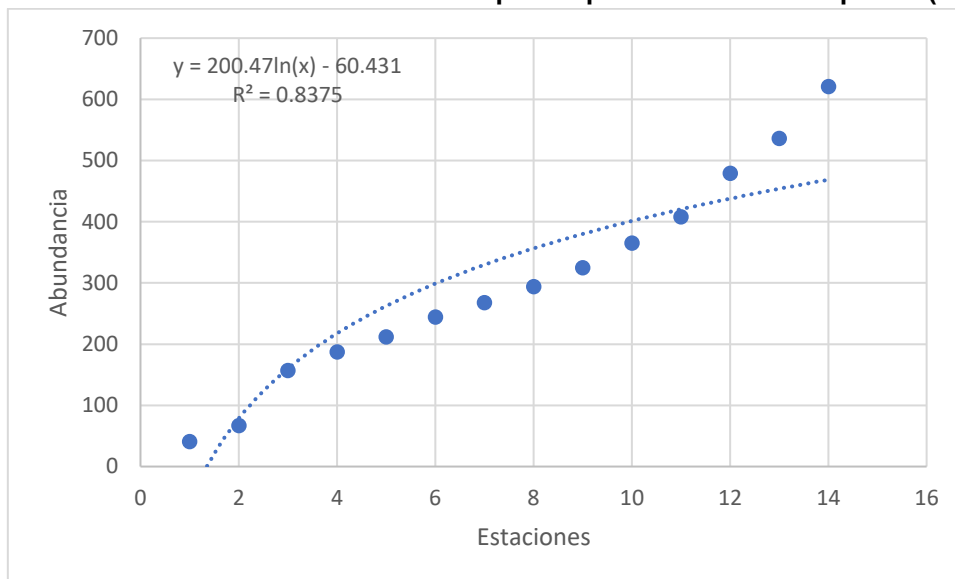
Gráfico 4.2- 191: Curva de acumulación de especies por estación – Artropodos (Pitfall cebada)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al método de captura empleado, para el área total de estudio, mediante las trampas de caída cebada con frutas se reportaron 129 especies de las 545 estimadas por la ecuación de Clench. Los datos obtenidos en campo permitieron desarrollar la curva de acumulación, obteniendo un R^2 de 0.8375, siendo un valor muy cercano a 1 revelando un buen ajuste del modelo a los datos. Además, se obtuvieron los valores de las variables a: 200.47 y b: 60.431; a través de las cuales se calculó que el esfuerzo de muestreo aplicado logro el registro de un 76%, de un potencial del 100% de especies.

Gráfico 4.2- 192: Curva de acumulación de especies por estación – Artropodos (Pitfall)



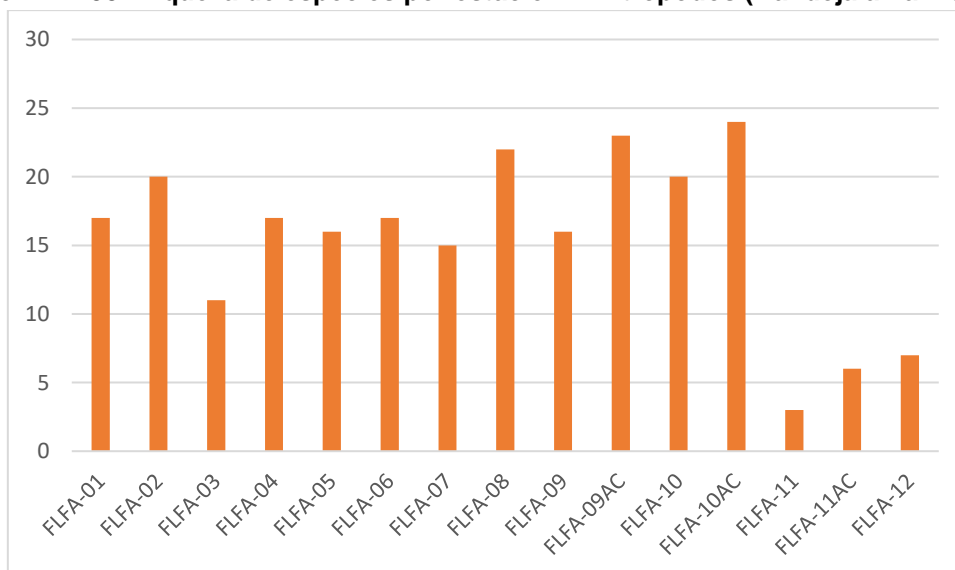
Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Estos resultados dan a conocer que, si bien el muestreo permitió registrar un alto número de especies, la curva de acumulación de especies no llega a estabilizarse en una asíntota, indicando que es posible el registro de un mayor número de especies en el área de estudio. Resultados que serían esperables por la alta heterogeneidad que presentan estos bosques, ya que contienen una gran cantidad de especies por superficie y baja densidad de individuos para cada especie; lo cual es característico de los bosques secundarios. Además de poseer una gran cantidad de microhábitats que permite albergar una mayor diversidad de especies.

Riqueza

En cuanto al método de captura empleado, para el área total de estudio, mediante las trampas de bandeja amarilla se reportaron 168 especies.

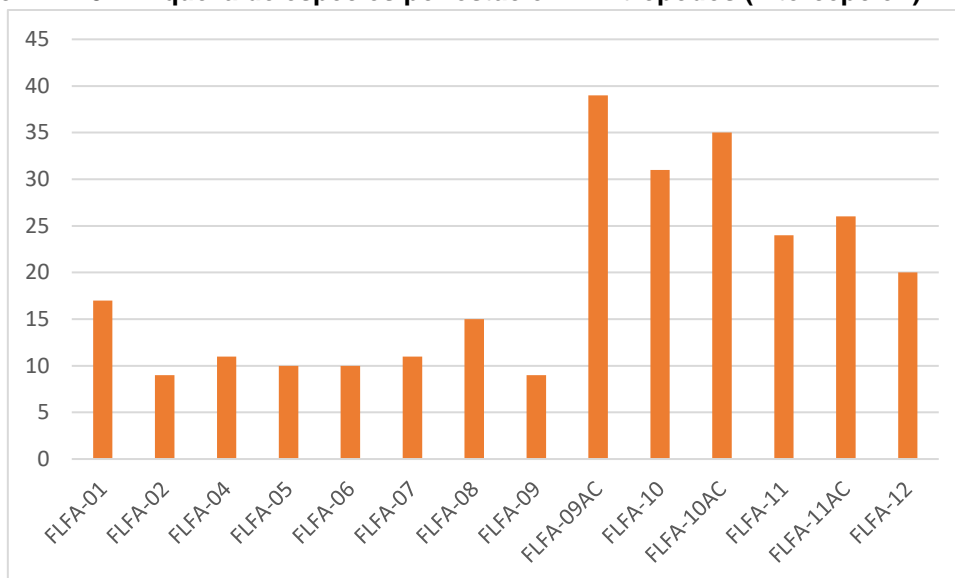
Gráfico 4.2- 193: Riqueza de especies por estación – Artropodos (Bandeja amarilla)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al método de captura empleado, para el área total de estudio, mediante las trampas de intercepción se reportaron 157 especies.

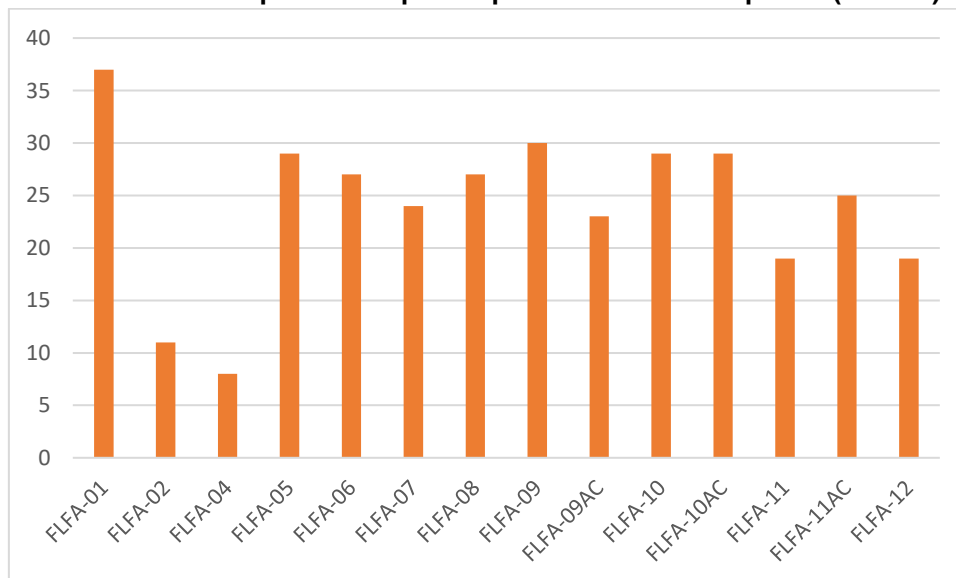
Gráfico 4.2- 194: Riqueza de especies por estación – Artropodos (Intercepción)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

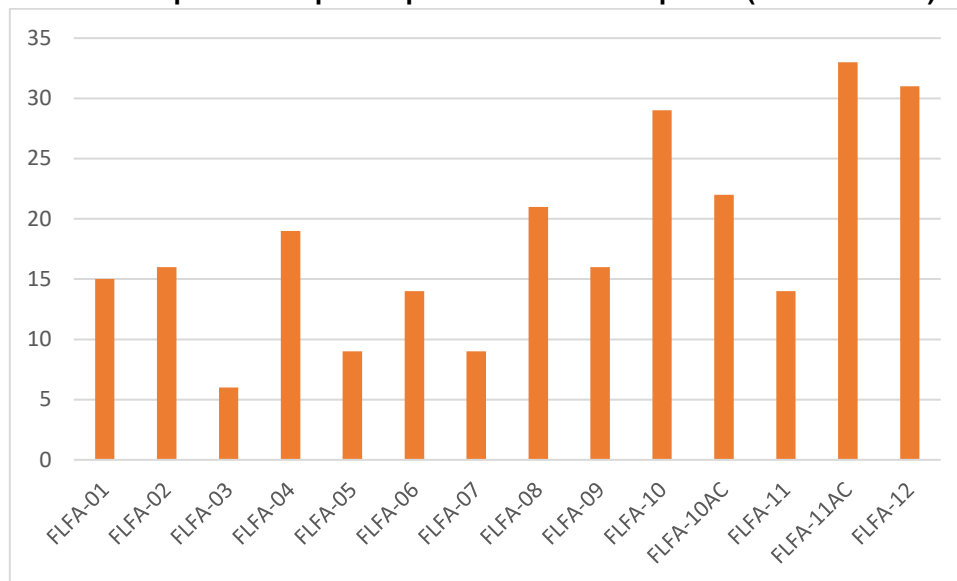
En cuanto al método de captura empleado, para el área total de estudio, mediante la captura directa, se reportaron 235 especies.

Gráfico 4.2- 195: Riqueza de especies por estación – Artropodos (Directa)



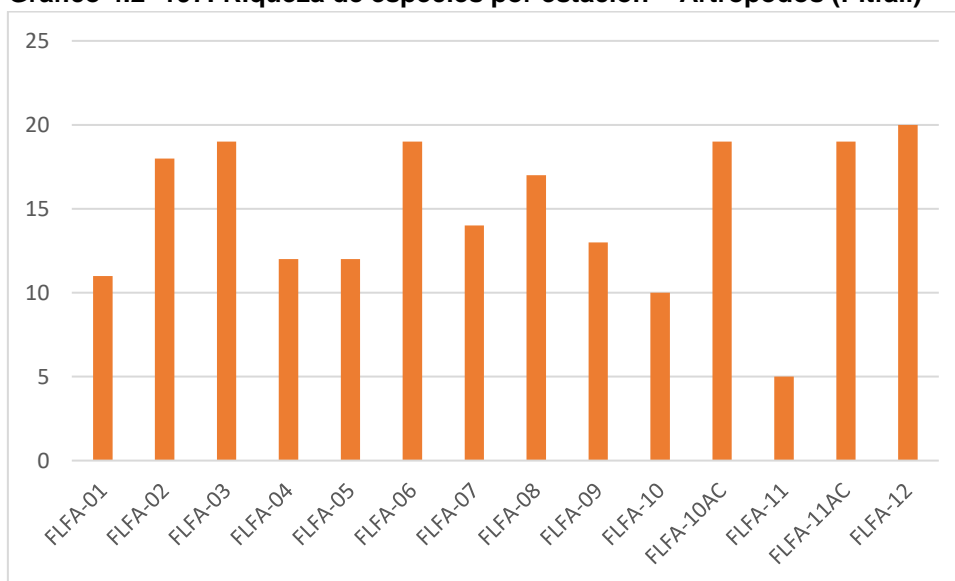
Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al método de captura empleado, para el área total de estudio, mediante las trampas de caída cebada con atún se reportaron 142 especies.

Gráfico 4.2- 196: Riqueza de especies por estación – Artropodos (Pitfall cebada)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al método de captura empleado, para el área total de estudio, mediante las trampas de caída cebada con frutas se reportaron 129 especies.

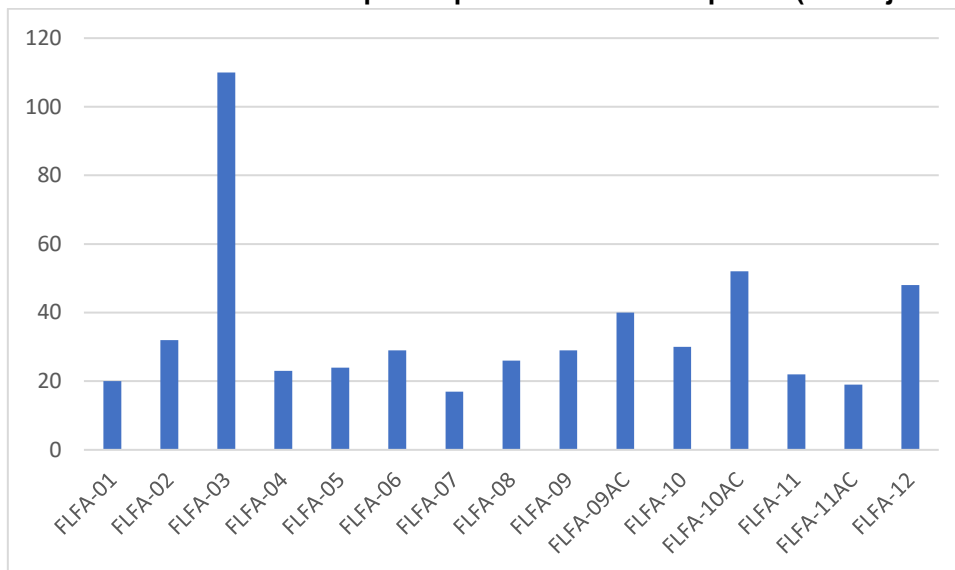
Gráfico 4.2- 197: Riqueza de especies por estación – Artropodos (Pitfall)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

En cuanto al método de captura empleado, para el área total de estudio, mediante las trampas de bandeja amarilla se reportaron 521 individuos.

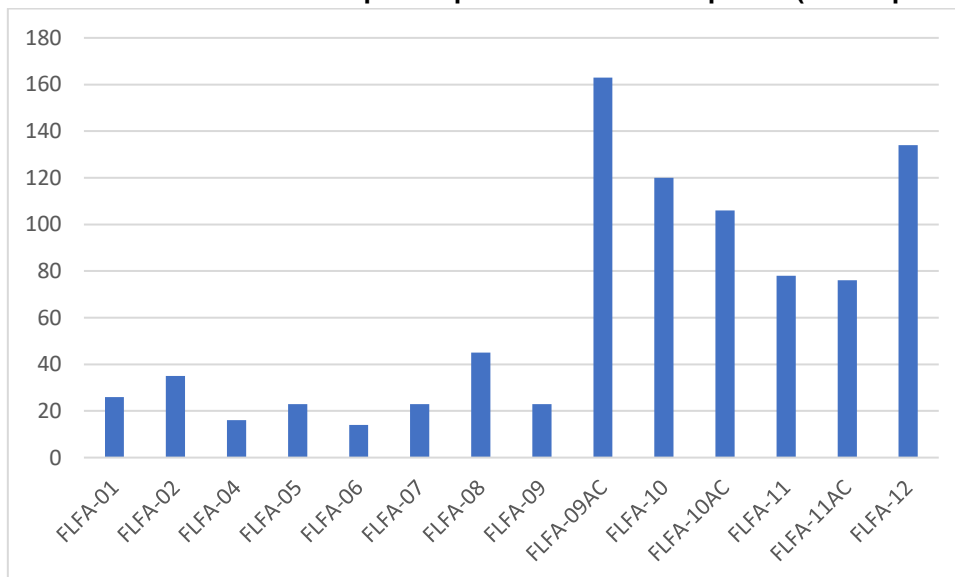
Gráfico 4.2- 198: Abundancia de especies por estación – Artropodos (Bandeja amarilla)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al método de captura empleado, para el área total de estudio, mediante las trampas de intercepción se reportaron 882 individuos.

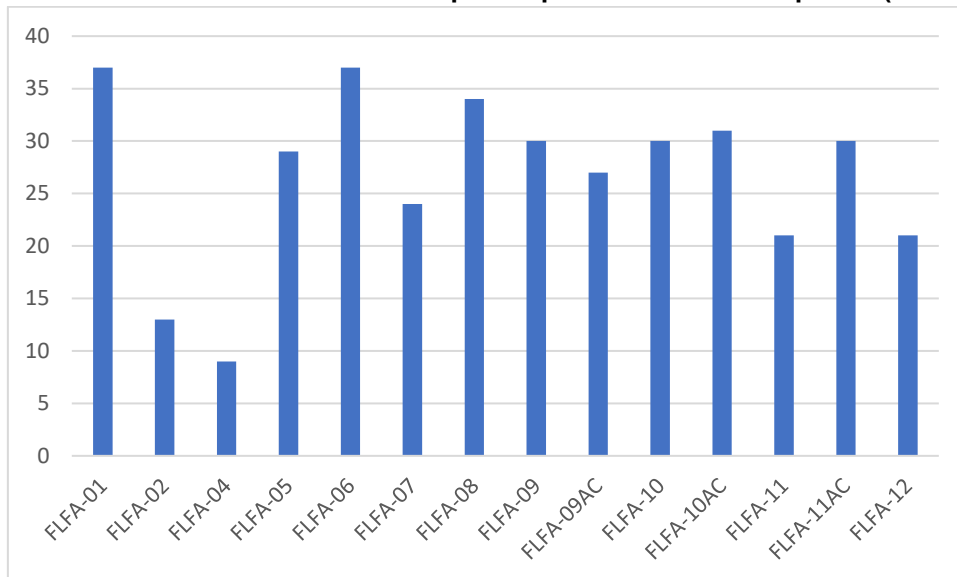
Gráfico 4.2- 199: Abundancia de especies por estación – Artropodos (Intercepción)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al método de captura empleado, para el área total de estudio, mediante la captura directa, se reportaron 373 individuos.

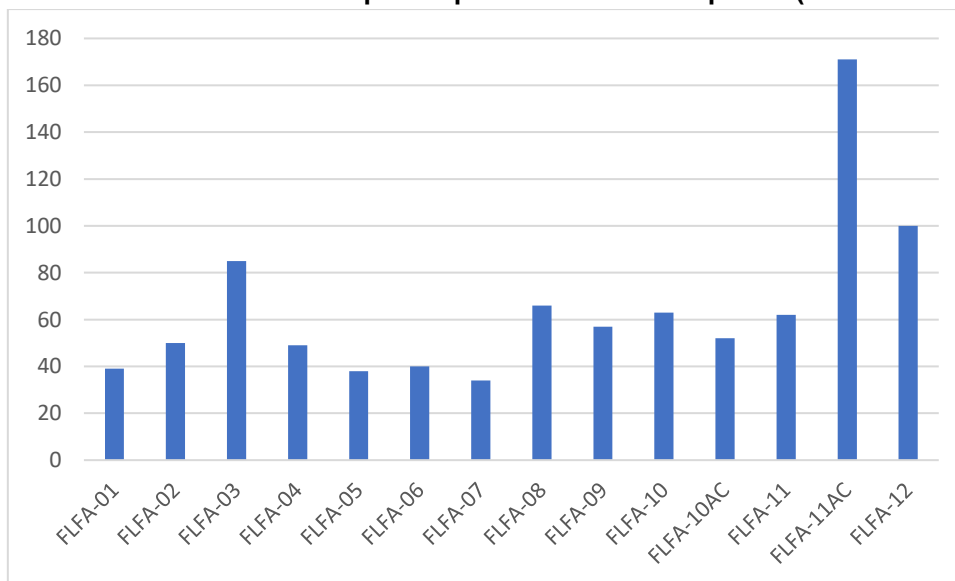
Gráfico 4.2- 200: Abundancia de especies por estación – Artropodos (Directa)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al método de captura empleado, para el área total de estudio, mediante las trampas de caída cebada con atún se reportaron 905 individuos.

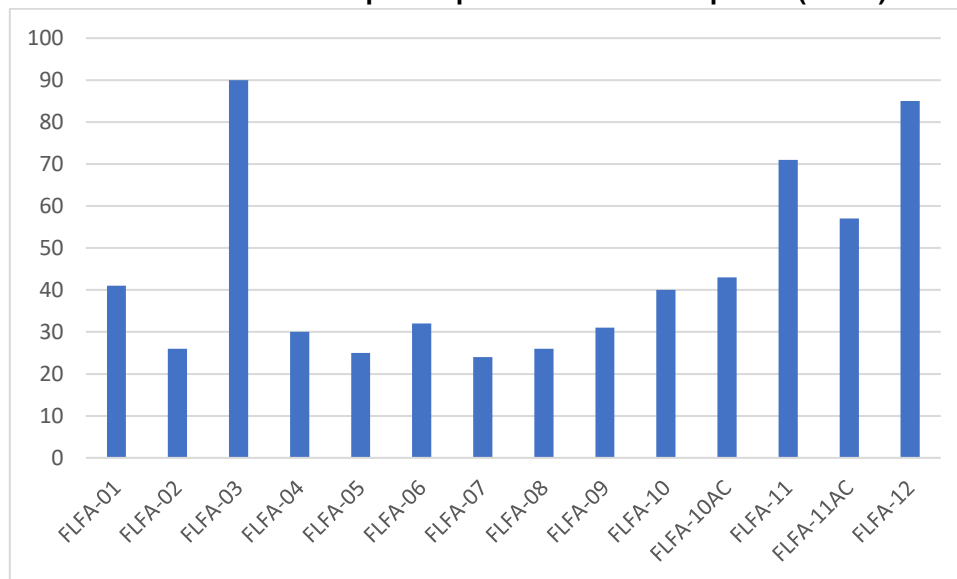
Gráfico 4.2- 201: Abundancia de especies por estación – Artropodos (Pitfall cebada)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al método de captura empleado, para el área total de estudio, mediante las trampas de caída cebada con frutas se reportaron 621 individuos.

Gráfico 4.2- 202: Abundancia de especies por estación – Artropodos (Pitfall)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Frecuencia

Las especies mas frecuentes en el area de evaluacion, corresponde a las hormigas (Formicidae) siendo la especie *Camponotus fastigatus* (25.35%) la que registra una mayor frecuencia (25.35%) y los grillos (Orthoptera) *Eneopterinae sp1* con un registro de (21.13%).

Tabla 4.2- 167: Frecuencia de especies de artrópodos

Orden	Familia	Especie	Abundancia	Frecuencia
Blattodea	Blaberidae	<i>Epilampra sp1</i>	13	18.31
Blattodea	Blaberidae	<i>Pycnoscelus nigra</i>	13	18.31
Blattodea	Blaberidae	<i>Pycnoscelus sp1</i>	10	14.08
Blattodea	Ectobiidae	<i>Capraiellus panzeri</i>	11	15.49
Blattodea	Ectobiidae	<i>Capraiellus sp1</i>	9	12.68
Blattodea	Ectobiidae	<i>Ectobiinae sp1</i>	13	18.31
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius batesi</i>	13	18.31
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius ohausi</i>	10	14.08
Hemiptera	Alydidae	<i>Alydidae sp1</i>	12	16.90
Hemiptera	Colobathristidae	<i>Colobathristidae sp1</i>	8	11.27
Hemiptera	Cydnidae	<i>Cydnidae sp1</i>	9	12.68
Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus balzani</i>	10	14.08
Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus cacticus</i>	11	15.49
Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus fastigatus</i>	18	25.35
Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus sp3</i>	9	12.68
Hymenoptera	Formicidae	<i>Acromyrmex sp2</i>	8	11.27
Hymenoptera	Formicidae	<i>Neoponera apicalis</i>	8	11.27
Hymenoptera	Formicidae	<i>Neoponera sp.</i>	10	14.08
Hymenoptera	Formicidae	<i>Neoponera sp1</i>	8	11.27
Hymenoptera	Formicidae	<i>Pachycondyla sp1</i>	12	16.90
Hymenoptera	Formicidae	<i>Pachycondyla sp2</i>	14	19.72
Orthoptera	Gryllidae	<i>Eneopterinae sp1</i>	15	21.13

Orden	Familia	Especie	Abundancia	Frecuencia
Orthoptera	Gryllidae	<i>Luzarinae sp1</i>	12	16.90

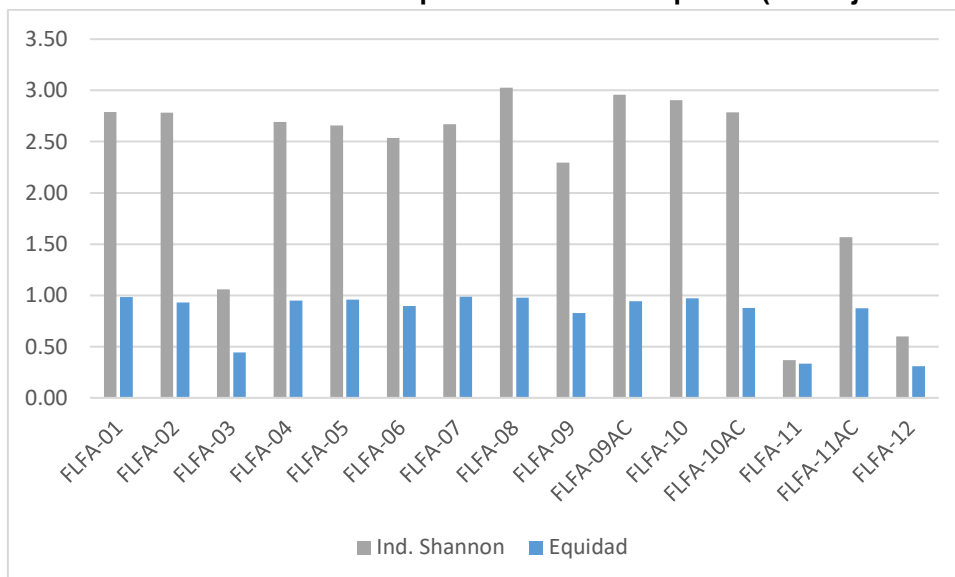
Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Alfa

En cuanto a la diversidad de Shannon-Wiener (H'), se observa que la diversidad es alta en las estaciones FLFA-10 y FLFA-10AC. Esto se debe al valor de la riqueza, no al valor de la equidad debido a que este fue mayor. El valor del índice de Equidad está influenciado por las especies dominantes y como se ha podido observar, en cada lugar evaluado, hay una o dos especies dominantes que hacen que en algunos casos la diversidad de Shannon-Wiener sea mayor en estas estaciones.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon, para el área total de estudio, mediante las trampas de bandeja amarilla se reporta el mayor valor en la estación FLFA-08 con 3.03 nits/ind.

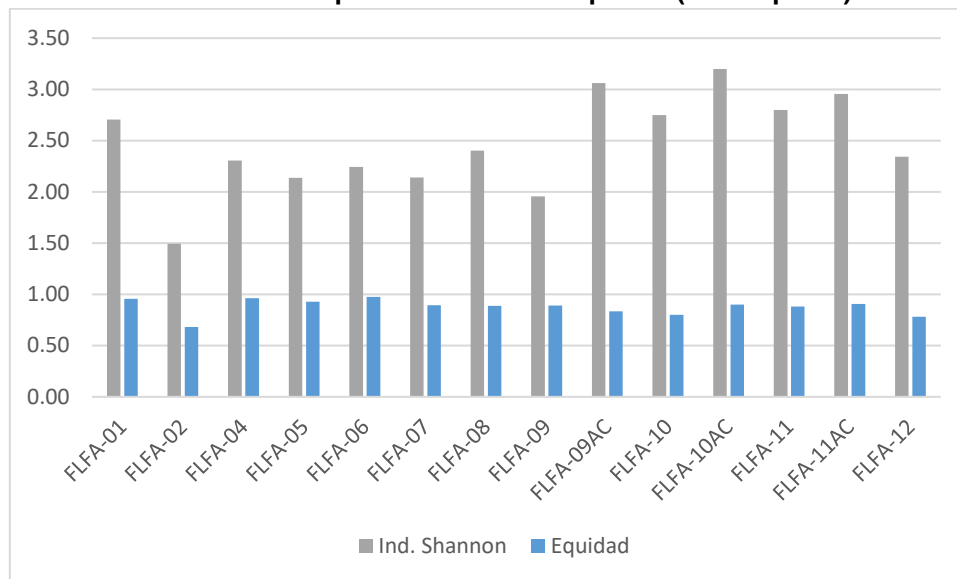
Gráfico 4.2- 203: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Bandeja amarilla)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon, para el área total de estudio, mediante las trampas de intercepción se reporta el mayor valor en la estación FLFA-10AC con 3.20 nits/ind.

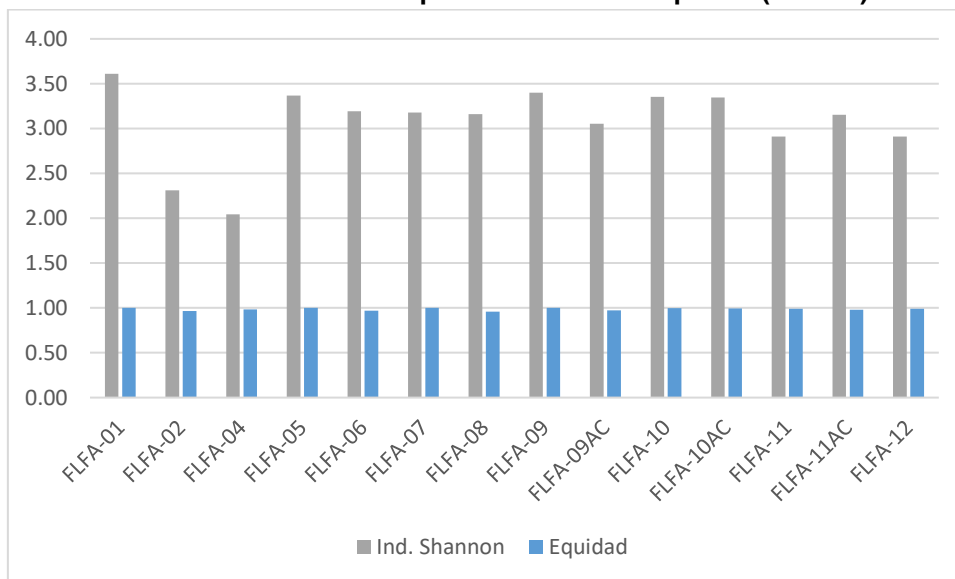
Gráfico 4.2- 204: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Intercepción)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon, para el área total de estudio, mediante la captura directa, se reporta el mayor valor en la estación FLFA-01 con 3.61 nits/ind.

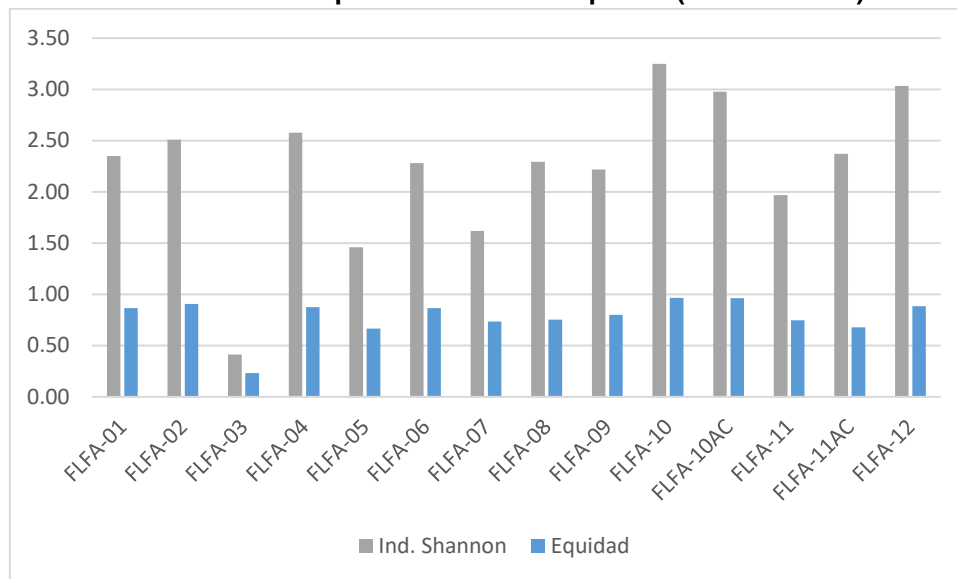
Gráfico 4.2- 205: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Directa)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon, para el área total de estudio, mediante las trampas de caída cebada con atún se reporta el mayor valor en la estación FLFA-10 con 3.25 nits/ind.

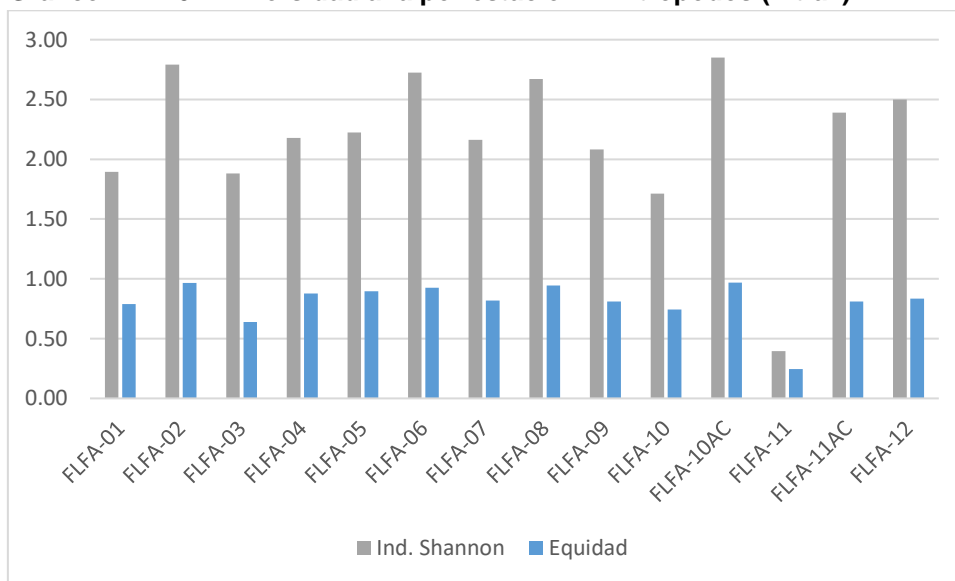
Gráfico 4.2- 206: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Pitfall cebada)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon, para el área total de estudio, mediante las trampas de caída cebada con frutas se reporta el mayor valor en la estación FLFA-10AC con 2.85 nits/ind.

Gráfico 4.2- 207: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Pitfall)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

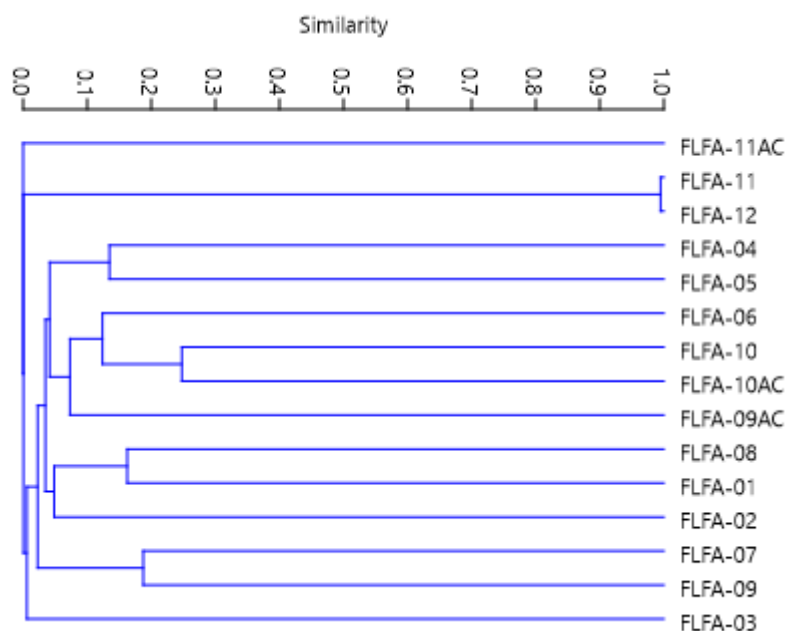
Diversidad Beta

El dendrograma de similitud construido con el índice de Morisita en donde se muestra a grupos definidos, que se unen por tener un índice de similitud menor al 50 %. Los grupos se forman porque la composición de especies entre estos pares es similar, pero no tanto. Se puede decir que cada estación de muestreo contribuyó con especies a la curva de acumulación de especies de manera general.

Es decir, en cada estación se encontró una combinación de especies diferente. Asimismo, como con los escarabajos, estos grupos están constituidos por estaciones que pertenecen a diferentes unidades de vegetación, confirmando lo que se había mencionado previamente, que la comunidad de Heliconiinae e Ithomiinae (Nymphalidae), tal como la comunidad de Scarabaeinae no caracteriza a las unidades de vegetación ya que estas se presentan como comunidades continuas en el espacio, sin preferencias entre las unidades de vegetación. Asimismo, se puede decir que esta comunidad de especies es característica de toda esa área, de la selva baja tropical, viéndolo desde una escala espacial más amplia.

En cuanto al índice de Morisita, para el área total de estudio, mediante las trampas de bandeja amarilla se reporta 01 agrupamiento con una similitud del 21% entre las estaciones FLFA-10 y FLFA-10AC

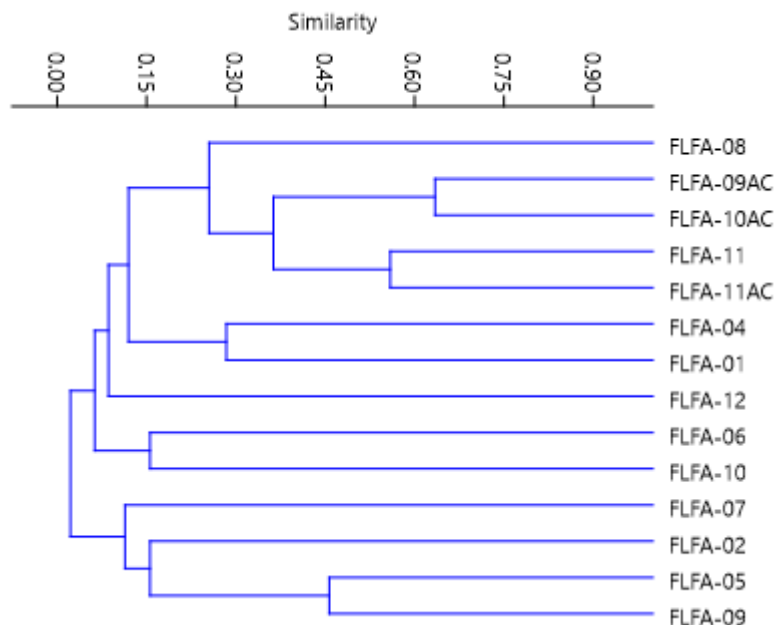
Gráfico 4.2- 208: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Bandeja amarilla)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al índice de Morisita, para el área total de estudio, mediante las trampas de intercepción se reporta 01 agrupamiento con una similitud del 62% entre las estaciones FLFA-09AC y FLFA-10AC.

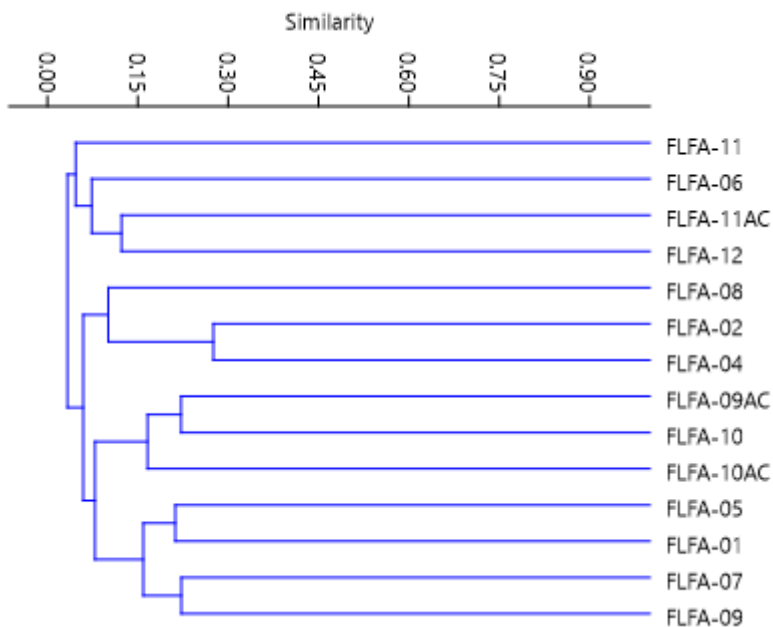
Gráfico 4.2- 209: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Intercepción)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

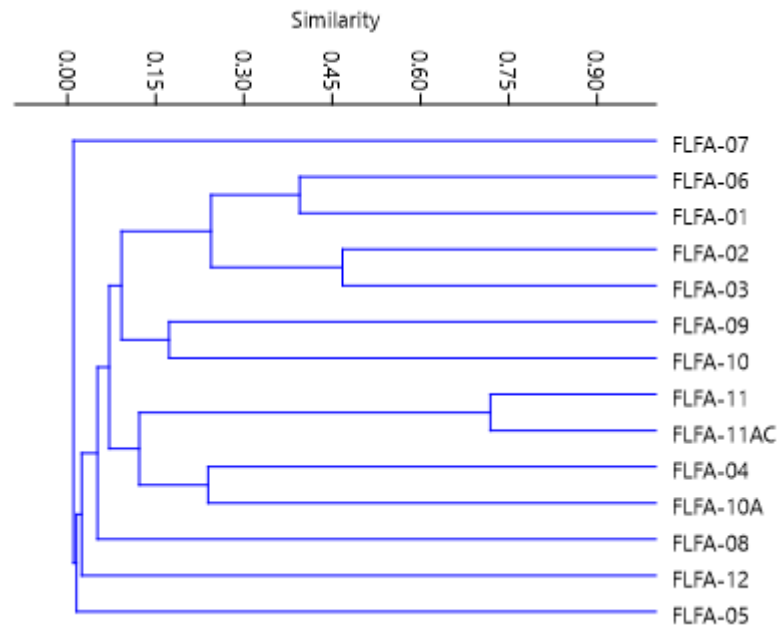
En cuanto al índice de Morisita, para el área total de estudio, mediante la captura directa, se reporta 01 agrupamientos con una similitud del 29% entre las estaciones FLFA-02 y FLFA-04.

Gráfico 4.2- 210: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Directa)



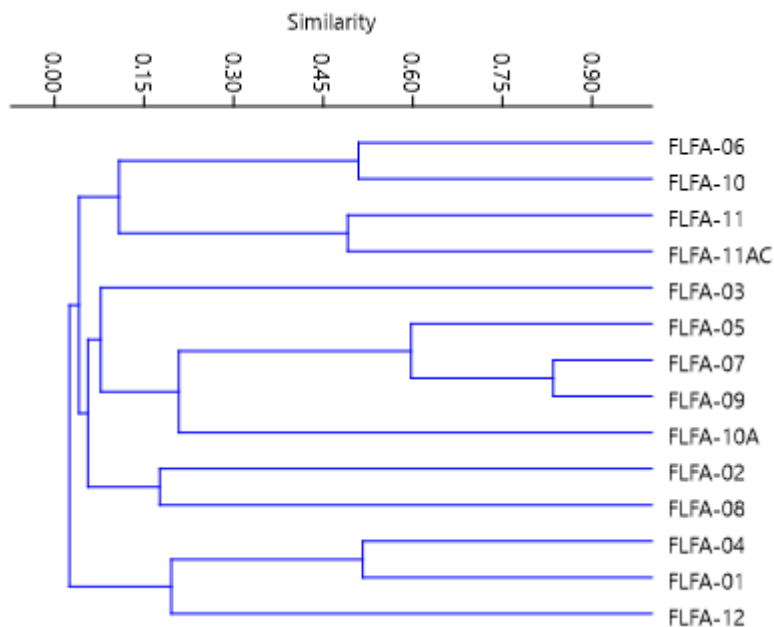
Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al índice de Morisita, para el área total de estudio, mediante las trampas de caída cebada con atún se reporta 01 agrupamiento con una similitud del 50% entre las estaciones FLFA-02 y FLFA-03.

Gráfico 4.2- 211: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Pitfall cebada)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al índice de Morisita, para el área total de estudio, mediante las trampas de caída cebada con frutas se 01 agrupamiento con una similitud del 80% entre las estaciones FLFA-08 y FLFA-09.

Gráfico 4.2- 212: Diversidad alfa por estación – Artropodos (Pitfall)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.4.5.2 Temporada Húmeda

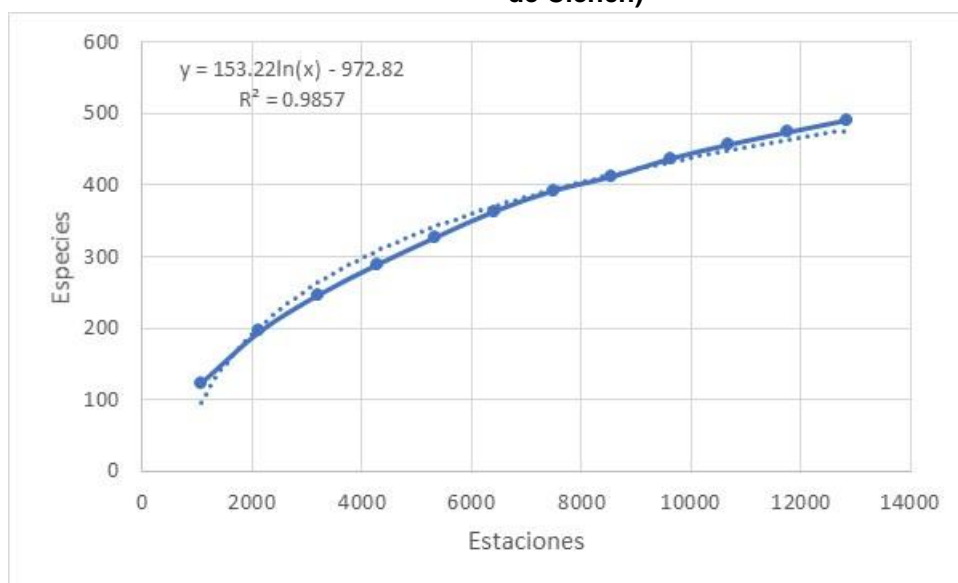
Curva de acumulación de especies

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cuantitativo, reuniendo los hallazgos para la flora. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 341 especies registrada una eficiencia del 98.5%.

$$V2=(153.22*(1-\exp(-972.82*v1))) / 972.82$$

Gráfico 4.2- 213: Curva de acumulación de especies de los artrópodos terrestres (Modelo de Clench)



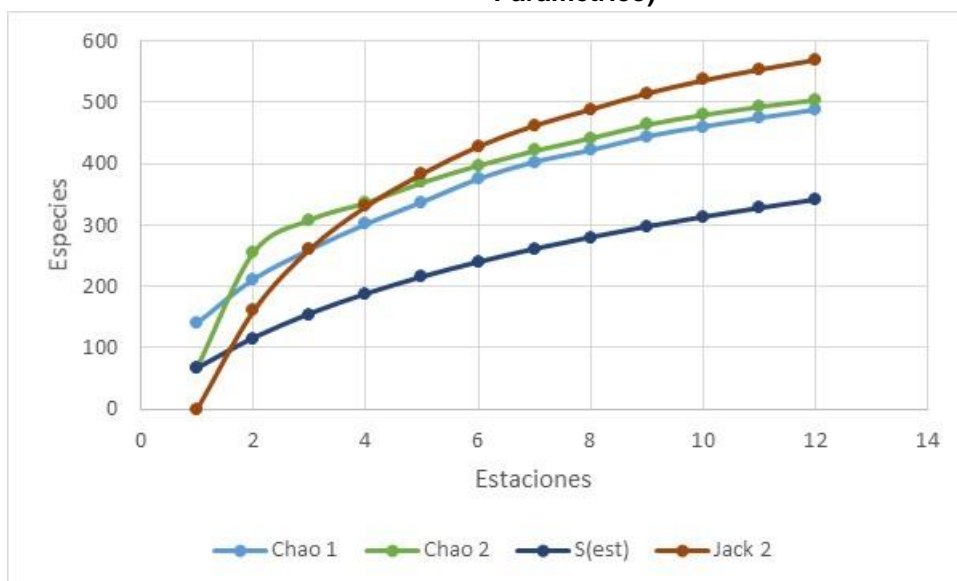
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 67.56% de la riqueza de especies según el estimador Chao2 (504.76 especies estimadas) y el 83.68% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Bootstrap (407.5 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 168: Curva de acumulación de especies de los artrópodos terrestres (No Paramétrico)

Estaciones		12
Abundancia		12828
Especies Observadas	(S)	341
Especies Estimadas	ACE	490.54
	Chao 1	487.26
	Chao 2	504.76
	Jackknife	489.50
	Bootstrap	407.50
Eficiencia	ACE	69.52
	Chao 1	69.98
	Chao 2	67.56
	Jackknife	69.66
	Bootstrap	83.68

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 214: Curva de acumulación de especies de los artrópodos terrestres (No Paramétrico)


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

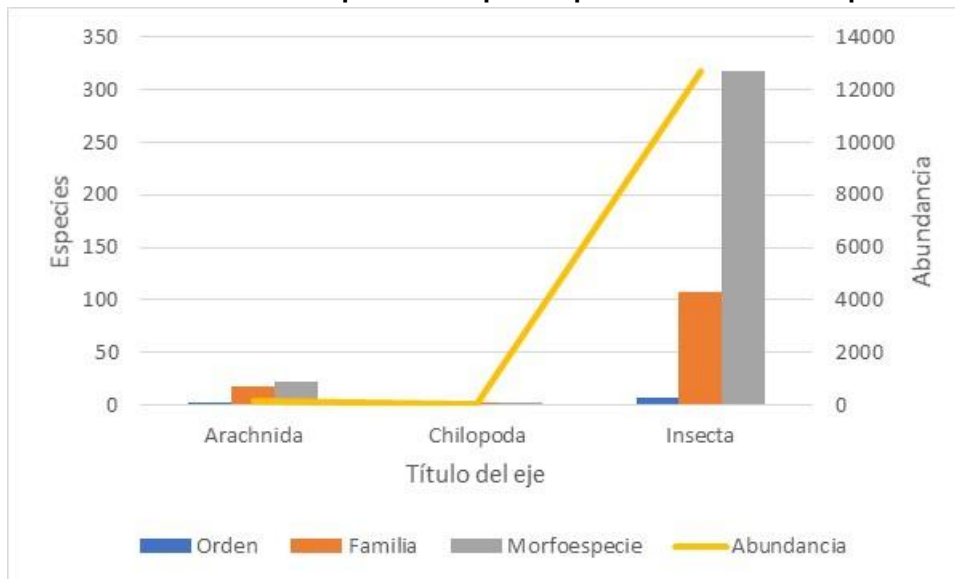
De acuerdo con los resultados de riqueza de especies, a nivel de Clase, el grupo Insecta muestra la mayor riqueza específica; 318 especies, 7 órdenes, 107 familias y 12701 individuos, este grupo presenta una alta diversidad de especímenes. Las otras clases, que representan a las "arañas" clase Arachnida reportan 2 órdenes, 17 familias, 22 especies con 126 individuos.

Tabla 4.2- 169: Riqueza de especies por Clase de los artrópodos terrestres

Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Abundancia
Arachnida	2	17	22	126
Chilopoda	1	1	1	1
Insecta	7	107	318	12701
Total	10	125	341	12828

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

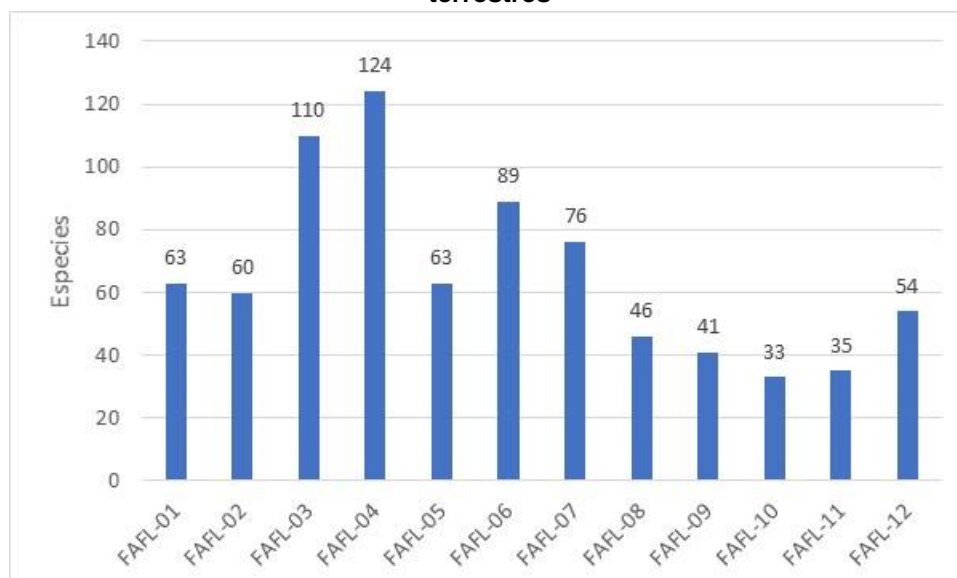
Gráfico 4.2- 215: Riqueza de especies por Clase de los artrópodos terrestres



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies por estación de evaluación, las estaciones FLFA-04 y FLFA-03, registran un mayor número de especies; 124 especies y 110 especies, respectivamente, en tanto que las estaciones FLFA-10 y FLFA-11 (33 y 35 especies, respectivamente), registran una menor diversidad específica.

Gráfico 4.2- 216: Riqueza de especies por estación de evaluación de de los artrópodos terrestres



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia y frecuencia de especies

Los resultados de la abundancia de individuos, a nivel de familias, el grupo de las "hormigas" *Crematogaster* sp. 1 (Familia Formicidae) muestra la mayor abundancia; 3920 individuos con una frecuencia 91.7%, *Camponotus* sp. 3 (Familia Formicidae) reporta 857 individuos con una frecuencia 91.7%, lo cual indica que este grupo se encuentra ampliamente distribuido en el área del proyecto.

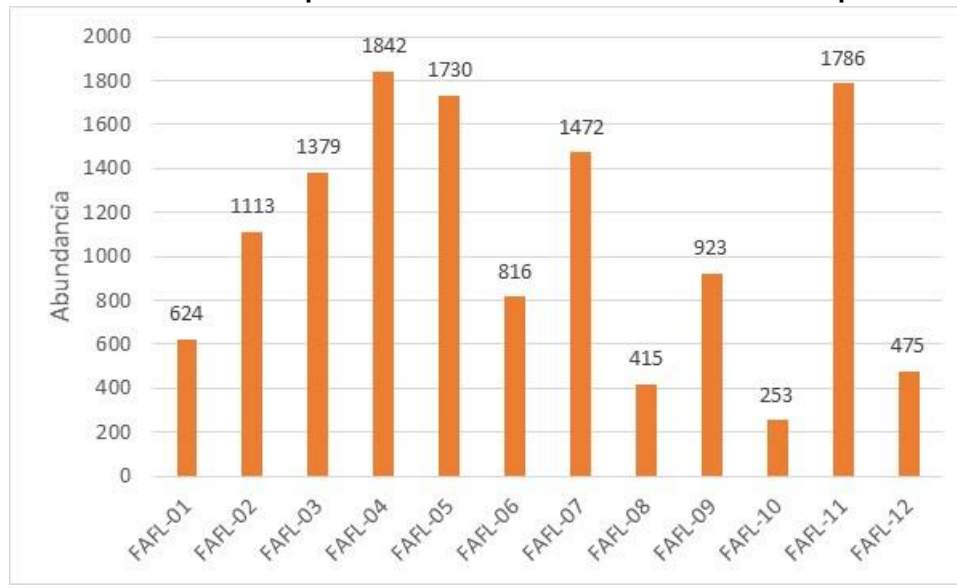
Tabla 4.2- 170: Abundancia y frecuencia de especies de los artrópodos terrestres

Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Abundancia	Frecuencia Relativa
Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus</i> sp. 3	857	91.7
Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Crematogaster</i> sp. 1	3920	91.7
Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Neoponera</i> sp. 1	500	83.3
Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Neoponera</i> sp. 2	390	75.0
Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	682	75.0
Insecta	Orthoptera	Phalangopsidae	Phalangopsidae sp. 1	45	75.0
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthon</i> sp. 3	116	66.7
Arachnida	Araneae	Salticidae	Salticidae sp. 1	17	58.3
Arachnida	Araneae	Lycosidae	Lycosidae sp. 1	15	58.3
Insecta	Diptera	Dolichopodidae	<i>Condyllostylus</i> sp. 1	21	58.3
Insecta	Diptera	Phoridae	Phoridae sp. 1	63	58.3
Insecta	Orthoptera	Acrididae	Acrididae sp. 1	38	58.3
Arachnida	Araneae	Corinnidae	Corinnidae sp. 1	6	50.0
Insecta	Coleoptera	Blattellidae	Blattellidae sp. 1	51	50.0
Insecta	Diptera	Sarcophagidae	<i>Helicobia</i> sp. 1	8	50.0
Insecta	Diptera	Micropezidae	Micropezidae sp. 1	46	50.0
Insecta	Hemiptera	Alydidae	Alydidae sp. 1	10	50.0
Insecta	Hymenoptera	Apidae	Apidae sp. 1	18	50.0
Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus</i> sp. 1	115	50.0
Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Odontomachus</i> sp. 1	26	50.0
Insecta	Hymenoptera	Halictidae	Halictidae sp. 1	10	50.0
Insecta	Hymenoptera	Sphecidae	Sphecidae sp. 1	11	50.0

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia por estación de evaluación, la estación FLFA-03AC registra la mayor abundancia, 703 individuos, siendo la especie de la familia Poaceae (gramíneas) *Stenotaphrum secundatum* la que registra 534 individuos. La estación FLFA-01, estación ubicada en el hábitat crítico Mishquiyacu Rumiyacu, registra 524 individuos, siendo la especie de la familia Poaceae (gramínea) *Paspalum* sp la que registra 78 individuos, en tanto que la estación FLFA-11AC (23 individuos), registra una menor abundancia.

Gráfico 4.2- 217: Abundancia por estación de evaluación de de los artrópodos terrestres



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Los resultados del análisis de diversidad alfa muestran que las estaciones FLFA-12 y FLFA-08 tienen los valores más altos para el índice de Simpson (1-D), con 0.93 y 0.91, respectivamente. En cuanto al índice de Shannon (H'), las estaciones FLFA-12 y FLFA-08 presentan los valores más altos, con 3.16 nits/individuo y 2.83 nits/individuo, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que estas estaciones no muestran homogeneidad en sus abundancias, reportando valores menores a 0.79.

Tabla 4.2- 171: Índices de diversidad alfa de de los artrópodos terrestres por estación

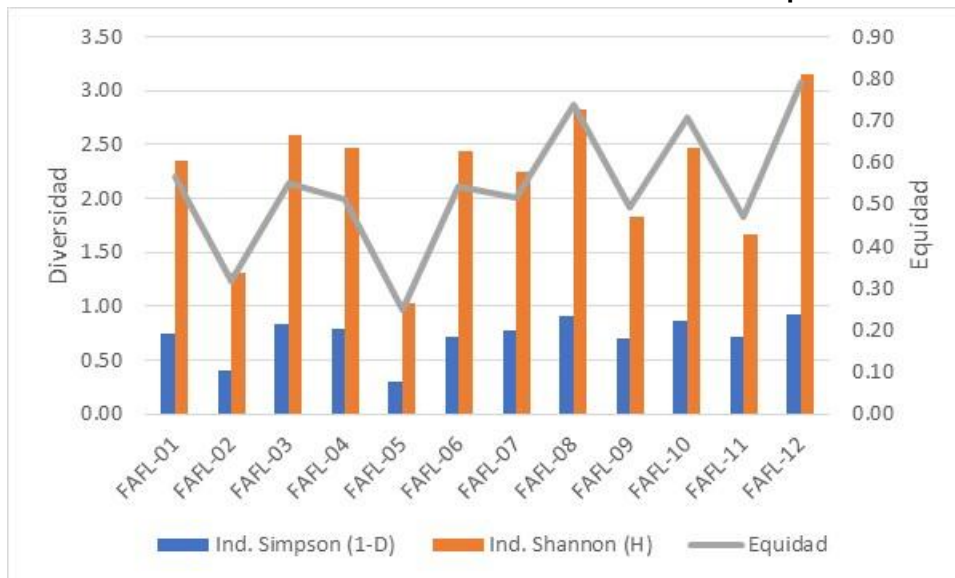
Parámetro	FAFL-01	FAFL-02	FAFL-03	FAFL-04	FAFL-05	FAFL-06	FAFL-07	FAFL-08	FAFL-09	FAFL-10	FAFL-11	FAFL-12
Especies	63	60	110	124	63	89	76	46	41	33	35	54
Abundancia	624	1113	1379	1842	1730	816	1472	415	923	253	1786	475
Ind. Simpson (1-D)	0.74	0.40	0.84	0.79	0.30	0.72	0.78	0.91	0.71	0.86	0.72	0.93
Ind. Shannon (H)	2.34	1.31	2.59	2.46	1.03	2.43	2.24	2.83	1.84	2.47	1.67	3.16
Equidad	0.57	0.32	0.55	0.51	0.25	0.54	0.52	0.74	0.49	0.71	0.47	0.79

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En general, los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.30$ y $1 - D = 0.91$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 1.84$ nits/individuo y $H' = 3.16$ nits/individuo. Como se muestra en el **Gráfico 4.2- 218**, la estación FLFA-12 presentó el valor más elevado de diversidad, debido a su riqueza específica ($S = 54$ especies) y alta equidad registrada ($J' = 0.79$); mientras que la estación FLFA-05 presenta los valores más bajos de diversidad para el índice de Shannon ($H' = 1.03$ nits/individuo) y Simpson ($1 - D = 0.30$), debido al bajo valor de

riqueza reportado y una alta dominancia de especímenes en esta estación (S = 63 especies y 1730 individuos).

Gráfico 4.2- 218: Evaluación de la diversidad alfa de los artrópodos terrestres

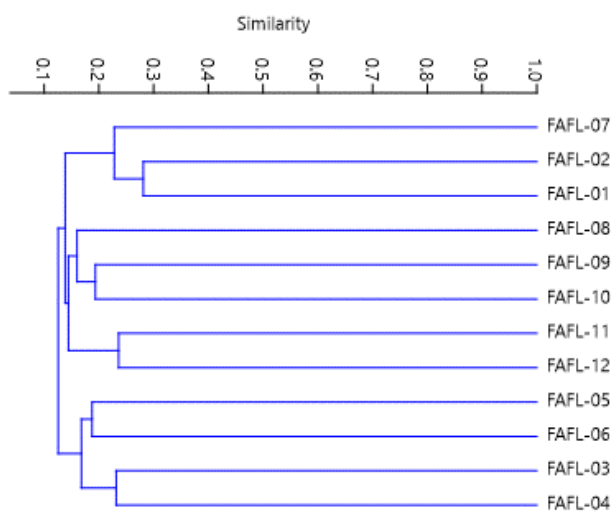


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad beta

Para la temporada húmeda, el análisis de diversidad beta obtenido mediante la evaluación de la presencia y/o ausencia de especies mediante el índice de Jaccard, muestra que no existe asociaciones entre las estaciones de evaluación, siendo la similitud entre las estaciones en la composición de sus especies menor a un 15%.

Gráfico 4.2- 219: Análisis de similitud de los artrópodos terrestres mediante el índice de Jaccard por estación de evaluación

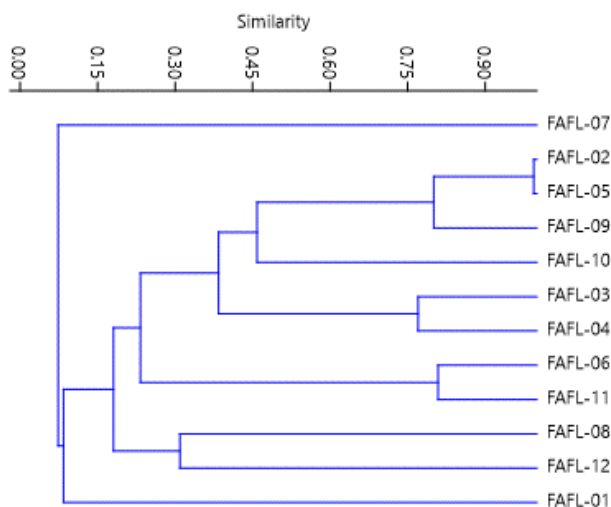


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, el análisis de diversidad beta obtenido mediante la evaluación de la abundancia de individuos, mediante el índice de Morisita. Los resultados muestran la formación de 3 grupos asociados por su similitud en la composición de sus abundancias.

El primer grupo que presenta una similitud del 78%, siendo este conformado por las estaciones FLFA-02, FLFA-05 y FLFA-09. El segundo grupo se encuentra formado por las estaciones FLFA-03 y FLFA-04 con una similitud del 77% y tercer grupo se encuentra formado por las estaciones FLFA-06 y FLFA-11 con una similitud del 81%.

Gráfico 4.2- 220: Análisis de similaridad de los artrópodos terrestres mediante el índice de Morisita por estación de evaluación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.5.4.5.3 Especies Clave

Todas las especies de Scarabaeinae (Scarabaeidae, Coleoptera) han sido categorizadas como detritívoros, coprófagos. A los detritívoros también se les saprófagos o descomponedores porque obtienen los nutrientes del detrito o la materia orgánica en descomposición. Los detritívoros constituyen una parte importante de los ecosistemas porque contribuyen a la descomposición y al reciclado de los nutrientes.

La descomposición de la materia orgánica en moléculas permite que las plantas puedan absorber los nutrientes y así continuar con el flujo de energía en la red trófica. Todas las especies de Heliconiinae e Ithomiinae (Nymphalidae, Lepidoptera) y de Arctiinae (Arctiidae, Lepidoptera) han sido categorizadas como herbívoros (folívoros en estado larval y nectarívoro en estado adulto). Un herbívoro es un animal que se alimenta principalmente de plantas

4.2.5.4.5.4 Uso Local

Se necesitan estudios específicos para determinar si las poblaciones locales emplean algunas de estas especies de insectos como recurso. Se tienen algunos estudios en donde han observado que en la región amazónica tienen como parte de su dieta a los insectos, pues consumen más de 40 variedades de gusanos y orugas que logran distinguir, llegando a consumir hasta 30 kilos por familia al año (Johnson & Behrens, 1972).

Asimismo, en algunas regiones se comen principalmente orugas, larvas de escarabajos y avispas, termitas, hormigas y arañas (Araujo & Becerra, 2007). Muchas de las especies de mariposas de la subfamilia Heliconiinae, familia Nymphalidae, son criadas en cautiverio y colectadas con fines ornamentales, científicos y como atractivo turístico

4.2.5.4.5.5 Especies Protegidas y/o Endémicas

En el área de estudio, ninguna de las especies registradas de Scarabaeinae (Scarabaeidae, Coleoptera); Heliconiinae e Ithomiinae (Nymphalidae, Lepidoptera) y Arctiinae (Arctiidae, Lepidoptera), registradas en ambas temporadas de evaluación están categorizadas en alguna lista de protección nacional (Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI) e internacional (Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)). Asimismo, no se han registrado especies endémicas.

En el Anexo 4.2.8-5 se muestra la lista total de Artrópodos terrestres registrado, para las dos temporadas de evaluación.

Anexo 4.2.8 Base de datos de Flora & Fauna (Anexo 4.2.8-5)

4.2.6 Ecosistemas acuáticos

Las comunidades hidrobiológicas cumplen diversas funciones en ecosistemas acuáticos (ríos, quebradas, lagunas, lagos, bosques humedos, pantanos y zonas inundables) como fijadores de energía, degradadores de materia orgánica, removedores de sedimento y controladores biológicos, entre otras; por esta razón, sus ciclos reproductivos, hábitos alimenticios, patrones de distribución y abundancia se encuentran estrechamente ligados a la dinámica natural y características del medio acuático.

En aguas continentales, los grupos fitoplanctónicos más representativos corresponden a las algas pertenecientes a las divisiones Bacillariophyta, Cyanophyta y Chlorophyta. El zooplancton que, por lo general, en ambientes acuáticos amazónicos, se encuentra en menor diversidad y abundancia que el fitoplancton, está representado principalmente por rotíferos, cladóceros, copépodos y protozoos. Por otro lado, el perifiton, definido como una comunidad compleja de microbiota (algas, bacterias, hongos, animales y detritus orgánico e inorgánico) que se encuentra asociada a un sustrato, cobra gran importancia tanto en ambientes lóticos como lénticos.

El bentos o macroinvertebrados bentónicos, son organismos que se ubican en el fondo de los cuerpos de agua y poseen un tamaño mayor a las 500 micras, están conformados por moluscos, larvas de insectos, crustáceos, nemátodos y otros invertebrados. Son considerados indicadores de la calidad del agua gracias a su alta sensibilidad a la polución (Roldán, 1999; Gonzáles del Tánago y García de Jalón, 1984; Bonada et al. 2006; Endara, 2012).

Finalmente, los peces cumplen funciones primordiales en el equilibrio de los ecosistemas acuáticos y son indicadores de calidad de agua por su capacidad de bioacumular sustancias tóxicas en sus tejidos. Muestran niveles de degradación y

además definen el éxito de restauración de los ecosistemas acuáticos (Aguilar, 2005), y son la principal fuente de proteínas para las comunidades nativas locales.

4.2.6.1 Estaciones de evaluación

Para la evaluación hidrobiológica (necton, perifiton, plancton y bentos), se establecieron un número de 8 estaciones de muestreo; río Mayo, río Gera y quebradas afluentes. Las estaciones fueron consideradas en base a la presencia de cuerpos de agua loticos o lenticos dentro del área del proyecto y considerando la permanencia de agua durante el año.

Para la determinación de las ocho (8) estaciones de evaluación hidrobiológica se consideraron los cuerpos de agua que cruzarían el trazo de la línea de transmisión (cruce con vanos entre torres), fuentes sensibles al trazo del proyecto, cercanas a los componentes auxiliares, que tengan accesibilidad, que sean representativos (fuentes colectoras).

Asimismo, se evaluó los parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto) en cada estación de muestreo. En la siguiente tabla se presentan las estaciones y ubicación de los puntos de evaluación de recursos hidrobiológicos.

Tabla 4.2- 172: Estaciones de Evaluación de Recursos Hidrobiológicos

Estación	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18S				Temporada		Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Profundidad	Ubicación Geográfica		
	Este	Norte	Control	Impacto	Muy húmeda	Húmeda			Distrito	Provincia	Departamento
HB-1	333720	9282545	C	-	X	X	Rio Mayo	Superficie	Zapatero	Lamas	San Martin
HB-2	324843	9287144	-	I	X	X	Qda. S/N	Superficie	Tabalosos	Lamas	San Martin
HB-3	320445	9290842	C	-	X	X	Qda. S/N	Superficie	Tabalosos	Lamas	San Martin
HB-4	316214	9296168	-	I	X	X	Qda. S/N	Superficie	Tabalosos	Lamas	San Martin
HB-5	305696	9303720	C	-	X	X	Qda. S/N	Superficie	Alonso de Alvarado	Lamas	San Martin
HB-6	298905	9310197	C	-	X	X	Qda. S/N	Superficie	Jejelepalacio	Moyobamba	San Martin
HB-7	292110	9325400	-	I	X	X	Rio Gera	Superficie	Moyobamba	Moyobamba	San Martin
HB-8	349253	9273243	C	-	X	-	L. Totorillayco	Superficie	Juan Guerra	San Martin	San Martin
HB-8A*	349386	9274051	C	-	-	X	L. Totorillayco	Superficie	Juan Guerra	San Martin	San Martin

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

(*) Estacion correspondiente a la estación HB-8, debido a dificultades de acceso en la temporada muy húmeda.

En el Mapa de Estaciones – Hidrobiología (LBB-BETA-17), se presenta la ubicación de las estaciones de evaluación de los ecosistemas acuáticos en el área del proyecto.

Anexo 4.2.10 Mapa de estaciones - Hidrobiología (LBB-BETA-17)

Asimismo, en el anexo de Registro fotográfico de Hidrobiología se evidencia el trabajo en campo de los especialistas y los paisajes de las estaciones de evaluación.

Anexo 4.2.3 Registro fotográfico – Hidrobiología

Además, en el anexo de Base de datos de hidrobiología, se presenta los registros hidrobiológicos evaluados para ambas temporadas.

Anexo 4.2.14 Base de datos Hidrobiología

Por último, en el anexo de Ensayo de análisis hidrobiológico – ALAB, se adjunta los reportes de análisis del laboratorio.

Anexo 4.2.11 Ensayo de Análisis Hidrobiológico - ALAB

4.2.6.2 Esfuerzo de muestreo

Considerando el diseño de muestreo y las metodologías propuestas, el esfuerzo de muestreo correspondiente a las comunidades de plancton (zooplancton y fitoplancton), perifiton, bentos y necton (peces) para ambiente acuático continental se presenta a continuación:

Tabla 4.2- 173: Resumen de evaluación de comunidades acuáticas continental

Comunidad		Nº Estaciones	Unidad de muestreo /red	Tiempo de muestreo	Número de réplicas/estación
Plancton	Fitoplancton	8	Cel/L, red de fitoplancton 20 micras	20 min	1
	Zooplancton	8	Org/L, red de fitoplancton 75 micras	20 min	1
Perifiton		8	Cel/cm ² , cepillo y/o espátula	30 min	3
Bentos		8	Org/m ² / red surber	30 min	3
Necton		8	Ind/m red de cerco, red manual y atarraya	60 min	5

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.3 Parámetros físicoquímicos

En la temporada muy húmeda, los cuerpos de agua evaluados presentan características neutras con valores de pH entre 6.4 a 7.5, con un moderado contenidos de iones (CE = 321 uS/cm a 443 uS/cm) y buena oxigenación (OD = 6.2 mg/l a 7.5 mg/l), condiciones que favorecen el desarrollo de la biota acuática.

En la temporada húmeda, los cuerpos de agua evaluados presentan características neutras a ligeramente básicas con valores de pH entre 7.10 a 8.12, con un moderado contenidos de iones (CE = 295 uS/cm a 506 uS/cm) y buena oxigenación (OD = 5.8 mg/l a 7.5 mg/l), condiciones que favorecen el desarrollo de la biota acuática.

Los parámetros fisicoquímicos evaluados se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 4.2- 174: Parametros fisicoquímicos evaluados en campo

Estación	Temporada Muy Húmeda				Temporada Húmeda			
	pH	CE (uS/cm)	Temp (°C)	OD (mg/l)	pH	CE (uS/cm)	Temp (°C)	OD (mg/l)
HB-1	7.5	316	25.1	7.5	8.09	406	25.2	6.5
HB-2	7,3	325	23.5	6.3	8.12	439	24.9	6.8
HB-3	6.9	321	25.0	6.4	7.90	506	25.4	7.5
HB-4	7.1	443	22.1	6.2	7.30	340	25.3	5.8
HB-5	7.4	456	23.2	7.2	7.10	386	25.0	6.9
HB-6	6.8	325	24.5	6.8	8.25	295	24.0	6.3
HB-7	6.4	336	21.2	6.5	7.99	419	23.9	7.1
HB-8	7.5	405	23.0	6.7	-	-	-	-
HB-8A	-	-	-	-	7.53	826	25.6	5.6

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4 Metodología de evaluación

La evaluación hidrobiológica se desarrolló en 8 estaciones establecidas en cuerpos de agua lóticos presentes en el área de proyecto. En cada estación de evaluación se abarcó una longitud de 100 m del tramo del río o quebrada para la evaluación de todas las comunidades hidrobiológicas empleando, un tiempo aproximado de 20 a 60 minutos por taxa, por cada estación considerando un horario de trabajo diurno de 07:00 horas 16:00 horas.

El muestreo fue de tipo cualitativo y cuantitativo, e incluyó los componentes plancton (fitoplancton y zooplancton), perifiton, bentos y necton (especies de interés ornamental y de subsistencia), así como la medición de parámetros físicos y químicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto). Cabe señalar que, en cada estación se realizó una caracterización del hábitat. En el anexo de Descripción biofísica se detalla la mencionada caracterización.

Anexo 4.2.12 Descripción Biofísica - Hidrobiología

El material biológico colectado fue analizado en un laboratorio debidamente acreditado por INACAL (ALAB). Los certificados de análisis emitidos por el laboratorio se presentan en el anexo Constancias de depósitos de material biológico.

Anexo 4.2.15 Contancias de depósitos de material biológico

En el proyecto se evaluaron diferentes ambientes lóticos lo que imposibilita el que se pueda mantener un mismo hábitat para todas las estaciones de muestreo, por lo que se tomó en cuenta las sugerencias de la metodología de multihabitat de Stevenson & Lorens (en: Barbour et al., 1999). Al respecto, se colectó una muestra compuesta de todos los sustratos y hábitats disponibles en el sitio de colecta.

Las indicaciones para definir las técnicas de colecta en relación al sustrato están basadas en el documento denominado: Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton

(peces) en aguas continentales del Perú (Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014).

A continuación, se presenta las metodologías propuestas en función de cada comunidad hidrobiológica:

4.2.6.4.1 Evaluación de fitoplancton

Son organismos uni y pluricelulares (microalgas y algas filamentosas) que carecen de movimiento propio, realizan fotosíntesis, producen materia orgánica, constituyendo los organismos productores. Se colectó muestras sub-superficiales en la región limnética y en el medio de los ríos y quebradas, filtrando 40 litros de agua por muestra con una red de plancton de 25 micras (Riofrio et al., 2003).

Las muestras de fitoplancton se fijaron con 4 ml de Lugol al 1% (Le Gresley & McDermott, 2010, Azevedo & Bonecker, 2003). El material filtrado se colocó en frascos de polietileno de 250 ml debidamente etiquetados y fijados.

4.2.6.4.2 Evaluación de zooplancton

Comprende diferentes grupos de animales de ciclo vital corto (días y/o semanas) con dimensiones de 100 micras hasta algunos milímetros. Constituyen los organismos consumidores de primer orden. Se colectaron muestras sub-superficiales en la región limnética y en el medio de los ríos y quebradas, filtrando 40 litros de agua por muestra con una red de plancton de 75 micras (De Azevedo & Bonecker, 2003; Choueri et al., 2005; José de Paggi & Paggi, 2008).

Las muestras de zooplancton se fijaron con 4 ml de Lugol al 1% (Le Gresley & McDermott, 2010, Azevedo & Bonecker, 2003). El material filtrado se colocó en frascos de polietileno de 250 ml debidamente etiquetados y fijados.

4.2.6.4.3 Evaluación de perifiton

Para la evaluación del perifiton, en cada punto de muestreo se realizó el raspado de un área de 25 cm², fueron colectadas 3 réplicas por estación de muestreo. Para colectar el material raspado se enjuagó con 100 ml de agua destilada mediante el uso de frascos lavadores.

Después de colectar las muestras y almacenarlas en frascos de 250 ml, se le agregó el preservante Lugol al 1% (entre 0.5 a 1 ml), evitando que la cantidad agregada exceda la capacidad máxima del frasco.

4.2.6.4.4 Evaluación de macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos constituyen un importante componente de los ecosistemas acuáticos, puesto que cumplen una función ecológica fundamental debido a su posición dentro de la cadena trófica. Además, son bastante apropiados para evaluar los impactos específicos del ambiente, debido a que son particularmente sensibles a los cambios y tienen naturaleza sedentaria, lo que permite un análisis espacial de los

efectos de las perturbaciones. Por ello, se han elaborado numerosos métodos e índices para su análisis (Barbour et al., 1999; Rosenberg & Resh, 1993).

Las muestras fueron colectadas en ríos y quebradas con una red Suber de marco metálico de 30 x 30 cm de área y 400 micras de abertura de malla. Esta red fue colocada en posición inversa a la corriente de los ambientes acuáticos en la zona de orilla y se removió con la mano el área demarcada (Roldán, 1992), para que los organismos se depositen dentro de la red.

Con el objetivo de obtener la mayor representatividad posible de microhábitats presentes en cada una de las estaciones, se tomaron tres (03) repeticiones por estación, las cuales serán almacenadas en frascos de plástico de 500 ml, debidamente rotulados por replica. Cada repetición fue tomada en distintas zonas del cuerpo de agua, considerándose evaluaciones tanto en orilla como mitad del río. La fijación de las muestras obtenidas fue directa agregando 150 ml de alcohol al 70%. Posteriormente el tamizado de las muestras se realizó con malla de 0.5 mm.

4.2.6.4.5 Evaluación de necton (peces)

Para la colecta de peces se aplicó una técnica de captura activa, empleando redes de arrastre a orilla de 10 m de largo y 2 metros de profundidad, con una abertura de malla de 5 mm. Esta metodología se desarrolló en áreas libres de obstrucciones (rocas, troncos etc.), y el número de arrastre dependió de los resultados de una curva acumulada de especies realizado por el especialista.

Para zonas de vegetación marginal, y zona de difícil acceso se complementará la colecta con una red de atarraya (10 lances de unidad de esfuerzo) de 6 kg, cuyo diámetro de abertura fue de 2 m y con una abertura de malla de 1 cm. Esta red ofrece buenos resultados permitiendo obtener una lista más completa de la riqueza de los ambientes del área del proyecto. El espacio de tiempo entre los lances fue de 10 minutos aproximadamente, y el tiempo de evaluación total fue de 30 minutos por estación de muestreo.

Asimismo, en zonas con un escaso caudal, se emplearon redes de mano, Cabe mencionar que, para la identificación de las especies, se colectó un máximo de dos individuos por especie, las cuales fueron identificadas en campo, siendo posteriormente devueltas de forma inmediata a su hábitat natural.

4.2.6.4.6 Evaluación de macrófitas

La evaluación de macrofitas se realizó en las ocho (8) estaciones de muestreo, denominadas HB1, HB2, HB3, HB4, HB5, HB6, HB7 y HB8. La metodología consistió en seleccionar un transecto de 100 metros a lo largo de la orilla, que incluyó la mayor variedad posible de hábitats.

4.2.6.5 Resultados

4.2.6.5.1 Perifiton

4.2.6.5.1.1 Temporada Muy Húmeda

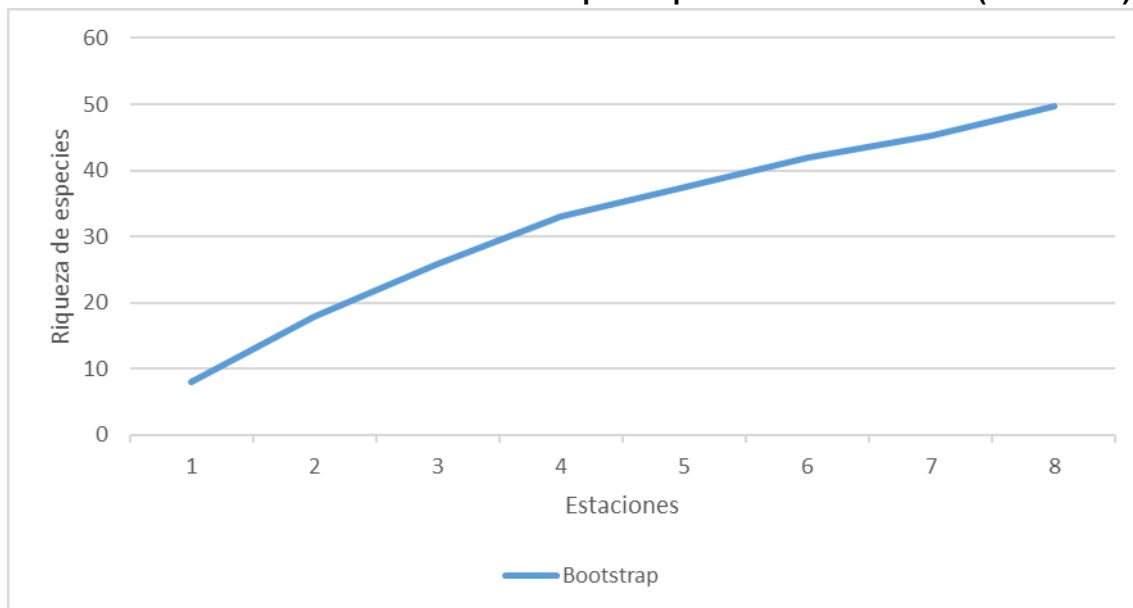
Análisis Cualitativo

La evaluación del perifiton se realizó en ocho (08) estaciones de muestreo, denominadas HB1, HB2, HB3, HB4, HB5, HB6, HB7 y HB8. A continuación, se presentan los resultados del análisis cualitativo de la comunidad de perifiton registrada en el área de influencia del proyecto durante la época muy húmeda, en la cual se identificaron un total de 40 especies, agrupadas en 33 familias, 23 órdenes, 11 clases y 8 phyla/divisiones.

Curva de Acumulación

Se elaboró una curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cualitativo de las ocho (08) estaciones de evaluación, reuniendo los hallazgos para la comunidad de perifiton. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013) y STATISTICA versión 10 (StatSoft Inc. 2011).

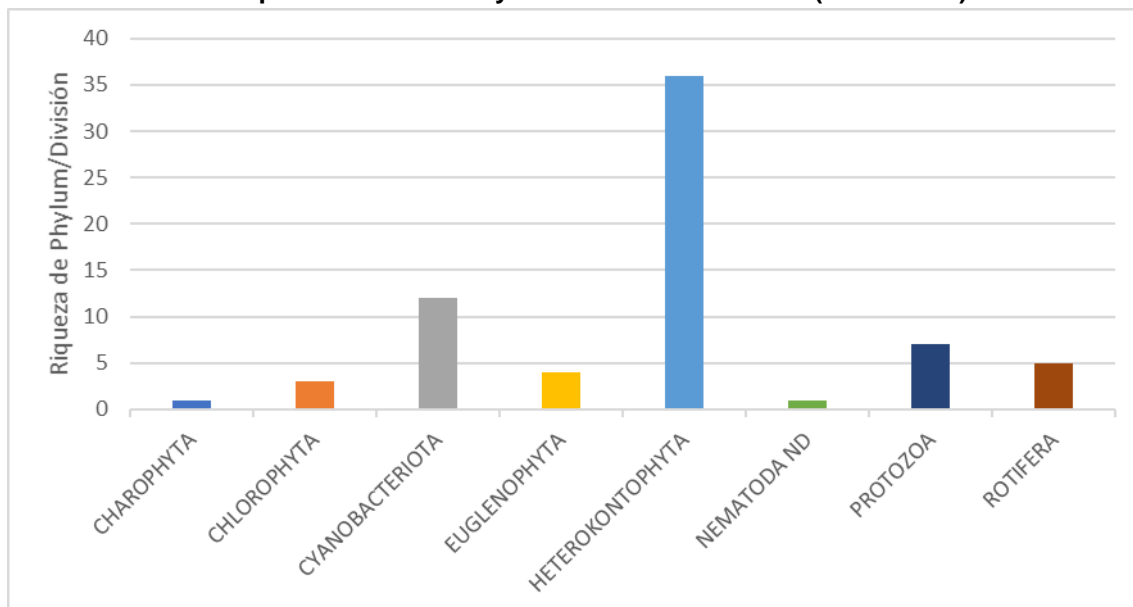
Para la realización de la curva de acumulación de especies se realizó la estimación del modelo de Clench a partir de un total de 40 especies registradas. De acuerdo con el modelo, la asíntota de la curva se alcanza al llegar a las 50 especies para la comunidad de perifiton, donde las especies observadas representan el 80.47% del total de especies esperadas, logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Gráfico 4.2- 221: Curva de acumulación de especies por estación – Perifitón (Cualitativo)

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza

De acuerdo con los resultados de riqueza del análisis cualitativo a nivel de Phylum/División, el grupo Heterokontophyta muestra la mayor riqueza con un total de 36 registros, seguido por Cyanobacteriota con 12 registros y Protozoa con siete (07) registros.

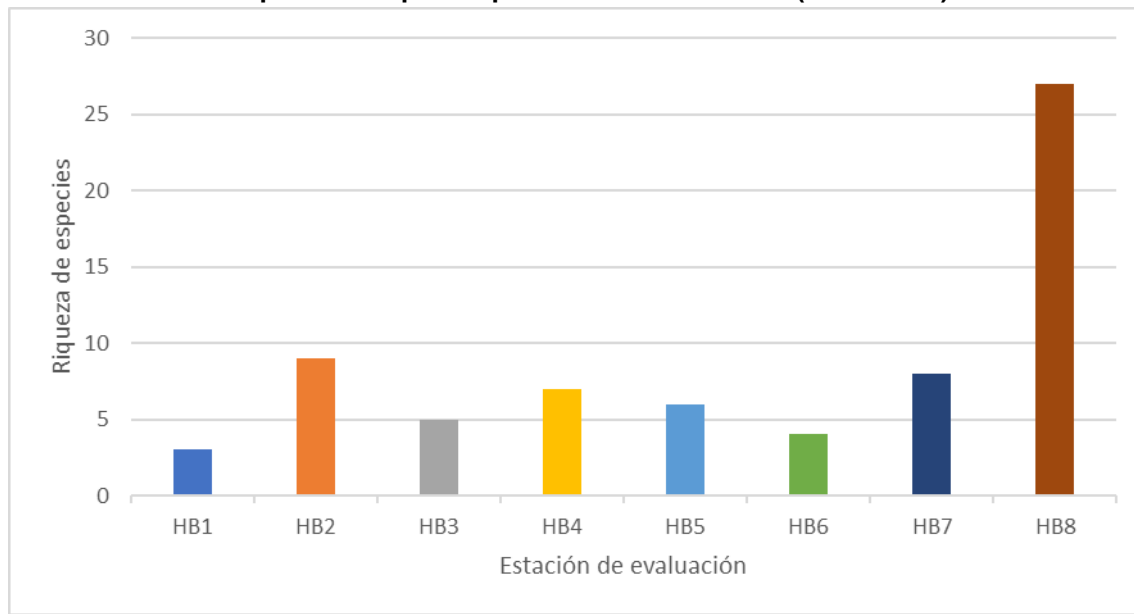
Gráfico 4.2- 222: Riqueza a nivel de Phylum/División – Perifitón (Cualitativo)

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, los resultados de riqueza de especies del análisis cualitativo, se observó que la mayor riqueza taxonómica se registró en la estación HB8, donde se presentaron 27 especies; seguida de la estación HB2, con nueve (09); y luego de la estación HB7

reportando ocho (08) especies. Las estaciones con el menor número de especies fueron HB6 y HB1, las cuales presentaron cuatro (04) y tres (03) especies, respectivamente.

Gráfico 4.2- 223: Riqueza de especies por estación – Perifitón (Cualitativo)

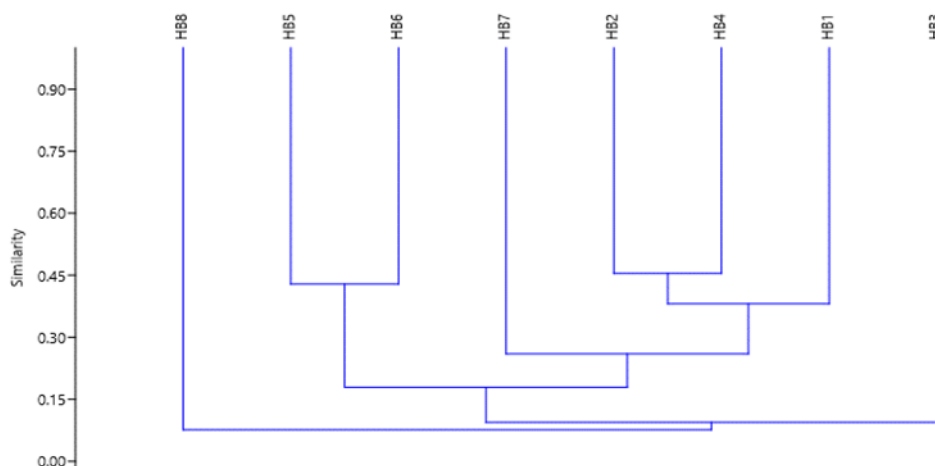


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Beta

Con los resultados obtenidos del análisis cualitativo, se evaluó la similitud entre las estaciones de muestreo mediante el índice de Jaccard. Los resultados muestran la formación de varios grupos y subgrupos, de los cuales ninguno presenta una similitud superior al 50%. Sin embargo, se observan dos (02) subgrupos con una similitud mayor al 40%, uno compuesto por las estaciones HB2 y HB4, y el otro por las estaciones HB5 y HB6. Por otro lado, las estaciones HB3 y HB8 son las que menos se asemejan al resto, separándose del clúster principal.

Gráfico 4.2- 224: Índice de Jaccard por estación – Perifiton (Cualitativo)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Análisis Cuantitativo

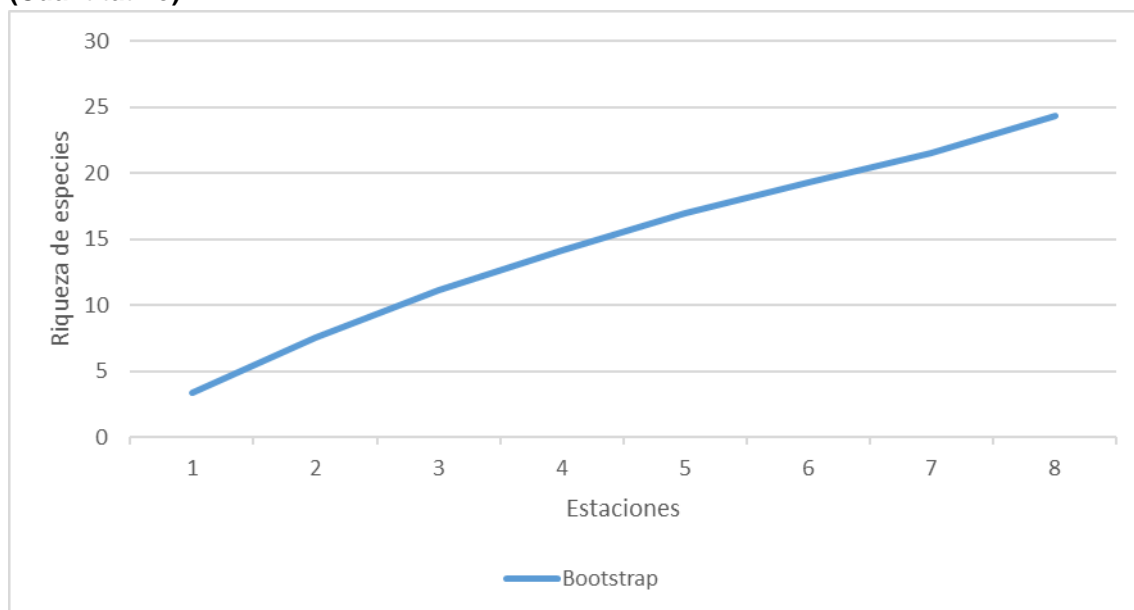
La evaluación del perifiton se realizó en ocho (08) estaciones de muestreo, denominadas HB1, HB2, HB3, HB4, HB5, HB6, HB7 y HB8. A continuación, se presentan los resultados del análisis cuantitativo de la comunidad de perifiton registrada en el área de influencia del proyecto durante la época muy húmeda, en la cual se identificaron un total de 19 especies, agrupadas en 16 familias, 13 órdenes, seis (06) clases y seis (06) phyla/divisiones. Es importante mencionar que en las estaciones HB1 y HB3 no se presentaron registros.

Curva de Acumulación

Se elaboró una curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cuantitativo de las ocho (08) estaciones de evaluación, reuniendo los hallazgos para la comunidad de perifiton. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013) y STATISTICA versión 10 (StatSoft Inc. 2011).

Para la realización de la curva de acumulación de especies se realizó la estimación del modelo de Clench a partir de un total de 19 especies registradas. De acuerdo con el modelo, la asíntota de la curva se alcanza al llegar a las 24 especies para la comunidad de perifiton, donde las especies observadas representan el 78.22% del total de especies esperadas, logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Gráfico 4.2- 225: Curva de acumulación de especies por estación – Perifitón (Cuantitativo)

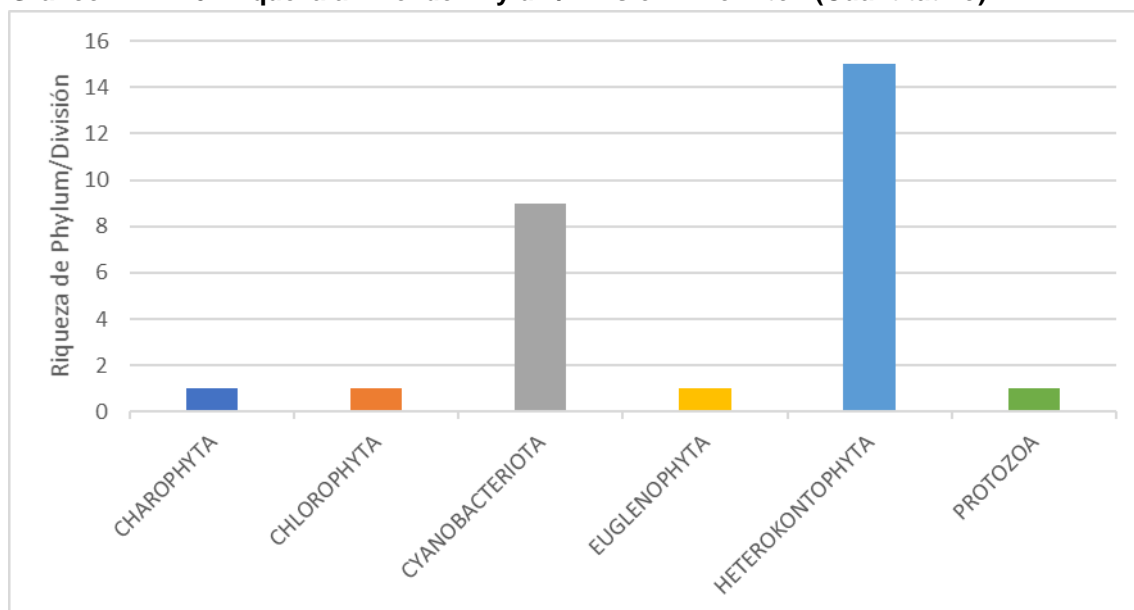


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza

De acuerdo con los resultados de riqueza del análisis cuantitativo a nivel de Phylum/División, el grupo Heterokontophyta muestra la mayor riqueza con un total de 15 registros, seguido por Cyanobacteriota con nueve (09) registros y los grupos restantes con solo un (01) registro cada uno.

Gráfico 4.2- 226: Riqueza a nivel de Phylum/División – Perifitón (Cuantitativo)

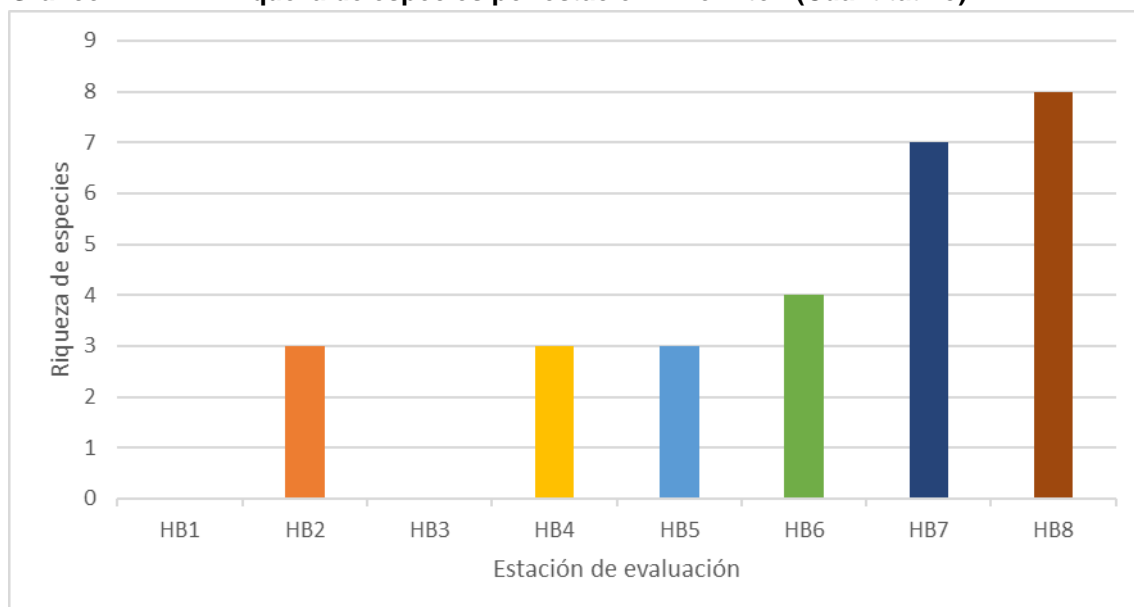


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, respecto a los resultados de riqueza de especies del análisis cuantitativo, se observó que la mayor riqueza taxonómica se registró en la estación HB8, donde se

presentaron ocho (08) especies; seguida de la estación HB7, con siete (07); y luego de la estación HB6 reportando cuatro (04) especies. Las estaciones con el menor número de especies fueron HB2, HB4 y HB5, las cuales presentaron tres (03) especies cada una. Mientras que en las estaciones HB1 y HB3 no se presentaron registros.

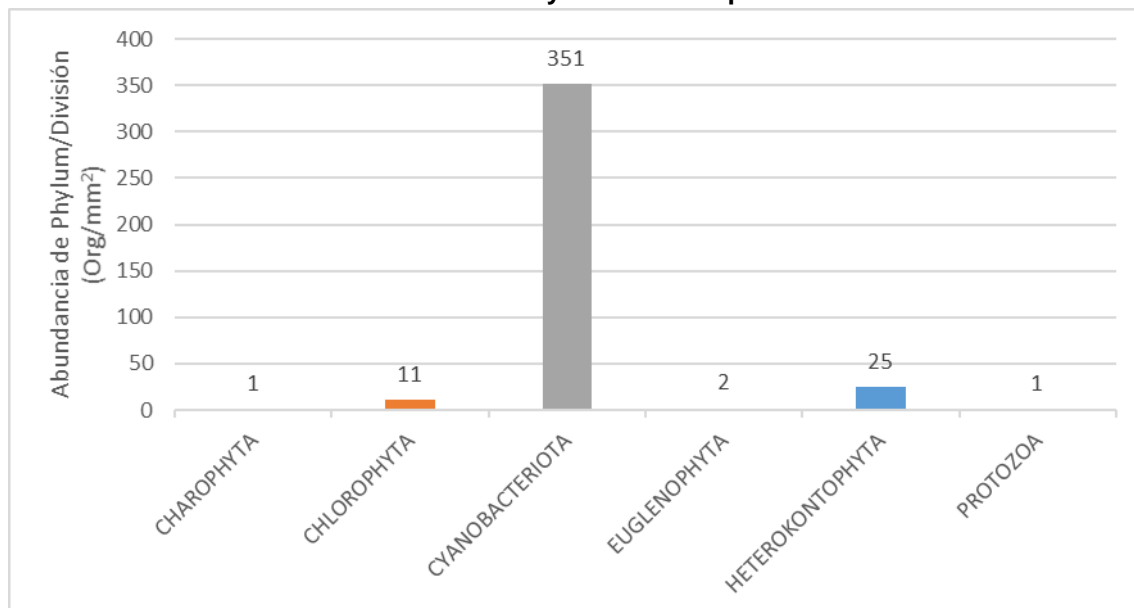
Gráfico 4.2- 227: Riqueza de especies por estación – Perifitón (Cuantitativo)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

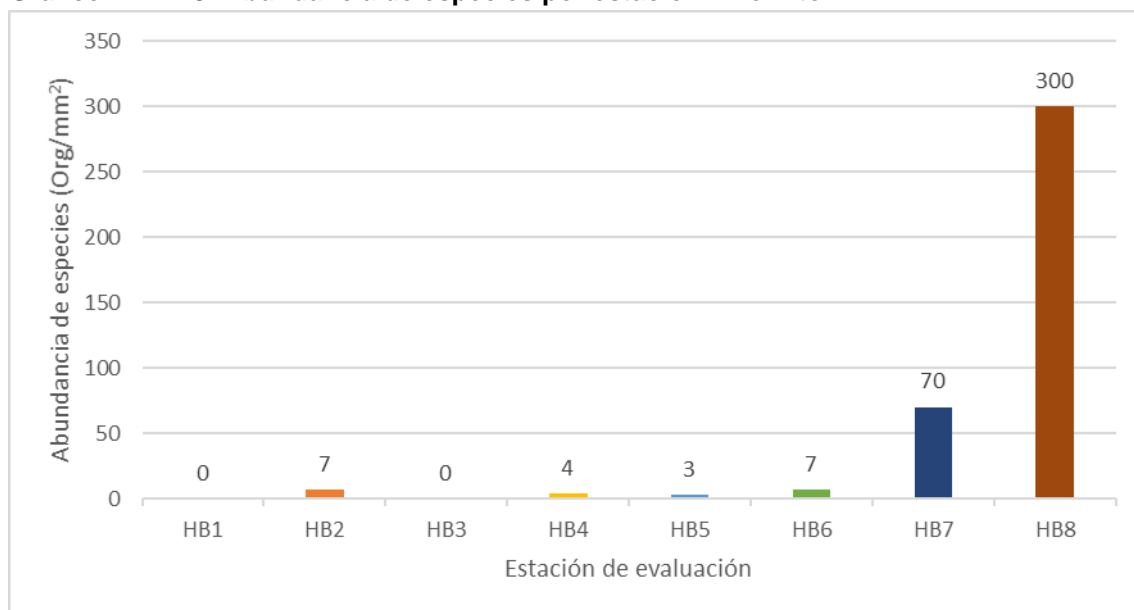
Abundancia

De acuerdo con los resultados de abundancia del análisis cuantitativo a nivel de Phylum/División, el grupo Cyanobacteriota muestra la mayor abundancia con un total de 351 Org/mm², seguido por Heterokontophyta con 25 Org/mm² y Chlorophyta con 11 Org/mm². Por otro lado, los grupos con menor abundancia son Euglenophyta, con dos (02) Org/mm², y Charophyta y Protozoa, ambos con solo un (01) Org/mm² registrado.

Gráfico 4.2- 228: Abundancia a nivel de Phylum/División por estación – Perifitón

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, respecto a los resultados de abundancia de especies del análisis cuantitativo, se observó que la mayor abundancia se presentó en la estación HB8, donde se presentaron 300 Org/mm²; seguida de la estación HB7, con 70 Org/mm²; y luego de las estaciones HB2 y HB6, las cuales reportaron siete (07) Org/mm². Las estaciones con el menor número de especies fueron HB4 y HB5, las cuales presentaron cuatro (04) y tres (03) Org/mm², respectivamente. Mientras que en las estaciones HB1 y HB3 no se presentaron registros.

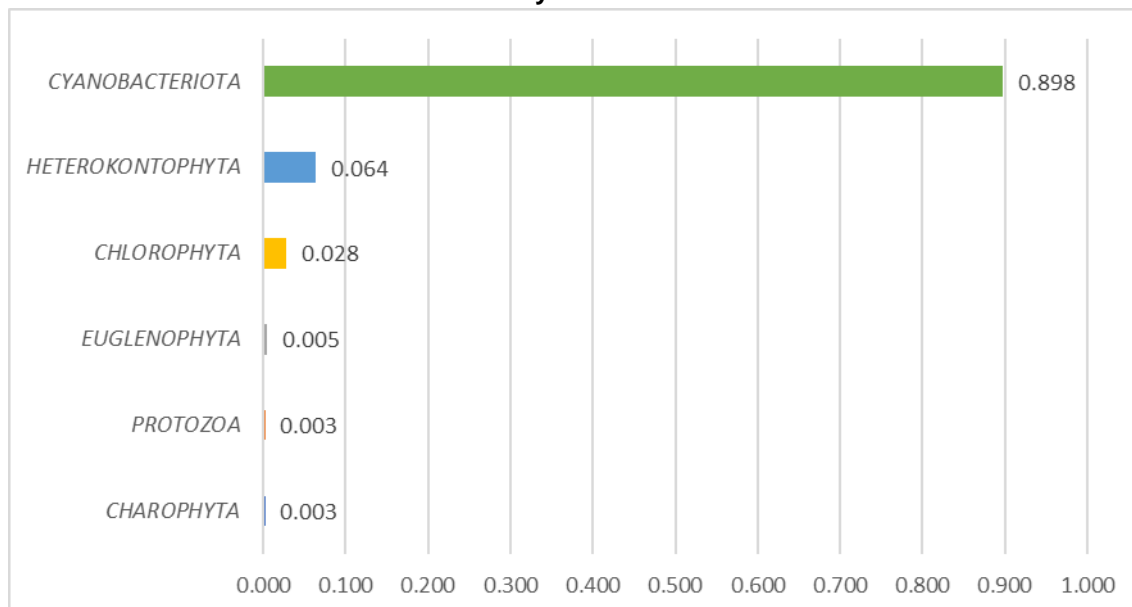
Gráfico 4.2- 229: Abundancia de especies por estación – Perifitón

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Frecuencia

De acuerdo con los resultados de frecuencia del análisis cuantitativo a nivel de Phylum/División, el grupo Cyanobacteriota muestra la mayor frecuencia relativa, con un 89.8%. Seguida por Heterokontophyta con un 6.4% y Chlorophyta con un 2.8%. Por otro lado, los grupos con menor frecuencia son Euglenophyta, con un 5%, y Charophyta y Protozoa, ambos con un 3%.

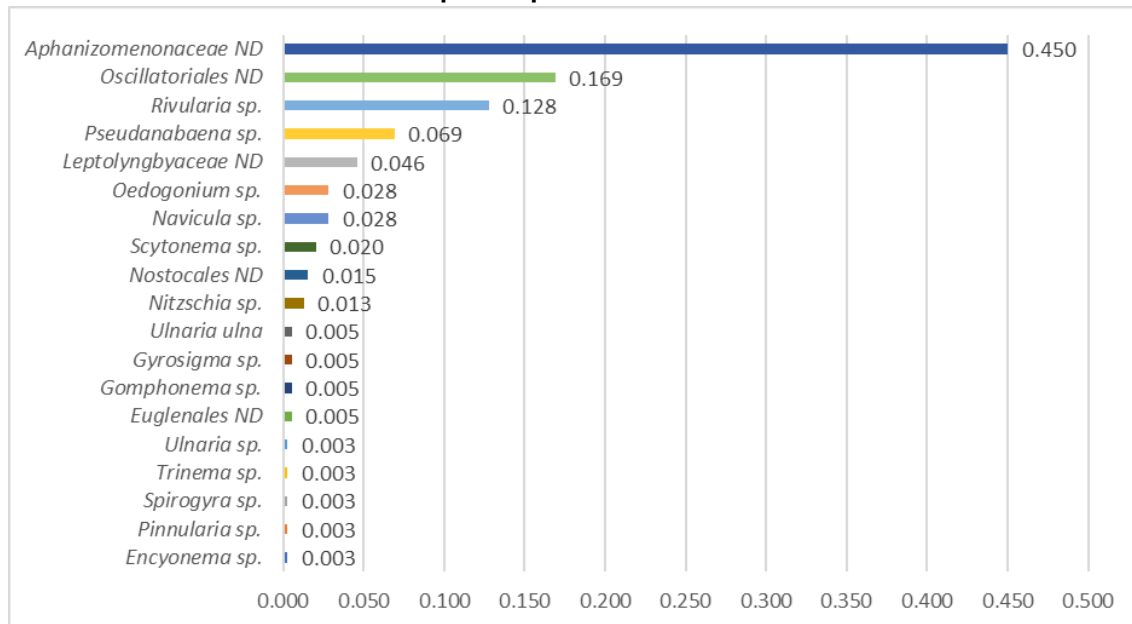
Gráfico 4.2- 230: Frecuencia a nivel de Phylum/División – Perifitón



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, respecto a los resultados de frecuencia de especies del análisis cuantitativo, se observó que la mayor frecuencia relativa se presentó en las especies de la familia Aphanizomenonaceae, con un 45%. Seguida por especies del orden Oscillatoriales, con un 16.9% y *Rivularia* sp., con un 12.8%. En orden descendente, continúan *Pseudanabaena* sp., especies de la familia Leptolyngbyaceae, *Oedogonium* sp., entre otros.

Gráfico 4.2- 231: Frecuencia de especies por estación – Perifitón



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Alfa

Se llevó a cabo el análisis de diversidad utilizando los índices de Simpson (1-D), Shannon (H'), Margalef (d) y Equidad (J). Este análisis se realizó en seis (06) de las ocho (08) estaciones de muestreo, ya que las estaciones HB1 y HB3 no presentaron registros en el análisis cuantitativo. Los resultados para las seis (06) estaciones muestran que las estaciones HB6 y HB5 tienen los valores más altos para el índice de Simpson (1-D), con 0.694 y 0.667, respectivamente. En cuanto al índice de Shannon (H'), las estaciones HB6 y HB8 presentan los valores más altos, con 1.842 y 1.761, respectivamente. Para el índice de Margalef (d), destacan HB5 y HB6 con los valores más altos, 1.820 y 1.542, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que HB5 y HB4 muestran los valores más altos, con 1.000 y 0.946, respectivamente.

Tabla 4.2- 175: Análisis de diversidad alfa por estación – Perifitón

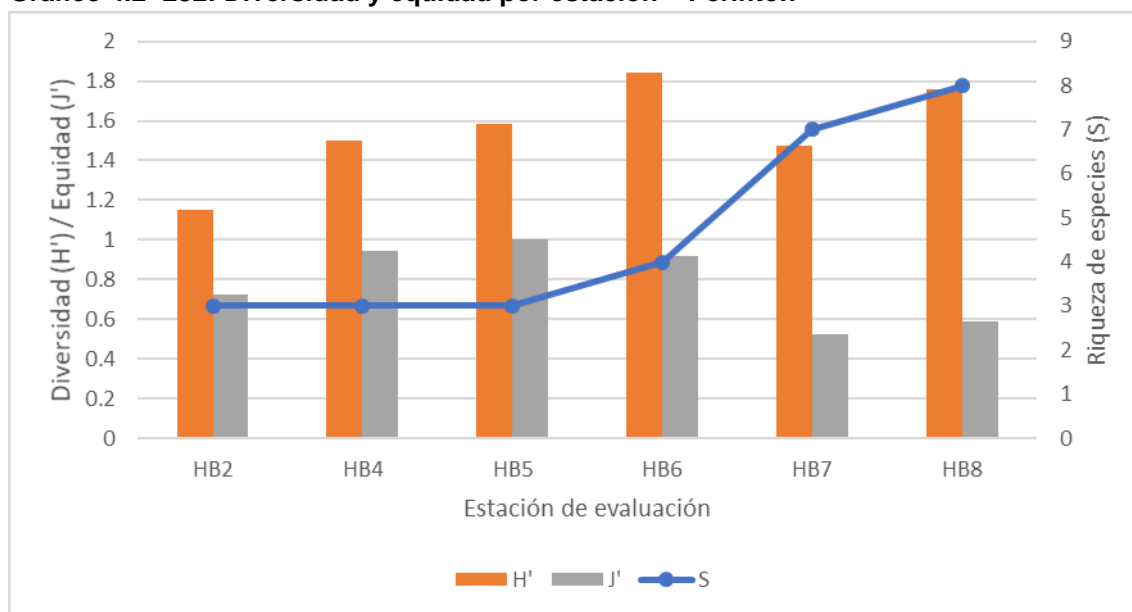
Estación	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Simpson (1-D)	Shannon (H')	Margalef (d)	Equidad (J)
HB2	3	7	0.449	1.149	1.028	0.725
HB4	3	4	0.625	1.500	1.443	0.946
HB5	3	3	0.667	1.585	1.820	1.000
HB6	4	7	0.694	1.842	1.542	0.921
HB7	7	70	0.467	1.476	1.412	0.526
HB8	8	300	0.597	1.761	1.227	0.587

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.449$ y $1 - D = 0.694$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' =$

1.149 y $H' = 1.842$. Como se muestra en el Gráfico 4.2- 232, la estación HB6 presentó el valor más elevado de diversidad, debido a su riqueza ($S = 4$) y a la alta equidad registrada ($J' = 0.921$) en comparación con el resto de estaciones; mientras que la estación HB2 presentaron los valores más bajos de diversidad para los índices, debido al bajo valor de riqueza reportado ($S = 3$), y a la baja equidad presente entre ellas ($J' = 0.725$).

Gráfico 4.2- 232: Diversidad y equidad por estación – Perifitón



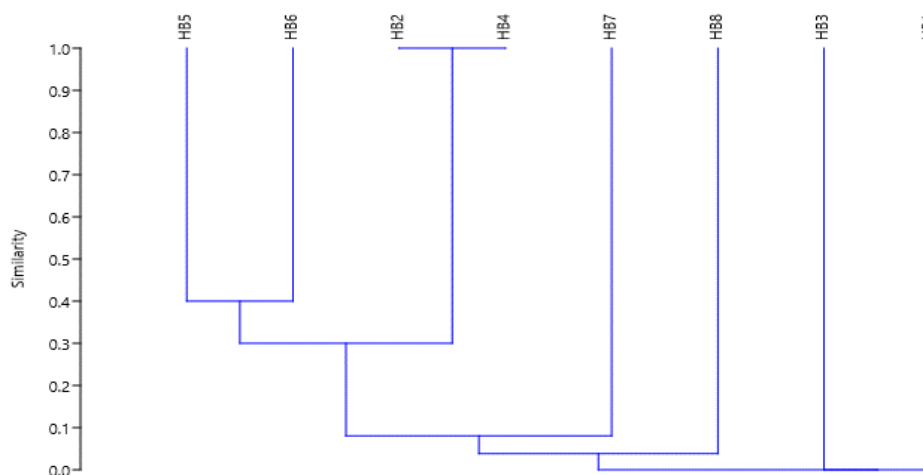
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Beta

Con los datos obtenidos se analizó la similitud entre las estaciones de muestreo utilizando el índice de Jaccard (para datos cualitativos) y el Índice de Morisita (datos cuantitativos).

En cuanto a la evaluación, según el índice de Jaccard, se observa la formación de grupos y subgrupos, donde solo uno muestra una similitud superior al 75%. Este subgrupo está compuesto por las estaciones HB2 y HB4, las cuales muestran una similitud del 100%. Por otro lado, se destaca que la estación HB8 es la que menos se asemeja al resto, ya que se separa del cluster principal. Es importante mencionar que las estaciones HB1 y HB3 están completamente aisladas, debido a que no presentaron ningún registro.

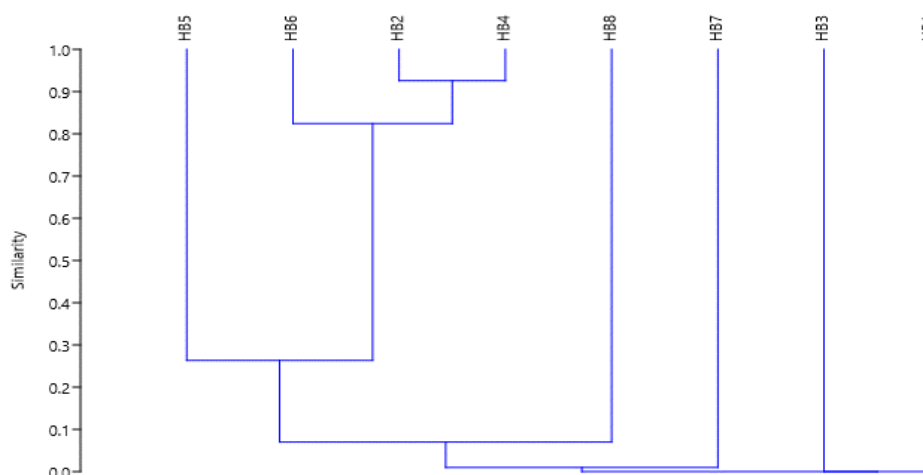
Gráfico 4.2- 233: Índice de Jaccard por estación – Perifitón (Cuantitativo)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Adicionalmente, según el índice de Morisita, se observa la formación de grupos y subgrupos, donde solo uno exhibe una similitud superior al 75%. Este subgrupo está constituido por las estaciones HB2, HB4 y HB6, las cuales exhiben una similitud mayor al 80%. Por otro lado, se destaca que la estación HB7 es la que menos se asemeja al resto, ya que se separa del cluster principal. Es importante mencionar que las estaciones HB1 y HB3 están completamente aisladas, debido a que no presentaron ningún registro.

Gráfico 4.2- 234: Índice de Morisita por estación – Perifitón



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.5.1.2 Temporada Humeda

En la evaluación del fitoplancton durante la temporada húmeda, se identificaron un total de 61 especies, agrupadas en 48 familias, 38 órdenes, 10 clase y 7 phyla. Ver tabla siguiente.

Tabla 4.2- 176: Especies de perifiton registrados en la temporada húmeda

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especies
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	Cosmarium sp.
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	Euastrum sp.
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	Mougeotia sp.
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	Stigeoclonium sp.
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium sp.
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	Pediastrum sp.
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	Stauridium tetras
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Desmodesmus sp.
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Pectinodesmus sp.
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus sp.
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Ankistrodesmus sp.
Ciliophora	-	-	-	-
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Chroococcales	-	-
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Merismopedia sp.
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Leptolyngbyales	Leptolyngbyaceae	-
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Nostocales	-	-
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Nostocales	Rivulariaceae	Calothrix sp.
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Oscillatoriales	-	-
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	Lyngbya sp.
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria sp.
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium sp.
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	Pseudanabaena sp.
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Spirulinales	Spirulinaceae	Spirulina sp.
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Synechococcales	-	-
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	Lepocinclis sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthidiaceae	Achnanidium sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Cocconeidaceae	Cocconeis sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	-	-
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia acicularis
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia linearis
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sigmoidea
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Tryblionella sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Encyonema sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema augur
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Synedra sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	Ulnaria sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	Ulnaria ulna
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	-	-
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	Amphipleura sp.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especies
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Gyrosigma sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	Epithemia gibba
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	Rhopalodia sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	Surirella sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosphaerales	Catenulaceae	Amphora sp.
Heterokontophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	Melosira sp.
Heterokontophyta	Mediophyceae	Eupodiscales	Eupodiscaceae	Pleurosira sp.
Heterokontophyta	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	Cyclotella sp.
Nematoda	-	-	-	-
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	Trinema sp.
Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	-	-
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lepadellidae	Colurella sp.
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	-	Lepadella sp.
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Notommatidae	Cephalodella sp.
Rotifera	Lobosa	-	-	-

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

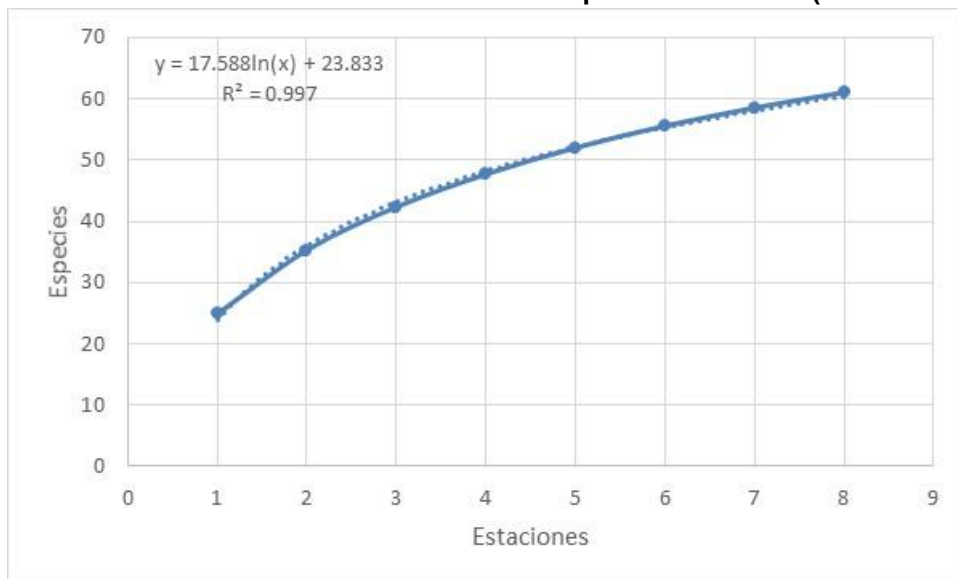
Curva de acumulación de especies

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cualitativo, reuniendo los hallazgos para la comunidad de fitoplancton. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 61 especies registrada una eficiencia del 99.7%.

$$V2=(17.588*(1-\exp(-23.833*v1))) / 23.833$$

Gráfico 4.2- 235: Curva de acumulación de especies – Perifiton (Modelo de Clench)



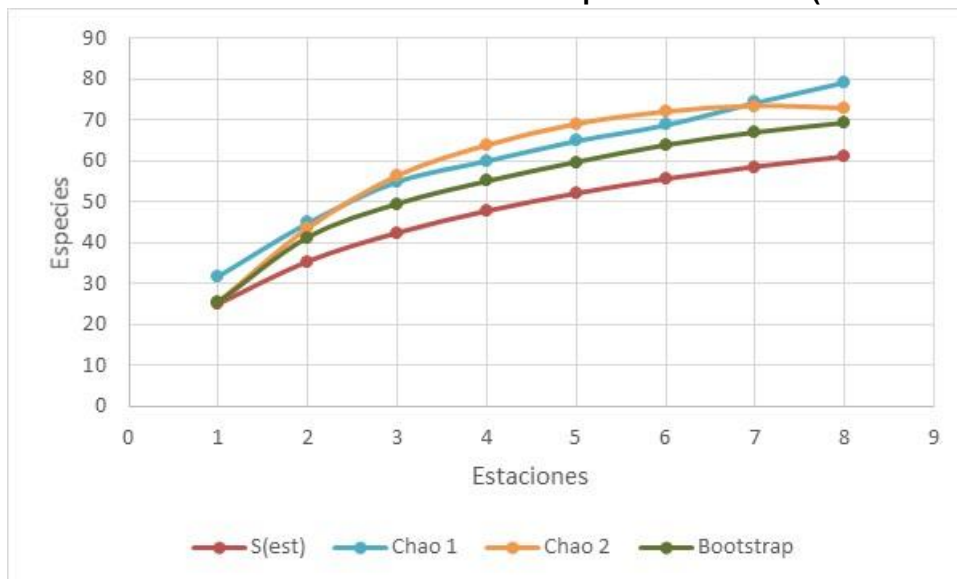
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 76.89% de la riqueza de especies según el estimador Chao1 (79.33 especies estimadas) y el 87.96% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Bootstrap (69.35 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y figura siguiente.

Tabla 4.2- 177: Curva de acumulación de especies – Perifiton (No Paramétrico)

Estaciones		8
Abundancia	(N)	123047
Especies Observadas	(S)	61
Especies Estimadas	ACE	72.39
	Chao 1	79.33
	Chao 2	72.88
	Jackknife	78.50
	Bootstrap	69.35
Eficiencia	ACE	84.27
	Chao 1	76.89
	Chao 2	83.70
	Jackknife	77.71
	Bootstrap	87.96

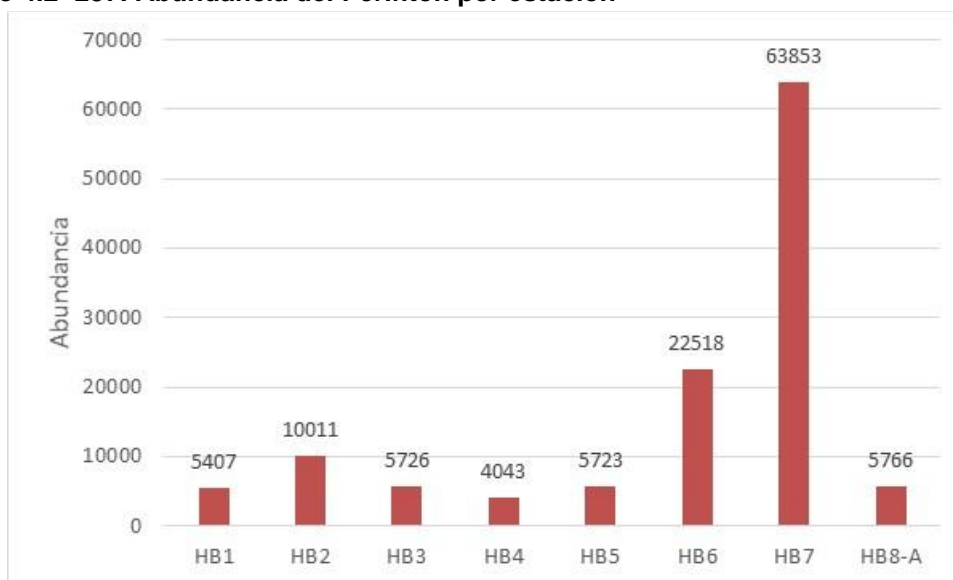
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 236: Curva de acumulación de especies – Perifiton (No Paramétrico)

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza y Abundancia de especies

Los resultados de riqueza de especies por estación, muestran que la mayor abundancia se registró en la estación HB-7 (Qda S/N), donde se presentaron 63853 Org/muestra; seguida de la estación HB-6, con 22518 Org/muestra.

Gráfico 4.2- 237: Abundancia del Perifiton por estación

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados de riqueza de especies por estación, muestran que la mayor riqueza específica se registró en la estación HB-5 (Qda S/N), donde se presentaron 33 especies; seguida de la estación HB-2 y HB-3 con 30 especies, respectivamente.

Gráfico 4.2- 238: Riqueza de especies por estación – Perifiton



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Alfa

Los resultados del análisis de diversidad alfa muestran que las estaciones HB-3 y HB-5 tienen los valores más altos para el índice de Simpson (1-D), con 0.89, respectivamente. En cuanto al índice de Shannon (H'), las estaciones HB-5 y HB-3 presentan los valores más altos, con 2.54 nits/individuo y 2.34 nits/individuo, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que estas mismas estaciones muestran una mayor homogeneidad en sus abundancias, reportando los valores más altos; 0.66 a 0.73, respectivamente.

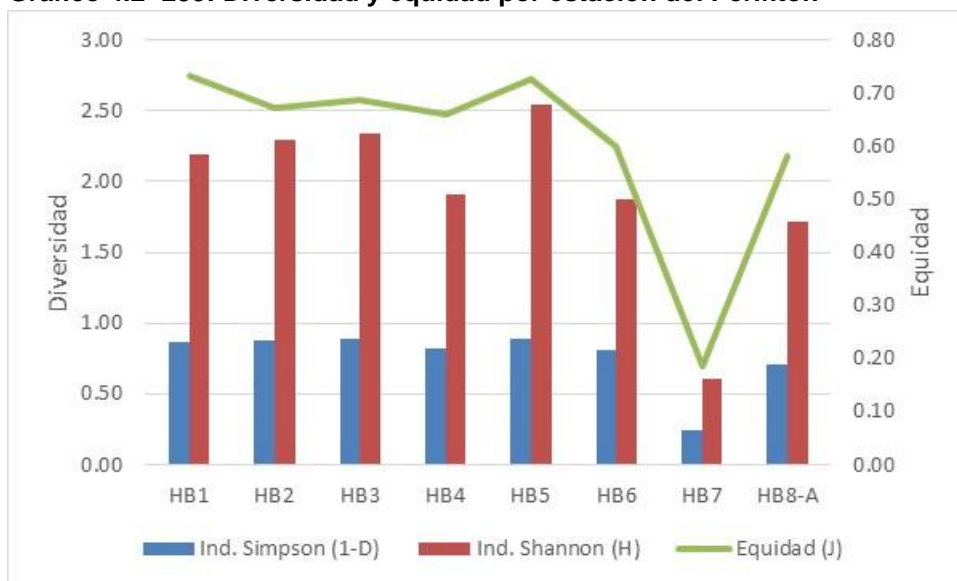
Tabla 4.2- 178: Índices de diversidad alfa del Perifiton

Parametro	HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7	HB-8A
Especies	20	30	30	18	33	23	26	19
Individuos	5407	10011	5726	4043	5723	22518	63853	5766
Ind. Simpson (1-D)	0.86	0.88	0.89	0.82	0.89	0.81	0.25	0.71
Ind. Shannon (H)	2.19	2.29	2.34	1.90	2.54	1.88	0.60	1.71
Equidad (J)	0.73	0.67	0.69	0.66	0.73	0.60	0.18	0.58

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En general, los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.25$ y $1 - D = 0.89$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 0.60$ nits/individuo y $H' = 2.54$ nits/individuo. Como se muestra en el gráfico, la estación HB-5 presentó el valor más elevado de diversidad, debido a su riqueza específica ($S = 33$ especies) y alta equidad registrada ($J' = 0.73$) en comparación con el resto de estaciones; mientras que la estación HB-7 presenta los valores más bajos de diversidad para los índices de Shannon ($H' = 0.60$ nits/individuo) y Simpson ($1 - D = 0.25$), debido al bajo valor de riqueza reportado ($S = 26$ especies y 63853 Org/muestra).

Gráfico 4.2- 239: Diversidad y equidad por estación del Perifiton

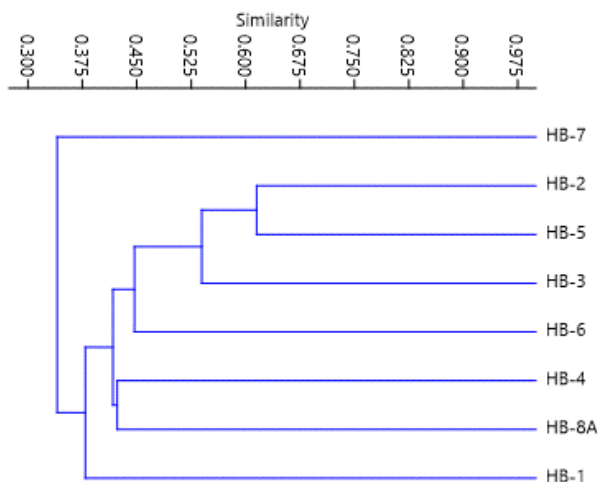


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Beta

En cuanto a la evaluación, según el índice de Bray Curtis (abundancia), se observa la formación de un (01) grupos de similar composición de especies y abundancias, donde ninguno muestra una similitud superior al 50%. El subgrupo que presenta una mayor similitud está compuesto por las estaciones HB-5 y HB-2, las cuales muestran una similitud mayor al 63%.

Gráfico 4.2- 240: Análisis de diversidad beta - Índice de Bray Curtis

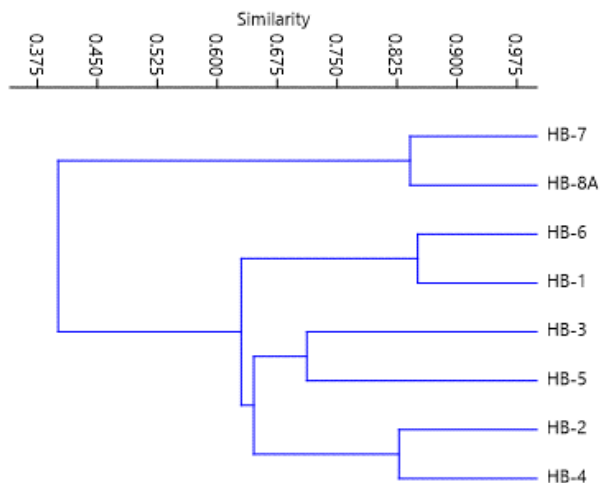


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según el índice de Morisita, se observa la formación de grupos de similar composición de especies, donde 3 grupos exhiben una similitud superior al 50%. El primer grupo está constituido por las estaciones HB-1 y HB-6, las cuales presentan una similitud del 86% en la composición de sus especies. El otro grupo está formado por las estaciones HB-7, y HB-8A con una similar composición en la abundancia de sus especies de un 85%, y

el tercer grupo esta formado por las estaciones HB-2 y HB-4 con una similitud en las abundancias de sus especies del 82%.

Gráfico 4.2- 241: Análisis de diversidad beta - Índice de Morisita



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.5.2 Fitoplancton

4.2.6.5.2.1 Temporada Muy Húmeda

Análisis Cualitativo

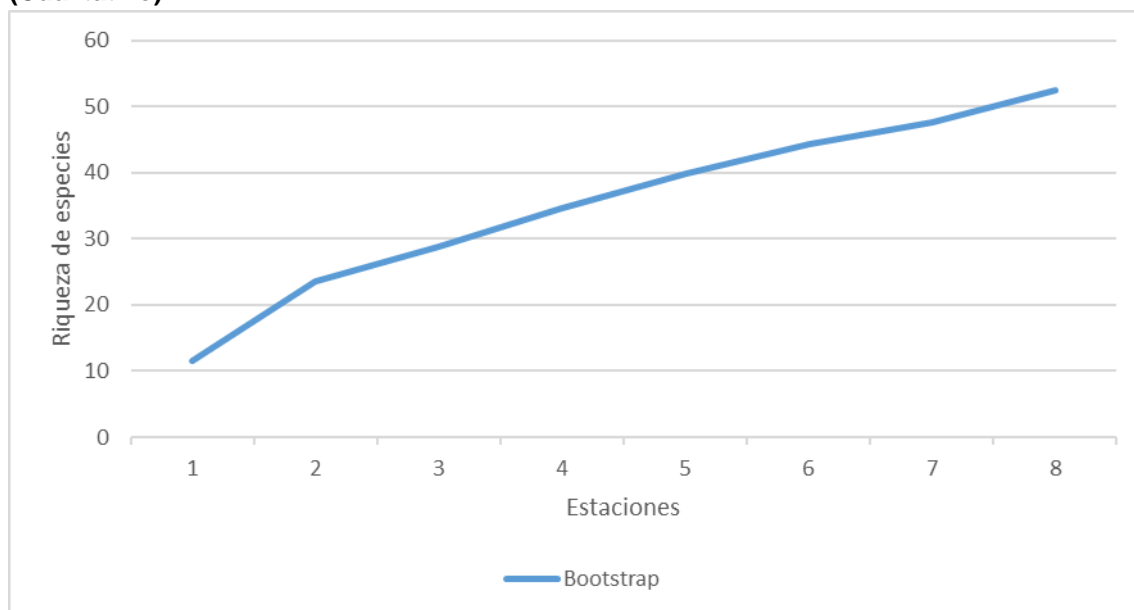
La evaluación del perifiton se realizó en ocho (08) estaciones de muestreo, denominadas HB1, HB2, HB3, HB4, HB5, HB6, HB7 y HB8. A continuación, se presentan los resultados del análisis cualitativo de la comunidad de fitoplancton registrada en el área de influencia del proyecto durante la época muy húmeda, en la cual se identificaron un total de 43 especies, agrupadas en 34 familias, 27 órdenes, 10 clases y 7 divisiones.

Curva de Acumulación

Se elaboró una curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cualitativo de las ocho (08) estaciones de evaluación, reuniendo los hallazgos para la comunidad de fitoplancton. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013) y STATISTICA versión 10 (StatSoft Inc. 2011).

Para la realización de la curva de acumulación de especies se realizó la estimación del modelo de Clench a partir de un total de 43 especies registradas. De acuerdo con el modelo, la asíntota de la curva se alcanza al llegar a las 52 especies para la comunidad de perifiton, donde las especies observadas representan el 81.95% del total de especies esperadas, logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Gráfico 4.2- 242: Curva de acumulación de especies por estación – Fitoplancton (Cualitativo)

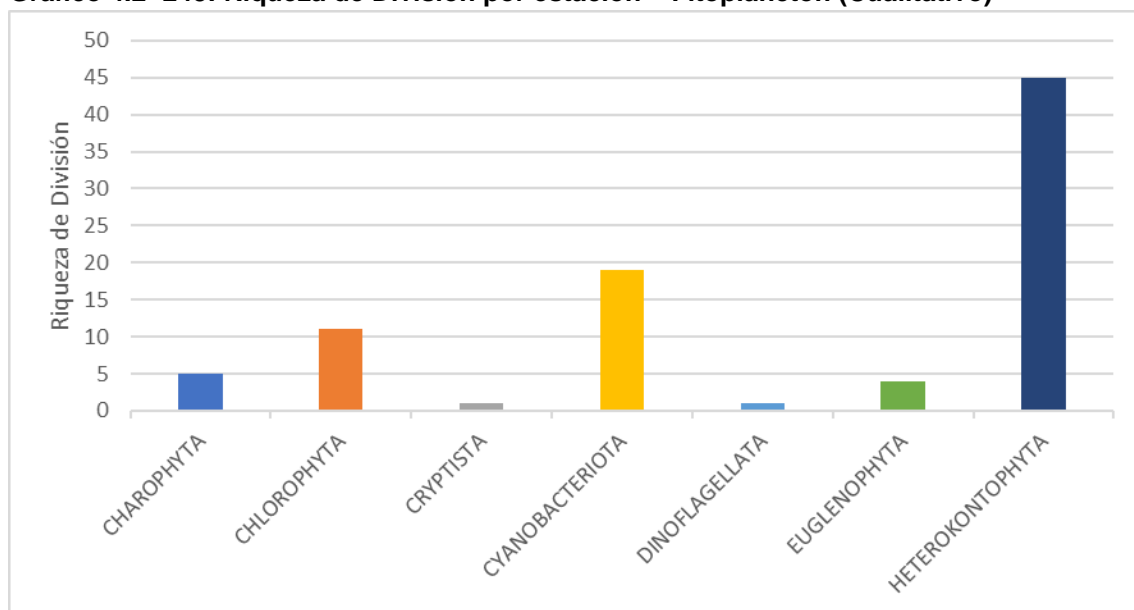


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza

De acuerdo con los resultados de riqueza del análisis cualitativo a nivel de División, el grupo Heterokontophyta muestra la mayor riqueza con un total de 45 registros, seguido por Cyanobacteriota con 19 registros y Chlorophyta con 11 registros.

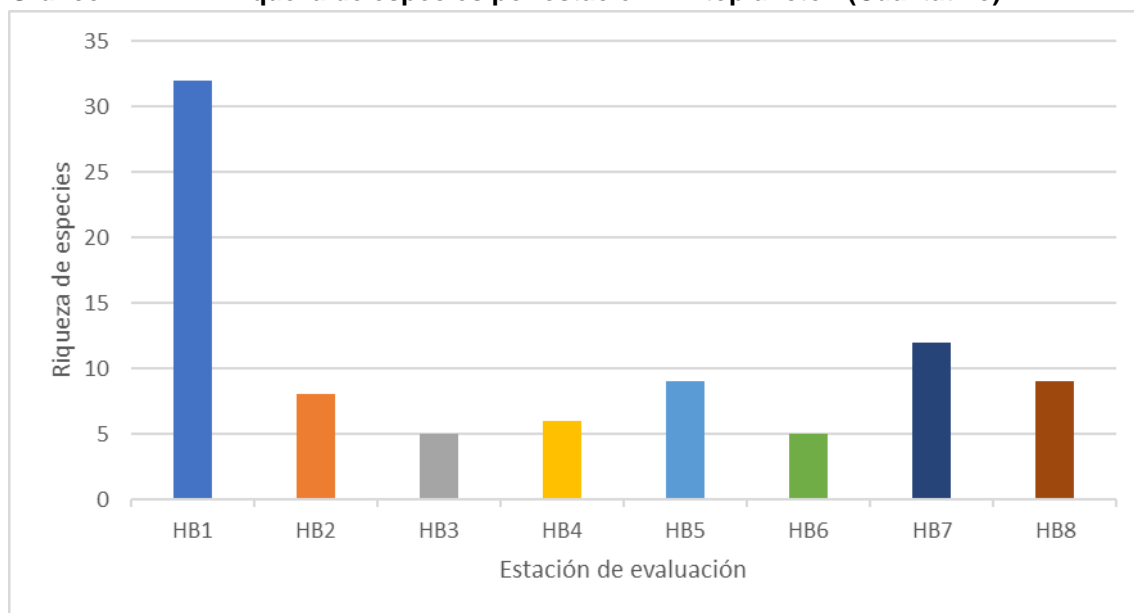
Gráfico 4.2- 243: Riqueza de División por estación – Fitoplancton (Cualitativo)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, los resultados de riqueza de especies del análisis cualitativo, se observó que la mayor riqueza taxonómica se registró en la estación HB1, donde se presentaron 32 especies; seguida de la estación HB7, con 12; y luego de las estaciones HB5 y HB8, ambas reportando nueve (09) especies. Las estaciones con el menor número de especies fueron HB3 y HB6, ambas presentaron cinco (05) especies.

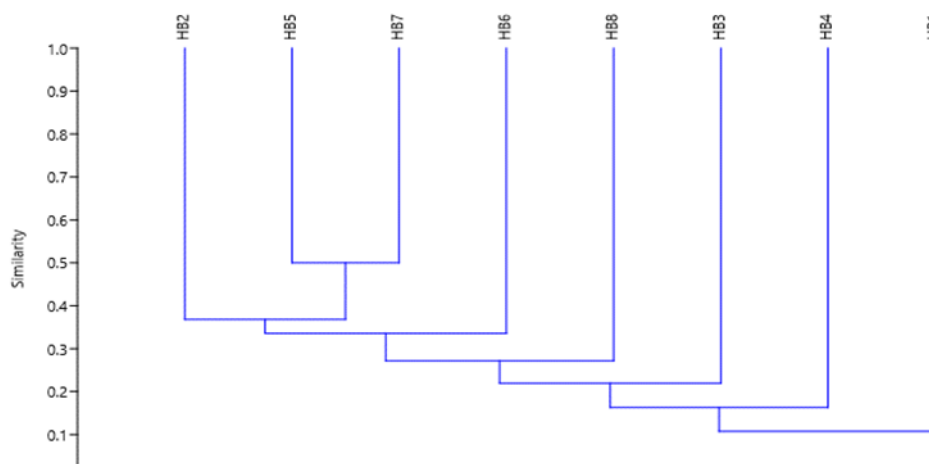
Gráfico 4.2- 244: Riqueza de especies por estación – Fitoplancton (Cualitativo)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Beta

Con los resultados obtenidos del análisis cualitativo, se evaluó la similitud entre las estaciones de muestreo mediante el índice de Jaccard. Los resultados muestran la formación de varios grupos y subgrupos, de los cuales solo el subgrupo conformado por HB5 y HB7 presenta una similitud del 50%. Adicionalmente, se observan que los demás subgrupos presentan una similitud menor al 40%. Por otro lado, la estación HB1 es la que menos se asemeja al resto, separándose del clúster principal.

Gráfico 4.2- 245: Índice de Jaccard por estación – Fitoplancton (Cualitativo)

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Análisis Cuantitativo

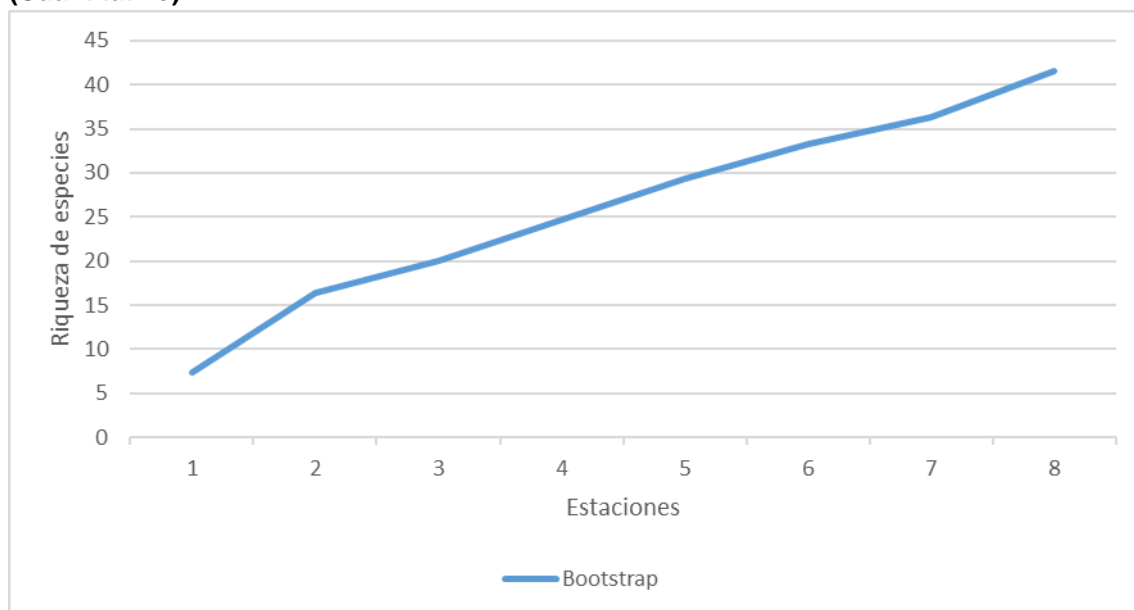
La evaluación del perifiton se realizó en ocho (08) estaciones de muestreo, denominadas HB1, HB2, HB3, HB4, HB5, HB6, HB7 y HB8. A continuación, se presentan los resultados del análisis cuantitativo de la comunidad de fitoplancton registrada en el área de influencia del proyecto durante la época muy húmeda, en la cual se identificaron un total de 33 especies, agrupadas en 26 familias, 23 órdenes, 10 clases y siete (07) divisiones. Es importante mencionar que en las estaciones HB1 y HB3 no se presentaron registros.

Curva de Acumulación

Se elaboró una curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cuantitativo de las ocho (08) estaciones de evaluación, reuniendo los hallazgos para la comunidad de fitoplancton. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013) y STATISTICA versión 10 (StatSoft Inc. 2011).

Para la realización de la curva de acumulación de especies se realizó la estimación del modelo de Clench a partir de un total de 33 especies registradas. De acuerdo con el modelo, la asíntota de la curva se alcanza al llegar a las 42 especies para la comunidad de perifiton, donde las especies observadas representan el 79.46% del total de especies esperadas, logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Gráfico 4.2- 246: Curva de acumulación de especies por estación – Fitoplancton (Cuantitativo)

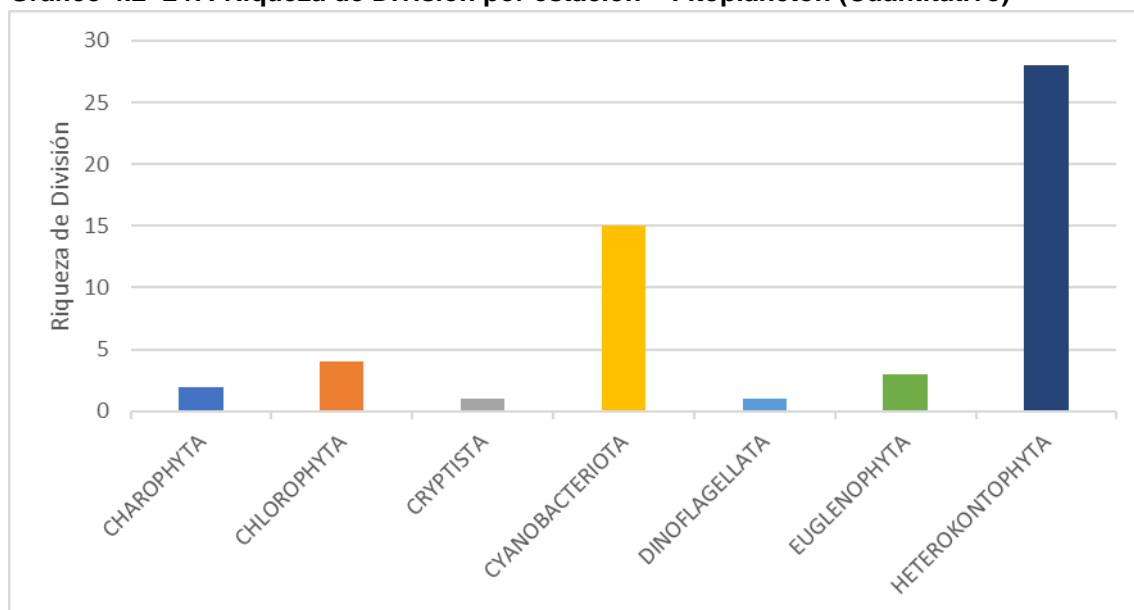


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza

De acuerdo con los resultados de riqueza del análisis cuantitativo a nivel de División, el grupo Heterokontophyta muestra la mayor riqueza con un total de 28 registros, seguido por Cyanobacteriota con 15 registros y Chlorophyta con cuatro (04) registros.

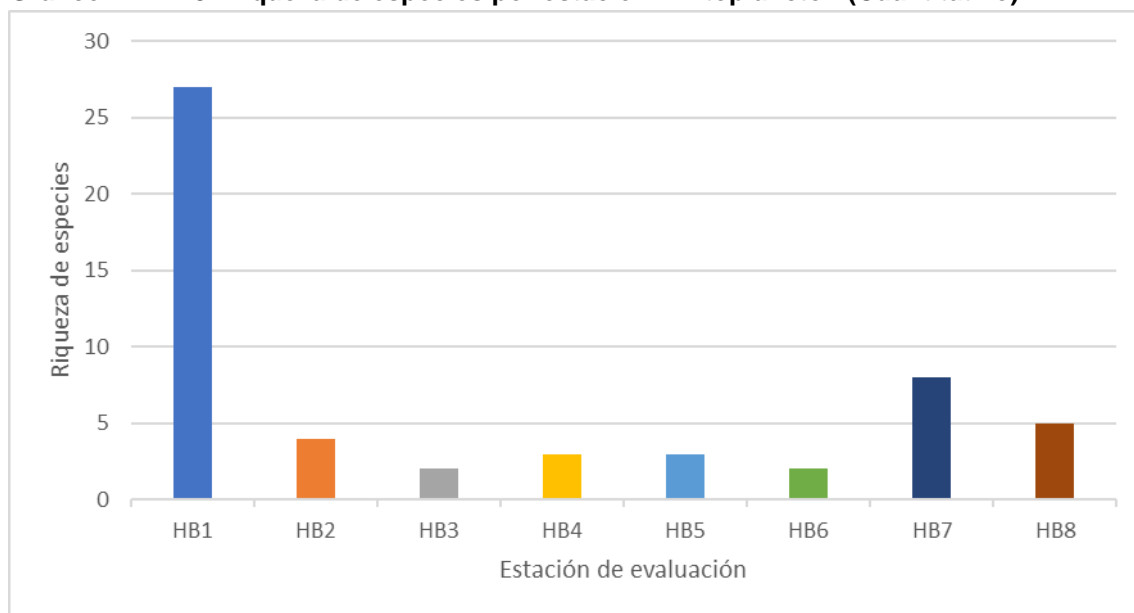
Gráfico 4.2- 247: Riqueza de División por estación – Fitoplancton (Cuantitativo)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, respecto a los resultados de riqueza de especies del análisis cuantitativo, se observó que la mayor riqueza taxonómica se registró en la estación HB1, donde se presentaron 27 especies; seguida de la estación HB7, con ocho (08); y luego de la estación HB8 reportando cinco (05) especies. Las estaciones con el menor número de especies fueron HB3 y HB6, ambas presentando dos (02) especies.

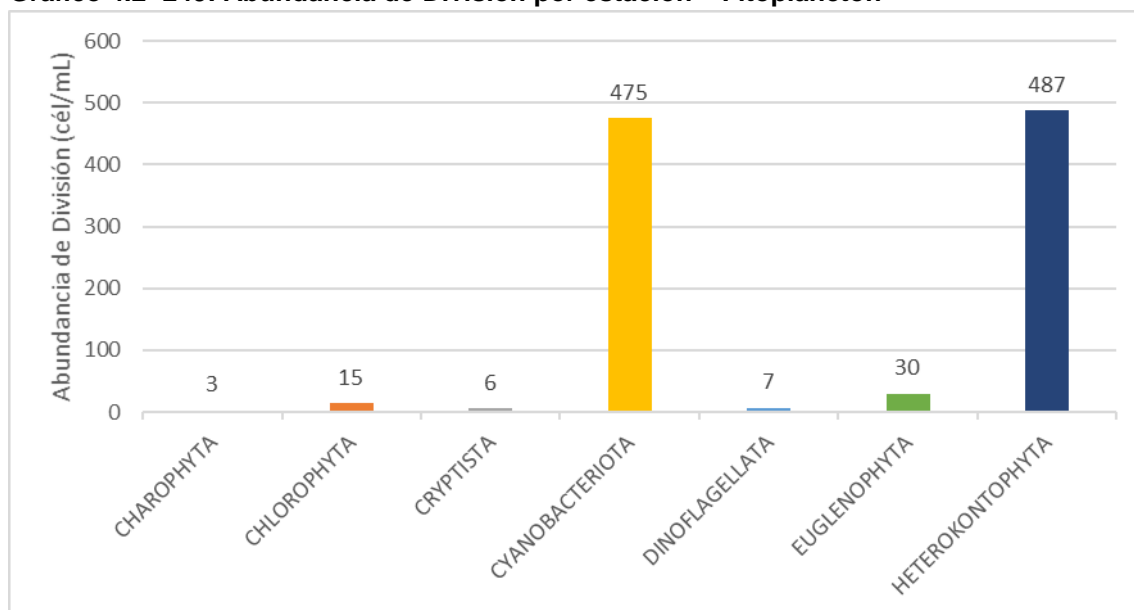
Gráfico 4.2- 248: Riqueza de especies por estación – Fitoplancton (Cuantitativo)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

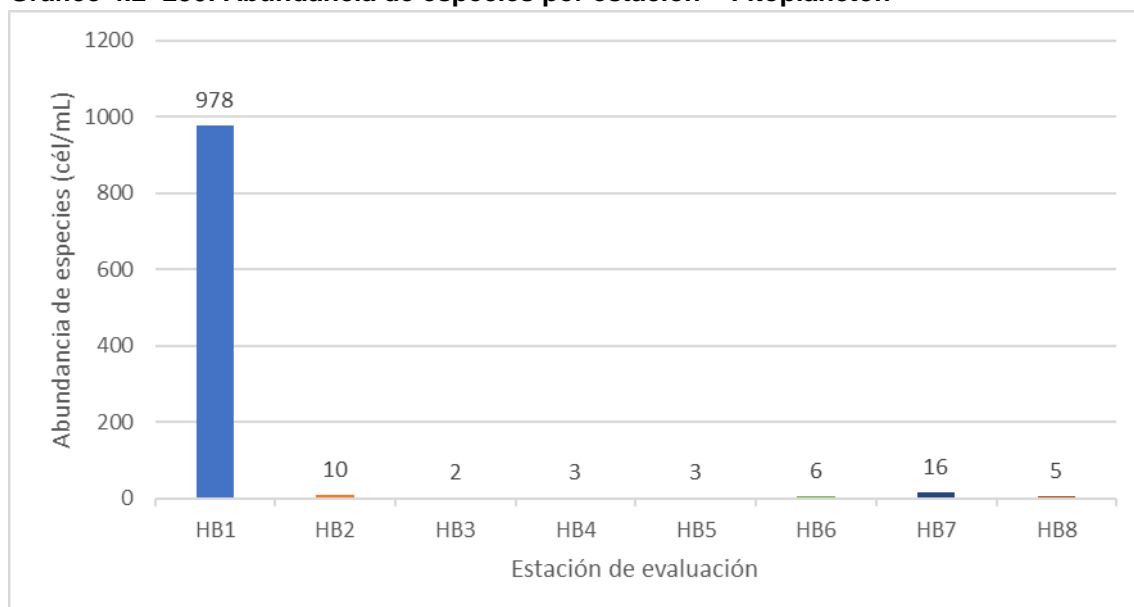
Abundancia

De acuerdo con los resultados de abundancia del análisis cuantitativo a nivel de División, el grupo Heterokontophyta muestra la mayor abundancia con un total de 487 cél/mL, seguido por Cyanobacteriota con 475 cél/mL y Euglenophyta con 30 cél/mL. Por otro lado, los grupos con menor abundancia son Cryptista, con seis (06) cél/mL, y Charophyta con tres (03) cél/mL registrados.

Gráfico 4.2- 249: Abundancia de División por estación – Fitoplancton

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, respecto a los resultados de abundancia de especies del análisis cuantitativo, se observó que la mayor abundancia se presentó en la estación HB1, donde se presentaron 978 células/mL; seguida de la estación HB7, con 16 células/mL; y luego de la estación HB2, con 10 células/mL. Las estaciones con el menor número de especies fueron HB4 y HB5, ambas presentando tres (03) células/mL, y la estación HB3, la cual presentó dos (02) células/mL.

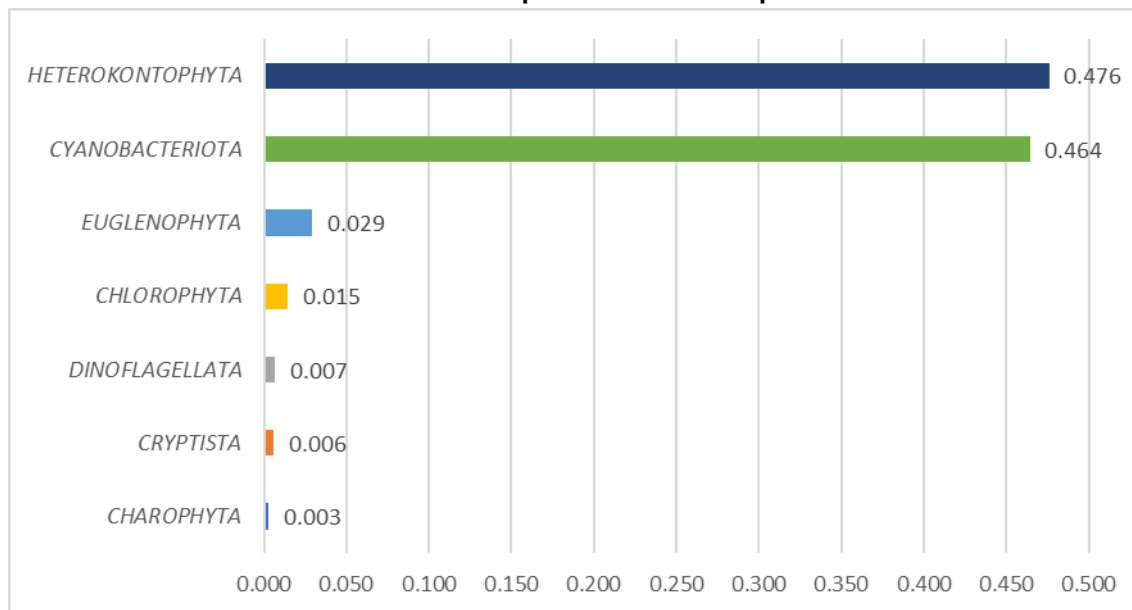
Gráfico 4.2- 250: Abundancia de especies por estación – Fitoplancton

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Frecuencia

De acuerdo con los resultados de frecuencia del análisis cuantitativo a nivel de División, el grupo Heterokontophyta muestra la mayor frecuencia relativa, con un 47.6%. Seguida por Cyanobacteriota con un 46.4% y Euglenophyta con un 2.9%. Por otro lado, los grupos con menor frecuencia son Cruptista, con un 6%, y Charophyta, con un 3%.

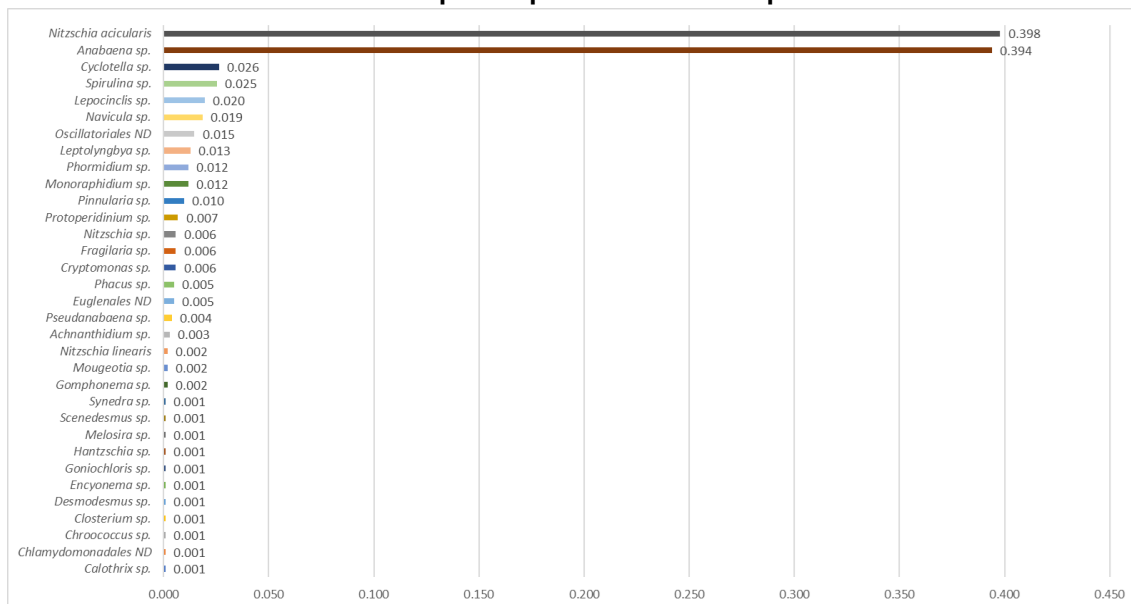
Gráfico 4.2- 251: Frecuencia de División por estación – Fitoplancton



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, respecto a los resultados de frecuencia de especies del análisis cuantitativo, se observó que la mayor frecuencia relativa se presentó en *Nitzschia acicularis*, con un 39.8%. Seguida por *Anabaena* sp., con un 39.4% y *Cyclotella* sp., con un 2.6%. En orden descendente, continúan *Spirulina* sp., *Lepocinclis* sp., *Navicula* sp., entre otros.

Gráfico 4.2- 252: Frecuencia de especies por estación – Fitoplancton



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Alfa

Se llevó a cabo el análisis de diversidad utilizando los índices de Simpson (1-D), Shannon (H'), Margalef (d) y Equidad (J). Los resultados para las ocho (08) estaciones muestran que las estaciones HB8 y HB7 tienen los valores más altos para el índice de Simpson (1-D), con 0.8 y 0.758, respectivamente. En cuanto al índice de Shannon (H'), las estaciones HB7 y HB8 presentan los valores más altos, con 2.522 y 2.322, respectivamente. Para el índice de Margalef (d), destacan HB1 y HB7 con los valores más altos, 3.776 y 2.525, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que HB3, HB4, HB5 y HB8 muestran el valor más alto, siendo este de 1.

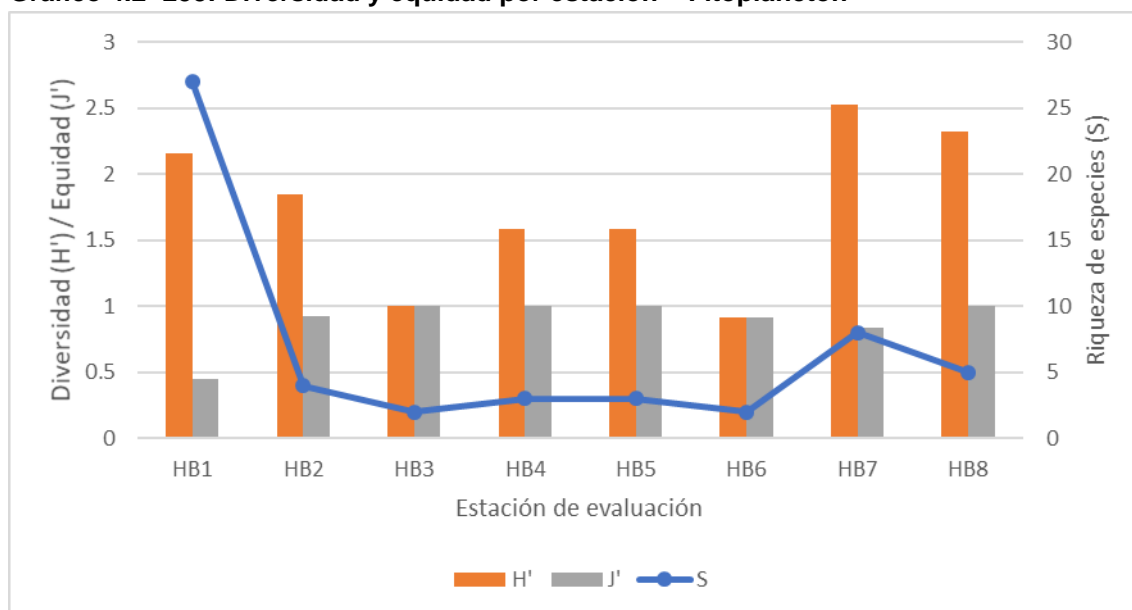
Tabla 4.2- 179: Análisis de diversidad alfa por estación – Fitoplancton

Estación	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Simpson (1-D)	Shannon (H')	Margalef (d)	Equidad (J)
HB1	27	978	0.654	2.157	3.776	0.454
HB2	4	10	0.7	1.846	1.303	0.923
HB3	2	2	0.5	1	1.443	1
HB4	3	3	0.667	1.585	1.82	1
HB5	3	3	0.667	1.585	1.82	1
HB6	2	6	0.444	0.918	0.558	0.918
HB7	8	16	0.758	2.522	2.525	0.841
HB8	5	5	0.8	2.322	2.485	1

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.444$ y $1 - D = 0.8$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 0.918$ y $H' = 2.522$. Como se muestra en el Gráfico 4.2- 253, la estación HB7 presentó el valor más elevado de diversidad, debido a su riqueza ($S = 8$) y equidad registrada ($J' = 0.841$) en comparación con el resto de estaciones; mientras que la estación HB6 presentaron los valores más bajos de diversidad para los índices, debido al bajo valor de riqueza reportado ($S = 2$), y a la equidad presente entre ellas ($J' = 0.918$), este se debe a la baja abundancia que también presentan.

Gráfico 4.2- 253: Diversidad y equidad por estación – Fitoplancton

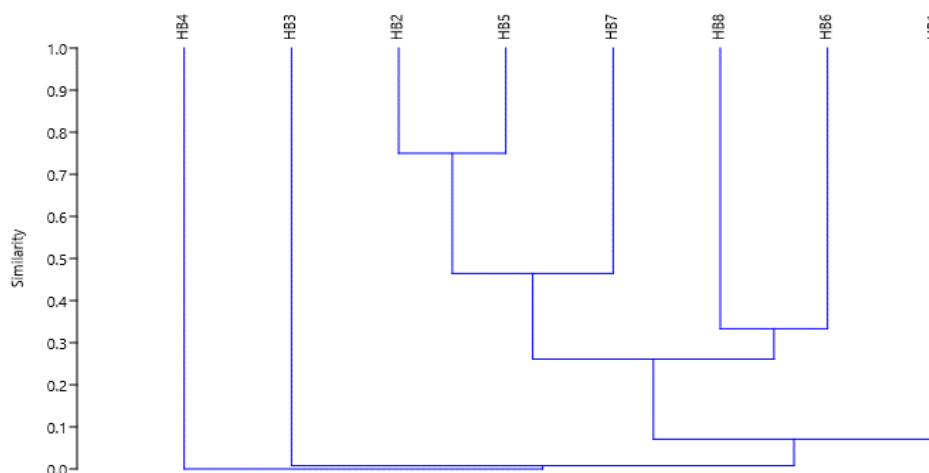


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Beta

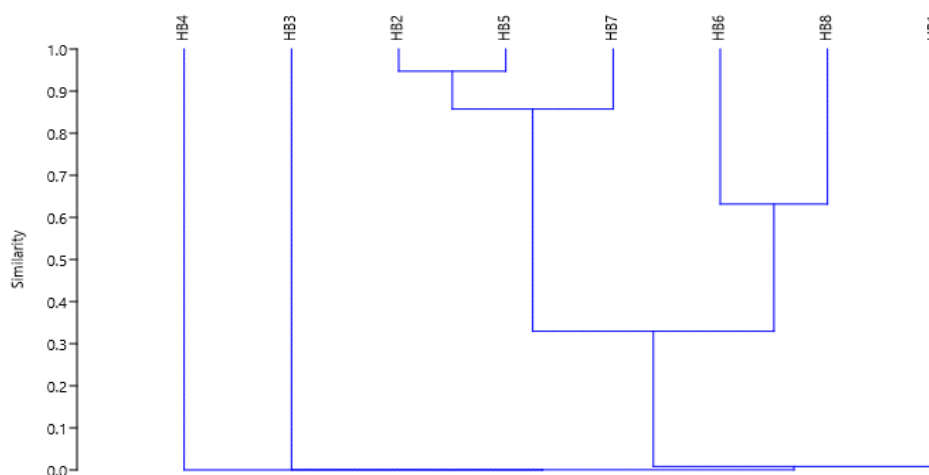
Con los datos obtenidos se analizó la similitud entre las estaciones de muestreo utilizando el índice de Jaccard (para datos cualitativos) y el Índice de Morisita (datos cuantitativos).

En cuanto a la evaluación, según el índice de Jaccard, se observa la formación de grupos y subgrupos, donde solo el subgrupo conformado por las estaciones HB2 y HB5 muestra una similitud del 75%. Adicionalmente, se puede observar la estación HB7 presenta una similitud mayor al 40% con el subgrupo mencionado previamente. Por otro lado, se destaca que las estaciones HB3 y HB4 son las que menos se asemejan al resto, ya que se separan del cluster principal.

Gráfico 4.2- 254: Índice de Jaccard por estación – Fitoplancton (Cuantitativo)


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Adicionalmente, según el índice de Morisita, se observa la formación de grupos y subgrupos similares a los obtenidos con el índice de Jaccard. En este análisis solo un subgrupo exhibe una similitud superior al 75%. Este subgrupo está constituido por las estaciones HB2 y HB5, la cual presenta una similitud del 95%. Adicionalmente, se puede observar la estación HB7 presenta una similitud mayor al 80% con el subgrupo mencionado previamente. Por otro lado, se destaca que las estaciones HB3 y HB4 son las que menos se asemejan al resto, ya que se separan del cluster principal.

Gráfico 4.2- 255: Índice de Morisita por estación – Fitoplancton


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.5.2.2 Temporada Húmeda

En la evaluación del fitoplancton durante la temporada húmeda, se identificaron un total de 48 especies, agrupadas en 38 familias, 27 órdenes, 10 clase y 7 phyla. Ver tabla siguiente.

Tabla 4.2- 180: Especies de fitoplancton registrados en la temporada húmeda

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especies
Charophyta	Klebsormidiophyceae	Klebsormidiales	Elakatotrichaceae	Elakatothrix sp.
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	Closterium sp.
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	Cosmarium sp.
Chlorophyta	Zygnematophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Pandorina morum
Chlorophyta	Zygnematophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Desmodesmus communis
Chlorophyta	Zygnematophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Pectinodesmus sp.
Chlorophyta	Zygnematophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus sp.
Chlorophyta	Zygnematophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Monoraphidium sp.
Cryptista	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas sp.
Cryptista	Cryptophyceae	Pyrenomonadales	Pyrenomonadaceae	Rhodomonas sp.
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	Chroococcus sp.
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Merismopedia sp.
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Nostocales	-	-
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Nostocales ND	-	-
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Oscillatoriales	-	-
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria sp.
Cyanobacteriota	Cyanophyceae	Oscillatoriales ND	-	-
Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridinales ND	-	-
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	-	-
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	Monomorphina sp.
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	Phacus sp.
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	-	-
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Cocconeidaceae	Cocconeis sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	-
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia acicularis
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia linearis
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia reversa
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sigma
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sigmoidea
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales ND	Bacillariaceae	-
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Encyonema sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	-
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria sp.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especies
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales ND	Fragilariaceae	-
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	Ulnaria sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	Ulnaria ulna
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	Amphipleura sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Gyrosigma sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	Epithemia sorex
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	Surirella sp.
Heterokontophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	Melosira varians
Heterokontophyta	Mediophyceae	Eupodiscales	Eupodiscaceae	Pleurosira laevis
Heterokontophyta	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	Cyclotella sp.

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

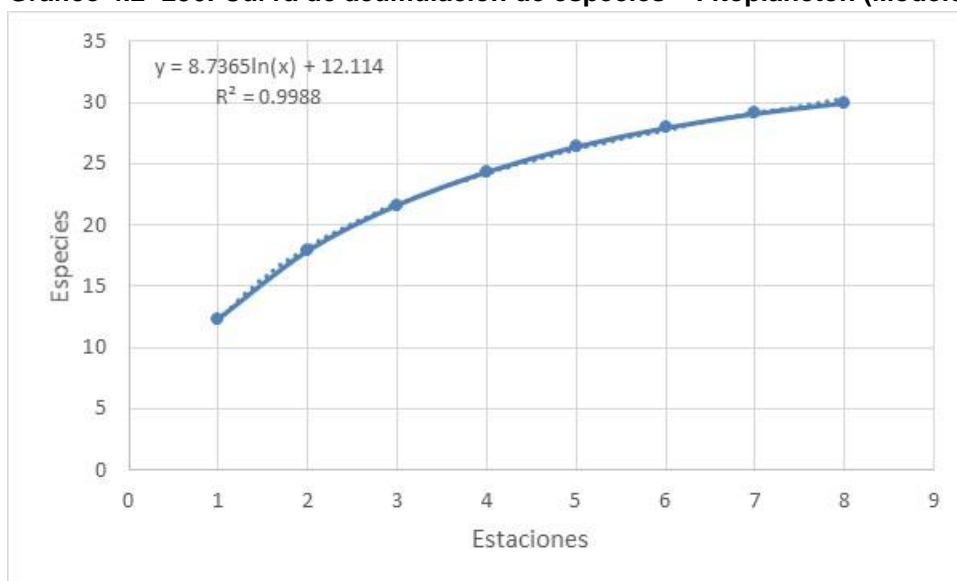
Curva de acumulación de especies

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cualitativo, reuniendo los hallazgos para la comunidad de fitoplancton. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 48 especies registrada una eficiencia del 99.8%.

$$V2=(8.7365*(1-\exp(-12.114*v1)))/ 12.114$$

Gráfico 4.2- 256: Curva de acumulación de especies – Fitoplancton (Modelo de Clench)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

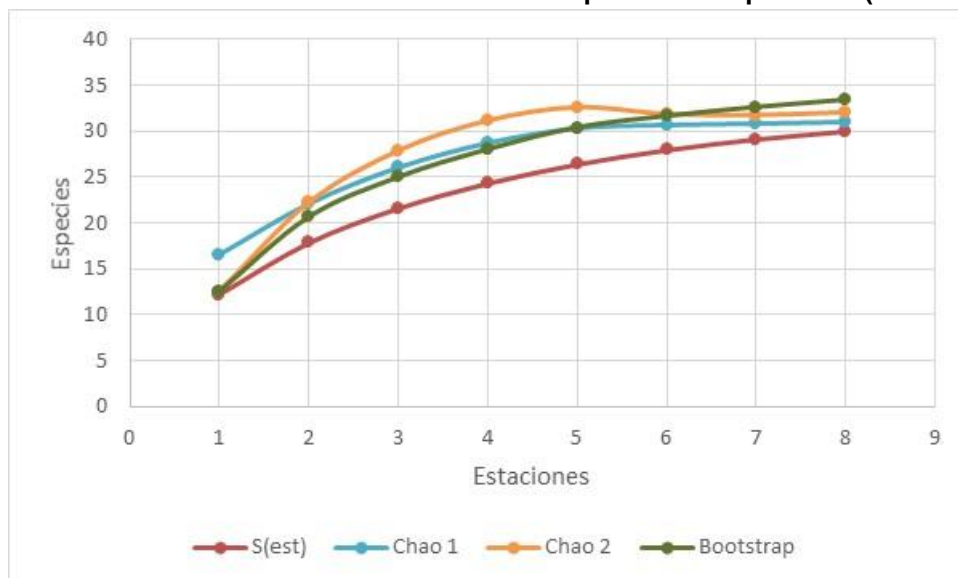
El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 83.03% de la riqueza de especies según el estimador Jackknife (36.13 especies estimadas) y el 92.75% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador ACE (32.38 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y figura siguiente.

Tabla 4.2- 181: Curva de acumulación de especies – Fitoplancton (No Paramétrico)

Estaciones		8
Abundancia	(N)	332
Especies Observadas	(S)	48
Especies Estimadas	ACE	32.38
	Chao 1	31.00
	Chao 2	32.04
	Jackknife	36.13
	Bootstrap	33.35
Eficiencia	ACE	92.65
	Chao 1	96.77
	Chao 2	93.63
	Jackknife	83.03
	Bootstrap	89.96

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 257: Curva de acumulación de especies – Fitoplancton (No Paramétrico)

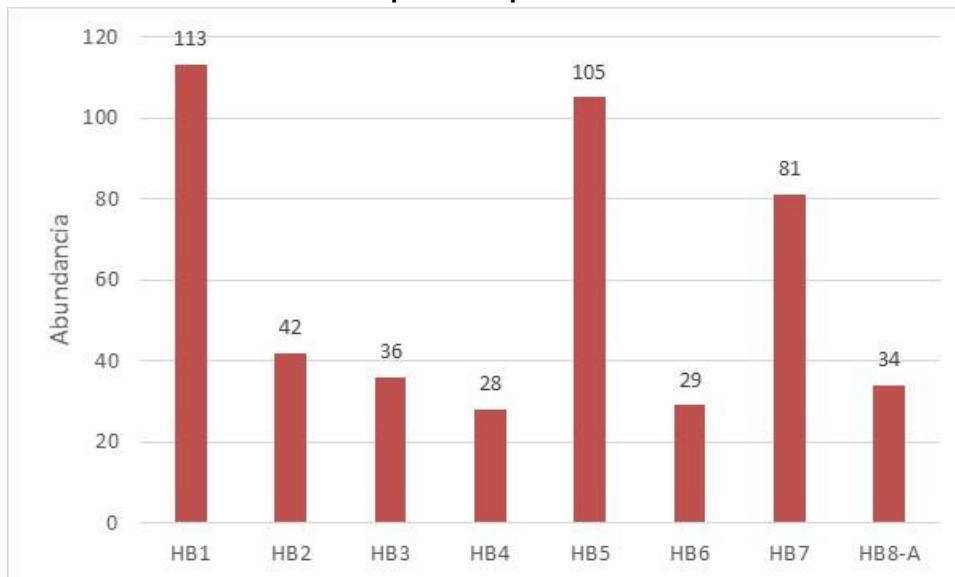


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza y Abundancia de especies

Los resultados de riqueza de especies por estación, muestran que la mayor abundancia se registró en la estación HB-1 (Qda S/N), donde se presentaron 113 Org/muestra; seguida de la estación HB-5, con 105 Org/muestra.

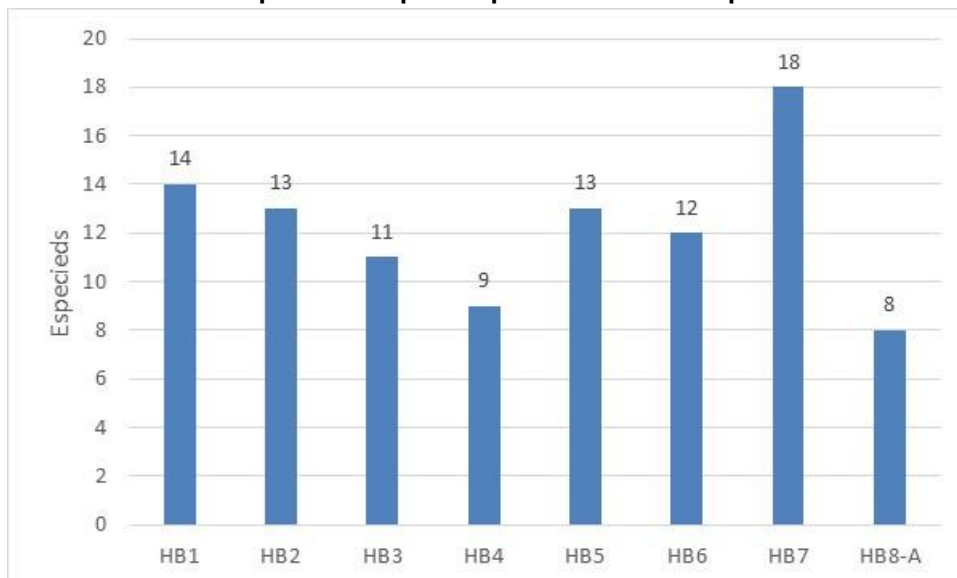
Gráfico 4.2- 258: Abundancia del Fitoplancton por estación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados de riqueza de especies por estación, muestran que la mayor riqueza específica se registró en la estación HB-7 (Qda S/N), donde se presentaron 18 especies; seguida de la estación HB-1, con 14 especies.

Gráfico 4.2- 259: Riqueza de especies por estación – Fitoplancton



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Alfa

Los resultados del análisis de diversidad alfa muestran que las estaciones HB-6 y HB-7 tienen los valores más altos para el índice de Simpson (1-D), con 0.88 y 0.90, respectivamente. En cuanto al índice de Shannon (H'), las estaciones HB-6 y HB-7 presentan los valores más altos, con 2.25 nits/individuo y 2.52 nits/individuo, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que estas mismas estaciones muestran una mayor homogeneidad en sus abundancias, reportando los valores más altos; 0.91 y 0.87, respectivamente.

Tabla 4.2- 182: Índices de diversidad alfa del Fitoplancton

Parametro	HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7	HB-8A
Especies	14	13	11	9	13	12	18	8
Individuos	113	42	36	28	105	29	81	34
Ind. Simpson (1-D)	0.83	0.85	0.82	0.83	0.38	0.88	0.90	0.62
Ind. Shannon (H)	2.04	2.18	1.98	1.93	1.04	2.25	2.52	1.35
Equidad (J)	0.77	0.85	0.83	0.88	0.41	0.91	0.87	0.65

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En general, los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.38$ y $1 - D = 0.90$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 1.04$ nits/individuo y $H' = 2.52$ nits/individuo. Como se muestra en el gráfico, la estación HB-7 presentó el valor más elevado de diversidad, debido a su riqueza específica ($S = 18$ especies) y alta equidad registrada ($J' = 0.87$) en comparación con el resto de estaciones; mientras que la estación HB-5 presenta los valores más bajos de diversidad para los índices de Shannon ($H' = 1.04$ nits/individuo) y Simpson ($1 - D = 0.38$), debido al bajo valor de riqueza reportado ($S = 11$ especies y 36 Org/muestra).

Gráfico 4.2- 260: Diversidad y equidad por estación del Fitoplancton



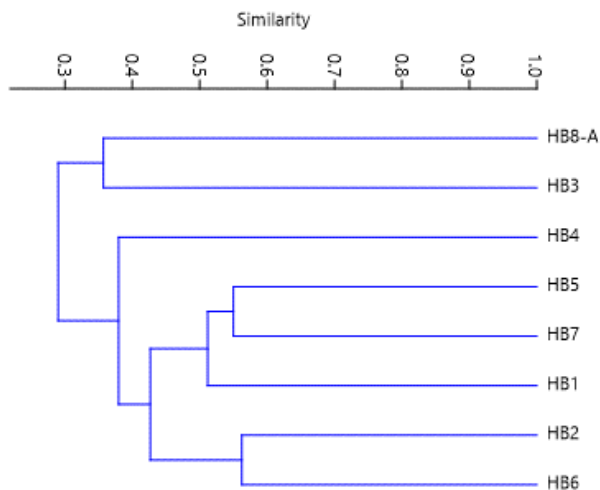
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Beta

En cuanto a la evaluación, según el índice de Bray Curtis (abundancia), se observa la formación de 2 grupos de similar composición de especies y abundancias, donde ninguno muestra una similitud superior al 50%. El subgrupo que presenta una mayor

similitud está compuesto por las estaciones HB-5 y HB-7, las cuales muestran una similitud mayor al 56%.

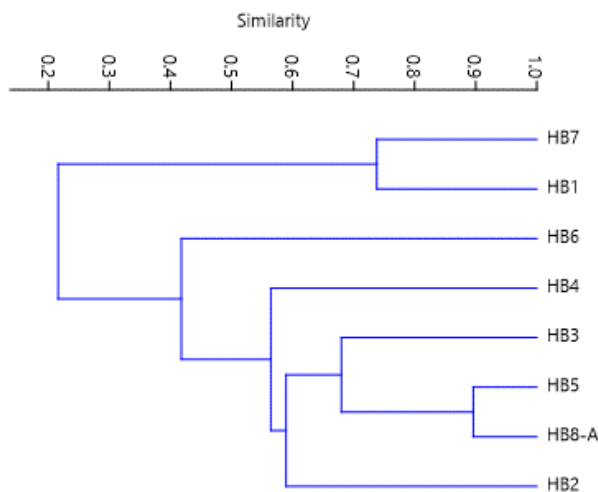
Gráfico 4.2- 261: Análisis de diversidad beta - Índice de Bray Curtis



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según el índice de Morisita, se observa la formación de grupos de similar composición de especies, donde 2 grupos exhiben una similitud superior al 50%. El primer grupo está constituido por las estaciones HB-1 y HB-7, las cuales presentan una similitud del 74% en la composición de sus especies. El otro grupo está formado por las estaciones HB-3, HB-5 y HB-8A con una similar composición en la abundancia de sus especies de un 66%.

Gráfico 4.2- 262: Análisis de diversidad beta - Índice de Morisita



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.5.3 Zooplancton

4.2.6.5.3.1 Temporada Muy Húmeda

Análisis Cualitativo

En la evaluación del perifiton durante la época muy húmeda, únicamente se obtuvo registros en las estaciones HB-1 (rio Mayo), HB-5 y HB-8, en estas se identificaron un total de 7 especies, agrupadas en 7 familias, 3 órdenes, 1 clase y 1 phyla. Ver tabla siguiente.

Tabla 4.2- 183: Especies de zooplancton registrados en la temporada muy húmeda

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especie
Rotífera	Eurotatoria	Bdelloidea	-	-
Rotífera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia sp.</i>
Rotífera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Testudinellidae	<i>Testudinella sp.</i>
Rotífera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus sp.</i>
Rotífera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane luna</i>
Rotífera	Eurotatoria	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra sp.</i>
Rotífera	Eurotatoria	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca uncinata</i>

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

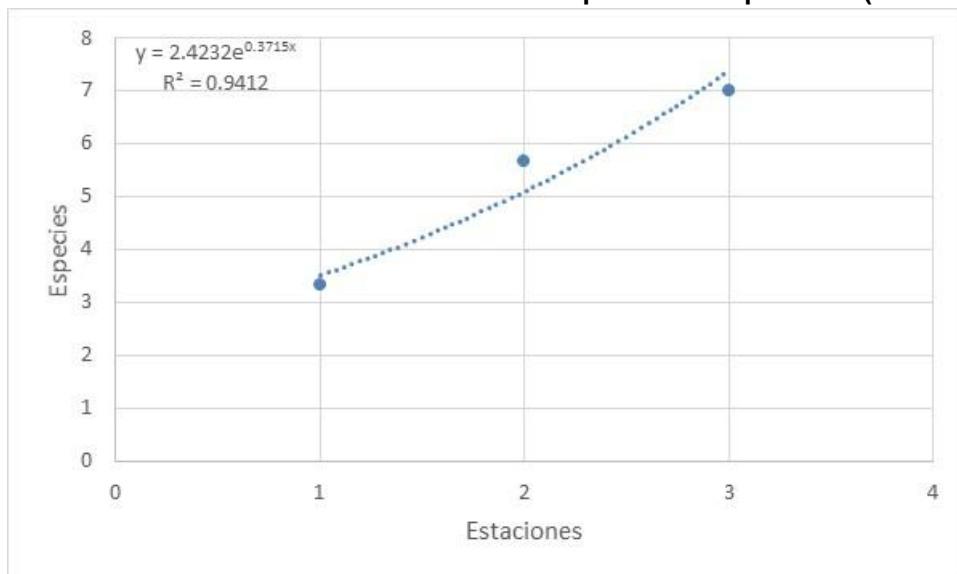
Curva de acumulación de especies

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cualitativo, reuniendo los hallazgos para la comunidad de zooplancton. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 7 especies registrada una eficiencia del 94.1%.

$$V2=(2.4232*(1-\exp(-0.3715*v1)))/0.3715$$

Gráfico 4.2- 263: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (Modelo de Clench)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

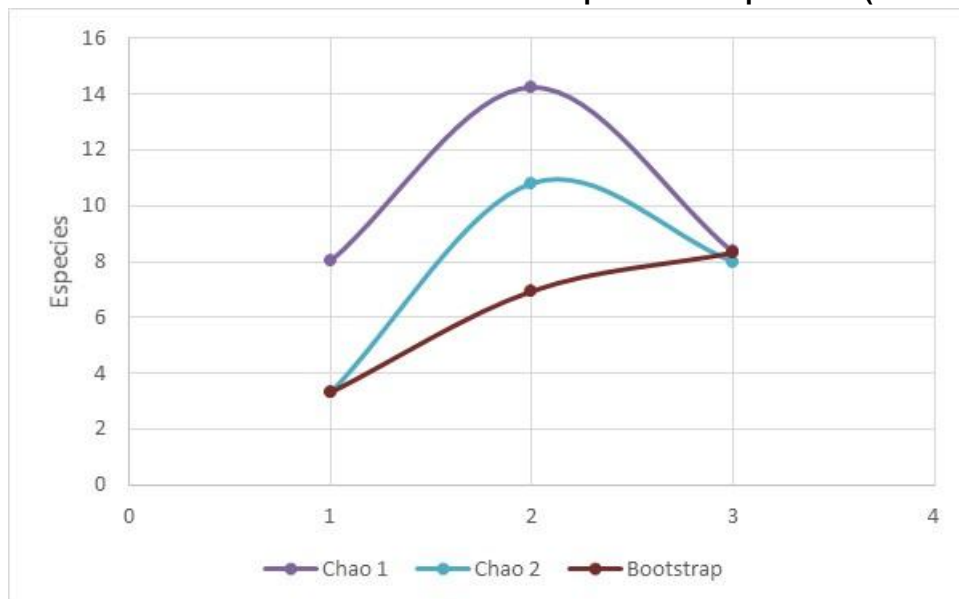
El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 60.0% de la riqueza de especies según el estimador ACE (11.7 especies estimadas) y el 87.5% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Chao2 (8.0 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 184: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)

Estaciones		3
Especies Observadas	(S)	7
Especies Estimadas	ACE	11.67
	Chao 1	8.35
	Chao 2	8.0
	Jackknife	9.67
	Bootstrap	8.3
Eficiencia	ACE	60.0
	Chao 1	83.8
	Chao 2	87.5
	Jackknife	72.4
	Bootstrap	84.3

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 264: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)

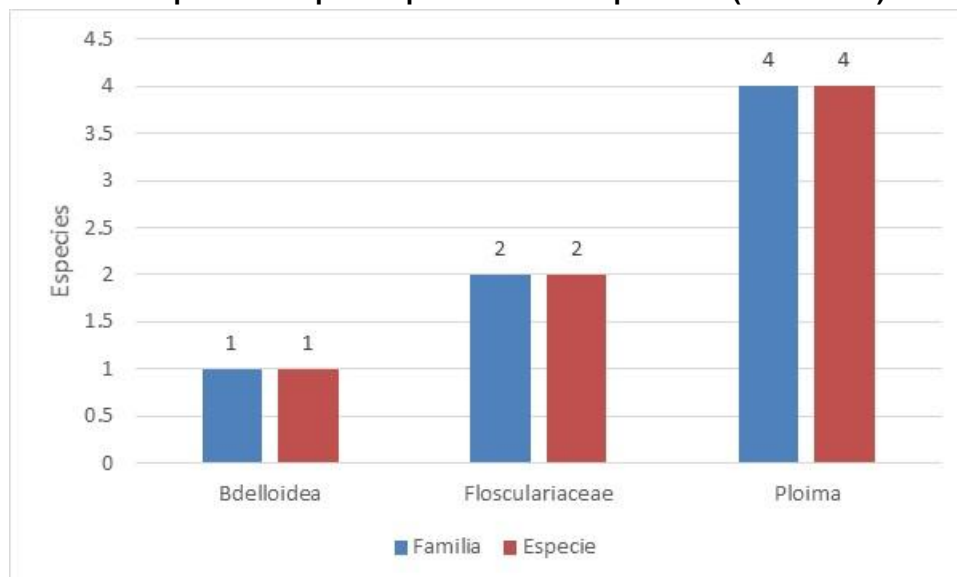


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

De acuerdo con los resultados de riqueza de especies a nivel de Orden, los grupos Bdelloidea, Flosculariaceae y Ploima muestran el mismo número de familias y especies, reportando 1 especie y 1 familia (Bdelloidea), 2 especies y 2 familias (Flosculariaceae), y 4 especies y 4 familias (Ploima).

Gráfico 4.2- 265: Riqueza de especies por Orden – Zooplancton (Cualitativo)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

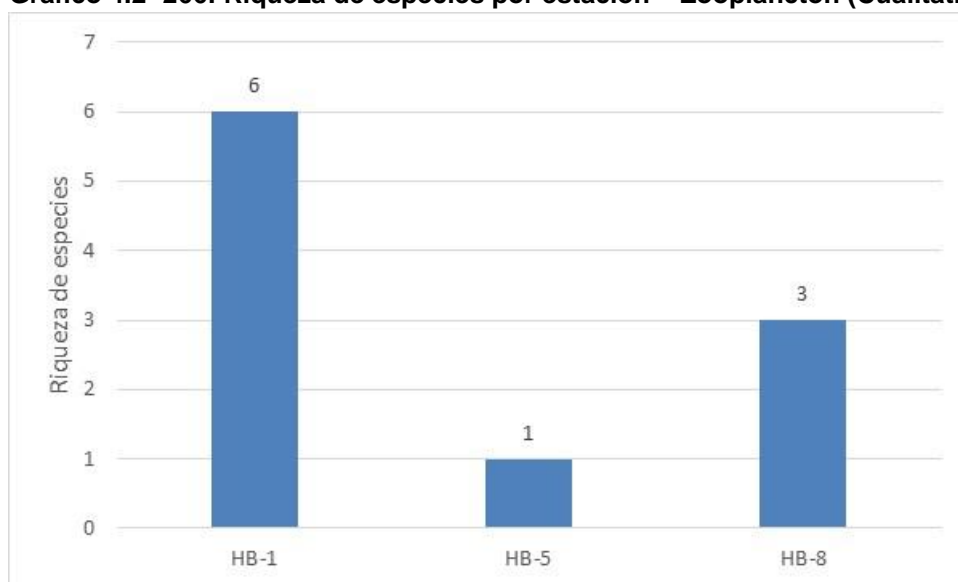
Los resultados de riqueza de especies por estación, muestran que la mayor riqueza específica se registró en la estación HB-1 (rio Mayo), donde se presentaron 6 especies; seguida de la estación HB-8, con 3 especies y la estación HB-5 reportando 1 especie.

Tabla 4.2- 185: Riqueza de especies por estación – Zooplancton (Cualitativo)

Orden	Familia	Especie	Estaciones		
			HB-1	HB-5	HB-8
Bdelloidea	-	-	0	1	0
Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia sp.</i>	1	0	1
Flosculariaceae	Testudinellidae	<i>Testudinella sp.</i>	1	0	1
Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus sp.</i>	1	0	0
Ploima	Lecanidae	<i>Lecane luna</i>	1	0	0
Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra sp.</i>	1	0	1
Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca uncinata</i>	1	0	0
Riqueza de especies			6	1	3

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 266: Riqueza de especies por estación – Zooplancton (Cualitativo)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

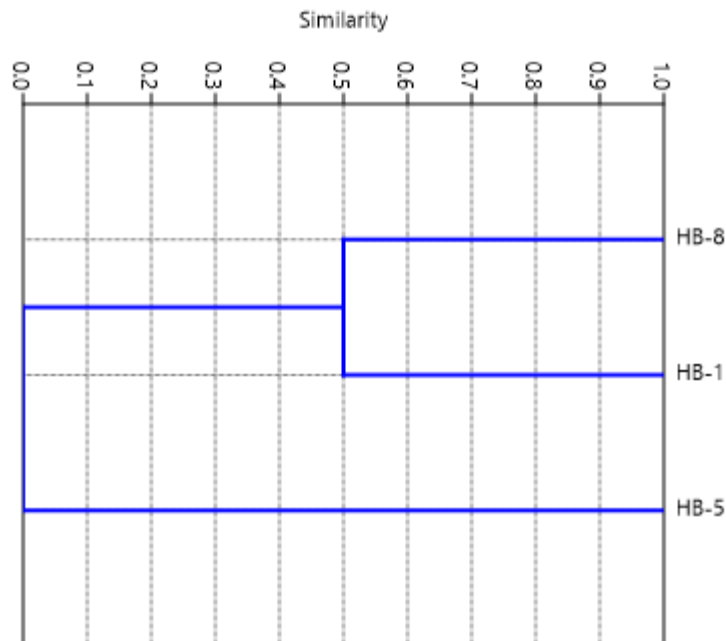
Diversidad alfa

Considerando que los resultados son cualitativos, presencia o ausencia de especies, no se realizó las estimaciones de los índices de diversidad alfa.

Diversidad beta

Con los resultados obtenidos del análisis cualitativo, se evaluó la similitud entre las estaciones de muestreo mediante el índice de Jaccard. Los resultados muestran la formación de un grupo que presenta una similitud del 50%, siendo este conformado por las estaciones HB-1 y HB-8.

Gráfico 4.2- 267: Análisis de similaridad beta por estación – Zooplancton (Índice de Jaccard)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Análisis Cuantitativo

La evaluación del zooplancton cuantitativo, únicamente registra especies en la estación HB-1, HB-4 y HB8, en las cuales se identificaron un total de 14 Org/L, distribuidos en 4 especies, agrupadas en 4 familias, 3 órdenes, 2 clases y 2 phyla. Es importante mencionar que en las estaciones HB-2, HB-3, HB-5, HB-6 y HB-7 no se presentaron registros.

Tabla 4.2- 186: Especies de zooplancton registrados en la temporada muy húmeda

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especie	Densidad (Org/L)
Nematoda	-	-	-	-	1
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia sp.</i>	2
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Testudinellidae	<i>Testudinella sp.</i>	5
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra sp.</i>	6

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

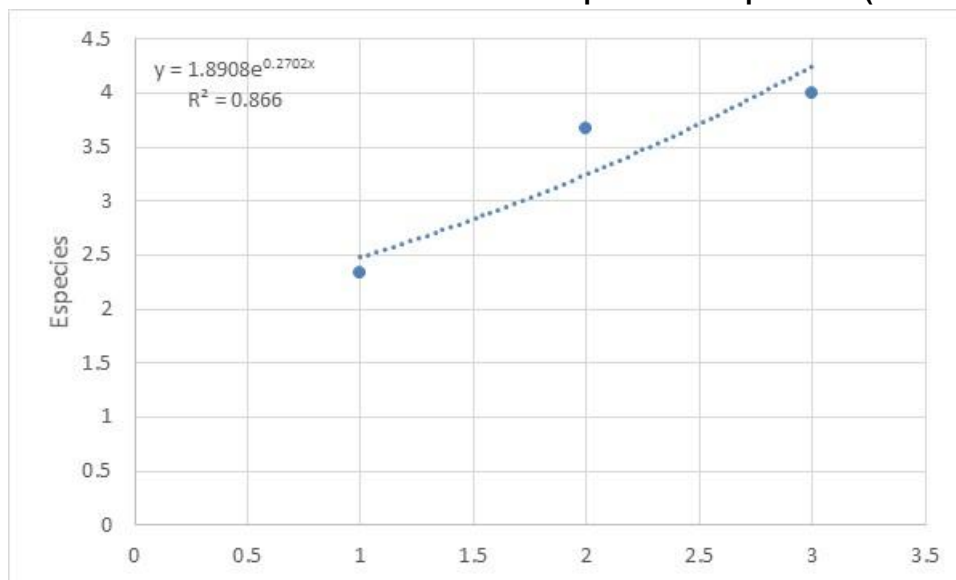
Curva de acumulación de especies

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cuantitativo, reuniendo los hallazgos para la comunidad de zooplancton. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 4 especies registrada una eficiencia del 86.6%.

$$V2=(1.8908*(1-\exp(-0.2702*v1)))/0.2702$$

Gráfico 4.2- 268: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (Modelo de Clench)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

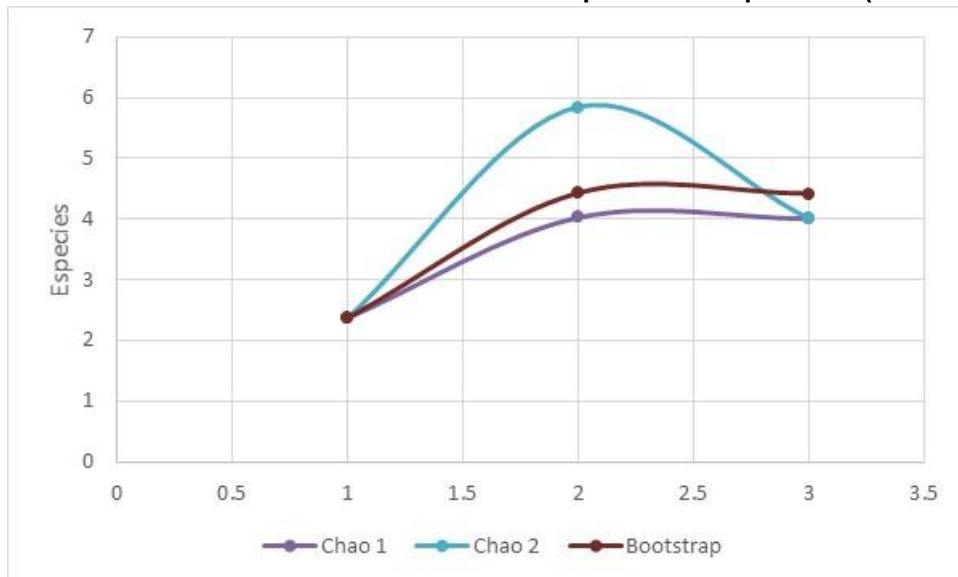
El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 85.7% de la riqueza de especies según el estimador Jackknife (4.6 especies estimadas) y el 90.7% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Bootstrap (4.4 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 187: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)

Estaciones		3
Abundancia		14 Org/L
Especies Observadas	(S)	4
Especies Estimadas	ACE	4.56
	Chao 1	4.00
	Chao 2	4.00
	Jackknife	4.67
	Bootstrap	4.41
Eficiencia	ACE	87.7
	Chao 1	100.0
	Chao 2	100.0
	Jackknife	85.7
	Bootstrap	90.7

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 269: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

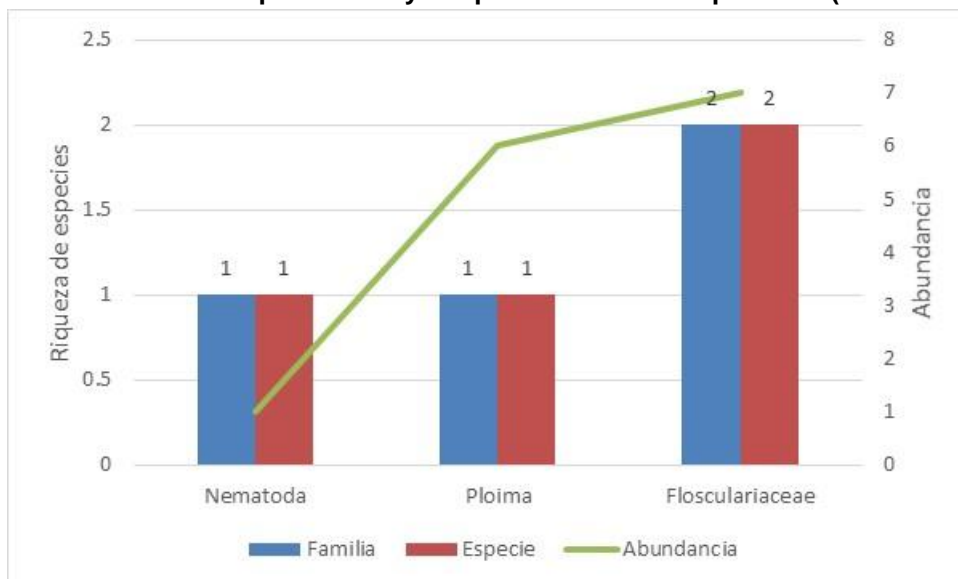
De acuerdo con los resultados de riqueza de especies, a nivel de Phylum, el grupo Rotifera muestra la mayor riqueza con un total de 13 Org/L, 4 especies, 3 familias, 2 órdenes y 1 clase, en tanto que Nematoda reporta 1 solo registro.

Tabla 4.2- 188: Riqueza de especies – Zooplancton (Cuantitativo)

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	Densidad (Org/L)
Nematoda	Nematoda	Nematoda	1	1	1
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	2	2	7
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	1	1	6

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

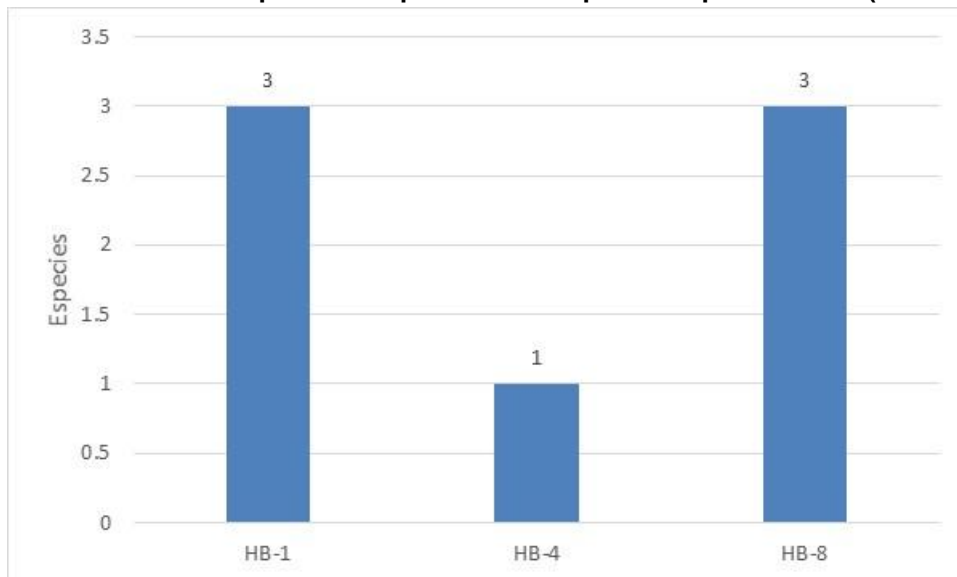
Gráfico 4.2- 270: Riqueza de Phylum por estación – Zooplancton (Cuantitativo)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, respecto a los resultados de riqueza de especies, se observó que la mayor riqueza taxonómica se registró en las estaciones HB-1 y HB-8, las cuales presentaron 3 especies; seguida de la estación HB-4, con solo 1 especie. Mientras, que en las estaciones HB-2, HB-3, HB-5, HB-6 y HB-7 no se presentaron registros.

Gráfico 4.2- 271: Riqueza de especies del zooplancton por estación (Cuantitativo)

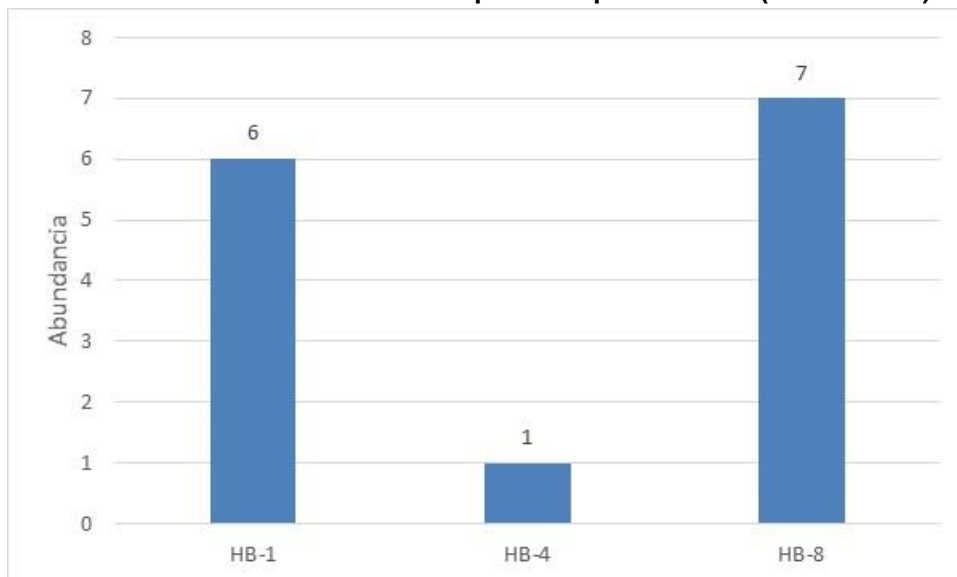


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

Por otro lado, respecto a los resultados de abundancia de especies, se observó que la mayor abundancia se presentó en la estación HB-8, donde se presentaron 7 Org/L; seguida de la estación HB-1, con 6 Org/L; y luego la estación HB-4, la cual reportó solo 1 Org/L. Mientras, que en las estaciones HB-2, HB-3, HB-5, HB-6 y HB-7 no se presentaron registros.

Gráfico 4.2- 272: Abundancia del zooplancton por estación (Cuantitativo)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Frecuencia

De acuerdo con los resultados de frecuencia, el grupo Rotifera muestra la mayor frecuencia relativa, con un 66.7%, seguida por Nematoda con un 33.3%.

Tabla 4.2- 189: Frecuencia de Phylum por estación – Zooplancton

Orden	Familia	Especie	Densidad (Org/L)	Frecuencia
Nematoda	-	-	1	33.3
Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia sp.</i>	2	66.7
Flosculariaceae	Testudinellidae	<i>Testudinella sp.</i>	5	66.7
Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra sp.</i>	6	66.7

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Alfa

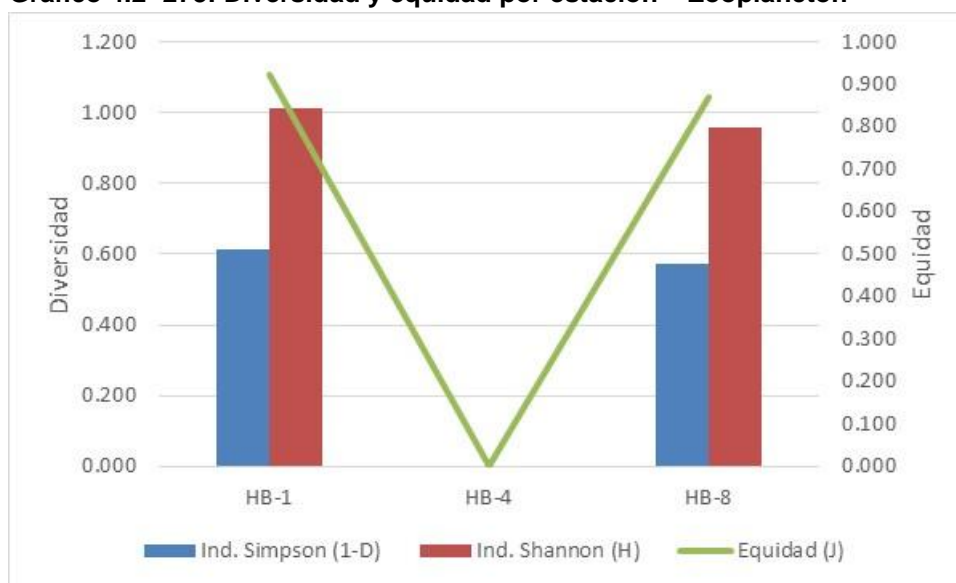
Se llevó a cabo el análisis de diversidad utilizando los índices de Simpson (1-D), Shannon (H') y Equidad (J). Los resultados para las 3 estaciones muestran que la estación HB-1 tiene el valor más alto para el índice de Simpson (1-D), con 0.611 e índice de Shannon (H'), con 1.011 nits/individuo. Finalmente, en cuanto al índice de Equidad (J), la estación HB-1 también muestra el valor más alto, con 0.921.

Tabla 4.2- 190: Análisis de diversidad alfa por estación – Zooplancton

Parámetro	Estaciones		
	HB-1	HB-4	HB-8
Especies	3	1	3
Individuos	6	1	7
Ind. Simpson (1-D)	0.611	0.000	0.571
Ind. Shannon (H)	1.011	0.000	0.956
Equidad (J)	0.921	0.000	0.870

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 273: Diversidad y equidad por estación – Zooplancton



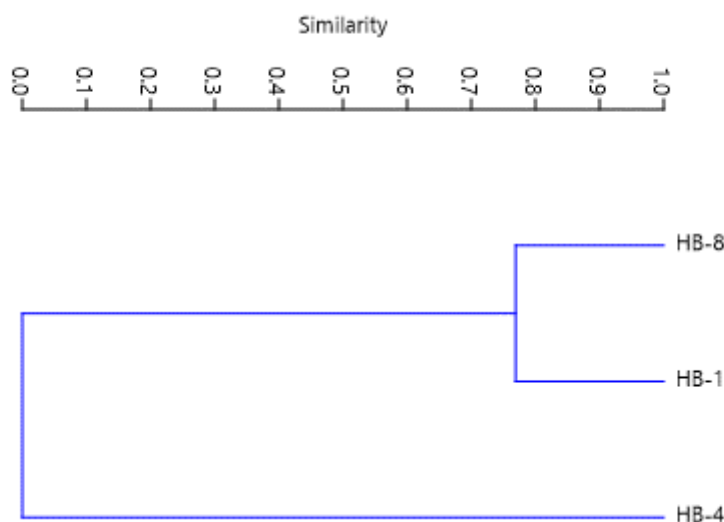
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Beta

Con los datos obtenidos se analizó la similitud entre las estaciones de muestreo utilizando el índice de Bray Curtis e Índice de Morisita.

En cuanto a la evaluación, según el índice de Bray Curtis, se observa la formación de solo un grupo. Este grupo está compuesto por las estaciones HB-1 y HB-8, las cuales muestran una similitud del 76%.

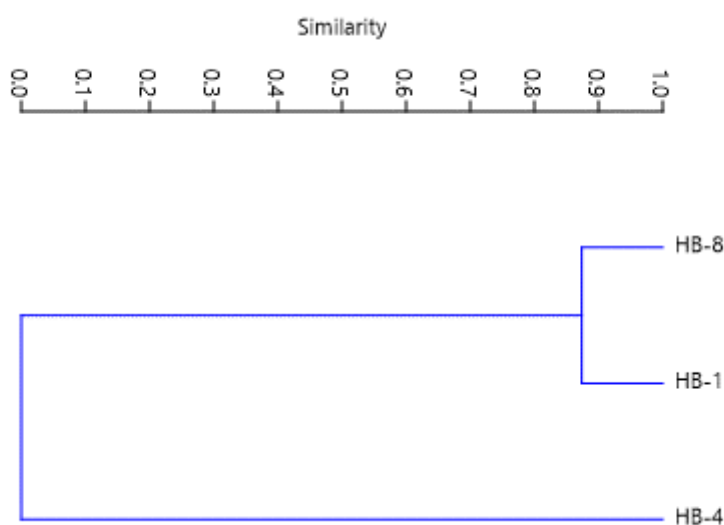
Gráfico 4.2- 274: Índice de diversidad beta – Zooplancton (Índice de Bray Curtis)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Adicionalmente, según el índice de Morisita, se observa la formación de solo un grupo constituido por las estaciones HB-1 y HB-8, las cuales presentan una similitud del 87%.

Gráfico 4.2- 275: Índice de diversidad beta – Zooplancton (Índice de Morisita)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.5.3.2 Temporada Húmeda

Análisis Cualitativo

En la evaluación del perifiton durante la época húmeda, en estas se identificaron un total de 24 especies, agrupadas en 19 familias, 15 órdenes, 10 clases y 7 phyla. Ver tabla siguiente.

Tabla 4.2- 191: Especies de zooplancton registrados en la temporada húmeda

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especies
Arthropoda	Ostracoda	-	-	-
Cercozoa	-	-	-	-
Ciliophora	-	-	-	-
Ciliophora	Ciliata	Gymnostomatida	Colepidae	<i>Coleps sp.</i>
Ciliophora	Ciliata	Hymenostomatida	Parameciidae	-
Ciliophora	Ciliata	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella sp.</i>
Ciliophora	Gymnostomatea	Cyclotrichida	Mesodiniidae	<i>Mesodinium sp.</i>
Gastrotricha	-	-	-	-
Nematoda	-	-	-	-
Protozoa	Filosia	-	-	-
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Cyphoderiidae	<i>Cyphoderia sp.</i>
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Euglypha sp.</i>
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Trinema sp.</i>
Protozoa	Lobosa	Amoebida	Amoebidae	-
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella sp.</i>
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Centropxyidae	<i>Centropxyxis sp.</i>
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia sp.</i>
Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	-	-
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane sp.</i>
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lepadellidae	<i>Colurella sp.</i>
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lepadellidae	<i>Lepadella ovalis</i>
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lepadellidae	<i>Lepadella patella</i>
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Notommatidae	<i>Cephalodella sp.</i>

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

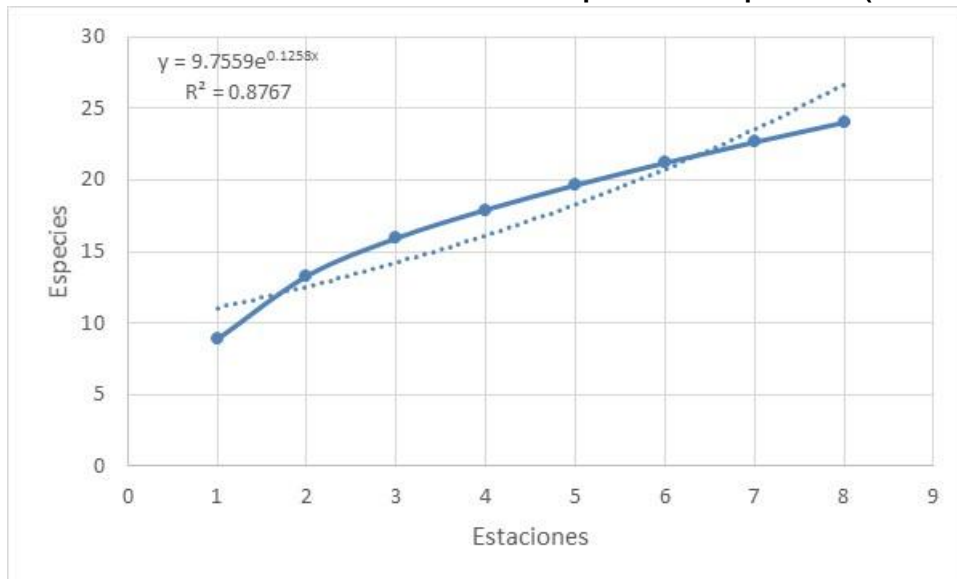
Curva de acumulación de especies

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cualitativo, reuniendo los hallazgos para la comunidad de zooplancton. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 24 especies registrada una eficiencia del 87.7%.

$$V2=(9.7559*(1-\exp(-0.1258*v1)))/0.01258$$

Gráfico 4.2- 276: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (Modelo de Clench)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

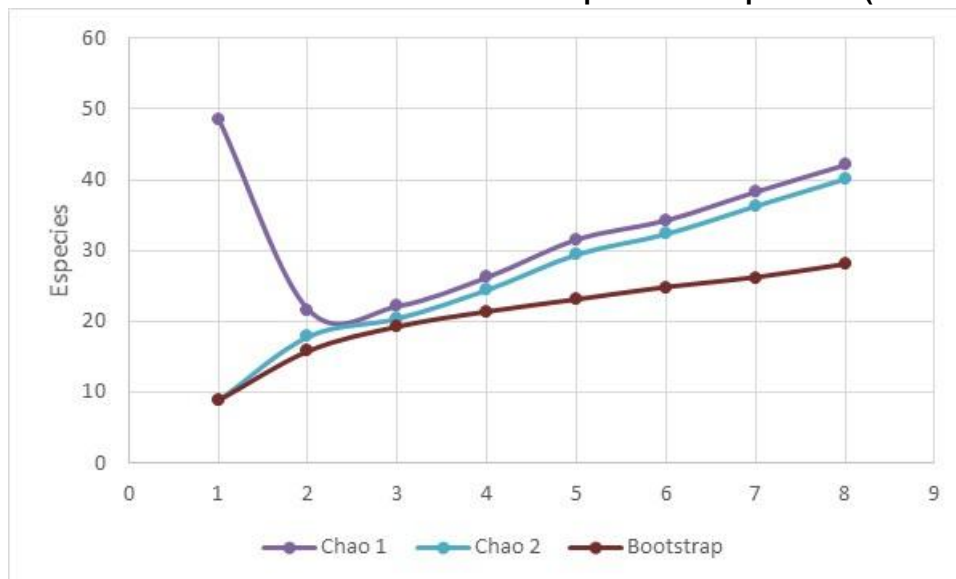
El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 57.0% de la riqueza de especies según el estimador Chao1 (42.1 especies estimadas) y el 85.6% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Bootstrap (28.0 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 192: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)

Estaciones		8
Especies Observadas	(S)	24
Especies Estimadas	ACE	33.98
	Chao 1	42.08
	Chao 2	40.04
	Jackknife	33.63
	Bootstrap	28.03
Eficiencia	ACE	70.6
	Chao 1	57.0
	Chao 2	59.9
	Jackknife	71.4
	Bootstrap	85.6

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 277: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

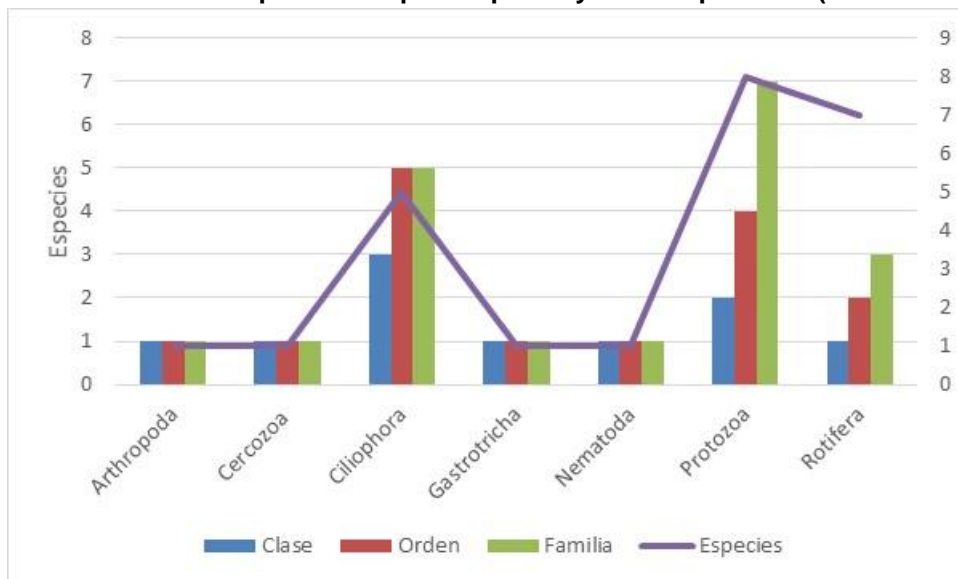
De acuerdo con los resultados de riqueza de especies a nivel de Phylla, el grupo Ciliophora (5 especies), Rotifera (7 especies) y Protozoa (8 especies) registran una mayor diversidad de especies.

Tabla 4.2- 193: Riqueza de especies por phylla – Zooplancton (Cualitativo)

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especies
Arthropoda	1	1	1	1
Cercozoa	1	1	1	1
Ciliophora	3	5	5	5
Gastrotricha	1	1	1	1
Nematoda	1	1	1	1
Protozoa	2	4	7	8
Rotifera	1	2	3	7

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 278: Riqueza de especies por Phylla – Zooplancton (Cualitativo)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados de riqueza de especies por estación, muestran que la mayor riqueza específica se registró en la estación HB-2, donde se presentaron 16 especies; seguida de la estación HB-8A, con 14 especies y la estación HB-3 reportando 10 especies.

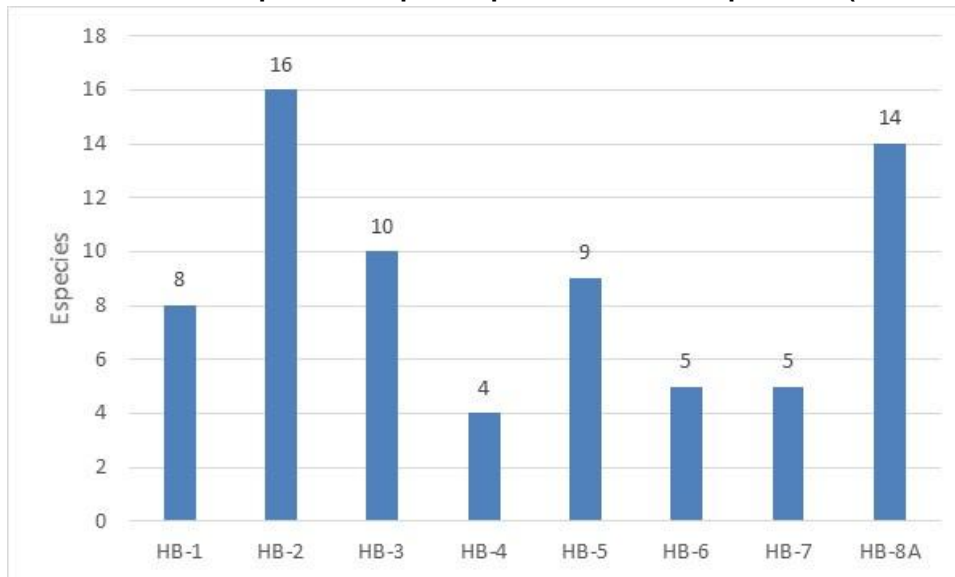
Tabla 4.2- 194: Riqueza de especies por estación – Zooplancton (Cualitativo)

Orden	Familia	Especies	Estaciones							
			HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7	HB-8A
Ostracoda	-	-	1	0	0	0	0	0	0	0
Cercozoa	-	-	1	1	1	1	1	0	0	1
Ciliophora	-	-	0	0	0	1	1	0	0	1
Gymnostomatida	Colepidae	<i>Coleps sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
Hymenostomatida	Parameciidae	-	0	0	0	0	0	0	0	1
Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella sp.</i>	0	1	1	0	0	0	1	1
Cyclotrichida	Mesodiniidae	<i>Mesodinium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
Gastrotricha	-	-	0	1	0	0	0	0	0	0
Nematoda	-	-	0	1	1	0	1	1	1	1
Filosia	-	-	0	0	0	0	1	0	0	0
Aconchulinida	Cyphoderiidae	<i>Cyphoderia sp.</i>	1	1	1	0	1	1	0	0
Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Euglypha sp.</i>	1	1	1	0	1	0	0	1
Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Trinema sp.</i>	1	1	1	1	1	0	0	1
Amoebida	Amoebidae	-	0	0	0	0	0	0	0	1
Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella sp.</i>	1	1	0	0	0	0	0	1
Arcellinida	Centropyxidae	<i>Centropyxis sp.</i>	1	1	1	1	1	1	0	1
Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
Bdelloidea	-	-	1	1	1	0	0	1	1	1
Ploima	Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
Ploima	Lecanidae	<i>Lecane sp.</i>	0	1	1	0	0	1	1	1
Ploima	Lepadellidae	<i>Colurella sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	1

Orden	Familia	Especies	Estaciones							
			HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7	HB-8A
Ploima	Lepadellidae	<i>Lepadella ovalis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
Ploima	Lepadellidae	<i>Lepadella patella</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
Ploima	Notommatidae	<i>Cephalodella sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 279: Riqueza de especies por estación – Zooplancton (Cualitativo)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

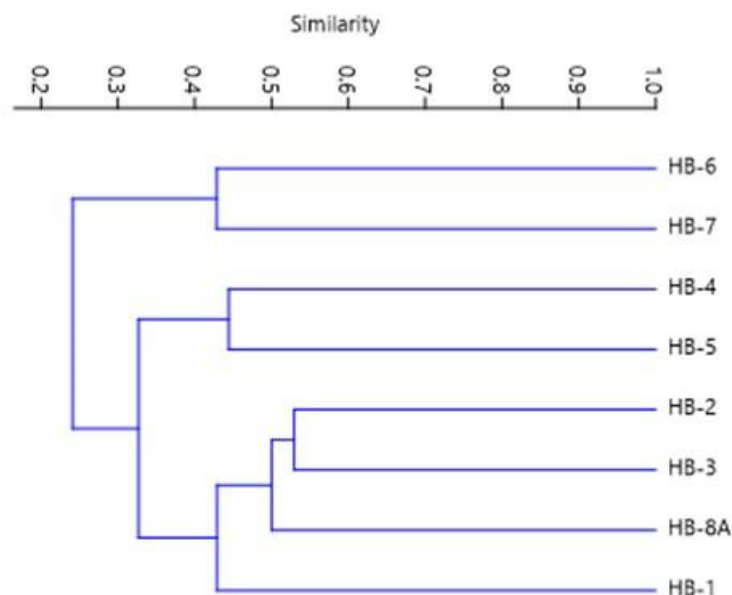
Considerando que los resultados son cualitativos, presencia o ausencia de especies, no se realizó las estimaciones de los índices de diversidad alfa.

Diversidad beta

Con los resultados obtenidos del análisis cualitativo, se evaluó la similitud entre las estaciones de muestreo mediante el índice de Jaccard. Los resultados muestran la formación de 3 grupos asociados por su similitud en la composición de sus especies.

El primer grupo que presenta una similitud del 52%, siendo este conformado por las estaciones HB-2 y HB-3. El segundo grupo se encuentra formado por las estaciones HB-4 y HB-5 con una similitud del 44% y tercer grupo se encuentra formado por las estaciones HB-6 y HB-7 con una similitud del 42%.

Gráfico 4.2- 280: Análisis de similitud beta por estación – Zooplancton (Índice de Jaccard)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Análisis Cuantitativo

En la evaluación del zooplancton cuantitativo, temporada húmeda, se identificaron un total de 42 Org/L, distribuidos en 13 especies, agrupadas en 12 familias, 9 órdenes, 8 clases y 6 phyla.

Tabla 4.2- 195: Especies de zooplancton registrados en la temporada húmeda

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especies	Densidad (Org/L)
Arthropoda	Ostracoda	-	-	-	1
Cercozoa	-	-	-	-	3
Ciliophora	-	-	-	-	2
Ciliophora	Gymnostomatea	Cyclotrichida	Mesodiniidae	<i>Mesodinium sp.</i>	2
Nematoda	-	-	-	-	3
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Cyphoderiidae	<i>Cyphoderia sp.</i>	3
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Euglypha sp.</i>	10
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Trinema sp.</i>	6
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella sp.</i>	1
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Centropyxidae	<i>Centropyxis sp.</i>	4
Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	-	-	5
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane sp.</i>	1
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lepadellidae	<i>Colurella sp.</i>	1

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Curva de acumulación de especies

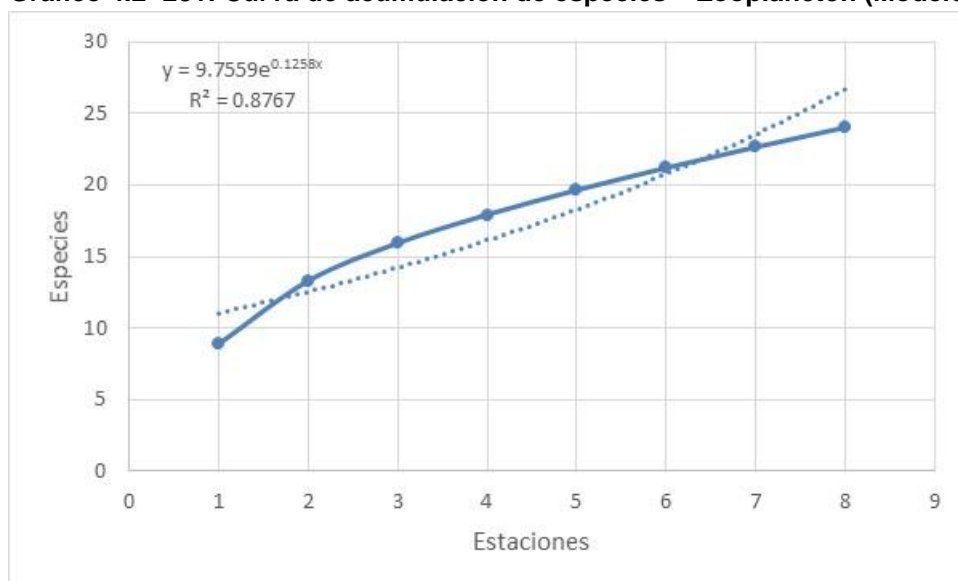
En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cuantitativo, reuniendo los hallazgos para la comunidad de zooplancton. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea

considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 4 especies registrada una eficiencia del 87.7%.

$$V2=(9.7559*(1-\exp(-0.1258*v1)))/0.1258$$

Gráfico 4.2- 281: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (Modelo de Clench)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 57.0% de la riqueza de especies según el estimador Chao1 (42.1 especies estimadas) y el 85.6% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Bootstrap (28.0 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

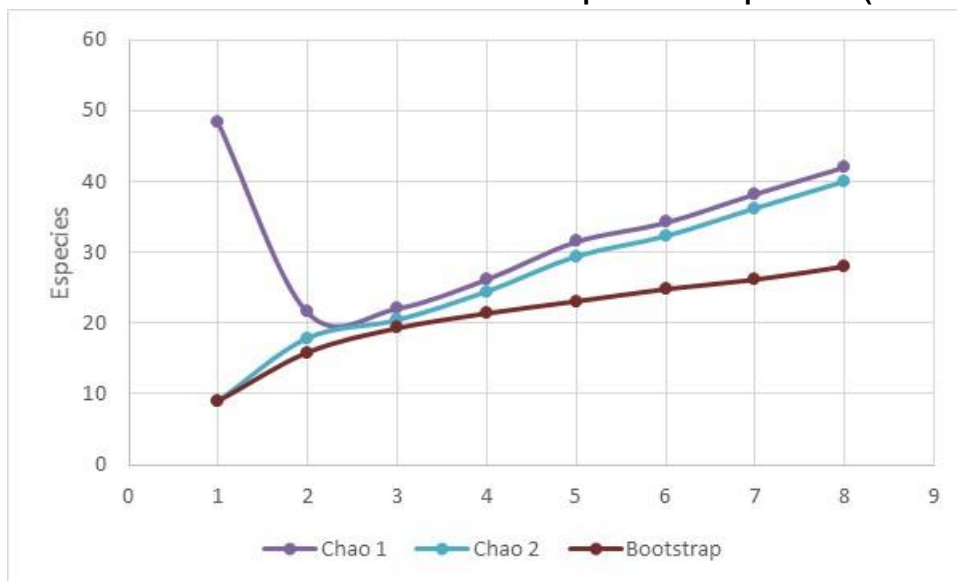
Tabla 4.2- 196: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)

Estaciones		8
Abundancia		42 Org/L
Especies Observadas	(S)	13
Especies Estimadas	ACE	33.98
	Chao 1	42.08
	Chao 2	40.04
	Jackknife	33.63
	Bootstrap	28.03
Eficiencia	ACE	70.6
	Chao 1	57.0

Estaciones		8
Abundancia		42 Org/L
Especies Observadas	(S)	13
	Chao 2	59.9
	Jackknife	71.4
	Bootstrap	85.6

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 282: Curva de acumulación de especies – Zooplancton (No Paramétrico)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

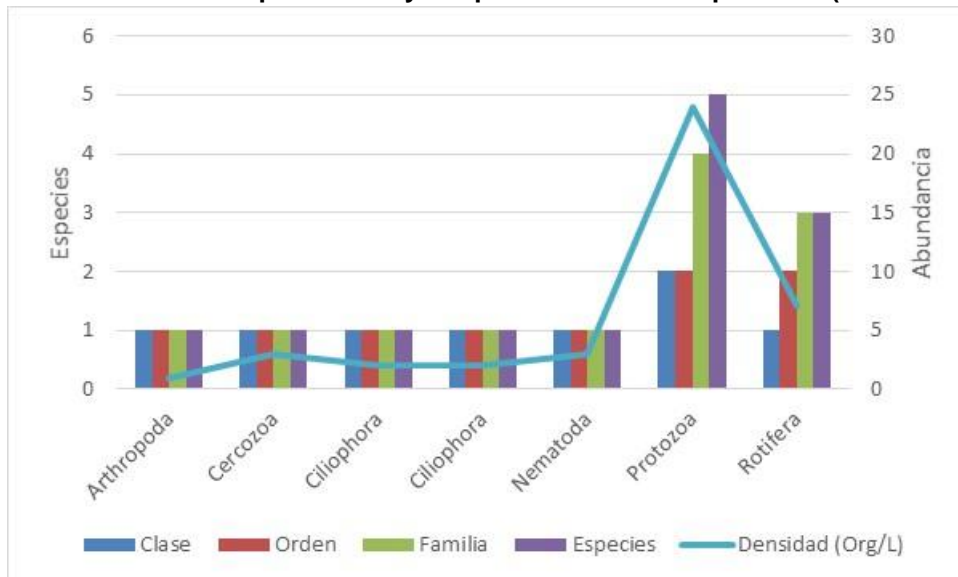
Riqueza de especies

De acuerdo con los resultados de riqueza de especies, a nivel de Phylum, el grupo Rotifera muestra la mayor riqueza con un total de 13 Org/L, 4 especies, 3 familias, 2 órdenes y 1 clase, en tanto que Nematoda reporta 1 solo registro.

Tabla 4.2- 197: Riqueza de especies – Zooplancton (Cuantitativo)

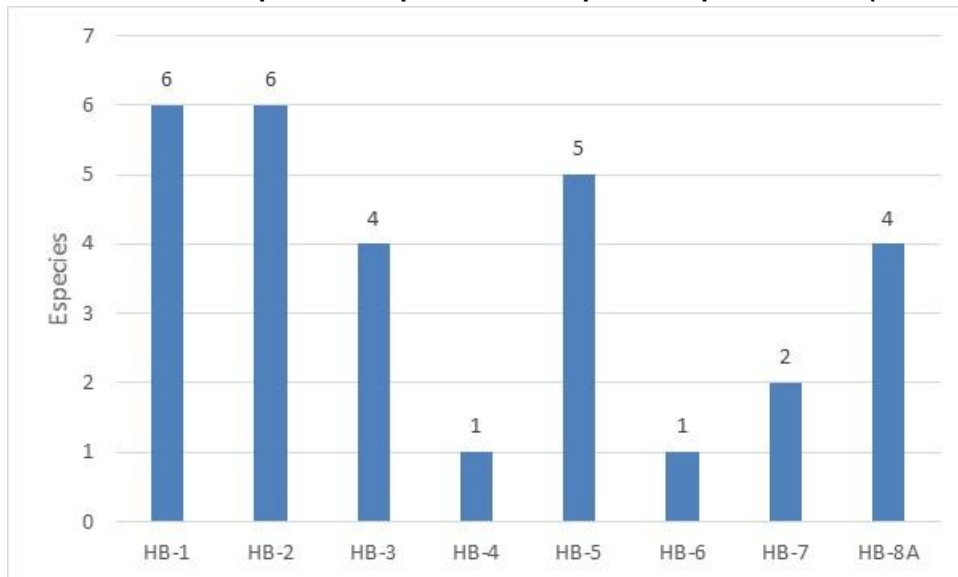
Phylum	Clase	Orden	Familia	Especies	Densidad (Org/L)
Arthropoda	Ostracoda	1	1	1	1
Cercozoa	-	1	1	1	3
Ciliophora	-	1	1	1	2
Ciliophora	Gymnostomatea	1	1	1	2
Nematoda	-	1	1	1	3
Protozoa	Filosia	1	2	3	19
Protozoa	Lobosa	1	2	2	5
Rotifera	Eurotatoria	2	3	3	7

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 283: Riqueza de Phylum por estación – Zooplancton (Cuantitativo)

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

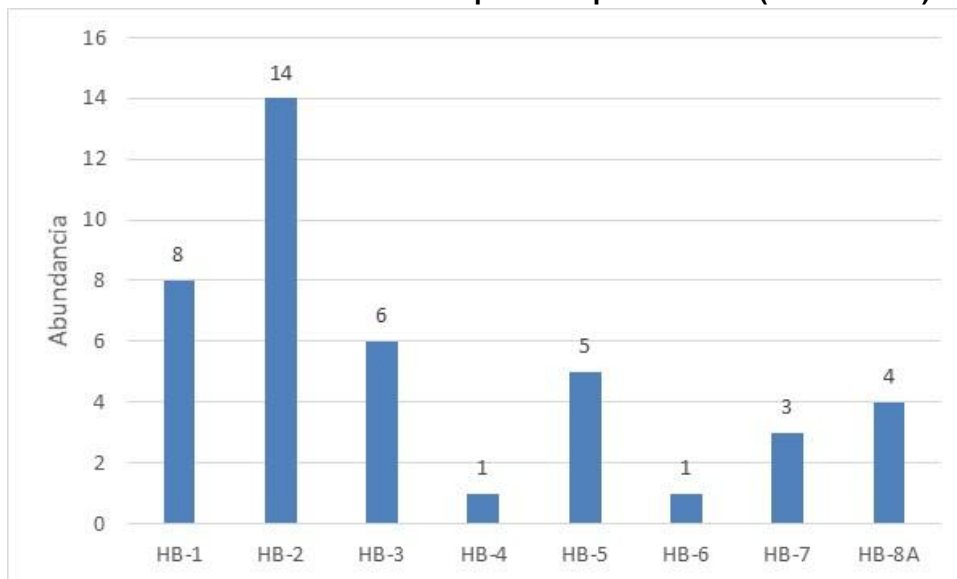
Por otro lado, respecto a los resultados de riqueza de especies, se observó que la mayor riqueza taxonómica se registró en las estaciones HB-1 y HB-2, las cuales presentaron 6 especies, respectivamente; seguida de la estación HB-5, con 5 especies. Mientras, que en las estaciones HB-4 y HB-6 se registra 1 especie.

Gráfico 4.2- 284: Riqueza de especies del zooplancton por estación (Cuantitativo)

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

Por otro lado, respecto a los resultados de abundancia de especies, se observó que la mayor abundancia se presentó en la estación HB-2, donde se presentaron 14 Org/L; seguida de la estación HB-1, con 8 Org/L; y luego la estación HB-3, la cual reportó 6 Org/L. Mientras, que en las estaciones HB-4 y HB-6 se registra 1 Org/L, respectivamente.

Gráfico 4.2- 285: Abundancia del zooplancton por estación (Cuantitativo)

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Frecuencia

De acuerdo con los resultados de frecuencia, las especies del grupo Protozoa; *Euglypha sp* y *Trinema sp* muestra la mayor frecuencia relativa, con un 50.0%, seguida por *Centropyxis sp* con un 37.5%.

Tabla 4.2- 198: Frecuencia de Phylum por estación – Zooplancton

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especies	Densidad (Org/L)	Frecuencia
Arthropoda	Ostracoda	-	-	-	1	12.5
Cercozoa	-	-	-	-	3	37.5
Ciliophora	-	-	-	-	2	25.0
Ciliophora	Gymnostomatea	Cyclotrichida	Mesodiniidae	<i>Mesodinium sp.</i>	2	12.5
Nematoda	-	-	-	-	3	37.5
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Cyphoderiidae	<i>Cyphoderia sp.</i>	3	25.0
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Euglypha sp.</i>	10	50.0
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Trinema sp.</i>	6	50.0
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella sp.</i>	1	12.5
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Centropyxidae	<i>Centropyxis sp.</i>	4	37.5
Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	-	-	5	37.5
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane sp.</i>	1	12.5
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lepadellidae	<i>Colurella sp.</i>	1	12.5

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Alfa

Se llevó a cabo el análisis de diversidad utilizando los índices de Simpson (1-D), Shannon (H') y Equidad (J). Los resultados para las 8 estaciones muestran que la estación HB-2 tiene el valor más alto para el índice de Simpson (1-D), con 0.806 e índice de Shannon (H'), con 1.710 nits/individuo. Finalmente, en cuanto al índice de Equidad (J), la estación HB-5 y HB-8A muestran el valor más alto, con 1.00.

Tabla 4.2- 199: Análisis de diversidad alfa por estación – Zooplancton

Parametro	Estaciones							
	HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7	HB-8A
Especies	6	6	4	1	5	1	2	4
Individuos	8	14	6	1	5	1	3	4
Ind. Simpson (1-D)	0.781	0.806	0.722	0.000	0.800	0.000	0.444	0.750
Ind. Shannon (H)	1.667	1.710	1.330	0.000	1.609	0.000	0.637	1.386
Equidad (J)	0.931	0.955	0.959	0.000	1.000	0.000	0.918	1.000

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 286: Diversidad y equidad por estación – Zooplancton

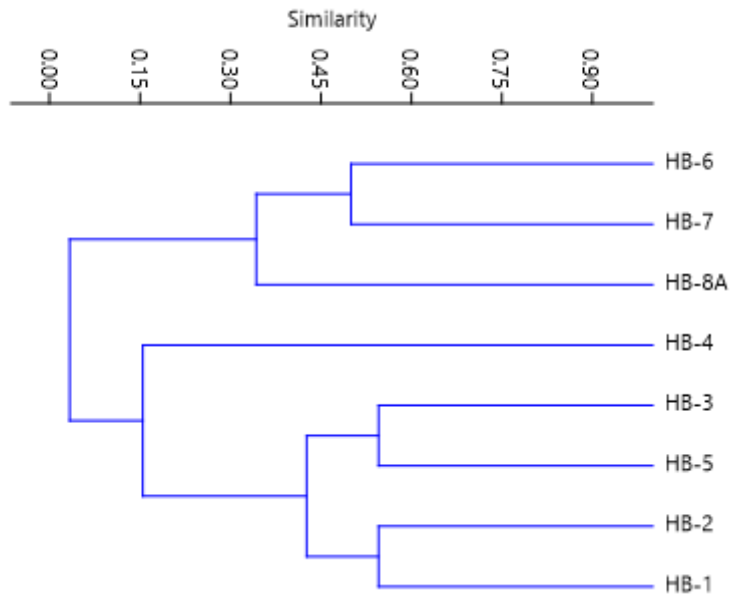


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Beta

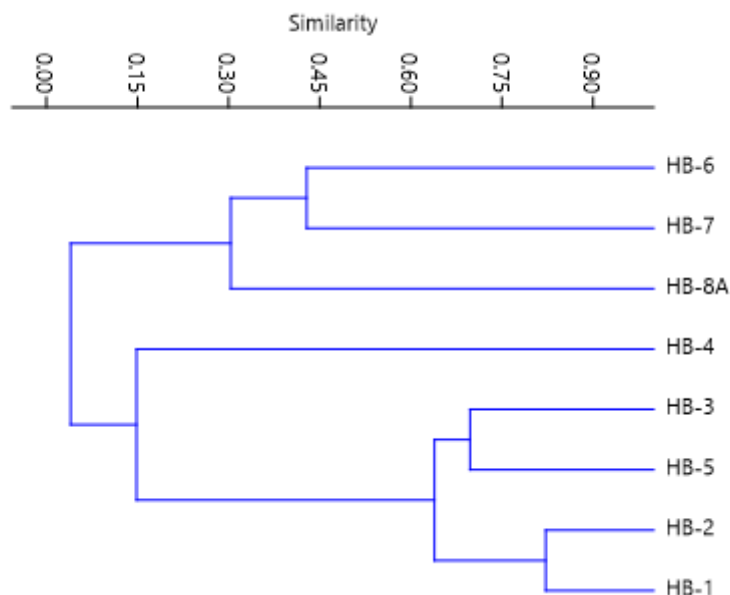
Con los datos obtenidos se analizó la similitud entre las estaciones de muestreo utilizando el índice de Bray Curtis e Índice de Morisita.

En cuanto a la evaluación, según el índice de Bray Curtis, se observa la formación de 3 grupos con similitud en su composición y abundancia de especies; el primero constituido por las estaciones HB-3 y HB-5, las cuales presentan una similitud del 53%. El segundo constituido por las estaciones HB-1 y HB-2, las cuales presentan una similitud del 52% y el tercero constituido por las estaciones HB-6 y HB-7, las cuales presentan una similitud del 50%.

Gráfico 4.2- 287: Índice de diversidad beta – Zooplancton (Índice de Bray Curtis)


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Adicionalmente, según el Índice de Morisita, se observa la formación de 3 grupos con similitud en su composición y abundancia de especies; el primero constituido por las estaciones HB-1 y HB-2, las cuales presentan una similitud del 80%. El segundo constituido por las estaciones HB-3 y HB-5, las cuales presentan una similitud del 73% y el tercero constituido por las estaciones HB-6 y HB-7, las cuales presentan una similitud del 43%.

Gráfico 4.2- 288: Índice de diversidad beta – Zooplancton (Índice de Morisita)


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Uso Local

No se reporta algún tipo de uso local de las especies del zooplancton.

Especies Protegidas y/o Endémicas

La legislación peruana e internacional no registra especies del zooplancton en alguna categoría de protección.

4.2.6.5.4 Macroinvertebrados bentónicos

4.2.6.5.4.1 Temporada Muy Húmeda

A continuación, se presentan los resultados del análisis de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante la época muy húmeda, en la cual se identificaron un total de 81 Org/muestra, distribuidos en 19 especies, agrupadas en 13 familias, 7 órdenes, 2 clases y 2 phyla. Es importante mencionar que en la estación HB-8 no se presentaron registros.

Tabla 4.2- 200: Especies de macroinvertebrados acuáticos – Temporada muy Húmeda

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especie
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Austrelmis sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Phanocerus sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenus sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	<i>Limnophora sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Gigantodax sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Andesiops sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidioides sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea sp.</i>
Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	-

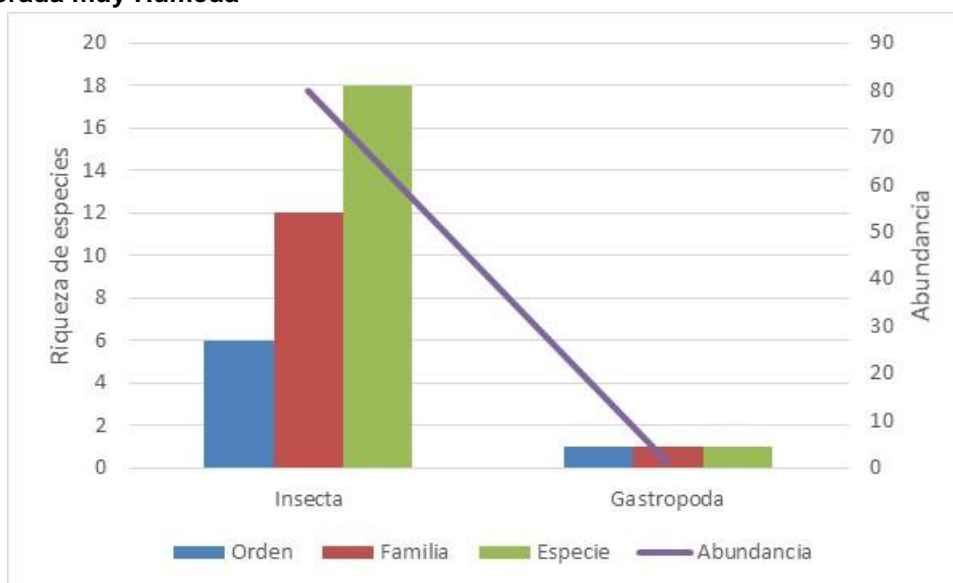
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

El phylum Arthropoda registra una mayor riqueza y abundancia de especies e individuos en una sola Clase Insecta; reportando un total de 80 Org/muestra distribuidos en 18 especies, agrupadas en 12 familias, 6 órdenes, 2 clases y 2 phyla. Es importante mencionar que en la estación HB-8 no se presentaron registros.

Tabla 4.2- 201: Composición de la comunidad de macroinvertebrados – Temporada muy Húmeda

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	Densidad (Org./muestra)
Arthropoda	Insecta	6	12	18	80
Mollusca	Gastropoda	1	1	1	1
Total		7	13	19	81

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 289: Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos – Temporada muy Húmeda


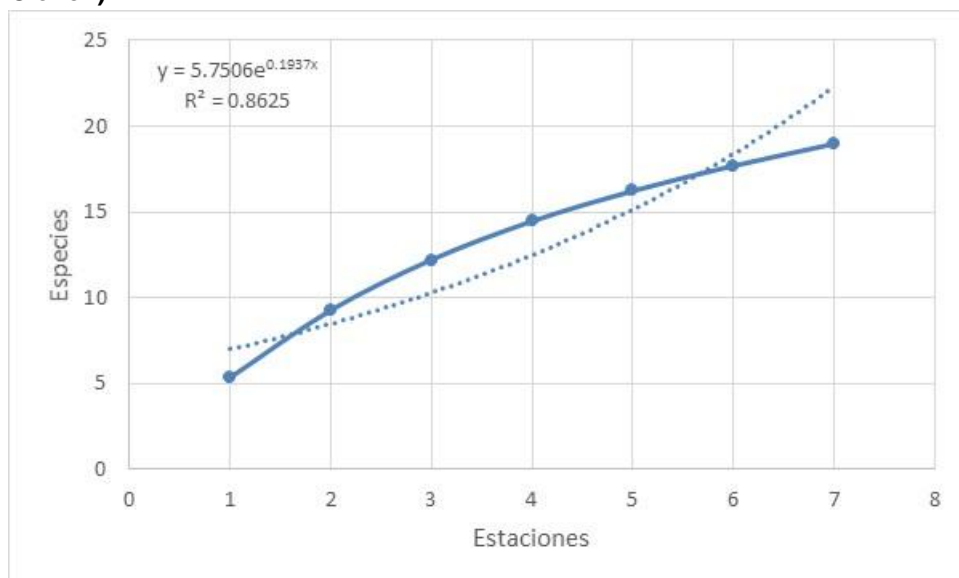
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Curva de acumulación

Las curvas de acumulación de especies se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013) y STATISTICA versión 10 (StatSoft Inc. 2011).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 19 especies registradas una eficiencia del 94.1%.

$$V2 = (5.7506 * (1 - \exp(-0.1937 * v1))) / 0.1937$$

Gráfico 4.2- 290: Curva de acumulación de especies – Macroinvertebrados (Modelo de Clench)


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

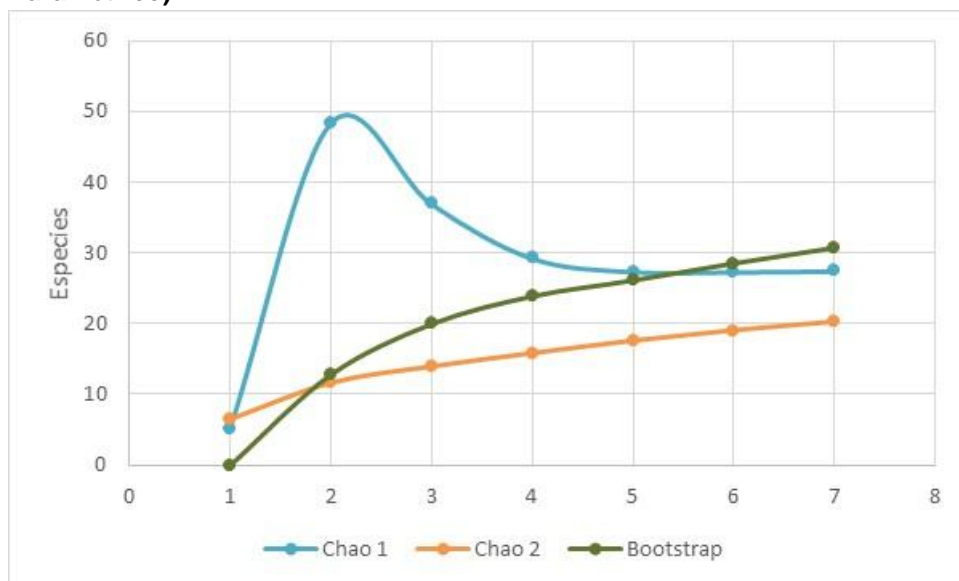
El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 61.8% de la riqueza de especies según el estimador Bootstrap (30.7 especies estimadas) y el 94.1% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Chao2 (20.2 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 202: Curva de acumulación de especies – Macroinvertebrados (No Paramétrico)

Estaciones		7
Abundancia	(N)	81
Especies Observadas	(S)	19
Especies Estimadas	ACE	19.00
	Chao 1	27.46
	Chao 2	20.19
	Jackknife	25.17
	Bootstrap	30.76
Eficiencia	ACE	100.0
	Chao 1	69.2
	Chao 2	94.1
	Jackknife	75.5
	Bootstrap	61.8

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 291: Curva de acumulación de especies – Macroinvertebrados (No Paramétrico)



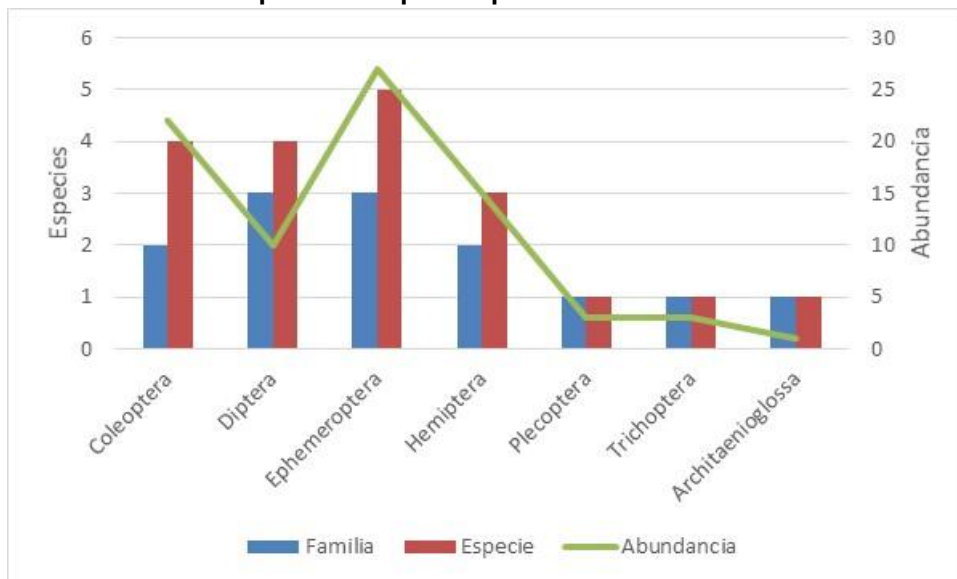
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

De acuerdo con los resultados a nivel de Orden, el grupo Ephemeroptera muestra la mayor riqueza con un total de 3 familias, 5 especies y 27 Org/muestra, seguido del orden Coleoptera (escarabajos) con un total de 2 familias, 4 especies y 22 Org/muestra. La menor riqueza la presenta el orden Architaenioglossa (Mollusca) con solo 1 familia, especie e individuo.

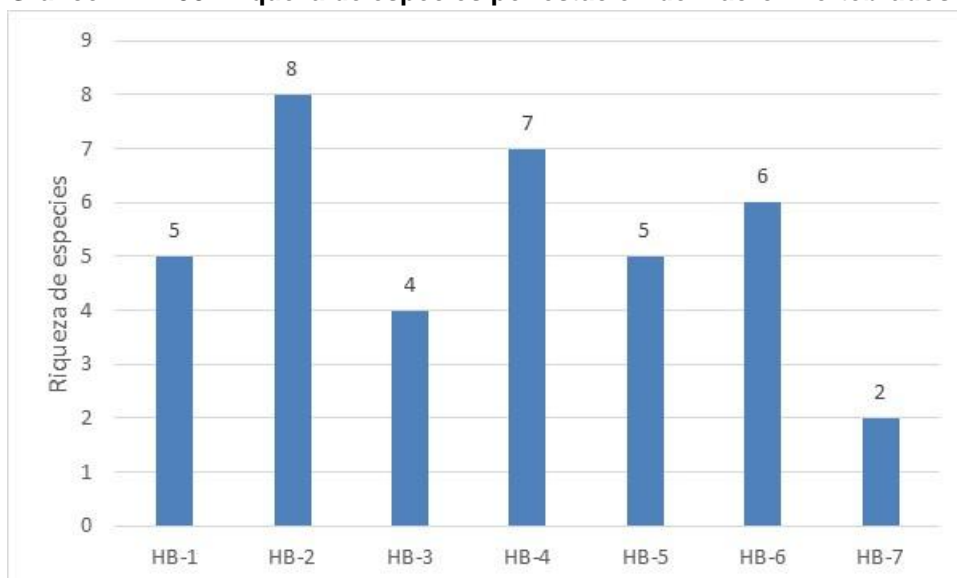
Tabla 4.2- 203: Riqueza de especies por Orden de macroinvertebrados bentónicos

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especie	Densidad (Org./muestra)
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	2	4	22
Arthropoda	Insecta	Diptera	3	4	10
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	3	5	27
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	2	3	15
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	1	1	3
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	1	1	3
Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	1	1	1
Total			13	19	81

Gráfico 4.2- 292: Riqueza de especies por Orden de macroinvertebrados bentónicos

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, respecto a los resultados de riqueza de especies por estación, se observó que la mayor riqueza taxonómica se registró en la estación HB-2, donde se reportan 9 especies; seguida de la estación HB-4 con 7 especies, luego la estación HB-6 reportando 6 especies. La estación con el menor número de especies fue HB-7, la cual presentó 2 especies. Mientras que en la estación HB-8 no se presentaron registros.

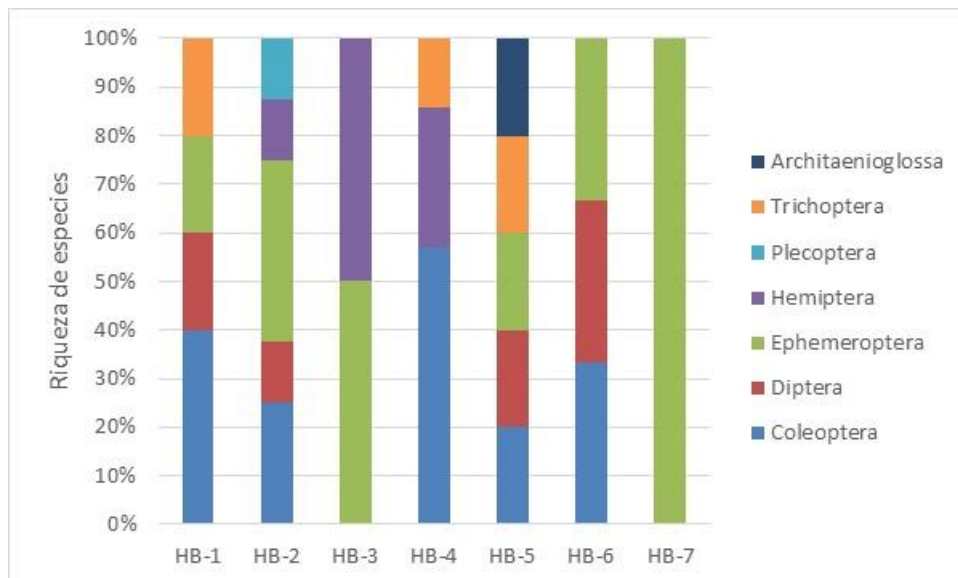
Gráfico 4.2- 293: Riqueza de especies por estación de macroinvertebrados bentónicos

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, respecto a los resultados de la composición de las especies por estación, se observó que la mayor riqueza del Orden Coleoptera (escarabajos) se registró en la estación HB-4, donde se reportan 4 especies. La estación con el menor número de

especies fue HB-3, la cual presentó 2 Ordenes (Ephemeroptera y Hemiptera "chinchas" con 2 especies, cada una).

Gráfico 4.2- 294: Composición de la riqueza de especies por estación de macroinvertebrados bentónicos

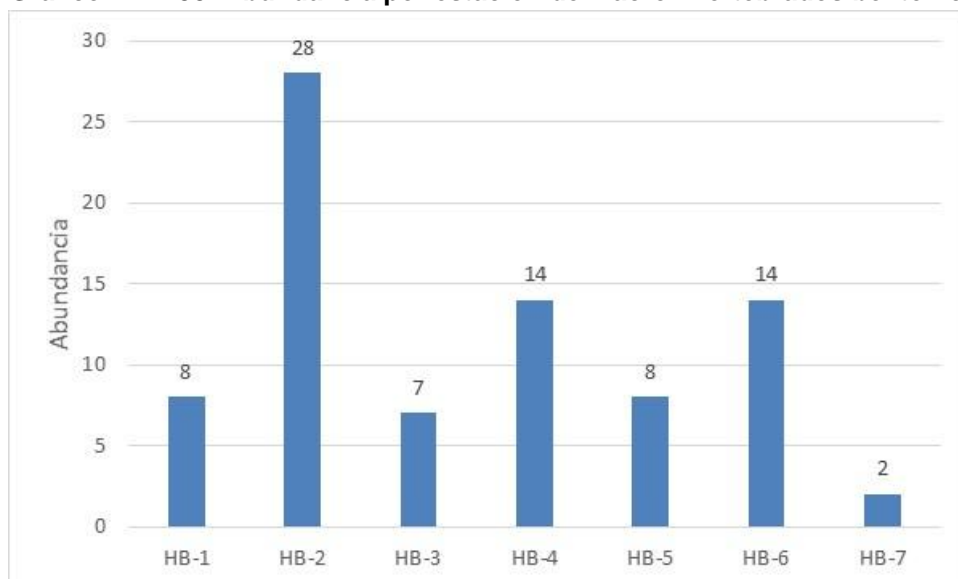


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

En los resultados de abundancia de individuos por estación, se observó que la mayor abundancia se presentó en la estación HB-2, donde se presentaron 28 Org/muestra; seguida de las estaciones HB-4 y HB-6, ambas con 14 Org/muestra. La estación con el menor número de individuos es HB-7, la cual presentó 2 Org/muestra.

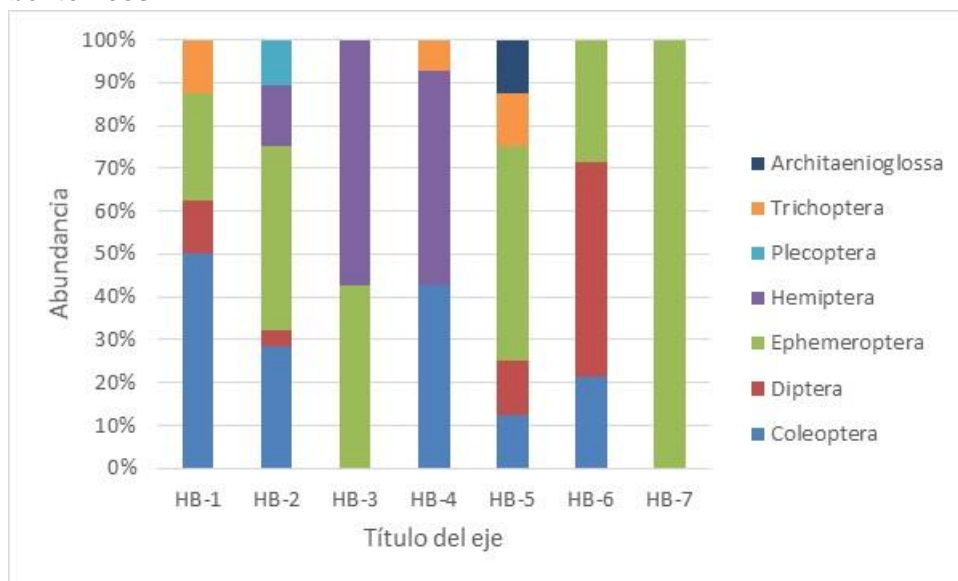
Gráfico 4.2- 295: Abundancia por estación de macroinvertebrados bentónicos



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

De acuerdo con los resultados de abundancia a nivel de Orden, el grupo Ephemeroptera muestra la mayor abundancia en la estación HB-2 con un total de 12 Org/muestra, en la estación HB-4 la mayor abundancia corresponde al Orden Hemiptera con 7 Org/muestra. Por otro lado, el grupo con menor abundancia fue Architaenioglossa, con solo 1 Org/muestra.

Gráfico 4.2- 296: Abundancia de especies por estación de macroinvertebrados bentónicos



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Frecuencia

Respecto a los análisis de frecuencia de especies, se observó que las especies *Leptohyphes sp.* (Ephemeroptera) y *Heterelmis sp.* (Coleoptera), reportan un 71.4% de presencia en las estaciones evaluadas. Seguida por *Thraulodes sp.* (Ephemeroptera) y *Smicridea sp.* (Trichoptera), ambas con un 57.1% de presencia en las estaciones evaluadas. En orden descendente, continúan *Baetodes sp.* (Ephemeroptera), *Simulium sp.* (Díptera), *Phanocerus sp.*, y *Psephenus sp.* (Coleoptera), con un 42.9%.

Tabla 4.2- 204: Frecuencia de especies de macroinvertebrados bentónicos

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia (Org./muestra)	Frecuencia
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Austrelmis sp.</i>	3	57.1
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis sp.</i>	13	71.4
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Phanocerus sp.</i>	3	42.9
Insecta	Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenus sp.</i>	3	42.9
Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus sp.</i>	6	28.6
Insecta	Diptera	Muscidae	<i>Limnophora sp.</i>	1	28.6
Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Gigantodax sp.</i>	1	28.6
Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium sp.</i>	2	42.9
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Andesiops sp.</i>	2	28.6
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes sp.</i>	5	42.9
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius sp.</i>	2	28.6

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia (Org./muestra)	Frecuencia
Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp.</i>	9	71.4
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>	9	57.1
Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos sp.</i>	1	28.6
Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris sp.</i>	12	57.1
Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia sp.</i>	2	28.6
Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria sp.</i>	3	28.6
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea sp.</i>	3	57.1
Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	-	1	28.6

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Alfa

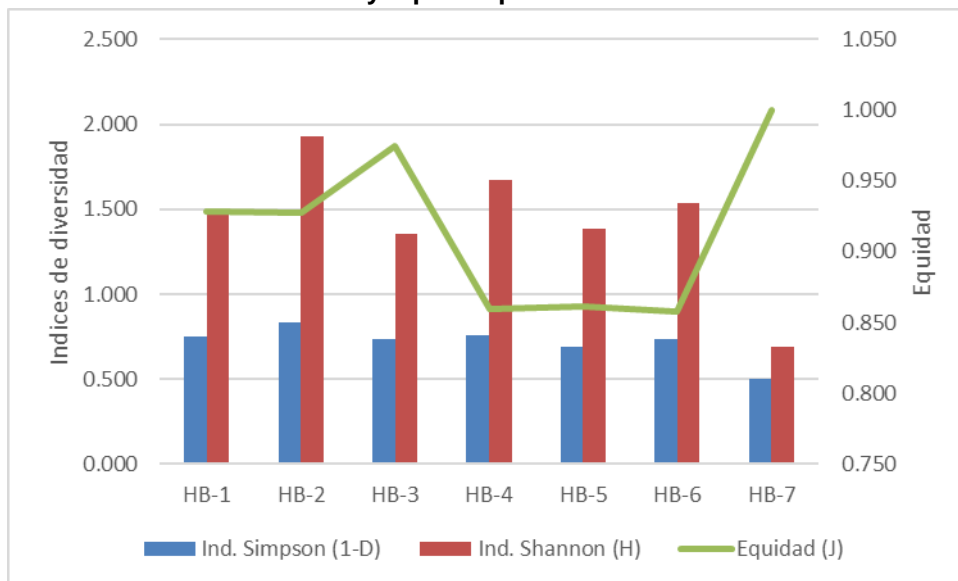
Los resultados del análisis de diversidad alfa muestran que las estaciones HB-2 y HB-4 tienen los valores más altos para el índice de Simpson (1-D), con 0.837 y 0.755, respectivamente. En cuanto al índice de Shannon (H'), las estaciones HB-2 y HB-4 presentan los valores más altos, con 1.929 nits/individuo y 1.673 nits/individuo, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que HB-7 y HB-3 muestran una mayor homogeneidad en sus abundancias, reportando los valores más altos; 1.000 y 0.975, respectivamente.

Tabla 4.2- 205: Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos

Parametro	Estaciones						
	HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7
Especies	5	8	4	7	5	6	2
Abundancia	8	28	7	14	8	14	2
Ind. Simpson (1-D)	0.750	0.837	0.735	0.755	0.688	0.735	0.500
Ind. Shannon (H)	1.494	1.929	1.352	1.673	1.386	1.537	0.693
Equidad (J)	0.928	0.928	0.975	0.860	0.861	0.858	1.000

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

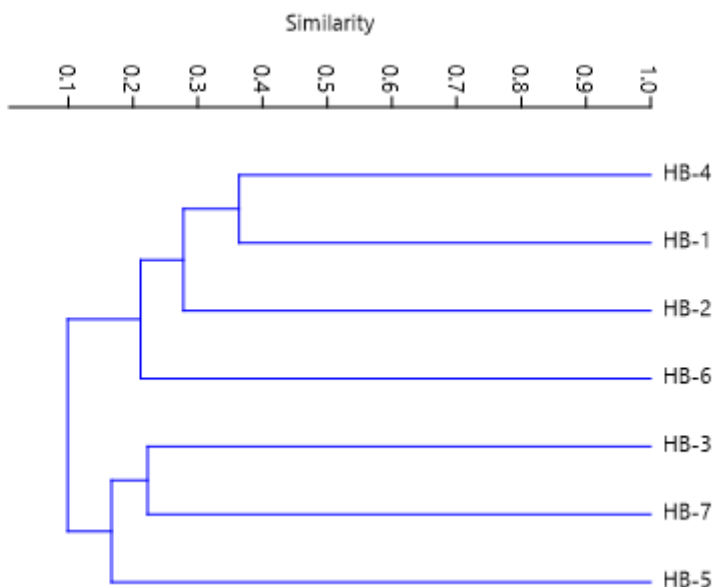
En general, los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.500$ y $1 - D = 0.837$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 0.693$ nits/individuo y $H' = 1.929$ nits/individuo. Como se muestra en el Gráfico 4.2- 297, la estación HB-2 presentó el valor más elevado de diversidad, debido a su riqueza específica ($S = 8$ especies) y alta equidad registrada ($J' = 0.928$) en comparación con el resto de estaciones; mientras que la estación HB-7 presentaron los valores más bajos de diversidad para los índices de Shannon ($H' = 0.693$ nits/individuo) y Simpson ($1 - D = 0.500$), debido al bajo valor de riqueza reportado ($S = 2$ especies y 2 Org/muestra).

Gráfico 4.2- 297: Diversidad y equidad por estación de macroinvertebrados bentónicos

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Beta

En cuanto a la evaluación, según el índice de Bray Curtis (abundancia), se observa la formación de 2 grupos de similar composición de especies y abundancias, donde ninguno muestra una similitud superior al 50%. El subgrupo que presenta una mayor similitud está compuesto por las estaciones HB-1 y HB-4, las cuales muestran una similitud mayor al 37%.

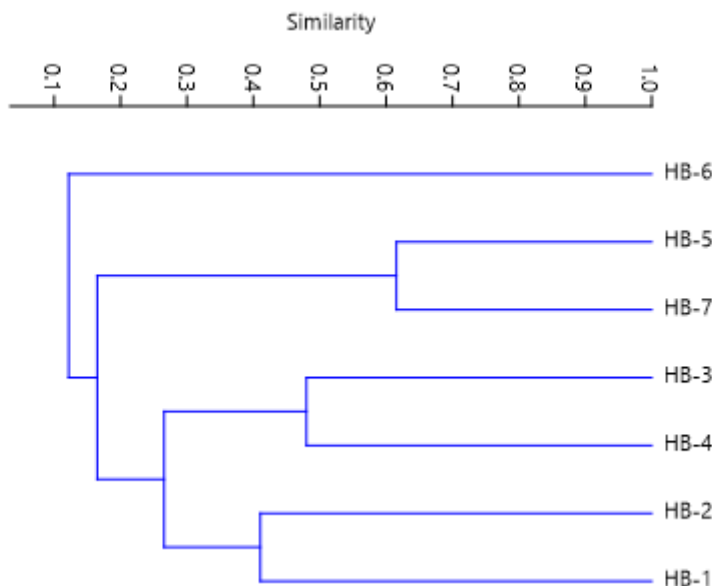
Gráfico 4.2- 298: Análisis de diversidad beta - Índice de Bray Curtis

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según el índice de Morisita, se observa la formación de grupos de similar composición de especies, donde solo un grupo exhibe una similitud superior al 50%. Este grupo está

constituido por las estaciones HB-5 y HB-7, las cuales presentan una similitud del 62% en la composición de sus especies.

Gráfico 4.2- 299: Análisis de diversidad beta - Índice de Morisita



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.5.4.2 Temporada Húmeda

En la temporada húmeda, se identificaron un total de 623 Org/muestra, distribuidos en 47 especies, agrupadas en 28 familias, 12 órdenes, 4 clases y 3 phyla.

Tabla 4.2- 206: Especies de macroinvertebrados acuáticos – Temporada húmeda

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie
Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Austrelmis sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Hexanchorus sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Phanocerus sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenus sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Bezzia sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomini</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Onconeura sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Pentaneura sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Polypedilum sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Rheotanytarsus sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Stenochironomus sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	<i>Hemerodromia sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Maruina sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Stratiomyidae	<i>Stratiomyidae</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Limonia sp.</i>

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especie
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Andesiops sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Tricorythodes sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Hylister sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Meridialaris sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	<i>Petrophila sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	<i>Calopterygidae</i>
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Coenagrionidae</i>
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	-
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	-
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Alisotrichia sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Metrichia sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Grumichella sp.</i>
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Leptoceridae</i>
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra sp.</i>
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Cyrenidae</i>
Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

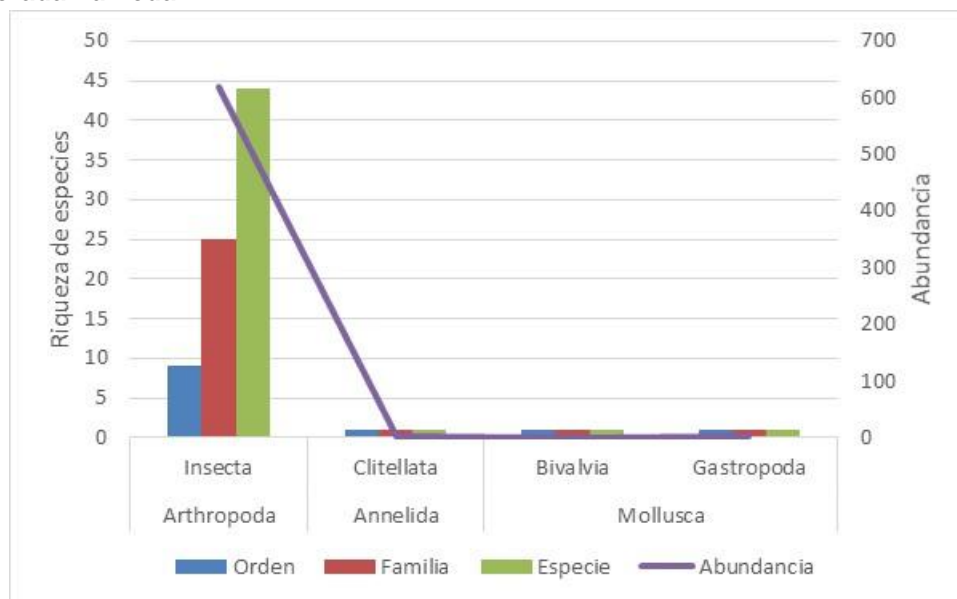
El phylum Arthropoda registra una mayor riqueza y abundancia de especies e individuos en una sola Clase Insecta; reportando un total de 618 Org/muestra distribuidos en 44 especies, agrupadas en 25 familias, 9 órdenes y 2 clase. Es importante que los Anellida (gusanos acuáticos) y Mollusca presentaron un menor número de registros en la abundancia y riqueza de especies.

Tabla 4.2- 207: Composición de la comunidad de macroinvertebrados – Temporada húmeda

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia (Org/muestra)
Annelida	1	1	1	1	2
Arthropoda	1	9	25	44	618
Mollusca	2	2	2	2	3
Total	4	12	28	47	623

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 300: Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos – Temporada húmeda



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

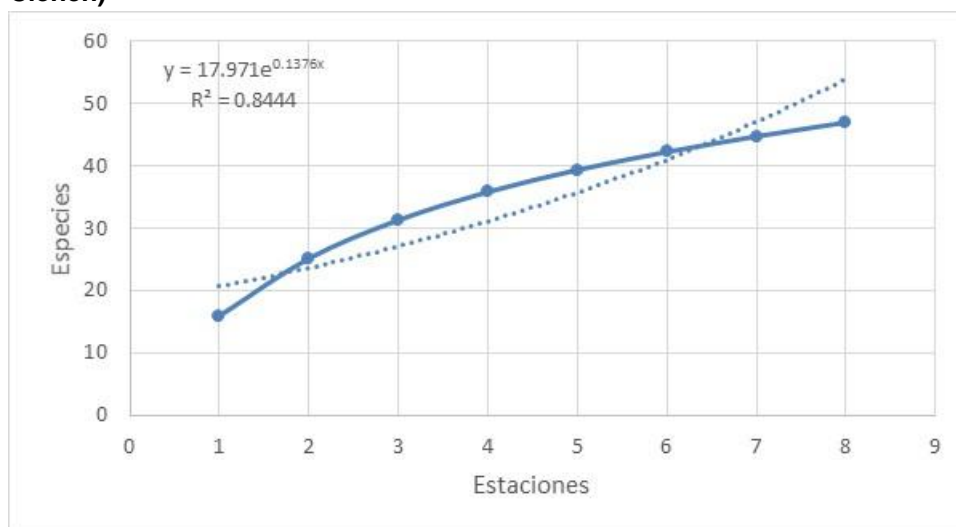
Curva de acumulación

Las curvas de acumulación de especies se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013) y STATISTICA versión 10 (StatSoft Inc. 2011).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 47 especies registrada una eficiencia del 84.0%.

$$V2 = (17.971 * (1 - \exp(-0.1376 * v1))) / 0.1376$$

Gráfico 4.2- 301: Curva de acumulación de especies – Macroinvertebrados (Modelo de Clench)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

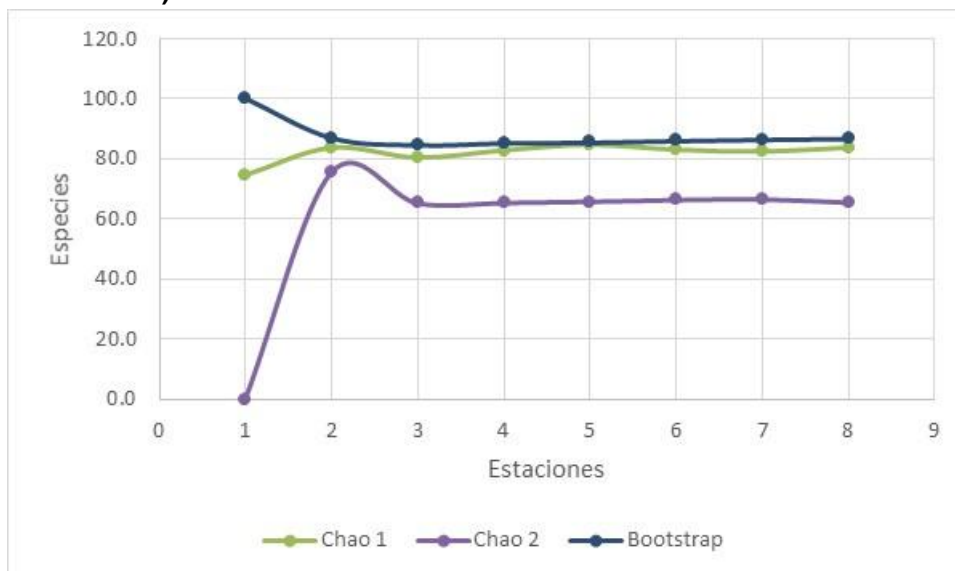
El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 65.5% de la riqueza de especies según el estimador Chao2 (71.7 especies estimadas) y el 86.8% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Bootstrap (54.1 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 208: Curva de acumulación de especies – Macroinvertebrados (No Paramétrico)

Estaciones		8
Abundancia	(N)	623
Especies Observadas	(S)	47
Especies Estimadas	ACE	56.60
	Chao 1	56.15
	Chao 2	71.75
	Jackknife	62.75
	Bootstrap	54.12
Eficiencia	ACE	83.0
	Chao 1	83.7
	Chao 2	65.5
	Jackknife	74.9
	Bootstrap	86.8

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 302: Curva de acumulación de especies – Macroinvertebrados (No Paramétrico)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

De acuerdo con los resultados a nivel de Orden, el grupo Diptera (moscas) muestra la mayor riqueza con un total de 7 familias, 14 especies y 128 Org/muestra, seguido del orden Ephemeroptera con un total de 4 familias, 9 especies y 228 Org/muestra. La

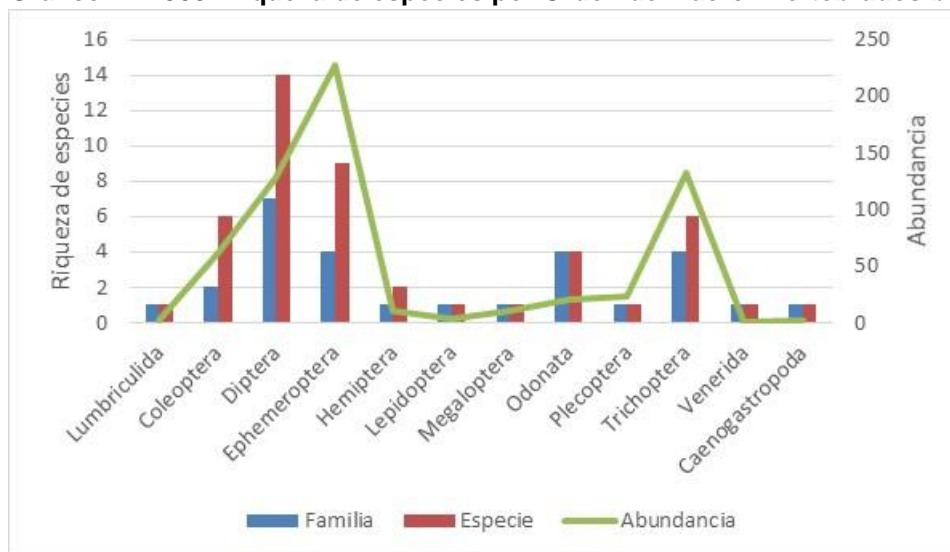
menor riqueza la presenta el orden Venerida (Mollusca) con solo 1 familia, especie e individuo.

Tabla 4.2- 209: Riqueza de especies por Orden de macroinvertebrados bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia (Org/muestra)
Annelida	Clitellata	Lumbriculida	1	1	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	2	6	62
Arthropoda	Insecta	Diptera	7	14	128
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	4	9	228
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	1	2	10
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	1	1	4
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	1	1	10
Arthropoda	Insecta	Odonata	4	4	20
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	1	1	24
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	4	6	132
Mollusca	Bivalvia	Venerida	1	1	1
Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	1	1	2
Total			28	47	623

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

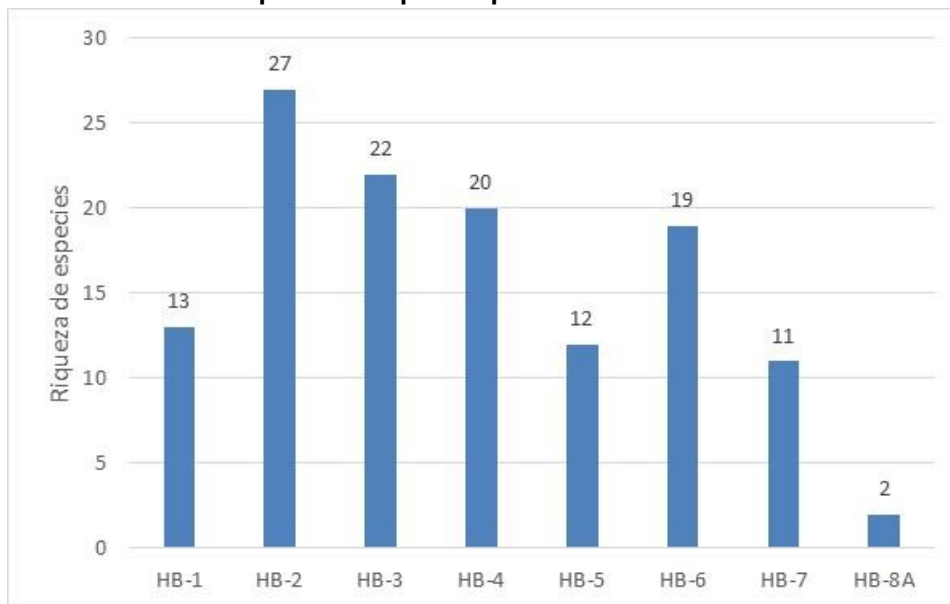
Gráfico 4.2- 303: Riqueza de especies por Orden de macroinvertebrados bentónicos



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, respecto a los resultados de riqueza de especies por estación, se observó que la mayor riqueza taxonómica se registró en la estación HB-2, donde se reportan 27 especies; seguida de la estación HB-3 con 22 especies, luego la estación HB-4 reportando 20 especies. La estación con el menor número de especies fue HB-8A, la cual presentó 2 especies.

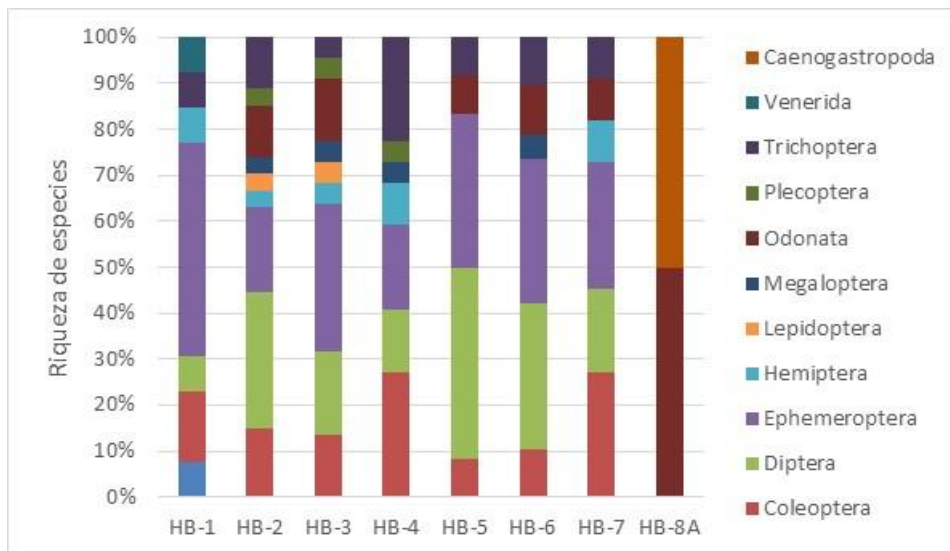
Gráfico 4.2- 304: Riqueza de especies por estación de macroinvertebrados bentónicos



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, respecto a los resultados de la composición de las especies por estación, se observó que la mayor riqueza del Orden Diptera (moscas) se registró en la estación HB-2, donde se reportan 8 especies. La estación con el menor número de especies fue HB-8, la cual presentó 2 Ordenes (Odonata y Caenogastropoda) con 1 especie, cada una).

Gráfico 4.2- 305: Composición de la riqueza de especies por estación de macroinvertebrados bentónicos



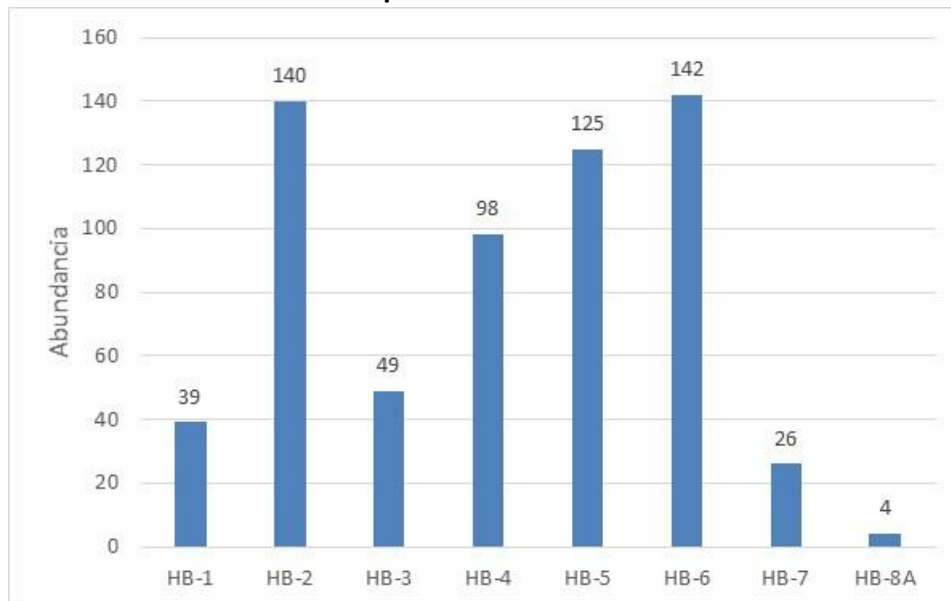
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

En los resultados de abundancia de individuos por estación, se observó que la mayor abundancia se presentó en la estación HB-6, donde se presentaron 142 Org/muestra;

seguida de las estaciones HB-2 con 140 Org/muestra. La estación con el menor número de individuos es HB-8A, la cual presentó 4 Org/muestra.

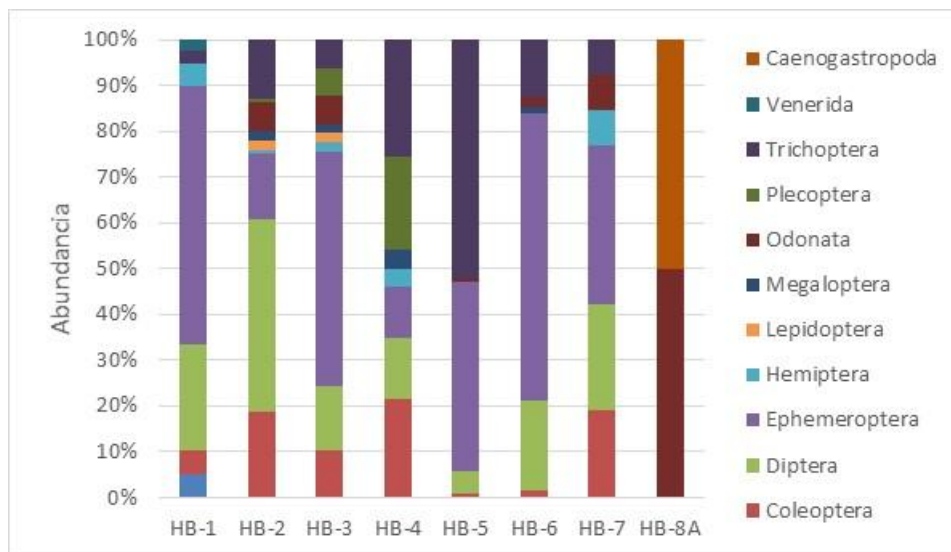
Gráfico 4.2- 306: Abundancia por estación de macroinvertebrados bentónicos



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

De acuerdo con los resultados de abundancia a nivel de Orden, el grupo Ephemeroptera muestra la mayor abundancia en la estación HB-6 con un total de 89 Org/muestra. En la estación HB-5 la mayor abundancia corresponde al Orden Trichoptera con 65 Org/muestra. Por otro lado, el grupo con menor abundancia fue Caenogastropoda, con solo 2 Org/muestra, en la estación HB-8A.

Gráfico 4.2- 307: Abundancia de especies por estación de macroinvertebrados bentónicos



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Frecuencia

Respecto a los análisis de frecuencia de especies, se observó que las especies *Austrelmis* sp (Coleoptera) y *Smicridea* sp. (Trichoptera), reportan un 87.5% de presencia en las estaciones evaluadas. Seguida por *Cricotopus* sp. (Díptera) y *Leptohyphes* sp. (Ephemeroptera), ambas con un 75.0% de presencia en las estaciones evaluadas. En orden descendente, continúan *Andesiops* sp. (Ephemeroptera) y *Mendialaris* sp. (Ephemeroptera), con un 62.5%.

Tabla 4.2- 210: Frecuencia de especies de macroinvertebrados bentónicos

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia (Org./mta)	Frecuencia
Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus</i> sp.	2	12.5
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Austrelmis</i> sp.	12	87.5
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus</i> sp.	1	12.5
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i> sp.	21	50.0
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Hexanchorus</i> sp.	2	12.5
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Phanocerus</i> sp.	1	12.5
Insecta	Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenus</i> sp.	25	62.5
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon</i> sp.	1	12.5
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.	1	12.5
Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomini</i>	4	25.0
Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus</i> sp.	63	75.0
Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Onconeura</i> sp.	3	25.0
Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Pentaneura</i> sp.	6	37.5
Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Polypedilum</i> sp.	30	50.0
Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Rheotanytarsus</i> sp.	4	37.5
Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Stenochironomus</i> sp.	1	12.5
Insecta	Diptera	Empididae	<i>Hemerodromia</i> sp.	1	12.5
Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Maruina</i> sp.	1	12.5
Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	10	12.5
Insecta	Diptera	Stratiomyidae	<i>Stratiomyidae</i>	1	12.5
Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Limonia</i> sp.	2	25.0
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Andesiops</i> sp.	13	62.5
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	20	37.5
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i> sp.	8	37.5
Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.	7	37.5
Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	24	75.0
Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	11	50.0
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Hylister</i> sp.	9	25.0
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Meridialaris</i> sp.	84	62.5
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	52	50.0
Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	4	37.5
Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	6	37.5
Insecta	Lepidoptera	Crambidae	<i>Petrophila</i> sp.	4	25.0
Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	10	50.0
Insecta	Odonata	Calopterygidae	<i>Calopterygidae</i>	3	25.0
Insecta	Odonata	Coenagrionidae	-	13	75.0
Insecta	Odonata	Gomphidae	-	1	12.5
Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Libellulidae</i>	3	25.0

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia (Org./mta)	Frecuencia
Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria sp.</i>	24	37.5
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea sp.</i>	109	87.5
Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Alisotrichia sp.</i>	1	12.5
Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Metrichia sp.</i>	8	37.5
Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Grumichella sp.</i>	9	12.5
Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Leptoceridae</i>	3	12.5
Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra sp.</i>	2	12.5
Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Cyrenidae</i>	1	12.5
Gastropoda	Caenogastropoda	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>	2	12.5

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Alfa

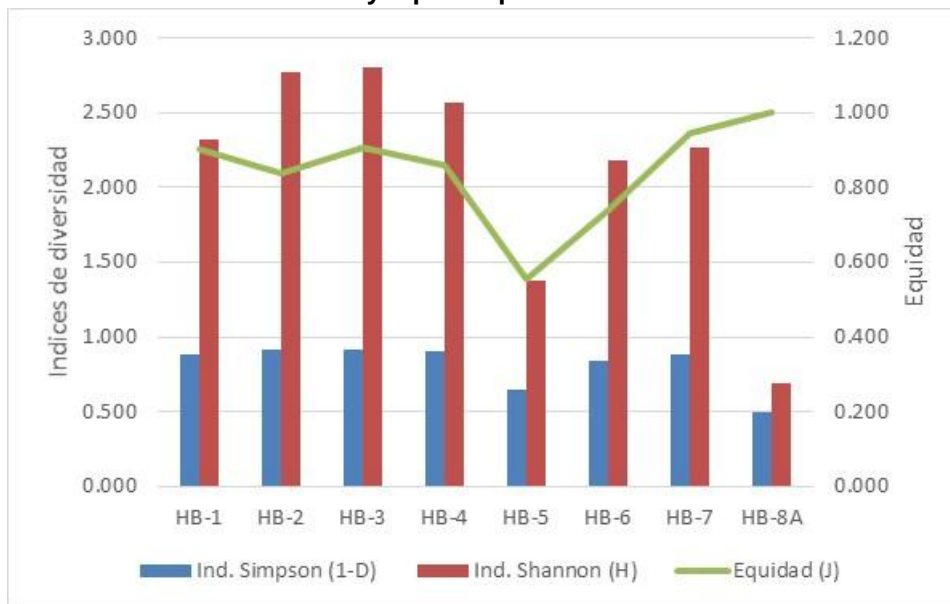
Los resultados del análisis de diversidad alfa muestran que las estaciones HB-2 y HB-3 tienen los valores más altos para el índice de Simpson (1-D), con 0.912 y 0.918, respectivamente. En cuanto al índice de Shannon (H'), las estaciones HB-2 y HB-3 presentan los valores más altos, con 2.768 nits/individuo y 2.803 nits/individuo, respectivamente. Finalmente, en relación al índice de Equidad (J), se observa que HB-1 y HB-3 muestran una mayor homogeneidad en sus abundancias, reportando los valores más altos; 0.903 y 0.907, respectivamente.

Tabla 4.2- 211: Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos

Parametro	Estaciones							
	HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7	HB-8A
Especies	13	27	22	20	12	19	11	2
Abundancia	39	140	49	98	125	142	26	4
Ind. Simpson (1-D)	0.880	0.912	0.918	0.900	0.652	0.837	0.882	0.500
Ind. Shannon (H)	2.317	2.768	2.803	2.569	1.381	2.179	2.266	0.693
Equidad (J)	0.903	0.840	0.907	0.858	0.556	0.740	0.945	1.000

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

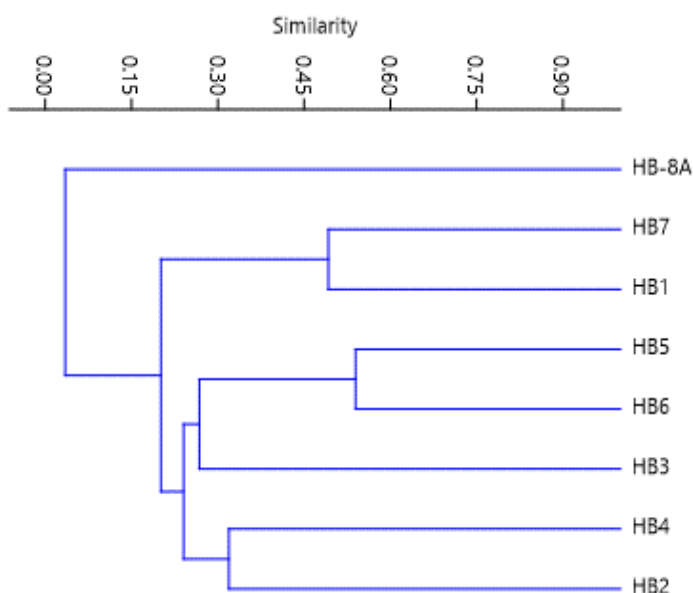
En general, los valores del Índice de Simpson obtenidos varían entre $1 - D = 0.652$ y $1 - D = 0.918$; los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener obtenidos varían entre $H' = 1.381$ nits/individuo y $H' = 2.803$ nits/individuo. Como se muestra en el Gráfico 4.2- 308, la estación HB-3 presentó el valor más elevado de diversidad, debido a su riqueza específica ($S = 22$ especies) y alta equidad registrada ($J' = 0.907$) en comparación con el resto de estaciones; mientras que la estación HB-5 presenta los valores más bajos de diversidad para los índices de Shannon ($H' = 1.381$ nits/individuo) y Simpson ($1 - D = 0.652$), debido a una alta dominancia en sus especies reportadas ($S = 12$ especies y 125 Org/muestra).

Gráfico 4.2- 308: Diversidad y equidad por estación de macroinvertebrados bentónicos

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad Beta

En cuanto a la evaluación, según el índice de Bray Curtis (abundancia), se observa la formación de 2 grupos de similar composición de especies y abundancias, con una similitud superior al 50%. El primero compuesto por las estaciones HB-5 y HB-6 con una similitud de 52% y el segundo compuesto por las estaciones HB-7 y HB-1 con una similitud de 50%.

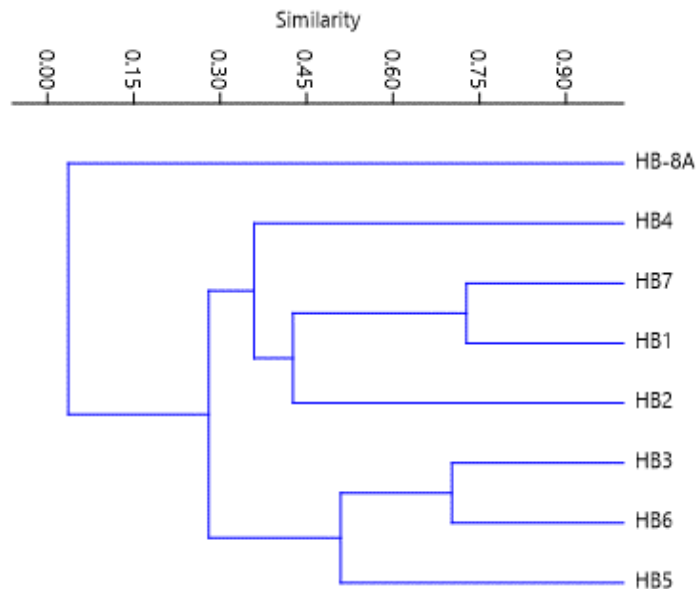
Gráfico 4.2- 309: Análisis de diversidad beta - Índice de Bray Curtis

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según el índice de Morisita, se observa la formación de 2 grupos de similar composición de especies, con una similitud superior al 50%. El primero compuesto por las estaciones

HB-7 y HB-1 con una similitud de 75% y el segundo compuesto por las estaciones HB-3 y HB-6 con una similitud de 70%.

Gráfico 4.2- 310: Análisis de diversidad beta - Índice de Morisita



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Uso Local

No se reporta algún tipo de uso local de las especies de macrobentos acuático.

Especies Protegidas y/o Endémicas

La legislación peruana e internacional no registra especies del macrobentos acuático en alguna categoría de protección.

4.2.6.5.5 Necton (peces)

La información sobre estudios de diversidad, distribución o ecología de peces para la región San Martín es escasa, sobre todo en la cuenca del río Mayo. El río Mayo es considerado como uno de los principales sistemas fluviales de la cuenca que lleva el mismo nombre, en el noroeste del departamento de San Martín, con un recorrido de noroeste-sureste.

En este sector se observa una gran variabilidad con relación al número registrado de especies de peces. Guerra et al (1999) menciona que existen cuerpos de agua como el río Huallaga que presenta 30 especies de peces, y otros, como los ríos Tónchima y Gera, tributarios del río Mayo, donde sólo fueron capturados ejemplares de dos especies (Escurrea, 2017).

4.2.6.5.5.1 Temporada muy Húmeda

En la evaluación del neoton durante la época muy húmeda, se identificaron un total de 50 individuos, distribuidos en 16 especies, 11 familias y 5 órdenes. Ver tabla siguiente.

Tabla 4.2- 212: Especies de peces registrados en la temporada muy húmeda

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax sp.</i>	-
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	-
Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus sp</i>	-
Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus sp.</i>	-
Characiformes	Crenuchidae	<i>Characidium sp. 1</i>	-
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax sp. 1</i>	-
Characiformes	Parodontidae	<i>Parodon pongoensis</i>	-
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus sp.</i>	Bagre
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Pimelodella sp.</i>	-
Siluriformes	Loricariidae	<i>Ancistrus sp.</i>	-
Siluriformes	Loricariidae	<i>Chaetostoma marmorescens</i>	-
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus sp</i>	-
Perciformes	Cichlidae	<i>Cichlasoma amazonarum</i>	-
Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy
Cyprinodontiformes	Rivulidae	<i>Rivulus sp</i>	-

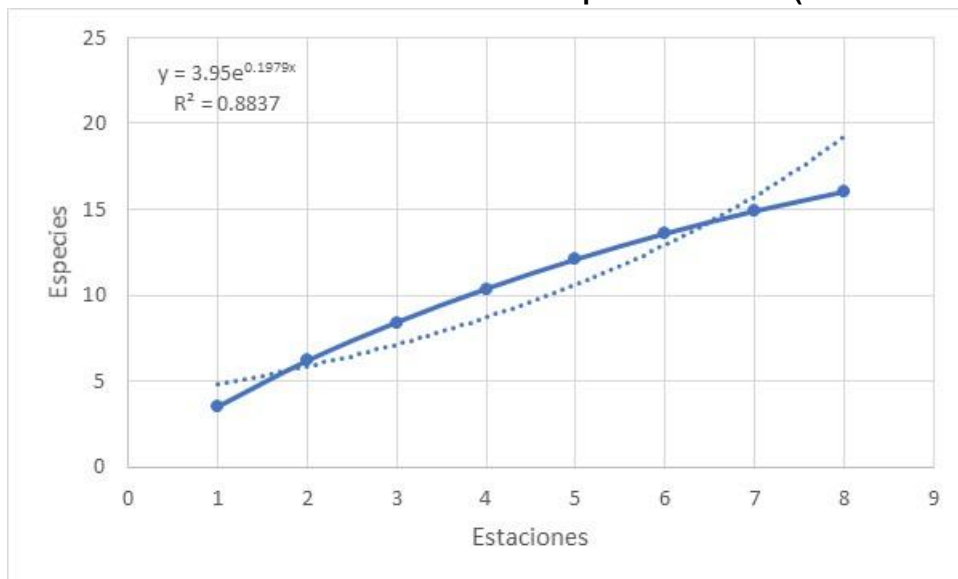
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Curva de acumulación de especies

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cualitativo, reuniendo los hallazgos para la comunidad de zooplancton. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 16 especies registrada una eficiencia del 88.3%.

$$V2=(3.95*(1-\exp(-0.1979*v1)))/0.01979$$

Gráfico 4.2- 311: Curva de acumulación de especies – Necton (Modelo de Clench)

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

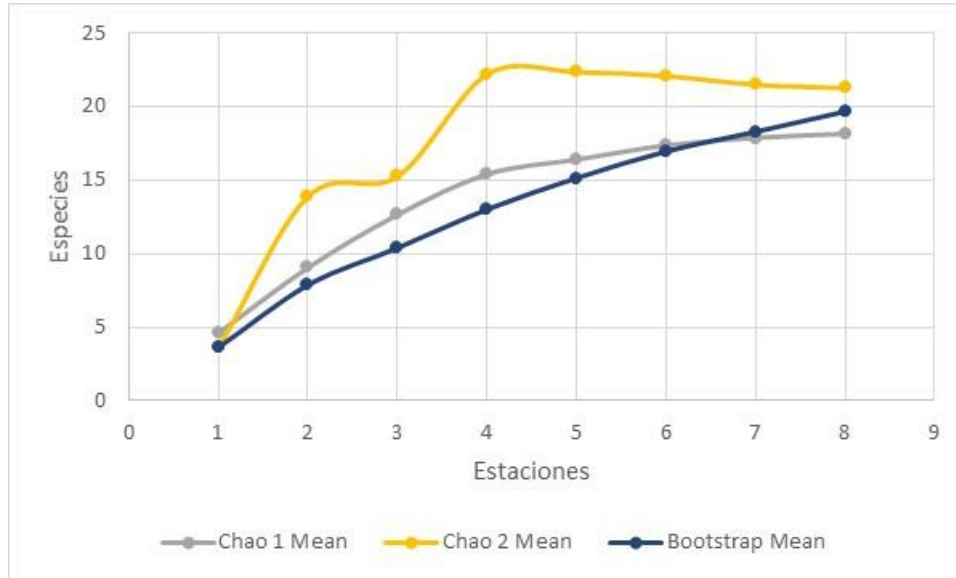
El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 67.0% de la riqueza de especies según el estimador Jackknife (23.9 especies estimadas) y el 88.4% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Chao1 (18.1 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 213: Curva de acumulación de especies – Necton (No Paramétrico)

Estaciones		8
Abundancia		50
Especies Observadas	(S)	16
Especies Estimadas	ACE	20.29
	Chao 1	18.10
	Chao 2	21.25
	Jackknife	23.88
	Bootstrap	19.62
Eficiencia	ACE	78.9
	Chao 1	88.4
	Chao 2	75.3
	Jackknife	67.0
	Bootstrap	81.5

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 312: Curva de acumulación de especies – Necton (No Paramétrico)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

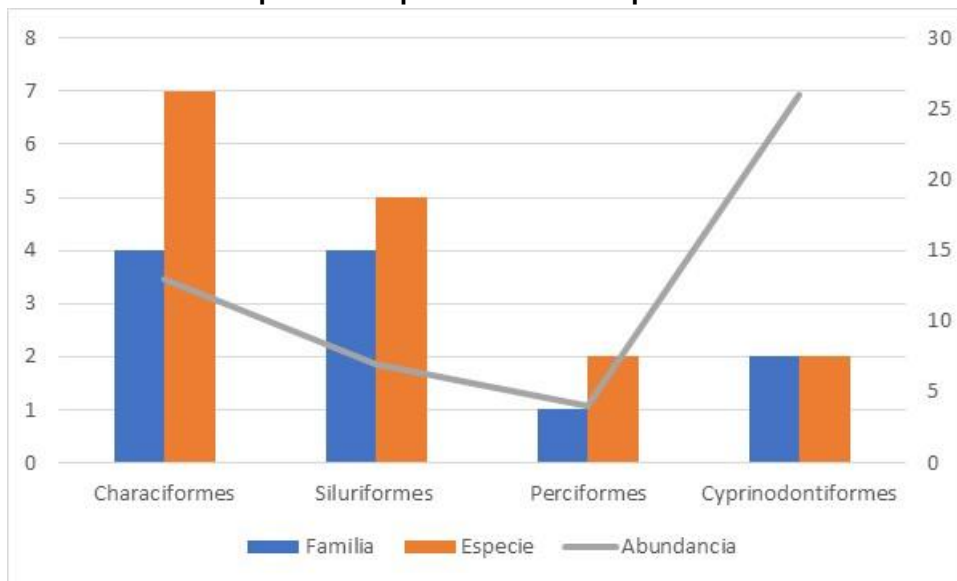
Riqueza de especies

De acuerdo con los resultados de riqueza de especies, a nivel de Orden los Characiformes, muestran la mayor diversidad de especies, reportando 13 individuos, 7 especies distribuidas en 4 familias, seguida de los Siluriformes con 7 individuos, 5 especies y 4 familias.

Tabla 4.2- 214: Riqueza de especies del necton por Orden

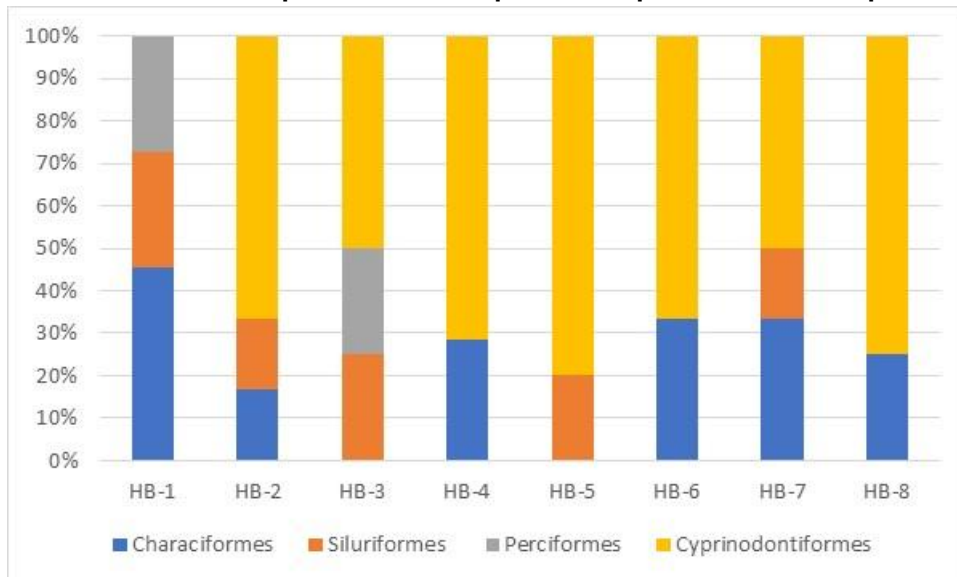
Orden	Familia	Especie	Abundancia
Characiformes	4	7	13
Siluriformes	4	5	7
Perciformes	1	2	4
Cyprinodontiformes	2	2	26
Abundancia	11	16	50

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 313: Riqueza de especies del necton por Orden

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados de riqueza de especies por estación, muestran que la estación HB-1, HB-3 y HB-7 registran una mayor diversidad de especies a nivel de Orden. Asimismo, es notoria la presencia de los Characiformes y Cyprinodontiformes en todas las estaciones evaluadas.

Gráfico 4.2- 314: Composición de la riqueza de especies del necton por estación

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

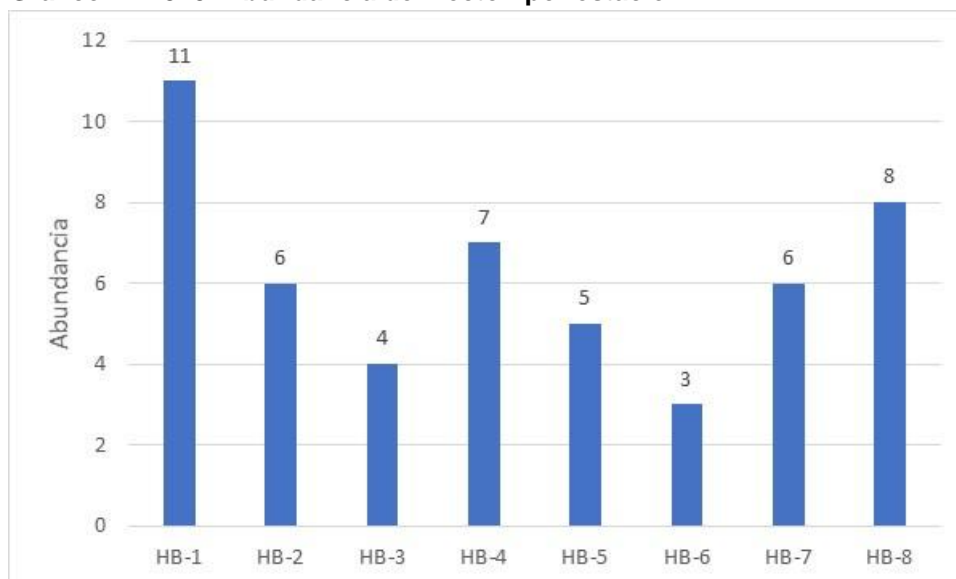
Los resultados de abundancia por estación, muestran que el mayor número de individuos se registró en la estación HB-1 (rio Mayo), donde se capturaron 11 individuos; seguida de la estación HB-8, con 8 individuos y la estación HB-4 reportando 7 individuos.

Tabla 4.2- 215: Abundancia del necton por estación

Orden	Familia	Especie	Estación							
			HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7	HB-8
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	2
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus sp</i>	0	0	0	1	0	0	1	0
Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus sp.</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
Characiformes	Crenuchidae	<i>Characidium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax sp. 1</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
Characiformes	Parodontidae	<i>Parodon pongoensis</i>	0	1	0	1	0	0	1	0
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Pimelodella sp.</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
Siluriformes	Loricariidae	<i>Ancistrus sp.</i>	1	0	0	0	0	0	1	0
Siluriformes	Loricariidae	<i>Chaetostoma marmoreescens</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus sp</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
Perciformes	Cichlidae	<i>Cichlasoma amazonarum</i>	1	0	1	0	0	0	0	0
Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	0	4	0	5	3	2	3	6
Cyprinodontiformes	Rivulidae	<i>Rivulus sp</i>	0	0	2	0	1	0	0	0

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

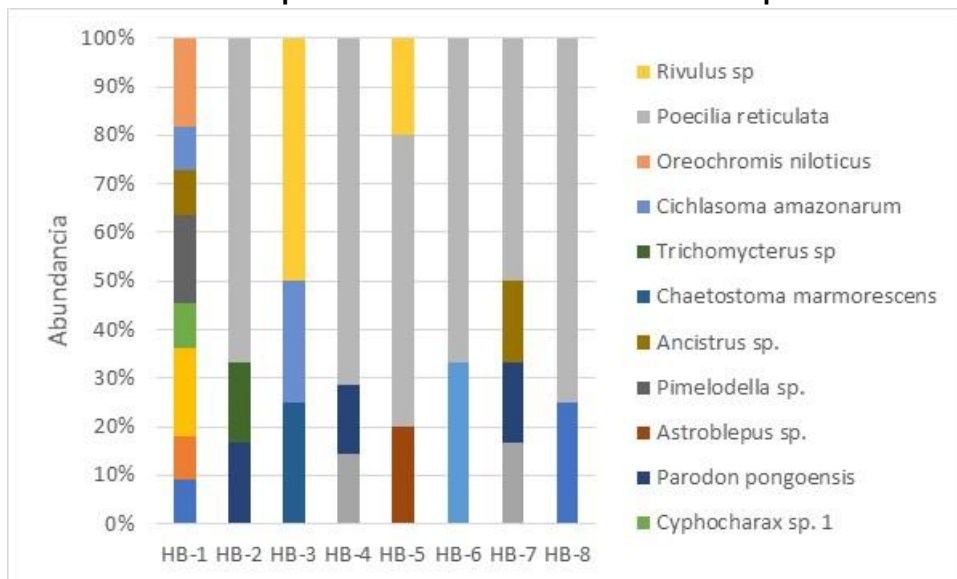
Gráfico 4.2- 315: Abundancia del necton por estación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados de abundancia por estación, muestran que la mayor abundancia corresponde a *Poecilia reticulata* (Orden Cyprinodontiformes), cuya presencia se verifica en 6 estaciones evaluadas, las otras especies registran una abundancia de 3 o menos individuos.

Gráfico 4.2- 316: Composición de la abundancia del necton por estación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

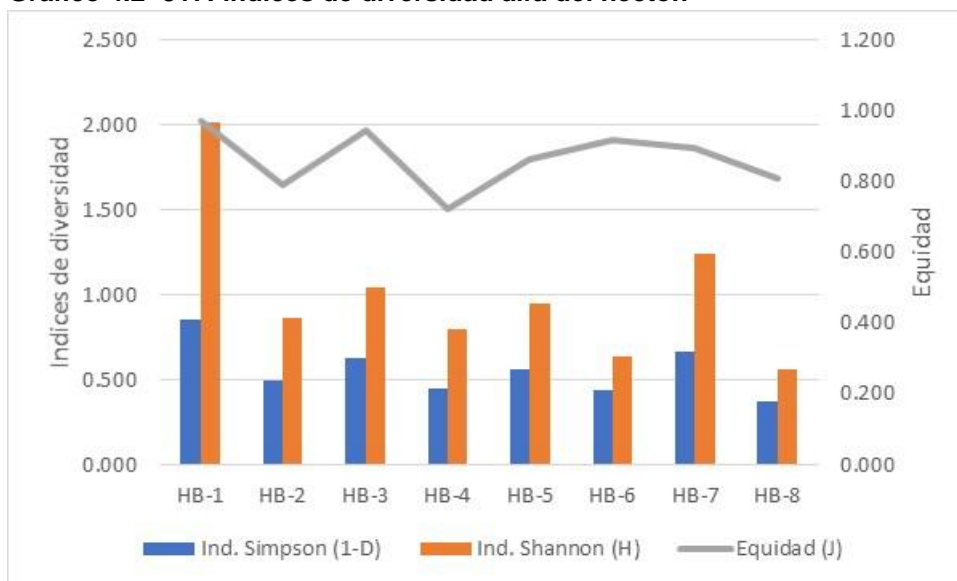
Diversidad alfa

Se llevó a cabo el análisis de diversidad utilizando los índices de Simpson (1-D), Shannon (H') y Equidad (J). Los resultados para las estaciones evaluadas muestran que la estación HB-1 tiene el valor más alto para el índice de Simpson (1-D), con 0.860 e índice de Shannon (H'), con 2.020 nits/individuo. Finalmente, en cuanto al índice de Equidad (J), la estación HB-1 también muestra el valor más alto, con 0.971.

Tabla 4.2- 216: Índices de diversidad alfa del nectón

Parámetro	Estaciones							
	HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7	HB-8
Especies	8	3	3	3	3	2	4	2
Abundancia	11	6	4	7	5	3	6	8
Ind. Simpson (1-D)	0.860	0.500	0.625	0.449	0.560	0.444	0.667	0.375
Ind. Shannon (H)	2.020	0.868	1.040	0.796	0.950	0.637	1.242	0.562
Equidad (J)	0.971	0.790	0.946	0.725	0.865	0.918	0.896	0.811

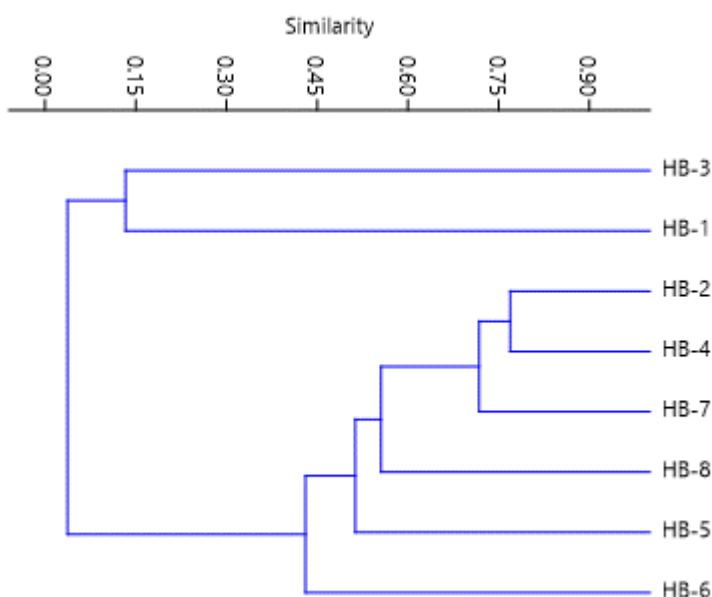
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 317: Índices de diversidad alfa del nectón

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad beta

Con los resultados obtenidos, se evaluó la similitud entre las estaciones de muestreo mediante el índice de Jaccard (presencia y ausencia). Los resultados muestran la formación de un grupo que presenta una similitud mayor a 50%, siendo este conformado por las estaciones HB-2, HB-4 y HB-7, las cuales registran una similitud en la composición de sus especies del 70%.

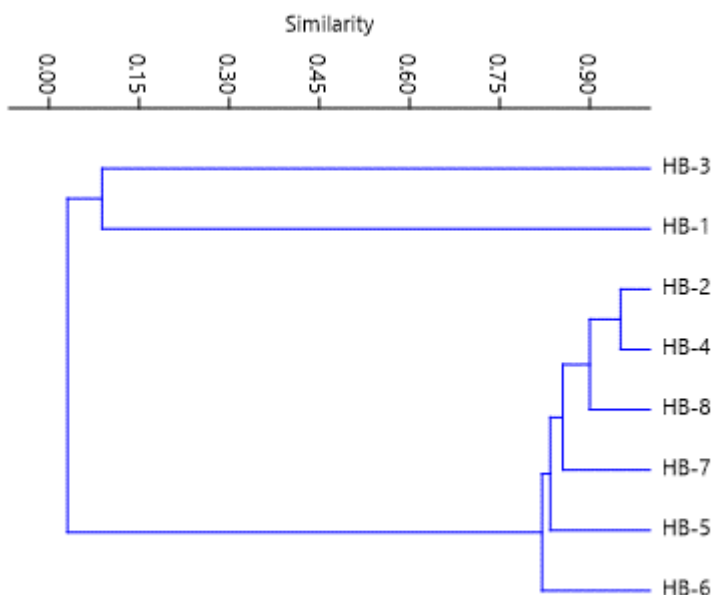
Gráfico 4.2- 318: Análisis de similitud beta por estación – Necton (Índice de Jaccard)

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Con los resultados obtenidos, se evaluó la similitud entre las estaciones de muestreo mediante el índice de Morisita (abundancia). Los resultados muestran la formación de

un grupo que presenta una similitud mayor a 50%, siendo este conformado por las estaciones HB-2, HB-4, HB-8, HB-7, HB-5 y HB-6, las cuales registran una similitud en la composición de sus especies del 80%.

Gráfico 4.2- 319: Análisis de similitud beta por estación – Necton (Índice de Morisita)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.5.5.2 Temporada Húmeda

En la evaluación del necton durante la temporada húmeda, se identificaron un total de 55 individuos, distribuidos en 20 especies, 11 familias y 5 órdenes. Ver tabla siguiente.

Tabla 4.2- 217: Especies de peces registrados en la temporada húmeda

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax sp.</i>	-
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	-
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i>	-
Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus sp</i>	-
Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus sp.</i>	-
Characiformes	Characidae	<i>Hemibrycon divisoriensis</i>	-
Characiformes	Crenuchidae	<i>Characidium sp. 1</i>	-
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax sp. 1</i>	-
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax sp. 2</i>	-
Characiformes	Parodontidae	<i>Parodon buckleyi</i>	-
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus sp.</i>	Bagre
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Pimelodella sp.</i>	-
Siluriformes	Loricariidae	<i>Ancistrus sp.</i>	-
Siluriformes	Loricariidae	<i>Hypostomus oculus</i>	-
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Henonemus punctatus</i>	-
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus sp</i>	-
Perciformes	Cichlidae	<i>Cichlasoma amazonarum</i>	-
Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy
Cyprinodontiformes	Rivulidae	<i>Rivulus sp</i>	-

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

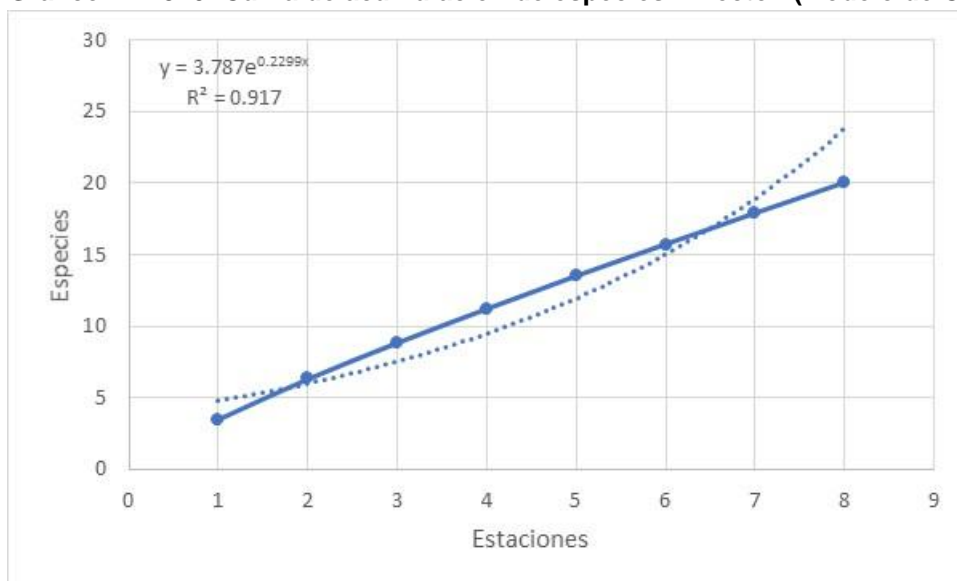
Curva de acumulación de especies

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cualitativo, reuniendo los hallazgos para la comunidad de zooplancton. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 20 especies registrada una eficiencia del 91.7%.

$$V2=(3.787*(1-\exp(-0.1299*v1)))/0.01299$$

Gráfico 4.2- 320: Curva de acumulación de especies – Necton (Modelo de Clench)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

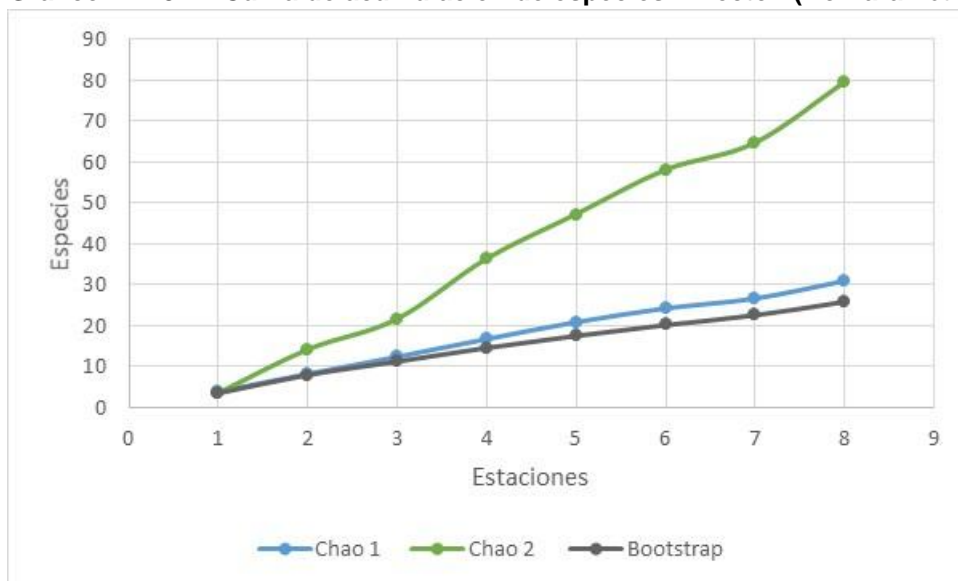
El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 25.2% de la riqueza de especies según el estimador Chao2 (34.9 especies estimadas) y el 77.0% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Bootstrap (25.9 especies estimadas), logrando una representatividad promedio similar al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 218: Curva de acumulación de especies – Necton (No Paramétrico)

Estaciones		8
Abundancia		55
Especies Observadas	(S)	20
Especies Estimadas	ACE	129.67
	Chao 1	79.50
	Chao 2	34.88
	Jackknife	46.98
	Bootstrap	25.96
Eficiencia	ACE	51.5
	Chao 1	64.9
	Chao 2	25.2
	Jackknife	42.6
	Bootstrap	77.0

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 321: Curva de acumulación de especies – Necton (No Paramétrico)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

De acuerdo con los resultados de riqueza de especies, a nivel de Orden los Characiformes, muestran la mayor diversidad de especies, reportando 14 individuos, 10 especies distribuidas en 4 familias, seguida de los Siluriformes con 9 individuos, 6 especies y 4 familias.

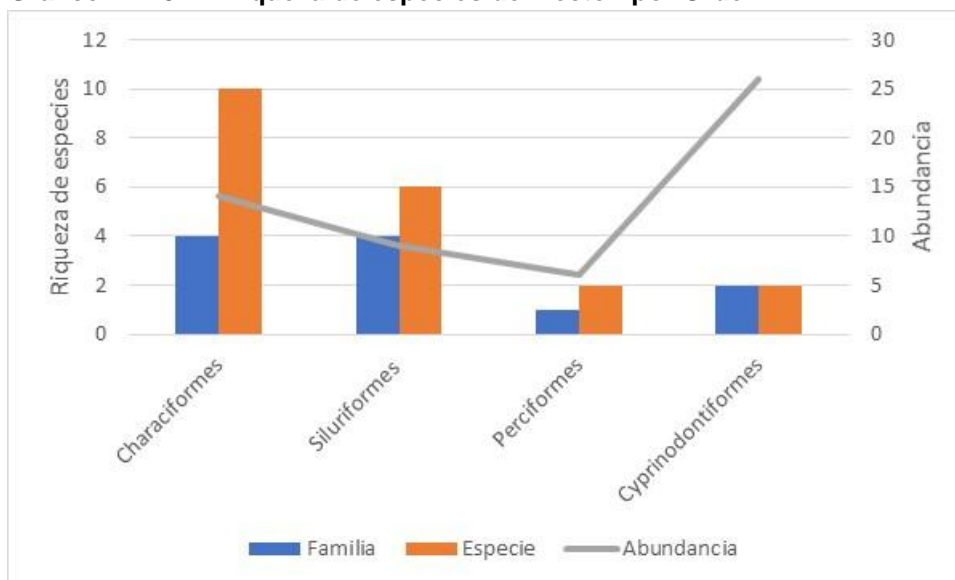
Tabla 4.2- 219: Riqueza de especies del necton por Orden

Orden	Familia	Especie	Abundancia
Characiformes	4	10	14
Siluriformes	4	6	9
Perciformes	1	2	6

Cyprinodontiformes	2	2	26
Abundancia	11	20	55

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

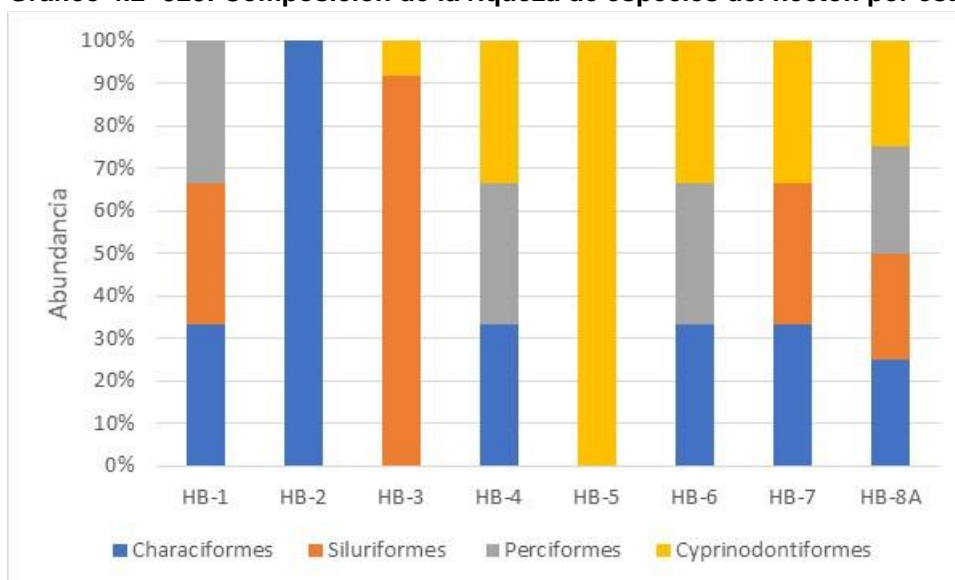
Gráfico 4.2- 322: Riqueza de especies del necton por Orden



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados de riqueza de especies por estación, muestran que la estación HB-1, HB-4, HB-6, HB-7 y HB-8A registran una mayor diversidad de especies a nivel de Orden. Asimismo, es notoria la presencia de los Characiformes y Cyprinodontiformes en todas las estaciones evaluadas.

Gráfico 4.2- 323: Composición de la riqueza de especies del necton por estación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Abundancia

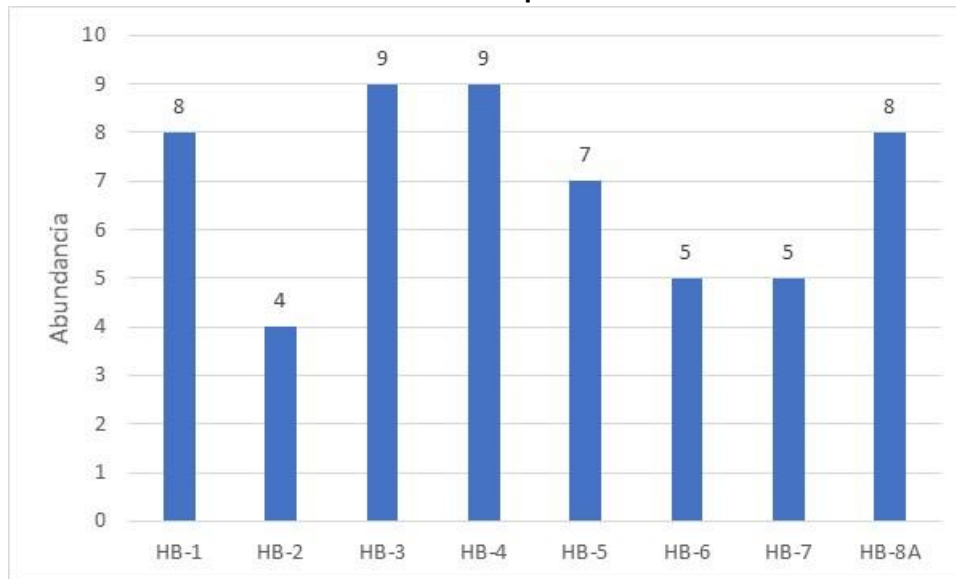
Los resultados de abundancia por estación, muestran que el mayor número de individuos se registró en la estación HB-3 y HB-4, en ellas se capturaron 9 individuos respectivamente; seguida de la estación HB-1 (rio Mayo) y HB-8A, con 8 individuos respectivamente.

Tabla 4.2- 220: Abundancia del necton por estación

Orden	Familia	Especie	Estaciones							
			HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7	HB-8A
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus sp</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus sp.</i>	0	0	0	2	0	0	0	1
Characiformes	Characidae	<i>Hemibrycon divisoriensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
Characiformes	Crenuchidae	<i>Characidium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax sp. 1</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax sp. 2</i>	0	0	0	0	0	0	0	2
Characiformes	Parodontidae	<i>Parodon buckleyi</i>	0	2	0	0	0	0	0	0
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus sp.</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Pimelodella sp.</i>	0	0	2	0	0	0	0	0
Siluriformes	Loricariidae	<i>Ancistrus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
Siluriformes	Loricariidae	<i>Hypostomus oculeus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Henonemus punctatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus sp</i>	0	0	2	0	0	0	0	0
Perciformes	Cichlidae	<i>Cichlasoma amazonarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	2	0	0	1	0	2	0	0
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	0	0	5	6	7	2	3	2
Cyprinodontiformes	Rivulidae	<i>Rivulus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	1

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

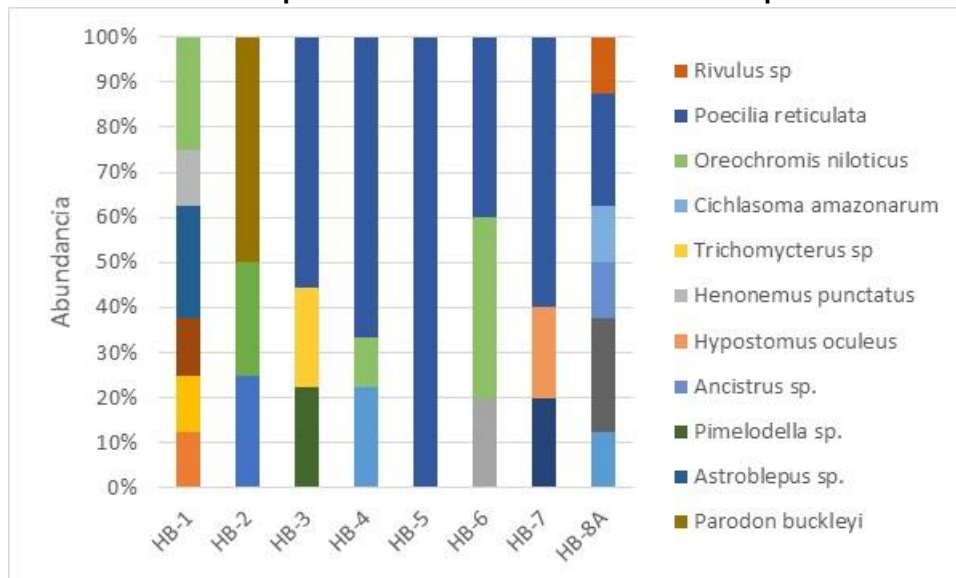
Gráfico 4.2- 324: Abundancia del necton por estación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados de abundancia por estación, muestran que la mayor abundancia corresponde a *Poecilia reticulata* (Orden Cyprinodontiformes), cuya presencia se verifica en 6 estaciones evaluadas, las otras especies registran una abundancia de 3 o menos individuos.

Gráfico 4.2- 325: Composición de la abundancia del necton por estación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Diversidad alfa

Se llevó a cabo el análisis de diversidad utilizando los índices de Simpson (1-D), Shannon (H') y Equidad (J). Los resultados para las estaciones evaluadas muestran que la estación HB-1 y HB-8A reportan los valores más altos para el índice de Simpson (1-D), con 0.813 e índice de Shannon (H'), con 1.733 nits/individuo. Finalmente, en cuanto al índice de Equidad (J), la estación HB-1 también muestra el valor más alto, con 0.967.

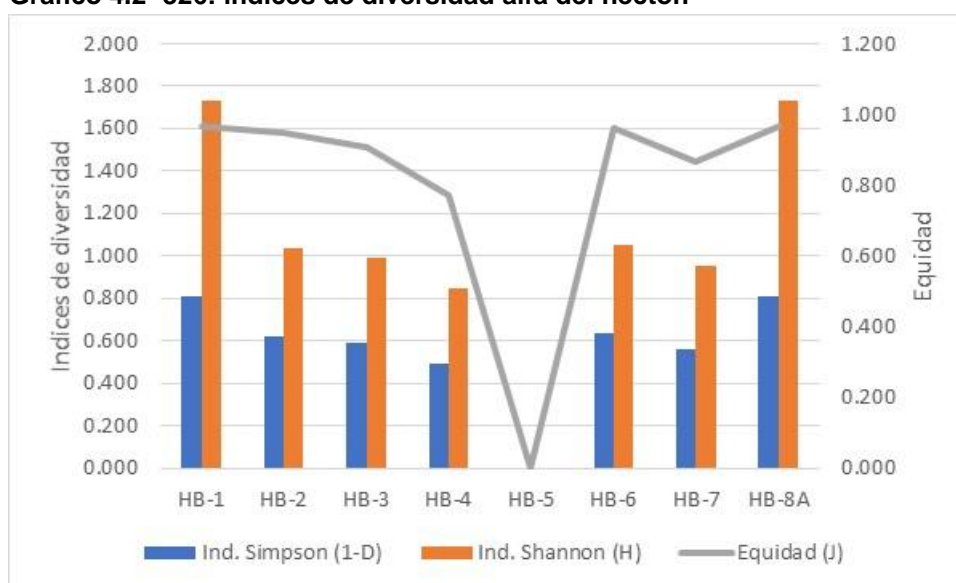
Es preciso indicar que en la estación HB-7, se registra una sola especie, por lo cual la estimación de los índices de diversidad alfa no es factibles.

Tabla 4.2- 221: Índices de diversidad alfa del nectón

Parámetro	Estaciones							
	HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7	HB-8A
Especies	6	3	3	3	1	3	3	6
Abundancia	8	4	9	9	7	5	5	8
Ind. Simpson (1-D)	0.813	0.625	0.593	0.494	0.000	0.640	0.560	0.813
Ind. Shannon (H)	1.733	1.040	0.995	0.849	0.000	1.055	0.950	1.733
Equidad (J)	0.967	0.946	0.906	0.773	0.000	0.960	0.865	0.967

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

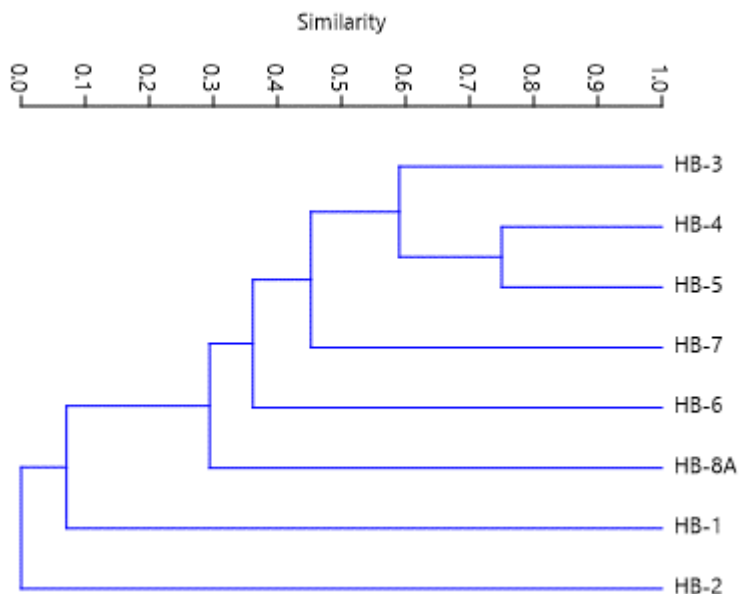
Gráfico 4.2- 326: Índices de diversidad alfa del nectón



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

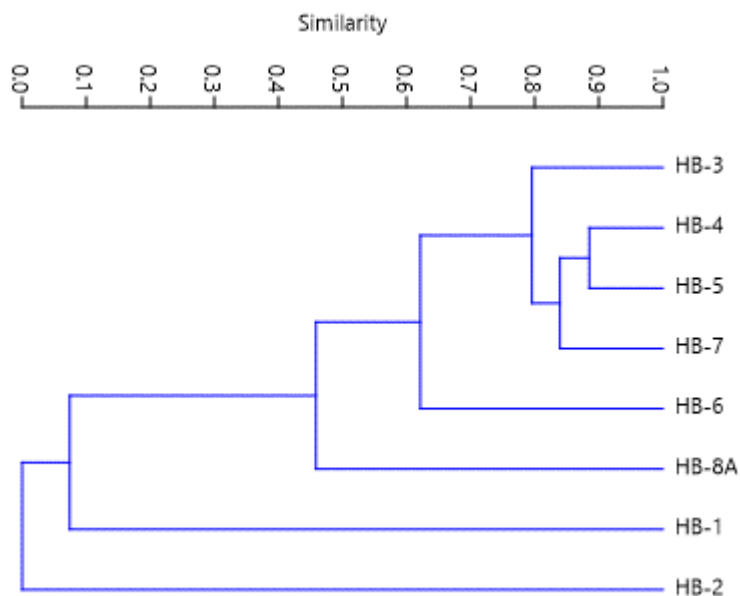
Diversidad beta

Con los resultados obtenidos, se evaluó la similitud entre las estaciones de muestreo mediante el índice de Jaccard (presencia y ausencia). Los resultados muestran la formación de un grupo que presenta una similitud mayor a 50%, siendo este conformado por las estaciones HB-4 y HB-5, las cuales registran una similitud en la composición de sus especies del 78%.

Gráfico 4.2- 327: Análisis de similitud beta por estación – Necton (Indice de Jaccard)


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Con los resultados obtenidos, se evaluó la similitud entre las estaciones de muestreo mediante el índice de Morisita (abundancia). Los resultados muestran la formación de un grupo que presenta una similitud mayor a 50%, siendo este conformado por las estaciones HB-3, HB-4, HB-5, HB-7 y HB-6, las cuales registran una similitud en la composición de sus especies del 62%.

Gráfico 4.2- 328: Análisis de similitud beta por estación – Necton (Indice de Morisita)


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Uso Local

En cuanto al uso local, se registra 3 especies con algún uso; 1 especie como alimentación (pesca ocasional) y 2 especies como ornamental.

Tabla 4.2- 222: Uso de especies del nectón

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus sp.</i>	Bagre	Ornamental
Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia	Alimentacion
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	Ornamental

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Especies Protegidas y/o Endémicas

La legislación peruana e internacional no registra especies del macrobentos acuático en alguna categoría de protección.

4.2.6.5.6 Macrófitas

Actualmente los estudios sobre la diversidad de plantas acuáticas (macrofitos) en el neotrópico presentan grandes vacíos de conocimiento en diversos aspectos de su taxonomía, fenología y ecología.

El concepto de planta acuática ha sido abordado desde diversos enfoques por diferentes autores. Algunas de estas definiciones hacen referencia a especies donde todo su ciclo de vida requiere estar en el medio acuático, mientras que otras son más amplias en sus postulados, incluyendo aquellas que puedan tener adaptaciones para estar por un periodo de tiempo en este medio.

Velásquez (1994) define como planta acuática a aquella que permanece y tolera largos períodos de inmersión (al menos el sistema radical), e incluye formas taloides, herbáceas o leñosas, arraigadas, flotantes o sumergidas, creciendo en agua, en suelos saturados o cubiertos de agua.

La evaluación de macrofitas comprende el registro de la presencia y/o ausencia en un tramo de 100m, en las orillas de las ocho (08) estaciones de evaluación hidrobiológica.

A continuación, se presentan los resultados del análisis de la comunidad de macrófitas registrada en el área de influencia del proyecto.

4.2.6.5.6.1 Temporada muy Húmeda

A continuación, se presentan los resultados del análisis de la comunidad de macrofitas durante la época muy húmeda, en la cual se identificaron 6 especies, agrupadas en 4 familias, 3 órdenes y 1 clase.

Tabla 4.2- 223: Especies de macroinvertebrados acuáticos – Temporada muy Húmeda

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	-
Liliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichornia eichornia</i>	Lechuga de río
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sphacelatus</i>	Coquito
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sp</i>	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Carrizo
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i>	-

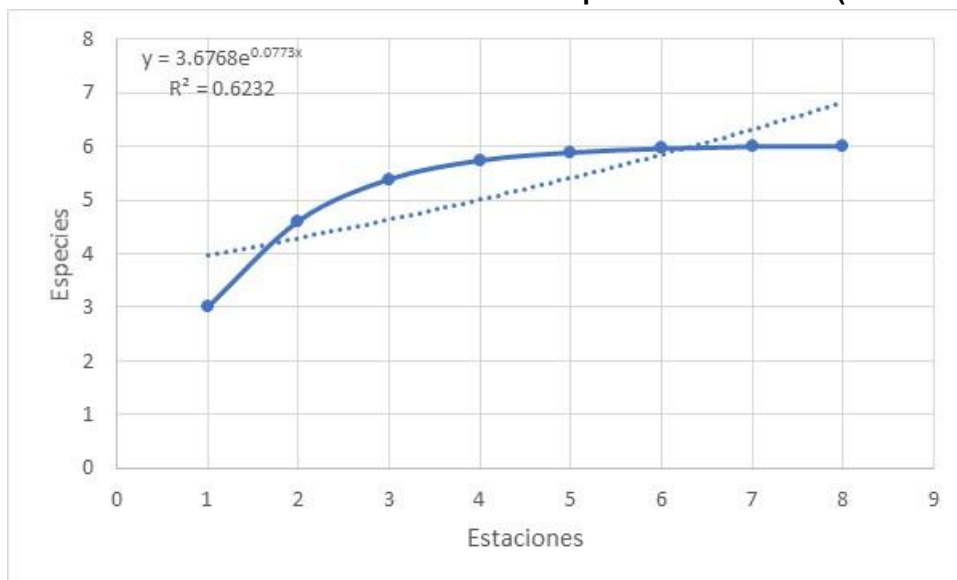
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Curva de acumulación

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cualitativo, reuniendo los hallazgos para la comunidad de macrofitas. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 6 especies registrada una eficiencia del 62.3%.

$$V2=(3.6768*(1-\exp(-0.0773*v1)))/0.0773$$

Gráfico 4.2- 329: Curva de acumulación de especies – Macrofitas (Modelo de Clench)

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 100.0% de la riqueza de especies según el estimador ACE (6.0 especies estimadas) y el 98.2% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Bootstrap (6.1 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo

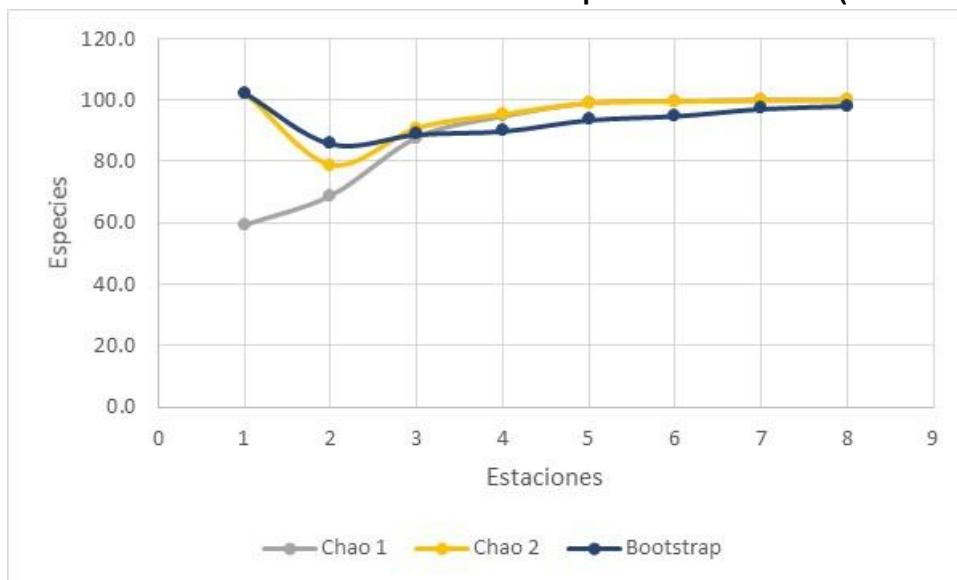
tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 224: Curva de acumulación de especies – Macrofitas (No Paramétrico)

Estaciones		8
Especies Observadas	(S)	6
Especies Estimadas	ACE	6.00
	Chao 1	6.00
	Chao 2	6.00
	Jackknife	6.00
	Bootstrap	6.11
Eficiencia	ACE	100.0
	Chao 1	100.0
	Chao 2	100.0
	Jackknife	111.9
	Bootstrap	98.2

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 330: Curva de acumulación de especies – Macrofitas (No Paramétrico)

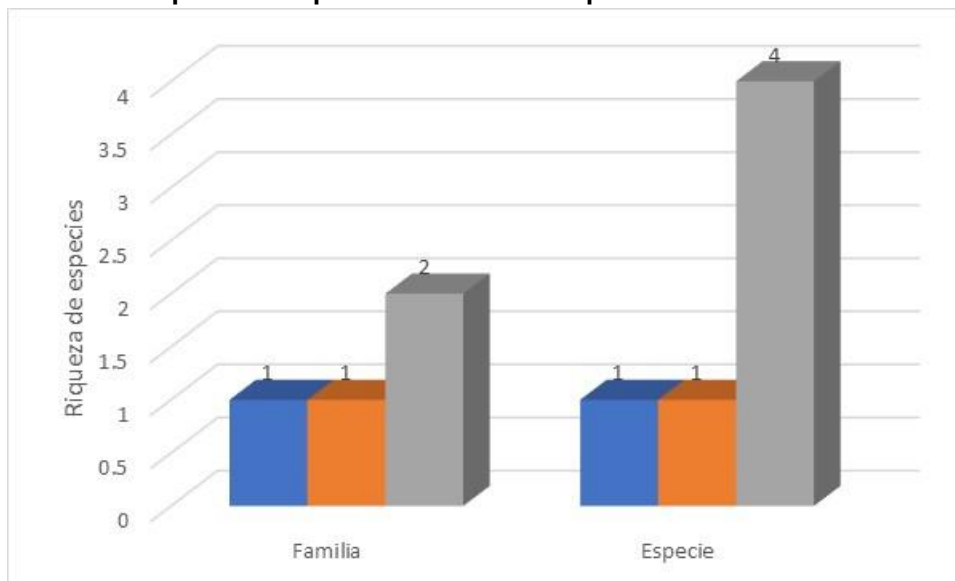


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

De acuerdo con los resultados de riqueza de especies a nivel de Orden, el grupo de Poales muestran el mayor número de familias y especies, reportando 4 especies y 2 familias.

Gráfico 4.2- 331: Riqueza de especies de macrofitos por Orden



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

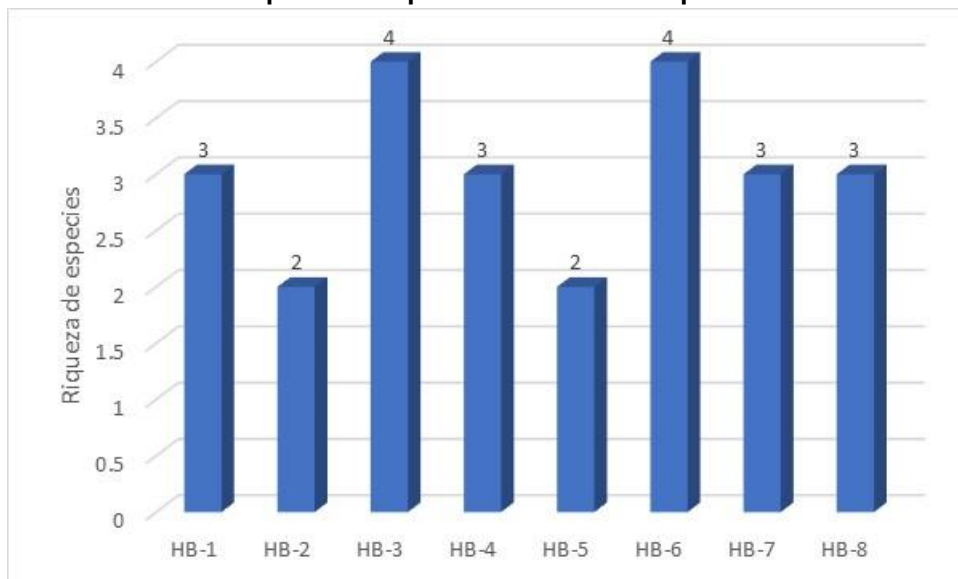
Los resultados de riqueza de especies por estación, muestran que la mayor riqueza específica se registró en la estación HB-3 y HB-6, donde se presentaron 6 especies; seguida de las estaciones HB-1 (rio Mayo), HB-7 y HB-8, con 3 especies.

Tabla 4.2- 225: Riqueza de especies de macrofitos por estación

Orden	Familia	Especie	Estaciones							
			HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7	HB-8
Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	0	1	0	1	0	1	1	1
Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichornia eichornia</i>	0	0	1	0	1	1	0	1
Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sphacelatus</i>	1	0	1	1	0	0	1	0
Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sp</i>	0	0	1	0	0	1	0	0
Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	1	1	0	0	1	1	0	0
Poales	Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i>	1	0	1	1	0	0	1	1

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 332: Riqueza de especies de macrofitos por estación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

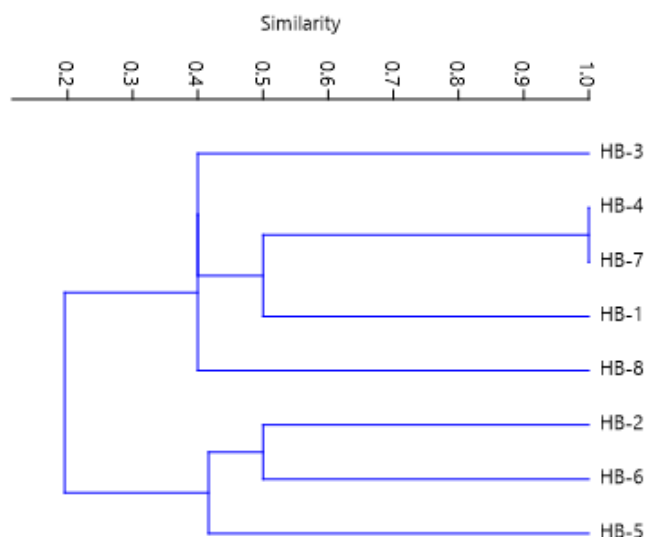
Diversidad alfa

Considerando que los resultados son cualitativos, presencia o ausencia de especies, no se realizó las estimaciones de los índices de diversidad alfa.

Diversidad beta

Con los resultados obtenidos del análisis cualitativo, se evaluó la similitud entre las estaciones de muestreo mediante el índice de Jaccard. Los resultados muestran la formación de un grupo que presenta una similitud de especies del 100%, siendo este conformado por las estaciones HB-4 y HB-7. El grupo formado por las estaciones HB-3 y HB-6 registra una similitud de especies del 48%.

Gráfico 4.2- 333: Análisis de similaridad beta por estación – Macrofitos (Índice de Jaccard)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.5.6.2 Temporada Húmeda

A continuación, se presentan los resultados del análisis de la comunidad de macrofitas durante la temporada húmeda, en la cual se identificaron 8 especies, agrupadas en 5 familias, 4 órdenes y 2 clases.

Tabla 4.2- 226: Especies de macroinvertebrados acuáticos – Temporada muy Húmeda

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	
Liliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichornia eichornia</i>	Lechuga de río
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sphacelatus</i>	Coquito
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sp</i>	
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp.</i>	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Carrizo
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i>	
Polypodiopsida	Polypodiales	Blechnaceae	<i>Blechnum fraxineum</i>	

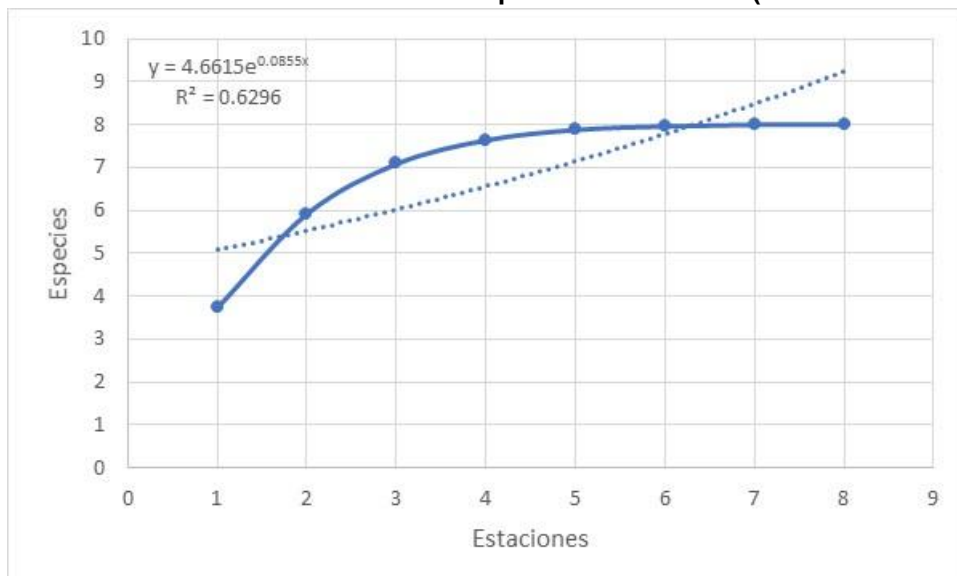
Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Curva de acumulación

En base a los resultados, se elaboró la curva de acumulación con los datos obtenidos del análisis cualitativo, reuniendo los hallazgos para la comunidad de macrofitas. Se tiene como referencia que la curva de acumulación deberá registrar en campo una representación mayor al 50% del total de especies esperadas para que el muestreo sea considerado aceptable (MINAM, 2015; MINAM 2018b). Las curvas se realizaron considerando el modelo no lineal de Clench bajo las consideraciones de Jimenez-Valverde y Hortal (2003) empleando el programa EstimatesS 9.1.0. (Colwell 2013).

La curva de acumulación de especies estimada mediante el modelo de Clench a partir de un total de 8 especies registrada una eficiencia del 62.9%.

$$V2=(4.6615*(1-\exp(-0.0855*v1)))/0.0855$$

Gráfico 1. Curva de acumulación de especies – Macrofitas (Modelo de Clench)

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

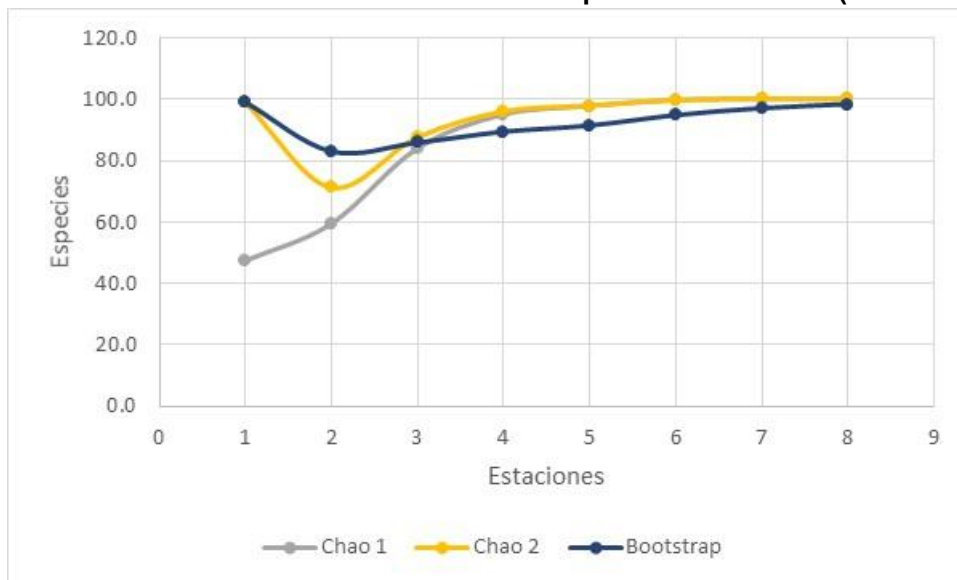
El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el análisis de estimadores no paramétricos, muestra en las estaciones evaluadas, que se logró registrar entre el 100.0% de la riqueza de especies según el estimador ACE (8.0 especies estimadas) y el 98.3% de la riqueza de especies de acuerdo al estimador Bootstrap (8.1 especies estimadas), logrando una representatividad significativamente mayor al 50% y por lo tanto corresponde a un inventario confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ver tabla y gráfico siguiente.

Tabla 4.2- 227: Curva de acumulación de especies – Macrofitas (No Paramétrico)

Estaciones		8
Especies Observadas	(S)	8
Especies Estimadas	ACE	8.00
	Chao 1	8.00
	Chao 2	8.00
	Jackknife	8.00
	Bootstrap	8.14
Eficiencia	ACE	100.0
	Chao 1	100.0
	Chao 2	100.0
	Jackknife	108.7
	Bootstrap	98.3

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 334: Curva de acumulación de especies – Macrofitas (No Paramétrico)

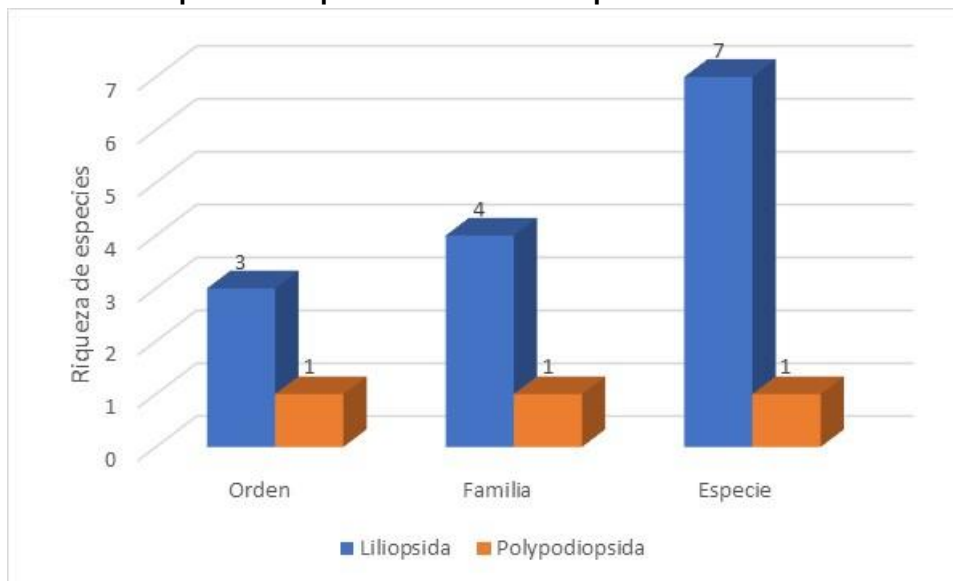


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Riqueza de especies

De acuerdo con los resultados de riqueza de especies a nivel de Clase, el grupo de las Liliopsida muestran el mayor número de órdenes, familias y especies, reportando 7 especies, 4 familias y 3 órdenes.

Gráfico 4.2- 335: Riqueza de especies de macrofitos por Clase



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

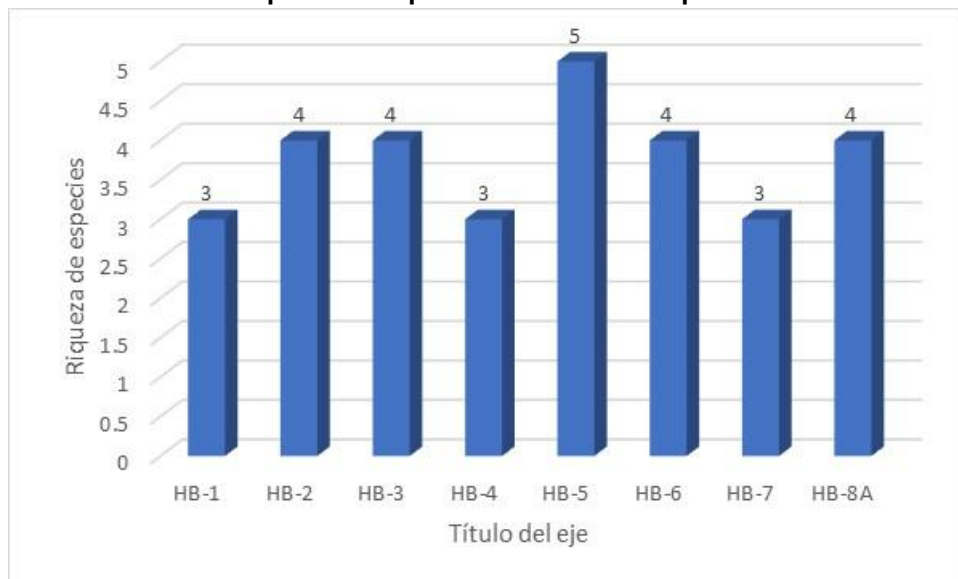
Los resultados de riqueza de especies por estación, muestran que la mayor riqueza específica se registró en la estación HB-5, donde se presentaron 5 especies; seguida de las estaciones HB-2, HB-3, HB-6 y HB-8A, con 4 especies.

Tabla 4.2- 228: Riqueza de especies de macrofitos por estación

Orden	Familia	Especie	Estaciones							
			HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7	HB-8
Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	0	1	0	1	0	1	1	1
Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichornia eichornia</i>	0	0	1	0	1	1	0	1
Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sphacelatus</i>	1	0	1	1	1	0	0	0
Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sp</i>	0	1	0	0	1	0	1	1
Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp.</i>	0	0	1	0	1	0	1	0
Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	1	1	0	0	1	1	0	0
Poales	Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i>	1	0	1	1	0	0	0	1
Polypodiales	Blechnaceae	<i>Blechnum fraxineum</i>	0	1	0	0	0	1	0	0

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2- 336: Riqueza de especies de macrofitos por estación



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

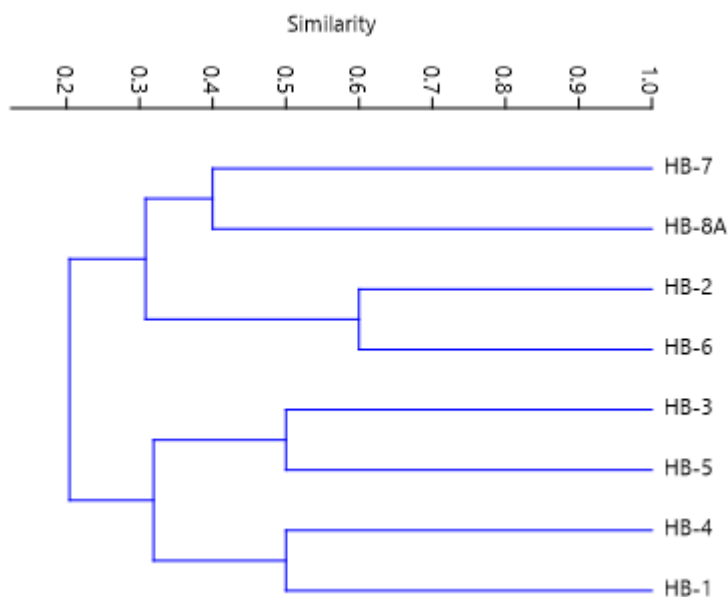
Diversidad alfa

Considerando que los resultados son cualitativos, presencia o ausencia de especies, no se realizó las estimaciones de los índices de diversidad alfa.

Diversidad beta

Con los resultados obtenidos del análisis cualitativo, se evaluó la similitud entre las estaciones de muestreo mediante el índice de Jaccard. Los resultados muestran la formación de un grupo que presenta una similitud de especies del 60%, siendo este conformado por las estaciones HB-2 y HB-6. Los otros grupos formados por las estaciones HB-3 - HB-5 y HB-1 - HB-4 registran una similitud de especies del 50%.

Gráfico 4.2- 337: Análisis de similaridad beta por estación – Macrofitos (Índice de Jaccard)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C

Uso Local

No se reporta algún tipo de uso local de las especies de macrofitos acuáticos.

Especies Protegidas y/o Endémicas

La legislación peruana e internacional no registra especies del macrofitos acuáticos en alguna categoría de protección.

4.2.6.5.7 Índices de calidad bióticos

Un índice biótico es una escala para mostrar la calidad de un ambiente al indicar los tipos y abundancias de organismos presentes en una muestra representativa del ambiente. A menudo se utiliza para evaluar la calidad del agua en ecosistemas de agua dulce.

Índice de Shannon Wiener

Utilizando los criterios de Wilhm & Dorris (1968⁶) para establecer el estado de conservación de los medios acuáticos, mediante la evaluación del índice de diversidad de Shannon Wiener; nos muestra que; en la temporada muy húmeda, las estaciones evaluadas presentan característica de altamente contaminadas (AC) como consecuencia

⁶ *BioScience*, Volume 18, Issue 6, June 1968, Pages 477–481.

del mayor arrastre de sedimentos por el incremento del caudal en los cuerpos de agua evaluados.

En la temporada húmeda, las estaciones presentan características de moderadamente contaminadas (MC), con excepción de la estación HB-8A, debido a la disminución del caudal y arrastre de sedimentos.

Tabla 4.2- 229: Evaluación de la calidad del medio acuático mediante el índice de diversidad de Shannon Wiener

Temporada	Estaciones							
	HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7	HB-8A
Temporada muy húmeda	0.750	0.837	0.735	0.755	0.688	0.735	0.500	-
Valoración	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	-
Temporada húmeda	2.317	2.768	2.803	2.569	1.381	2.179	2.266	0.693
Valoración	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	AC

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Leyenda:

AC = Altamente contaminado y MC = Moderadamente contaminado.

Índice Biotico ETP

Se refiere a la presencia o ausencia de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (ETP) en una comunidad biológica. En general, las especies de estos grupos de insectos son sensibles a las perturbaciones humanas (Alonso & Camargo 2005), de aquí su uso como indicadores en el cálculo del índice.

Este índice corresponde a un valor determinado por tres grupos taxonómicos muy sensibles a la contaminación y que por lo general son indicadores de aguas limpias. El análisis EPT se realizó mediante la utilización de estos tres grupos de macroinvertebrados (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) que son indicadores de buena calidad de agua debido a su alta sensibilidad a la contaminación.

Para su estimación se considero los reportes de abundancia de estos órdenes reportados en la presente evaluación. El valor obtenido se compara los estándares establecidos por Carrera & Fierro (2001).

Tabla 4.2- 230: Calidad del agua según los índices Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera

Valor ETP (%)	Calidad del medio acuático	Símbolo
75 - 100	Sin impacto	SI
50 - 74	Levemente impactado	LI
25 . 49	Moderadamente impactado	MI
0 - 24	Severamente impactado	Sel

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

El índice de calidad del medio acuático mediante la evaluación del índice ETP; nos muestra que, en la temporada muy húmeda, las estaciones evaluadas presentan característica de cuerpos de agua Sin Impacto (SI, estación HB-7) hasta estaciones Severamente Impactadas (Sel, estación HB-4) como consecuencia del mayor arrastre de sedimentos por el incremento del caudal en los cuerpos de agua evaluados.

En la temporada húmeda, las estaciones evaluadas presentan característica de cuerpos de agua Sin Impacto (SI, estación HB-5 y HB-6) hasta estaciones Severamente Impactadas (Sel, estación HB-8A), debido a la disminución del caudal y arrastre de sedimentos.

Tabla 4.2- 231: Evaluación de la calidad del medio acuático mediante el índice ETP

Temporada	Estaciones							
	HB-1	HB-2	HB-3	HB-4	HB-5	HB-6	HB-7	HB-8A
Temporada muy húmeda								
ETP	3	15	3	1	5	4	2	-
Abundancia (N)	8	28	7	14	8	14	2	-
Índice ETP	37.5	53.6	42.9	7.1	62.5	28.6	100.0	-
Valoración	MI	LI	MI	Sel	LI	MI	SI	-
Temporada húmeda								
ETP	23	39	31	56	117	107	11	0
Abundancia (N)	39	140	49	98	125	142	26	4
Índice ETP	59.0	27.9	63.3	57.1	93.6	75.4	42.3	0.0
Valoración	LI	MI	LI	LI	SI	SI	MI	Sel

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.7 Evaluación de fragmentación

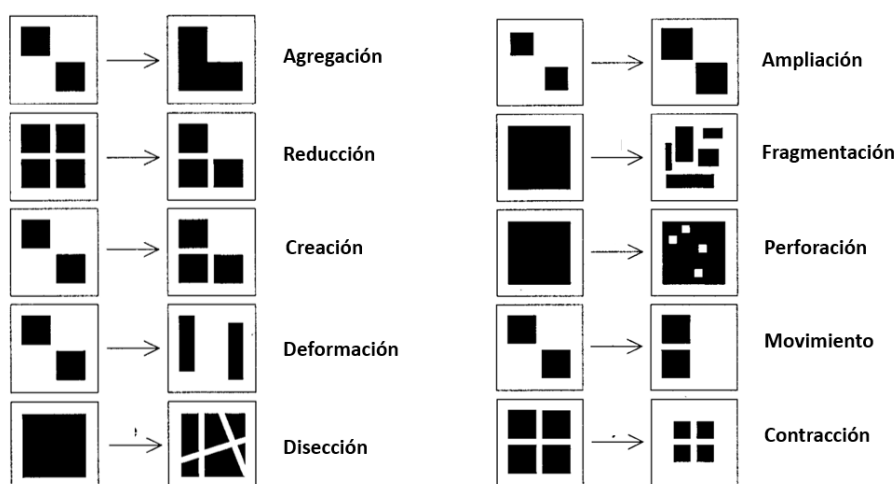
4.2.7.1 Generalidades

La integridad ecológica se entiende como la capacidad de un ecosistema para sostener y conservar una comunidad de organismos adaptativos, cuya composición de especies, diversidad y organización funcional sean similares a las de los hábitats naturales de una región específica (Parrish et al., 2003). De igual manera, un ecosistema sigue siendo viable cuando sus características ecológicas esenciales se mantienen dentro de sus rangos naturales de variabilidad y tienen la capacidad de responder y adaptarse a la mayoría de las perturbaciones, ya sean de origen natural o antropogénico.

La fragmentación se refiere a la alteración en la estructura y disposición de los hábitats dentro de un paisaje. Este fenómeno implica la transformación de un hábitat extenso y continuo en una serie de parches más pequeños, conocidos como fragmentos, los cuales quedan rodeados por un nuevo tipo de hábitat, denominado matriz, que es predominante y significativamente diferente al ecosistema original (Lindenmayer & Fischer, 2006). La fragmentación del paisaje puede originarse de manera natural, en respuesta a los gradientes ambientales, los procesos de sucesión ecológica o las perturbaciones naturales, lo que da lugar a mosaicos de hábitats con diversas comunidades biológicas. No obstante, la aceleración de la fragmentación se debe principalmente a las actividades humanas relacionadas con la explotación de los recursos naturales (García, 2011).

La fragmentación es solo uno de los procesos de transformación del paisaje (Bogaert, 2004), como se muestra en la siguiente figura; sin embargo, se empleará en adelante como sinónimo de los procesos de transformación que afectan la estructura, función y dinámica del paisaje y que por lo general conducen en la degradación de los hábitats que lo constituyen.

Figura 4.2- 18: Procesos de transformación del paisaje



Fuente: Tomado y modificado de Bogaert, 2004

El proceso de fragmentación no solo se percibe como un fenómeno en sí mismo, sino también a través de una serie de indicadores o patrones espaciales que influyen en la movilidad de las especies silvestres y en la dinámica poblacional a lo largo del tiempo (Webb & Haskins, 1980; Gurrutxaga, 2006). Los cambios en la configuración del paisaje pueden identificarse mediante la medición de diversas variables ecológicas, tales como el área total de hábitat natural remanente, la distribución del tamaño y la frecuencia de los fragmentos, sus formas, la distancia promedio entre ellos y el nivel de contraste entre los distintos hábitats y los usos del suelo circundantes (Zambrano et al., 2007; Sinchi, 2018). Las métricas del paisaje constituyen una herramienta efectiva para analizar los cambios en el tiempo en cuanto a la heterogeneidad y la configuración de los ecosistemas (Peng et al., 2010).

A continuación, se describe el estado de conservación de las unidades de vegetación, considerando el análisis por unidades de vegetación, en relación con la fragmentación y conectividad de hábitat.

4.2.7.2 Análisis de fragmentación y conectividad del paisaje

Para evaluar de manera integral la estructura y configuración del paisaje, así como, el cambio por la implementación del proyecto, se seleccionaron métricas claves organizadas en cuatro criterios para analizar la estructura del paisaje y cuatro índices adicionales para evaluar la conectividad y fragmentación. Estos indicadores permiten describir detalladamente la distribución espacial, el grado de fragmentación y la conectividad funcional de las unidades de vegetación en el paisaje, proporcionando una

base cuantitativa sólida para interpretar los efectos de la implementación del proyecto en la fragmentación y conectividad. El análisis estructural incluyó el Área de Clase (CA), que mide la superficie total ocupada por cada clase de vegetación; el Número de Parches (NP), que refleja el grado de fragmentación; la Proporción del Paisaje (PLAND), que evalúa la representatividad porcentual de las coberturas; y el Índice de Parche Más Grande (LPI), que identifica la dominancia espacial de un parche dentro del paisaje. Para la conectividad estructural, se consideraron el Índice de Conectividad (CONNECT), que mide la conexión funcional entre parches según una distancia umbral, y el Índice de Agrupamiento (CLUMPY), que analiza la distribución espacial de los parches. Complementariamente, los índices de Cohesión (COHESION) y División (DIVISION) aportaron una visión detallada sobre la continuidad y fragmentación estructural del paisaje, mientras que los índices de diversidad y equidad de Shannon (SHDI y SHEI) permitieron evaluar cómo la heterogeneidad y la equidad en la distribución de los parches varían entre escenarios (McGarigal et al. 2023).

El análisis se realizó mediante el Programa de análisis de patrones espaciales para mapas categóricos (Fragstats v4), programa informático producido (McGarigal et al. 2023), disponible en el siguiente sitio web: <https://www.fragstats.org>.

Estos índices fueron seleccionados como herramientas metodológicas debido a su capacidad para proporcionar indicadores cuantitativos que describen tanto la configuración estructural como la conectividad funcional del paisaje de manera equilibrada, a continuación, se presenta una tabla resumen de los índices.

Tabla 4.2- 232: Métricas de los atributos ecológicos a evaluarse para el análisis de patrones de fragmentación y conectividad del paisaje

Atributos ecológicos	Criterio/Índice	Acrónimo	Métrica	Unidad
Estructurales	Área de Clase (unidad de vegetación)	CA	Extensión del área ocupada por la suma total de parches por tipo de unidad de vegetación o cobertura	ha
	Número de Parches	NP	Número de parches del tipo de de unidad de vegetación o cobertura en el área evaluada	/
	Proporción de Clase respecto al paisaje	PLAND	Porcentaje del área evaluada cubierta por tipo de unidad de vegetación o cobertura	%
Funcionales	Índice de conectividad	CONNECT	Porcentaje del total de parches que se encuentran conectados dentro de una distancia definida en m.	%

Atributos ecológicos	Criterio/Índice	Acrónimo	Métrica	Unidad
			Un valor alto indica una buena conectividad entre todos los parches, mientras que un valor bajo indica que los parches están separados y aislados. Cabe resaltar que esta métrica tiene su mejor interpretación con una distribución no lineal de los parches de paisaje	
	Índice de agrupamiento	CLUMPY	<p>Índice de agregación de parches:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cercano a 1 indica máximamente agregado - cercano a 0 indica distribuido de manera aleatoria - cercano a -1 indica máximamente disgregado 	$-1 \leq \text{CLUMPY} \leq 1$
	Índice de conectividad física de parches	COHESION	El índice de cohesión mide la conectividad física del tipo de parche correspondiente. El valor aumenta de 0 a 100 a medida que el tipo de parche se vuelve más agrupado o agregado en su distribución	$0 < \text{COHESION} < 100$
	Índice de distribución de parches	DIVISION	El índice de división del paisaje representa la probabilidad de 2 píxeles tomados al azar se encuentren en el mismo parche. Su incremento indica la menor probabilidad de que ocurra dicho evento.	$0 \leq \text{DIVISION} \leq 1$

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.7.3 Resultados

A continuación, se presentan los resultados del análisis cuantitativo de los atributos ecológicos estructurales y funcionales del paisaje para el ÁEA. Asimismo, los análisis fueron encausados en las unidades de vegetación que presentan componentes del proyecto.

De manera general, para el escenario actual, se puede indicar que la matriz del paisaje en el AEA esta definida por las Áreas de Cultivo, las cuales representan el 71% del AEA, las demás unidades se distribuyen dentro de esta matriz, siendo la más importante el Bosque montano con árboles medianos del Mayo que concentra alrededor del 13% del AEA.

Para el escenario de construcción del proyecto, hay un incremento de parches en las unidades de áreas de cultivo y vegetación secundaria, ya que el emplazamiento de los componentes realiza un cambio en las coberturas de las unidades de vegetación, pasando a ser áreas antrópicas.

Para el escenario de operación, hay una reducción en el número de parches en las áreas de cultivo y vegetación secundaria por el cierre progresivo de componentes temporales, las unidades de vegetación de Bosque montano con arboles medianos del Mayo Matorrales y árboles dispersos.

Tabla 4.2- 233: Resultados de los análisis de los atributos ecológicos estructurales del paisaje en el AEA

Escenario	Unidades de vegetación	CA	NP	PLAND
Actual	Área de cultivo	11242.1215	84	71.7713
	Purmas	1417.2723	30	9.0481
	Bosque montano con arboles medianos del Mayo	2088.9729	26	13.3363
	Matorrales y árboles dispersos	449.3410	4	2.8687
Construcción	Área de cultivo	11208.3738	98	71.5578
	Purmas	1399.0835	34	9.0091
	Bosque montano con arboles medianos del Mayo	2082.3738	26	13.2942
	Matorrales y árboles dispersos	448.7371	4	2.8648
Operación	Área de cultivo	11235.7502	94	71.7306
	Purmas	1416.9404	30	9.0459
	Bosque montano con arboles medianos del Mayo	2088.5638	26	13.3337
	Matorrales y árboles dispersos	449.3055	4	2.8684

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En la Tabla 4.2- 234 se puede apreciar la comparación de los resultados del análisis de los atributos ecológicos estructurales del paisaje.

Tabla 4.2- 234: Variación porcentual de los valores de los atributos ecológicos estructurales del paisaje en el AEA

Etapas	Tipos de cobertura	Variación CA	Variación NP	Variación PLAND
Actual vs Construcción	Área de cultivo	-0.300	16.667	-0.297
	Purmas	-0.431	13.333	-0.431
	Bosque montano con arboles medianos del Mayo	-0.316	0.000	-0.316

Etapa	Tipos de cobertura	Variación CA	Variación NP	Variación PLAND
	Matorrales y árboles dispersos	-0.467	0.000	-0.136
Actual vs Operación	Área de cultivo	-0.057	11.905	-0.057
	Purmas	-0.023	0.000	-0.024
	Bosque montano con arboles Medianos del Mayo	-0.002	0.000	-0.019
	Matorrales y árboles dispersos	-0.008	0.000	-0.010

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

La comparación de resultados muestra que la mayor disminución de área, sería en la unidad de Matorrales y árboles dispersos, seguida de la vegetación secundaria (Purma), luego por el Bosque montano con arboles medianos del Mayo y al final las áreas de cultivo; sin embargo, la disminución representa menos del 1% de las áreas ocupadas por estas unidades de vegetación, para la etapa de construcción.

Respecto al número de parches, hay un aumento del 16% para las áreas de cultivo y 13% para la vegetación secundaria y se destaca que no hay variación entre los parches del Bosque montano con arboles medianos del Mayo ni en la unidad de Matorrales y árboles dispersos

El mismo patrón se observa para la etapa de operación, donde la mayor disminución se da en las áreas de cultivo, pero esto no representa ni el 1% de las áreas ocupadas por esta unidad de vegetación. El número de parches decrece al 11% en las áreas de cultivo, mientras que no se presenta variación en el número de parches de las unidades de vegetación de Bosque montano con arboles medianos del Mayo, Matorrales y árboles dispersos y vegetación secundaria.

La conectividad funcional del paisaje también fue analizada a través de cuatro atributos (CONNECT, CLUMPY, COHESION, DIVISION), los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4.2- 235: Resultados de los análisis de los atributos ecológicos de continuidad de la conectividad funcional del paisaje evaluados para el AEA

Escenario	Tipos de cobertura	CONNECT	CLUMPY	COHESIÓN	DIVISIÓN
Actual	Área de cultivo	4.5756	0.9842	99.9056	0.9295
	Purmas	5.5172	0.9926	99.7285	0.9979
	Bosque montano con arboles Medianos del Mayo	3.0769	0.9921	99.7884	0.9962
	Matorrales y árboles dispersos	-	0.9948	99.718	0.9996
Construcción	Área de cultivo	4.3972	0.9786	99.9126	0.9299
	Purmas	5.5258	0.99	99.7619	0.998
	Bosque montano con arboles Medianos del Mayo	3.0769	0.9898	99.8013	0.9962
	Matorrales y árboles dispersos	-	0.9939	99.73	0.9996
Operación	Área de cultivo	4.5756	0.984	99.906	0.9296

Escenario	Tipos de cobertura	CONNECT	CLUMPY	COHESIÓN	DIVISIÓN
	Purmas	5.5172	0.9925	99.7301	0.9979
	Bosque montano con arboles Medianos del Mayo	3.0769	0.9921	99.7893	0.9962
	Matorrales y árboles dispersos	-	0.9947	99.718	0.9996

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Tabla 4.2- 236: Variación porcentual de los valores de los atributos ecológicos de continuidad de la conectividad funcional del paisaje para el AEA

Etapas	Tipos de cobertura	Variación CONNECT	Variación CLUMPY	Variación COHESIÓN	Variación DIVISIÓN
Actual vs Construcción	Área de cultivo	-3.899	-0.569	0.007	0.043
	Purmas	0.156	-0.262	0.033	0.010
	Bosque montano con arboles Medianos del Mayo	0.000	-0.232	0.013	0.000
	Matorrales y árboles dispersos	-	-0.090	0.012	0.000
Actual vs Operación	Área de cultivo	0.000	-0.020	0.000	0.011
	Purmas	0.000	-0.010	0.002	0.000
	Bosque montano con arboles Medianos del Mayo	0.000	0.000	0.001	0.000
	Matorrales y árboles dispersos	-	-0.010	0.000	0.000

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Los resultados muestran que para los cuatro atributos evaluados que hay una baja conectividad porcentual total entre parches de las unidades de vegetación; sin embargo, esto se debe a que se encuentran agrupadas (CLUMPY) y distribuidas de manera distante (DIVISION). Los parches que se encuentran agrupados si muestran una alta conectividad física (COHESION).

Respecto a la conectividad funcional (CONNECT), para la etapa de construcción se muestra una disminución en los porcentajes de conectividad total para las unidades de área de cultivo y vegetación secundaria; sin embargo, esto es menor al 5%. Todas las unidades presentan disminuciones porcentuales menores al 1% respecto al índice de agrupamiento (CLUMPY), y un incremento en el índice de conectividad física (COHESION) menor al 0.05% probablemente debido a modificaciones en sus bordes. El índice de distribución (DIVISION) también presenta un incremento, pero es menor al 0.05%.

Para la etapa de operación, los cambios producidos por el emplazamiento de los componentes son menores al 0.05%, en todos los índices de conectividad funcional.

Considerando los escenarios de construcción y operación para el proyecto en el AEA, estos no producen cambios significativos en sus etapas de construcción y operación, ya que el delta de variación es menos del 1% y en casos como el bosque secundario o bosque de Mayo no hay variación para la etapa de operación.

Habiendo comparado y ponderado los resultados, se puede concluir que el proyecto no afecta la conectividad estructural y funcional del paisaje donde se encuentra el AEA (Ver el siguiente anexo)

Anexo 4.2.22 Análisis de fragmentación

4.2.8 Áreas biológicamente sensibles

La sensibilidad es el grado de vulnerabilidad de una determinada área frente a una acción, que conlleva impactos, efectos o riesgos. De acuerdo al componente biótico (flora y fauna), la sensibilidad se relaciona con la presencia de ecosistemas naturales y la presencia de especies de característica particulares desde el punto de vista ecológico, como son especies vulnerables, especies protegidas por la UICN, CITES y Libros Rojos de la fauna y flora, que podrían verse alterados ante posibles impactos generados de las actividades de la concesión.

Las Áreas Biológicamente Sensibles (ABS) son espacios singulares y/o microhábitats de uso intensivo de recursos por parte de los animales, las que tienden a atraer una gran diversidad de especies. Estas áreas se caracterizan por ser de gran importancia biológica debido a que las especies que confluyen en estas las emplean como zonas de forrajeo, refugio, reproducción, entre otros. Ante ello, se clasifican como ABS las collpas, madrigueras, comederos, entre otras, de acuerdo a la definición dada por Thurber et. al (2008)⁷.

Para el componente biótico se han tomado en consideración las ABS relacionadas a los componentes del proyecto, dependiendo del estado de conservación del ecosistema natural y de la presencia de especies de flora y fauna de importancia, endémica o rara para la ciencia, puedan ser vulnerables a los posibles impactos que causarán las actividades de la concesión (Ver el siguiente anexo).

Anexo 4.2.28 Mapa de Áreas biológicamente sensibles (LBB-BETA-18)

4.2.8.1 Método de muestreo

La metodología aplicada para la detección de ABS consistió en la búsqueda intensiva de estas, a través de caminatas a lo largo de los transectos de muestreo determinados. Los transectos de muestreo corresponden a los transectos de evaluación de fauna en donde se registró la presencia de madrigueras, refugios, cursos de agua permanentes, etc.; recopilándose información en cuanto a su ubicación geográfica, estado de conservación, actividad de estos y cualquier otra información relevante para el estudio.

Con el objetivo de determinar el nivel de significancia de la ABS, se tomó como referencia los trabajos realizados por Thurber et. al (2008), según los siguientes criterios:

⁷ Thurber M., Valdivieso S., Noboa Gabriel y F. Silva. 2008. Microhabitat protection during geophysical exploration in high diversity tropical rainforest. SPE-111536-PP

- Identificación de huellas recientes
- Presencia o ausencia de olores característicos
- Llamados o vocalizaciones in situ
- Rastros físicos como heces, orina, plumas, entre otros.
- Ausencia de crecimiento de vegetación en las entradas de madrigueras
- Presencia de tierra fresca que evidenciaría su uso reciente
- Tamaño del ABS
- Distancia mínima a componentes.

Tabla 4.2- 237: Nivel de significancia de ABS

Área Biológicamente Sensible (ABS)	Tamaño a reportar
Collpas	≥6 m ²
Bañadero	≥6 m ²
Bebadero	≥6 m ²
Comedero	≥6 m ²
ABS Complejas	Simple ≥6 m ² o Complejas ≥400 m ²
Zonas de refugio	≥6 m ²
Zona de Anidación o Reproducción	≥6 m ²
Caminos de Mamíferos Grandes	Nd
Hormigueros	≥6 m ²
Cuerpos de Agua Sensible	Nd (se debe confirmar que sea un cuerpo de agua no estacional)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.8.2 Identificación de ABS

En la tabla siguiente se muestra el registro de ABS en el ámbito del proyecto. De estos ABS, ocho (08) corresponden a madrigueras de Ronsoco (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y Carachupa (*Dasypus novencinctus*); y, 11 corresponden a senderos de Carachupa (*Dasypus novencinctus*).

Tabla 4.2- 238: ABS identificados en el área del proyecto

Estación	Coordenadas (inicio) UTM - WGS84		Altitud	Coordenadas (fin) UTM - WGS84		Altitud
	Este	Norte		Este	Norte	
ABS-1	279933	9328986	950	280494	9328164	1078
ABS-2	286776	9328087	904	286002	9327059	1221
ABS-3	296584	9318225	821	295371	9317995	1098
ABS-4	298935	9311330	798	298941	9309525	857
ABS-5	298935	9311330	798	298941	9309525	857
ABS-6	316026	9296570	508	314980	9297840	816
ABS-7	324935	9287444	282	324090	9285767	351
ABS-8	344140	9274818	337	343182	9273993	467

ABS-9	349400	9274241	258	349703	9274371	300
ABS-10	339478	9283624	291	339761	9282375	286
ABS-11	339478	9283624	291	339761	9282375	286
ABS-12	280395	9327637	1225	-	-	-
ABS-13	280017	9327739	1200	-	-	-
ABS-14	349476	9273927	251	-	-	-
ABS-15	348879	9274167	251	-	-	-
ABS-16	280328	9329547	883	-	-	-
ABS-17	279828	9329611	900	-	-	-
ABS-18	349362	9274213	253	-	-	-
ABS-19	349127	9273312	252	-	-	-

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Tabla 4.2- 239: Uso de los ABS identificados en el área del proyecto

Estación	Registro	Orden	Familia	Especie	Nombre común
ABS-1	Rasguños	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-2	Rasguños	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-3	Rasguños	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-4	Rasguños	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-5	Huella	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Añuje
ABS-6	Rasguños	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-7	Rasguños	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-8	Rasguños	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-9	Rasguños	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-10	Huella - Rasguños	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-11	Huellas	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca
ABS-12	Madriguera	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-13	Madriguera	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-14	Madriguera	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-15	Madriguera	Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Ronsoco, capibara, ivéto
ABS-16	Madriguera	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-17	Madriguera	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-18	Madriguera	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa
ABS-19	Madriguera	Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Ronsoco, capibara, ivéto

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.9 Especies clave

En la identificación de especies claves, se consideraron las sugerencias establecidas por Canterbury (2020), Carignan V, y Villard M (2002) y Catala (2011).

Los seres vivos de un ecosistema poseen relaciones tróficas entre sí; en tal sentido, muchas especies de aves son presas de otros animales, así como, tenemos aves que se alimenta de insectos (insectívoros), convirtiéndose en un grupo importante para el control de algunas plagas de insectos; tenemos aquellas que ingieren frutas (frugívoros), siendo importantes dispersores de semillas, otorgándole continuidad al ciclo de regeneración de bosques; las generalistas (omnívoras) importantes en el ciclo

alimenticio porque sirven de alimento para otras especies; y, cerrando el ciclo, las que se alimentan de desechos orgánicos (necrófagos).

Aves

Las especies claves de aves corresponde a especies pertenecientes a la familia *Thamnophilidae*, trepatroncos de la familia *Furnariidae*, cucaracheros de la familia *Troglodytidae* y mosqueros de la familia *Tyrannidae*, son los principales insectívoros en el área del proyecto por la gran variedad de especies que las integran. Respecto a los *Thamnophilidae*, destacan *Thamnophilus doliatus*, *Myrmotherula brachyura*, *Myrmotherula axillaris*, y *Thamnophilus punctatus*, que son los principales insectívoros en bosque con mucha cobertura vegetal y que tenga presencia de rodales de paca (*Guada sp.*), además que son especies medianamente sensibles a las actividades antropogénicas; y, los principales insectívoros de las áreas intervenidas serían los Mosqueros de la familia *Tyrannidae* como *Myiozetetes similis*, *Megarynchus pitangua*, *Megarynchus pitagua* y *Tyrannus melancholicus*; para el caso de los *Furnariidae* sobresalen *Phacellodomus rufifrons*, *Furnarius leucopus* y *Sittasomus griseicapillus*, los 3 insectívoros, los dos primeros que acostumbran buscar alimento en las cortezas de árboles, dentro de bosques con mucha cobertura vegetal y el tercero que busca insectos en matorrales de los bosques intervenidos y secundarios.

En el grupo de las frugívoras tenemos a *Brotogeris cyanoptera*, *Pionus menstruus*, *Psittacara leucophthalmus*, *Forpus crassirostris*, estas especies son importantes dispersoras de semillas, indicando un bosque productivo, porque se movilizan en grandes bandadas, necesitando ingerir grandes cantidades de alimentos (bosque con frutos), también en este grupo de frugívoras tenemos a las tangaras de la familia *Thraupidae* como son *Thraupis episcopus* y *Ramphocelus carbo*, que también acostumbran a forrajear en bandadas con numerosos individuos.

En el caso de los omnívoros, tenemos a *Pteroglossus castanotis*, *Selenidera reinwardtii* y *Ramphastos vitellinus*, entre otros, que se alimenta de frutos, insectos, y pequeños vertebrados.

Como la punta de la pirámide en la cadena trófica tenemos a los rapaces que actúan como controladores biológicos, así tenemos a *Rupornis magnirostris*, *Elanoides forficatus*, *Daptrius ater*, entre otros.

Anfibios y reptiles (Herpetofauna)

Los anfibios y reptiles son dos grupos de vertebrados de mucha importancia en la organización de los ecosistemas, no solo por sus particularidades biológicas y ecológicas, sino también por su marcada vulnerabilidad ante la transformación y degradación de los ecosistemas que habitan. Por lo tanto, el estudio de estos grupos requiere la aplicación de principios científicos, así como de métodos más eficaces, para mantener la población de estos taxos y al mismo tiempo evitar la degradación de los ecosistemas.

Las especies de herpetofauna considerados como especies claves en el área de evaluación debemos mencionar a las especies que se encuentran en alguna de las categorías de conservación, puesto que ellos ocupan diversos nichos y son clave para

la funcionalidad de los ecosistemas. La destrucción del hábitat, la caza y el comercio por las actividades antropogénicas ocasionan la fragmentación de los bosques y por ende impactos en las estructuras poblacionales de esas especies.

El caiman *Paleosuchus trigonatus* "caiman de frente lisa" es la única especie de Herpetofauna de este proyecto que se encuentra en un estatus según el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, está también protegido por el CITES. Es un depredador oportunista, forrajea durante la noche, tanto en el agua como en tierra firme. Su dieta está compuesta por una gran variedad de invertebrados y pequeños vertebrados, de esta manera mantiene el crecimiento explosivo de esos animales. Estas especies están sujetos a la deforestación debido a la tala y la minería ilegales, seguido de la caza furtiva y el comercio ilegal.

Los sapitos del género *Ameerega* son de hábito diurno y se encuentran en bosques primario y secundarios de tierra firme, son territoriales y tienen un comportamiento agresivo, contiene toxinas para defenderse de sus depredadores. Su dieta incluye una variedad de presas pequeñas y son importantes como controladores biológicos en el ecosistema. Estas especies se encuentran en el apéndice II del CITES.

Pristimantis cf. ockendeni; Esta especie es endémica de la provincia de Carabaya en la región de Puno en Perú.

Adenomera hylaedactyla; Especie terrestre y principalmente nocturna, aunque también ha sido observada en el día; habita en la hojarasca y se la puede encontrar bajo troncos y rocas en áreas abiertas, bosque secundario, bancos de ríos y riachuelos, borde de bosque y claros agrícolas.

Incluido *Oreobates saxatilis*, especie endémica para la región San Martín, , todas las especies cumplen un rol importante en cada tipo de hábitat y esto se ve amenazado por la deforestación debido a la tala y la minería ilegales, seguido de la caza furtiva y el comercio ilegal. La deforestación no es la única amenaza para la biodiversidad, el Libro rojo también menciona la expansión agrícola, la tala ilegal, el uso insostenible de fauna silvestre y la presencia de especies exóticas invasoras como otras causas que ponen en riesgo la supervivencia de especies.

Mamíferos

No se reportó especies clave. Todas las especies reportadas se consideran frecuentes para el área de estudio

Artrópodos terrestres

No se seleccionaron especies claves para los insectos.

4.2.10 Redes tróficas

El estudio de las redes tróficas de los ecosistemas se revitalizó en los años 1970 (Cohen 1978, Pimm 1982) y ha recibido un nuevo impulso en los últimos años. La creciente cantidad de datos obtenidos en redes tróficas naturales ha permitido la modelización de

la estructura de las cadenas y redes tróficas y, especialmente, el análisis de su estabilidad (Montoya et al. 2006).

Las cadenas y redes tróficas representan las relaciones entre aquellos individuos que conforman un ecosistema. Son modelos que referencian niveles y flujos establecidos gracias a la energía procedente del sol (excepto en las zonas afóticas marinas o fuentes hidrotermales). Esta energía que se almacena en la materia puede utilizarse gracias a la respiración celular que consiste en la oxidación de las moléculas orgánicas. De toda esa energía solo pasa una pequeña porción al siguiente nivel trófico, mientras el resto se disipa en forma de calor sin ser aprovechada por algún organismo.

Este proceso se denomina flujo de energía, y su representación, que ilustra desde la producción hasta su consumo entre distintos organismos, se conoce como cadena trófica (Gómez, 2014). A esas representaciones gráficas de las conexiones existentes en las diferentes cadenas alimenticias encontradas en comunidades terrestres y acuáticas se les denomina red trófica. Su uso ha permitido identificar que las comunidades son variables y que la mayoría de los cambios presentados pueden afectar la composición de otras redes (Allesina, Alonso y Pascual, 2008). Según Pimm et al. (1991), las redes tróficas son una variante del enfoque de sistema; se representan en términos de trofoespecies, que pueden ser basales (sin presas), intermedias (con presa y predador) y de tope (sin predador en la comunidad).

Desde el punto de vista de su estructura o topología, están constituidas por nodos, eslabones y niveles tróficos que describen la diversidad, las relaciones alimentarias, la estabilidad y los procesos que ocurren dentro de un ecosistema (Pedroza et al., 2016). Por eso, los estudios sobre redes tróficas son fundamentales para entender el funcionamiento de los ecosistemas. A continuación, se presenta la descripción de las redes tróficas en el área de estudio del Proyecto.

4.2.10.1 Metodología

Una forma de conocer la estructura trófica es clasificando los organismos en función de estrategias tróficas más generales. Generalmente esta clasificación se basa en la bibliografía, aunque se puede corregir y completar con la experiencia propia en cada zona de estudio (Muñoz et al., 2009).

Existen estudios más detallados que incluyen el uso de determinación de dietas de especies de interés, o por ejemplo en los últimos años, se ha extendido el uso de los isótopos estables en ecología (Lajtha y Michener 1994, Fry 2006). Los isótopos estables del carbono (^{13}C) y nitrógeno (^{15}N) son especialmente útiles para seguir las transferencias desde las plantas y el material detrítico hasta los herbívoros y consumidores secundarios. Sin embargo, considerando la información disponible y los objetivos del estudio se ha realizado una esquematización de las redes tróficas en base a la clasificación de las diferentes especies en sus gremios tróficos correspondientes a través de la bibliografía disponible y/o lo observado en campo. Asimismo, se adaptó la clasificación propuesta por Caraballo-García et al., (2019) con lo que se consideraron los siguientes niveles tróficos que fueron esquematizados:

Tabla 4.2- 240: Organización trófica de las categorías en la red trófica

N°	Orden de las categorías	Nivel trófico
1	Productores primarios	Plantas (flora en general)
2	Consumidores primarios	Herbívoros, frugívoros, granívoros, nectarívoros
3	Consumidores secundarios (Niveles inferiores)	Insectívoros, hematófagos, omnívoros, mesodepredadores
4	Consumidores terciarios (Niveles superiores)	Depredadores topos y carroñeros
5	Descomponedores	Descomponedores

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Adaptado de Caraballo-García et al., (2019).

Los hábitos alimenticios antes mencionados se agruparon en: productores (gramíneas, maderables, maderables leguminosas, frutales, arbustos, plantas ornamentales y plantas acuáticas), consumidores primarios (herbívoros, granívoros, frugívoros y polinizadores), consumidores secundarios (insectívoros, hematófagos, omnívoros y carnívoros), consumidores terminales (carnívoros y carroñeros) y descomponedores (los cuales pueden abarcar diferentes clasificaciones taxonómicas como son hongos, formícidos, diplópodos, dípteros, coleópteros, blatodeos, isópteros, anélidos y gasterópodos).

Se ha podido diferenciar el término de mesodepredadores y depredadores topos de acuerdo a la revisión bibliográfica considerado a los mesodepredadores o también llamados depredadores intermedios (que se alimentan de herbívoros pequeños) y el de los depredadores tope (que se alimentan de los depredadores intermedios y de grandes herbívoros). En tanto que los mesodepredadores pueden consumir no solo a los consumidores primarios (herbívoros) sino también a un productor (vegetal), siendo por lo general los carnívoros medianos siendo omnívoros pudiendo adaptar su dieta (Di Bitetti, 2008).

Las redes tróficas se caracterizan por poseer un número considerable de interacciones entre los diferentes miembros que la componen. Es así que entre mayor sea el número de especies que conformen un ecosistema, mayor será el número de interacciones; mientras que si las especies son consideradas generalistas o de amplio nicho ecológico, el número de interacciones que esta tendrá con su entorno será aún mayor.

Frente a esta alta complejidad en la esquematización de redes tróficas, se procedió a seleccionar un número determinado de especies de flora y fauna por unidad de vegetación, las cuales fueron elegidas por cumplir uno o más de los criterios. La selección de las especies a esquematizar en cada red trófica diseñada para cada unidad de vegetación fue realizada a través de los siguientes criterios.

Abundancia

Las especies que destacaron por su abundancia para cada taxa fueron seleccionadas. Estas especies al ser predominantes en sus ecosistemas, presentan un alto número de

interacciones con los otros componentes, siendo frecuentemente señaladas como especies generalistas u oportunistas.

Grupo funcional

Se seleccionaron especies representativas de los diferentes grupos tróficos, dando prioridad a aquellas especies que interactúan con otras especies del entorno. Si bien algunas de estas especies no son abundantes, su representación en las redes tróficas ayuda a esquematizar y entender otros niveles tróficos, como son por ejemplo los representantes del grupo trófico necrófagos y carnívoros.

Especies de importancia por su categoría de conservación

Se incluyeron en las gráficas realizadas a aquellas especies categorizadas nacional (Listas de especies protegidas para flora D.S N°043-2006-AG y Lista de especies protegidas para fauna D.S. N° 004-2014-MINAGRI) e internacionalmente (Lista Roja de la IUCN). Estas especies si bien no destacan por ser abundancia, las interacciones ecológicas que estas puedan presentar permitirán disponer de un mayor conocimiento de su relación con el entorno, lo que brindara herramientas para su conservación.

Especies endémicas

Se incluyeron especies endémicas nacionales, las cuales por su carácter de presentar distribuciones reducidas o restringidas podrían presentar interacciones ecológicas puntuales.

Se presenta a continuación los esquemas obtenidos de las diferentes redes tróficas graficadas para cada unidad de vegetación. Cabe recordarse que estos son esquemas sobre simplificados de las redes tróficas que se desarrollan en los ecosistemas evaluados.

4.2.10.2 Resultados

Bosques de montañas bajas con árboles medianos del Mayo

Unidad de vegetación que se caracteriza por presentar bosques con alta presencia de cobertura vegetal y claros, lo que conlleva a la presencia de una vegetación estratificada y diversa. A diferencia del bosque denso, estos se emplazan en áreas con pendientes no muy marcadas. En cuanto a la flora registrada, esta fue variada, reportándose especies de las familias Araceae, Arecaceae, Campanulaceae, Moraceae, Boraginaceae, Nyctaginaceae, Myrtaceae, Cucurbitaceae, Sapotaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Lauraceae, Marantaceae, Annonaceae, Myristicaceae, Malvaceae Euphorbiaceae, entre otras, destacando la alta diversidad florística que esta área presenta.

En cuanto al grupo frugívoro, se puede mencionar que la frugivoría es uno de los hábitos alimentarios más comunes en aves y mamíferos del Neotrópico (Fleming y Kress, 2011). Este comportamiento está relacionado en gran medida con la dispersión de semillas, uno de los procesos ecológicos más importantes de los ecosistemas boscosos (Howe y

Smallwood, 1982). De las aves registradas y pertenecientes a este gremio trófico, se puede mencionar a *Euphonia chlorotica*, *Euphonia xanthogaster*, *Euphonia chrysopasta*, *Euphonia mesochrysa*, *Tangara chilensis*, *Tangara schrankii*, especies cuya principal fuente de alimento son los frutos, aunque también pueden alimentarse, aunque en menor medida, de insectos. En tanto que a nivel de murciélagos se tiene a *Carollia perspicillata* y *Molossus sp.*, entre otros; mientras que, a nivel de roedores, destacan *Hylaeamys perenensis*, *Oligoryzomys destructor* y *Proechimys brevicauda*.

Con relación al gremio insectívoro, este es el que tuvo mayor representación en el área. Es así que se tiene dentro del primer grupo a las especies que se alimentan de insectos terrestres, en las que destacan aves como *Galbula cyanescens*, *Thamnophilus doliatus*, y *Xiphorhynchus ocellatus*. Especies que se distribuyen a diferentes estratos del bosque, capturando su alimento al vuelo y actuando por lo tanto como un control biológico eficiente ante el incremento desmedido de los artrópodos en el área. En cuanto a mamíferos mayores, podemos destacar el "armadillo" *Dasypus novemcinctus* y "paca" *Cuniculus paca*. De estas, el "armadillo" es una especie de hábitos nocturnos, cuya dieta está compuesta principalmente por hormigas, lombrices, arañas gusanos, larvas, raíces tuberosas, entre otros. En el caso de la "paca", este se alimenta principalmente de hojas, estas especies son apreciadas por su carne.

Como información de interés se puede acotar que múltiples estudios muestran que las hormigas y termitas son un componente importante de la biomasa de los bosques. Las investigaciones en los bosques amazónicos indican que estos dos grupos componen un 30% del total de la biomasa de invertebrados terrestres y cerca del 75 % del total de la biomasa de insectos (Fittkau & Klinge, 1973). En muchos lugares del mundo las hormigas y termitas son una presa potencial básica para mamíferos depredadores (Redford, 1986; Taylor et al., 2002; Cooper & Withers, 2004). En comparación con otros artrópodos, las hormigas y termitas son un recurso concentrado y fácilmente asequible. Asimismo, cumplen un rol importante en la dieta de varias especies de mamíferos debido a su abundancia en los ambientes neotropicales, los altos contenidos nutricionales que proveen y sus hábitos coloniales (Redford & Dorea, 1984; Redford, 1986).

A nivel de anuros, se puede mencionar a *Pristimantis delius*, *Ameeraga trivittata* y *Adenomera andreae*, las que se alimentan principalmente de insectos. En tanto que, entre los reptiles, se puede mencionar a *Onychosaurus humeralis*, que también se alimenta de insectos.

En cuanto a especies omnívoras, se puede mencionar a la perdiz *Crypturellus tataupa* y otras del mismo género, la cual se alimenta de frutos tipo baya, semillas e insectos como hormigas, chinches y grillos. En el caso del tucán *Ramphastos vitellinus* su dieta incluye principalmente de frutos entre los cuales se han registrado los de especies de los géneros *Cecropia* (Urticaceae), *Coussapoa* (Urticaceae), *Guettarda* (Rubiaceae), *Ficus* (Moraceae) y *Ocotea* (Lauraceae). En su dieta también incluye flores, néctar, insectos, polluelos y huevos de aves como los del Arrendajo Común (*Cacicus cela*), golondrinas (Hirundinidae), gorriónes (Fringilidae) y palomas (Columbidae). En tanto

que en el caso de la pava *Penelope jacquacu*, esta se alimenta principalmente de frutos, desempeñando por lo tanto un importante papel en la dispersión de semillas. En el caso de mamíferos, destaca el "conejo amazónico" *Sylvilagus brasiliensis*, presenta una dieta omnívora, puede alimentarse de insectos y hojas. Esta especie está presente desde bosques disturbados, intervenidos, secundarios y primarios, registrada en bosques de tierra firme y bosques temporalmente inundables (Astúa, 2015), indicando su alta adaptabilidad a diferentes tipos de ambientes.

A nivel del gremio nectarívoro, este se encontró representado por los picaflores *Chionomesa lactea*, *Chrysuronia oenone*, *Phaethornis malaris*, *Phaethornis ruber*, entre otros. Grupo de gran interés para la regeneración de los bosques, los cuales conjuntamente con los murciélagos tienen una interacción tipo mutualista con las plantas, propiciando la polinización de la flora y por ende la continuidad de los bosques.

En cuanto al gremio de carnívoros, se tiene a nivel de aves, destacan las rapaces, *Rupornis magnirostris*; mientras que, en el caso de mamíferos, se tiene a los felinos *Leopardus pardalis*. De este grupo, destaca la presencia de depredadores grandes, dado por la presencia de felinos. Investigaciones realizadas durante las últimas décadas están demostrando la importancia vital que tienen los grandes depredadores en los ecosistemas. Estos además de actuar como controladores las poblaciones de los animales que les sirven de presas, también contribuyen a la protección contra la erosión de bancos ribereños y la generación de zonas de concentración de nutrientes. Se propone este último, debido a que, ante la eliminación de estos de un área determinada, podrían proliferar animales de dieta herbívora, los que, al no tener un depredador, consumirían en desmedida los recursos, pudiendo estos impactar sobre el suelo (Ritchie y Johnson 2009; Beschta y Ripple, 2009).

Finalmente, se tiene al grupo necrófago representado por el gallinazo *Coragyps atratus*. Estas cumplen un papel fundamental al acelerar el proceso de retorno de nutrientes y energía al sistema, al tiempo que contribuyen a reducir el riesgo de epizootias, participando en el control natural de los riesgos epidemiológicos de una gran variedad de especies (silvestres, cinegéticas o naderas), susceptibles al contagio de enfermedades por exposición a cadáveres de otros animales, especialmente de grandes mamíferos.

Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos

Entre las especies de flora presentes, se puede mencionar a las familias Araceae, Arecaceae, Campanulaceae, Meliaceae, Boraginaceae, Nyctaginaceae, Costaceae, Dryopteridaceae, Sapotaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Lauraceae Marantaceae, Annonaceae, Myristicaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae, entre otros.

Entre las especies de dieta omnívora registradas se encuentran a la pava *Penelope jacquacu*. Estas especies se alimentan principalmente de frutos, semillas y hojas, desplazándose en el caso de las perdices a nivel del sotobosque; en tanto que, en el caso de la pava, esta emplea el estrato medio y dosel del bosque.

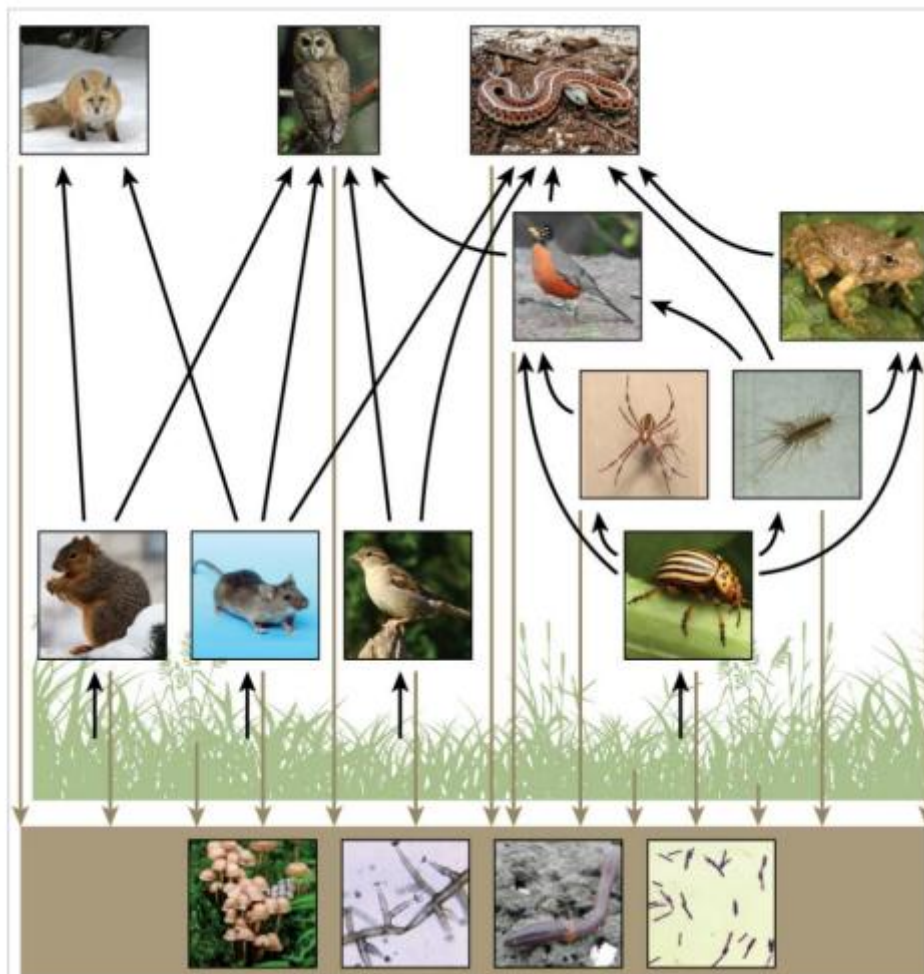
Dentro del grupo de especies frugívoras, se encontraron aves como *Tangara chilensis*, *Thraupis palmarum*. A nivel de murciélagos, destacan *Carollia sp* y *Mesophylla macconelly*. En cuanto a mamíferos, se tiene a los primates *Saguinus fuscicollis* y *Callicebus oenanthe*. Todas estas, especies que dependen en alta medida de los frutos que encuentran en el bosque para su subsistencia.

En cuanto a especies insectívoras, se puede mencionar a nivel de aves a *Xiphorhynchus ocellatus*. En cuanto a mamíferos mayores, se reporta a *Leopardus pardalis*. Mientras que, a nivel de anuros, se tiene a *Ameerega hahneli* y *Leptodactylus rhodomystax*.

En cuanto a especies granívoras, se puede mencionar a las aves *Brotogetis cyanoptera*, *Patagioenas plumbea*. A nivel de grupo trófico herbívoros, se registró al “sajino” *Pecari tajacu*, esta presenta una dieta herbívora en su mayoría, alimentándose de especies arbóreas, herbáceas, gramíneas y en menor medida, especies de flora acuática (Richard y Julia 2000).

Dentro del grupo de carnívoros, se encontraron a las rapaces *Daptrius ater* entre otros falcónidos. Finalmente, se registran especies carroñeras como *Cathartes aura* y *Coragyps atratus*, las que, al alimentarse de carroña, contribuyen a la recirculación de la materia orgánica.

En la figura siguiente, se presenta la esquematización simplificada de la red trófica identificada para el área del proyecto.

Figura 4.2- 19: Esquema de la red trófica identificada en el área del proyecto

Nota: El sentido de las líneas indican la dirección en la que la energía es transferida.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.10.3 Conclusiones

Se presenta una esquematización sobre simplificada de las redes tróficas que se han identificado en las diferentes unidades estos ecosistemas presentan un intrincado sistema trófico, lo que le proporciona a éste estabilidad en el tiempo de vegetaciones muestreadas.

Se ha identificado la presencia de hasta siete (07) gremios tróficos: insectívoro, frugívoro, nectarívoro, granívoro, carnívoro, herbívoro y necrófago. Se observa que la diversidad biológica observada en cada unidad de vegetación es alta.

4.2.11 Amenazas al ecosistema

Como se ha indicado en las secciones anteriores, el área de influencia del proyecto se encuentra en una zona de bosque perturbado cuna zona de bosque perturbado con un

alto grado de fragmentación y donde, la presencia humana es constante ya que se desarrollan actividades de agricultura y ganadería.

El área de estudio presenta unidades de vegetación, una natural: bosque y, una unidad alterada por actividades. De acuerdo a los resultados obtenidos en las evaluaciones de campo se han caracterizado estos ecosistemas, determinando que, a pesar de su bajo estado de conservación, constituyen hábitats para un número importante de especies de flora y fauna. Estas especies parecen encontrarse adaptadas a las condiciones de fragmentación y perturbaciones del área.

A continuación, se describen las principales amenazas a los hábitats y ecosistemas identificados en el área de estudio, tomando en consideración lo registrado durante las evaluaciones en campo y los análisis realizados en secciones anteriores.

Deforestación

Esta amenaza está ligada principalmente a actividades de ganadería, agricultura y extracción de madera.

La extracción de madera consta de dos momentos, la elección y corte del individuo maderable, y el traslado al lugar de uso. De acuerdo al estudio de línea base social, en el área de estudio, actualmente esta actividad es mínima.

De manera general, el crecimiento de la agricultura es una de las amenazas más grandes de los ecosistemas naturales en el mundo. Sin embargo, esto depende de la intensidad de la misma y la tecnología que se usa para su establecimiento y mantenimiento. En el estudio de línea base social, se reporta que las poblaciones cercanas al área de estudio biológico cuentan con chacras donde el plátano, la yuca y el cacao son los alimentos más cultivados.

Estos cultivos amenazan las zonas de bosque, ya que para su implementación se ha tenido que deforestar los mismos y esta actividad sigue creciendo. La ganadería y crianza de animales también puede producir deforestación, al necesitar espacios para su crianza. De acuerdo al estudio de línea base social, la crianza de animales es una actividad bastante extendida en las poblaciones cercanas, aunque se trata principalmente de crianza de animales menores a nivel familiar.

Cambio climático

El cambio climático se ha convertido en una de las amenazas globales para todos los ecosistemas del planeta. De acuerdo con algunos modelos de predicción utilizados, este fenómeno produciría una disminución en las lluvias en la Amazonía, lo cual conllevaría una serie de efectos como sequías, inundaciones, incendios forestales y por lo tanto invasión de zonas de pastizales (Bodmer et al., 2013: Cepal y Patrimonio Natural 2013: IIAP 2009).

El área de estudio está siendo afectada por estos cambios, a los cuales se suma la deforestación en primer lugar, la cual incrementa el efecto del incremento de temperaturas, afectando la dinámica de todo el ecosistema y en particular a las comunidades de flora y fauna y sus hábitats.

4.2.12 Síntesis biológica

Este tipo de análisis involucra la flora y fauna presente en los distintos ecosistemas que conforman el área de estudio, poniendo énfasis en el número y abundancia de especies de interés para la conservación (protegidas, endémicas, migratorias), especies clave o con uso locales, valores de riqueza y/o diversidad, y frecuencia o rareza de los hábitats (MINAM 2018).

Dos conceptos importantes para tener en cuenta son:

- Biodiversidad: variedad de especies vegetales y animales que viven en un espacio determinado (Halffter, 1994). Para fines del presente capítulo, se refiere a todas las especies que se pueden encontrar en una misma unidad de vegetación.
- Sensibilidad: grado de susceptibilidad del ambiente a ser afectado por una perturbación o conjunto de perturbaciones externas (Rebolledo, 2009). Para fines del presente capítulo, se refiere a los elementos vulnerables (por ejemplo, especies amenazadas o grado de fragmentación) que se encuentran presentes o caracterizan a una determinada unidad de vegetación.

4.2.12.1 Metodología

Para el presente análisis se consideraron criterios de sensibilidad biológica, a los cuales se les asignaron valores para cada unidad de vegetación de acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio de caracterización de flora y fauna terrestre. Posteriormente, y en base a los valores de cada criterio y a sus ponderaciones se les asignó un valor de sensibilidad total. Este análisis toma de referencia lo descrito en la Guía para la elaboración de Línea Base (MINAM, 2018a).

Según la RM-455-2018-Minam se realiza tomando como referencia a los ecosistemas, en el área de estudio hay 4: Bosque de colina baja, Bosque de terraza no inundable, Pantano de Palmeras y Zona intervenida. Sin embargo, se decidió trabajar con las unidades de vegetación naturales y agrupar al resto de unidades en Zonas intervenidas, esto con el objeto de visibilizar prioritariamente a los resultados obtenidos en los bosques primarios.

En el análisis se consideran los criterios indicados en la siguiente tabla, los cuales fueron tomados en cuenta por su capacidad de caracterizar la sensibilidad de las unidades de vegetación en base a su importancia biológica y vulnerabilidad.

Entre los criterios se considera la riqueza de especies, debido a que brinda un valor en términos de conservación, ya que al afectar un ecosistema o hábitat de mayor riqueza se afecta un mayor número de especies. Además, junto con la abundancia de especies y volumen maderable, son medidas de complejidad del ecosistema, lo cual es importante ya que los ecosistemas que presentan una mayor complejidad pueden presentar una mayor estabilidad.

Las especies que se encuentran incluidas en las listas de protección nacional o internacionales IUCN (2024-2), especies endémicas, amenazadas por caza y comercio, son atributos que indican la importancia del ecosistema en términos de conservación de especies sensibles y especies con valor sociocultural.

Los atributos de paisaje nos indican la vulnerabilidad del ecosistema o hábitat, como se indicó en la sección anterior, la fragmentación de los hábitats conlleva a una serie de eventos como cambios en procesos a nivel de paisaje, incremento del aislamiento, disminución del tamaño de las poblaciones, alteración de las interacciones entre especies, incremento del efecto de borde, los cuales incrementan la vulnerabilidad del ecosistema.

En la siguiente tabla se indican los criterios considerados para el presente análisis de sensibilidad, los cuales se han tomado en cuenta en base a las características del área de estudio biológico y la información disponible sobre el área. Se considera que los criterios considerados pueden caracterizar adecuadamente la sensibilidad de los ecosistemas presentes en el área de estudio ambiental.

Tabla 4.2- 241: Criterios o atributos para el análisis de sensibilidad

Tipo de criterio	Criterios/ Atributos evaluados	Información de Ecosistemas y Flora y Fauna					
		Flora	Aves	Mamíferos	Anfibios y reptiles	Insectos	Conectividad
Importancia biológica del ecosistema	Riqueza de especies	X	X	X	X	X	
	Número de especies con amenaza nacional e internacional	X	X	X	X	X	
	Número de especies con amenaza por caza/comercio (CITES, 2024)	X	X	X	X	X	
	Número de especies endémicas	X	X	X	X		
	Abundancia de las especies	X	X	X	X	X	
	Uso por comunidades locales	X	X	X	X		
Vulnerabilidad del ecosistema (paisaje)	Rareza del hábitat	X					X
	Número de parches	X					X

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Tomando como base lo sugerido en la Guía para la elaboración de Línea Base (MINAM, 2018a) y a las características del área de estudio, se asignaron valores de ponderación a cada uno de los atributos considerados para el presente análisis. En la siguiente Tabla se indican dichos valores de ponderación.

Tabla 4.2- 242: Valores de ponderación para los criterios o atributos del análisis de sensibilidad

Atributos de biodiversidad	Ponderación
Riqueza de especies (N° total de especies por hábitat / N° total de especies del hábitat de mayor riqueza)	1 = 0,00 a 0,25
	2 = 0,26 a 0,50
	3 = 0,51 a 0,75
	4 = 0,76 a 1,00
Número de especies con amenaza nacional e internacional (IUCN, 2023) *	1 = Casi Amenazada (NT)
	2 = Vulnerable (VU)
	4 = En Peligro (EN)
	8 = Peligro Crítico (CR)
Número de especies con amenaza por caza / comercio (CITES, 2023- enero) *	1 = Apéndice II
	4 = Apéndice I
Número de especies endémicas*	0 = no endémicas
	1 = endémicas de Perú
	2 = endémicas de la región
	4 = endémicas locales
Abundancia de especies (N° total de individuos por hábitat/ N° total de individuos del hábitat con mayor abundancia)	1 = 0,00 a 0,25
	2 = 0,26 a 0,50
	3 = 0,51 a 0,75
	4 = 0,76 a 1,00
Uso por comunidades locales	1 = 0,00 a 0,25
	2 = 0,26 a 0,50
	3 = 0,51 a 0,75
	4 = 0,76 a 1,00
Rareza del hábitat	1= comprende > 60% del área de estudio
	2 = comprende de 40% a 59% del área de estudio
	3 = comprende de 25% a 39% del área de estudio
	4 = comprende de 10% a 24% del área de estudio
	5 = comprende < 10% del área de estudio
N° de parches (N° de parches por hábitat/ N° total de parches del área de estudio)	1 = 0,00 a 0,25
	2 = 0,26 a 0,50
	3 = 0,51 a 0,75
	4 = 0,76 a 1,00

Nota: (*) Ponderación final: sumatoria del número de especies categorizadas por la ponderación de su respectiva categoría.

Fuente: Guía para la elaboración de Línea Base (MINAM, 2018). Elaborado por INERCO, 2024.

Se calculó el valor de ponderación para cada uno de los atributos en las unidades de vegetación, estos valores se sumaron para obtener el valor ponderado de sensibilidad de cada unidad de vegetación.

Finalmente, con los valores obtenidos se estableció una escala de 4 valores para definir los límites de cuatro niveles de sensibilidad: Muy alta, Alta, Media y Baja.

4.2.12.2 Resultados

La información de línea base biológica de cada uno de los grupos de flora y fauna sirvió para calcular todos los atributos elegidos para el presente análisis de sensibilidad en ambas unidades de vegetación. En la siguiente tabla se muestran los valores para los atributos seleccionados.

Tabla 4.2- 243: Valores de ponderación para los criterios o atributos del análisis de sensibilidad

Parametro		Cantidad
Riqueza de especies	N° de especies de Flora	227
	N° de especies de Aves	232
	N° de especies de Mamíferos	14
	N° de especies de Anfibios	26
	N° de especies de Reptiles	7
	N° de especies de Artropodos	545
Abundancia	N° individuos de Flora	4810
	N° de especies de Aves	4086
	N° individuos de Mamíferos	25
	N° individuos de Anfibios	236
	N° individuos de Reptiles	17
	N° individuos de Artropodos	16131
N° de especies amenazadas	N° de especies de Flora	8
	N° de especies de Aves	3
	N° de especies de Mamíferos	1
	N° de especies de Anfibios	1
	N° de especies de Reptiles	0
Número de especies CITES	Apéndice I	0
	Apéndice II (Aves)	36
	Apéndice II (Anfibios)	3
N° Especies endémicas	Local (San Martín)	1
	Perú	2
	Región	2
N° Especies empleadas por poblaciones locales	Flora	12
	Fauna (Aves)	31
Rareza del hábitat	% área de estudio	1

Parametro		Cantidad
	N° de parches	16.6

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Dónde: %=porcentaje, N°=número, NT= casi amenazado, VU=vulnerable, EN=en peligro, CR= en peligro crítico.

Los valores reportados para cada atributo sirvieron para calcular los valores de ponderación para las unidades de vegetación. En la siguiente tabla se muestra que los valores de ponderación para casi todos los atributos.

Estas diferencias fueron particularmente notorias en la cantidad de especies amenazadas presentes en cada unidad de vegetación y la y rareza de hábitats. Sin embargo, también se observan varios criterios que presentan los mismos valores de ponderación para las cuatro unidades de vegetación, por ejemplo, los números de especies CITES niveles de riqueza y abundancia fueron similares en ambas unidades de vegetación.

Tabla 4.2- 244: Valores de criterios o atributos para el análisis de sensibilidad

Criterios	Temporada de evaluación	
	TMH	TH
Riqueza de especies	2	2
Abundancia de individuos	1	1
N° especies con amenaza	2	4
N° de especies CITES	4	4
N° de especies endémicas	0	0
N° especies empleadas por poblaciones locales	2	2
Rareza de hábitats	5	5
N° de parches	1	1
Ponderación final de sensibilidad	17	19

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.2.13 Servicios ecosistémicos

4.2.13.1 Generalidades

Considerando los lineamientos de Ecosistemas del Milenio (Millenium Ecosystem Assessment)⁸, se define a servicios ecosistémicos como los beneficios que proveen los ecosistemas a los seres humanos. Asimismo, se entiende por servicios ecosistémicos a las funciones del ecosistema que permiten satisfacer una serie de necesidades humanas, de manera directa e indirecta, los que resultan cruciales para el desarrollo económico y el bienestar social. Beneficios proporcionados por el ecosistema también llamados "capital natural" (IPIECA/ONG, 2011)⁹.

⁸ <https://www.millenniumassessment.org/es/Index-2.html>

⁹ IPIECA/ONG. 2001. Ecosystem services guidance. Biodiversity and ecosystem services guide and checklists. IPIECA/ONG

Los servicios ecosistémicos se agrupan desde aquellos que sirven de "apoyo" para la producción de otros servicios, por ejemplo, la calidad de hábitat, el ciclo de nutrientes, la formación de suelos, etc., hasta los servicios finales, como los de aprovisionamiento: alimentos, productos de la caza y pesca, plantas medicinales, fibras y maderas para la construcción de viviendas, agua para consumo humano, etc.

Los beneficios incluyen también la "regulación" del ambiente donde viven las personas, la captura y almacenamiento de carbono por los bosques que mitigan el cambio climático global, la purificación del agua y aire, el control de plagas y enfermedades, etc. También se consideran como servicios ecosistémicos a los "servicios culturales" o aquellos bienes intangibles que la gente obtiene del ecosistema en la forma de enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, reflexión, recreación y experiencias estéticas (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Figura 4.2- 20: Clasificación de los Servicios ecosistémicos



Fuente: Millenium Ecosystem Assessment, 2005

Los servicios ecosistémicos se agrupan en cuatro tipos, los cuales son también mencionados en la Guía Nacional de Valoración Económica del Patrimonio Natural elaborada por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016): servicios de provisión, servicios de regulación, servicios de soporte y servicios culturales, cuya definición se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 4.2- 245: Tipos de servicios ecosistémicos

Tipo	Definición
Servicios de Provisión	Son los beneficios materiales que las personas reciben directamente de los bienes que generan los ecosistemas, tales como: Alimentos, agua, materias primas, recursos genéticos, medicinas entre otros
Servicios de Regulación	Son los beneficios que se obtienen a partir de los servicios que brindan los ecosistemas como el de la regulación de la calidad del aire, regulación del clima, regulación de la erosión, entre otros.
Servicios de Soporte	Agrupar los servicios necesarios para producir los otros servicios ecosistémicos, tales como: Ciclo de nutrientes, formación de suelos, soporte de biodiversidad y producción primaria.
Servicios Culturales	Son los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, tales como: La belleza escénica, la recreación y turismo, la

	inspiración para la cultura, el arte y el diseño, la experiencia espiritual y la información para el desarrollo del conocimiento.
--	---

Fuente: Millenium Ecosystem Assessment (2005).

A fin de identificar los principales servicios ecosistémicos que las diferentes unidades de vegetación y cuerpos de agua brindan a los pobladores en el área de estudio, estos fueron clasificados empleándose como referencia los trabajos realizados por Balvanera et al. (2009)¹⁰, considerándose para ello las particularidades de los ecosistemas identificados en el área del proyecto.

¹⁰ Balvanera p., H. Cotler et al., 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, en Capital natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 185-245.

4.2.13.2 Clasificación de los servicios ecosistémicos identificados

Se presenta a continuación, una breve descripción de los servicios ecosistémicos identificados en el área del Proyecto, los que han sido clasificados en cuatro grupos: servicios de provisión, servicios de regulación servicios culturales y servicios de soporte, siguiéndose así los lineamientos dados por los Ecosistemas del Milenio.

Para la identificación de estos se emplearon como insumos la información recopilada en campo; además de información detallada en la Línea Base Biológica (LBB), Línea Base Social (LBS) y Línea Base Física (LBF). El resumen de los servicios ecosistémicos identificados, la importancia de estos para el bienestar humano, los procesos ecosistémicos involucrados, las actividades humanas involucradas en su obtención y los factores de riesgo que se tiene ante la pérdida de estos se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 4.2- 246: Servicios ecosistémicos identificados en el área del proyecto

Clasificación del servicio	Servicios ecosistémicos	Importancia para el bienestar humano	Procesos ecosistémicos o actores biológicos involucrados en el servicio	Actividades humanas involucradas en la obtención del servicio	Unidad de vegetación o cuerpo de agua que brinda el servicio	Principales recursos extraído o actividad ejecutada en el área del proyecto	Factor de amenaza al servicio ecosistémico
Servicios de aprovisionamiento	Recursos alimenticios de origen natural	Producción de proteínas para el consumo humano o como base de alimento para la fauna silvestre	Productividad primaria: transformación de luz solar en tejido vegetal por medio de la fotosíntesis	Extracción regulada de los recursos naturales brindados por el bosque, conservación de los recursos naturales	Bosques de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ca) Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa).	Flora y fauna silvestre	Sobreexplotación del recurso
	Recursos alimenticios de origen antrópico	Provisión de fuentes de alimento con potencial uso económico	Productividad primaria, interacciones biológicas y tróficas.	Manejo adecuado de los cultivos, control de proliferación de especies invasoras, control de procesos de oposición, control en el incremento de zonas de cultivo que conllevan a la tala del bosque	Áreas de cultivo (Agro) y Área de cultivo agroforestal (Agro-fo)	Cultivos como: cacao, maíz, café y frutales como el plátano, mango y guaba, etc.	Ampliación de frontera agrícola sin control, ingreso de especies exóticas
	Recursos medicinales	Fuente de provisión de medicinas naturales	Productividad primaria	Extracción regulada de los recursos naturales brindados por el bosque, conservación de los recursos naturales	Vegetación secundaria (Vs) Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa).	Flora silvestre	Sobreexplotación del recurso

Clasificación del servicio	Servicios ecosistémicos	Importancia para el bienestar humano	Procesos ecosistémicos o actores biológicos involucrados en el servicio	Actividades humanas involucradas en la obtención del servicio	Unidad de vegetación o cuerpo de agua que brinda el servicio	Principales recursos extraído o actividad ejecutada en el área del proyecto	Factor de amenaza al servicio ecosistémico
	Recursos maderables provenientes del bosque	Provisión de fuentes de alimento con potencial uso económico	Productividad primaria, interacciones biológicas y tróficas.	Extracción regulada de los recursos maderables, conservación de los recursos naturales	Bosques de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ca) Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos (Cmsa).	Recursos forestales	Sobre explotación del recurso, tala excesiva sin programas de manejo
	Diversidad biológica y genética	Fuente de recursos genéticos, flora y fauna silvestre	Productividad primaria, mantenimiento de la biodiversidad, dinámicas poblacionales	Extracción controlada de recursos, manejo de ecosistemas, promoción de actividades de restauración	Toda el área de estudio	Flora y fauna silvestre	Ingreso de especies exóticas, incremento de actividades agrícolas
	Agua dulce	Fuente de agua dulce	Ciclo hidrobiológico	Control de agentes contaminantes, mantenimiento de ecosistemas ribereños	Río Mayo y afluentes	Recursos hídricos	Contaminación de las aguas
Servicios de regulación	Polinización	Regeneración de los bosques, proliferación de cultivos	Polinización de las plantas a través de la participación de agentes polinizadores	Cultivo de especies de flora, conservación de los bosques	Bosques de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-ca) Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y	aves de la familia Trochilidae y Thraupidae, murciélagos e insectos	Alteración de ecosistemas, disminución de hábitats de agentes polinizantes, contaminación por uso de pesticidas

Clasificación del servicio	Servicios ecosistémicos	Importancia para el bienestar humano	Procesos ecosistémicos o actores biológicos involucrados en el servicio	Actividades humanas involucradas en la obtención del servicio	Unidad de vegetación o cuerpo de agua que brinda el servicio	Principales recursos extraído o actividad ejecutada en el área del proyecto	Factor de amenaza al servicio ecosistémico
					matorrales densos (Cmsa).		
	Regulación del clima	Mantenimiento de condiciones climáticas adecuadas para la vida humana, sus actividades productivas y la vida en general	Regulación de temperatura, precipitación y otros procesos climáticos	Reducción de emisiones gaseosas contaminantes, conservación de cobertura boscosa, protección de bosques	Toda el área de estudio	No aplica	Variación de condiciones ambientales que fomentan el cambio climático
	Secuestro y almacenamiento de carbono	Regulación de gases de efecto invernadero (Co2)	Secuestro de carbono en suelo y en biomasa.	Preservación de la flora como fuente primaria de almacenamiento de carbono.	Toda el área de estudio	No aplica	Variación de condiciones ambientales que fomentan el cambio climático
	Regulación de la calidad del aire	Disponibilidad de aire de buena calidad.	Interacciones entre la atmosfera y sus componentes, conservación de cobertura boscosa	Mantenimiento de cobertura vegetal, control de emisiones gaseosas	Toda el área de estudio	No aplica	Variación de condiciones ambientales que fomentan el cambio climático
	Regulación de la erosión	Mantenimiento del suelo, soporte físico para las plantas, retención y disponibilidad de nutrientes, mantenimiento de la fertilidad del suelo.	Interacciones tróficas entre la vegetación y macro y microorganismos presentes en el suelo, los que regulan los procesos funcionales en este.	Mantenimiento de la biodiversidad del suelo, cobertura vegetal y procesos relacionados al control del suelo.	Toda el área de estudio	No aplica	Perdida de suelos y áreas con cobertura vegetal dependiente de estos, alteración de la calidad y cantidad de agua disponible

Clasificación del servicio	Servicios ecosistémicos	Importancia para el bienestar humano	Procesos ecosistémicos o actores biológicos involucrados en el servicio	Actividades humanas involucradas en la obtención del servicio	Unidad de vegetación o cuerpo de agua que brinda el servicio	Principales recursos extraído o actividad ejecutada en el área del proyecto	Factor de amenaza al servicio ecosistémico
Servicios culturales	Valor estético y paisajístico	Apreciación del entorno natural, fuente de bienestar emocional	Cobertura vegetal existente en el área	Labores de concientización de la importancia de fauna del lugar para la conservación	Toda el área de estudio	No aplica	Alteración del paisaje por cambio
	Calidad paisajística	Belleza escénica, bienestar de las personas	Cobertura vegetal existente en el área	Mantenimiento de la cobertura vegetal, mantenimiento y mejora de los atributos visuales	Toda el área de estudio	No aplica	Alteración del paisaje por cambio
Servicios de soporte	Formación de suelos	Presencia de suelo como base para el desarrollo de la biota y actividades antrópicas	Interacciones tróficas entre la vegetación y macro y microorganismos presentes en el suelo	Conservación y no contaminación de los suelos	Toda el área de estudio	No aplica	Contaminación de suelos, pérdida por procesos de erosión
	Reciclaje de nutrientes	Presencia de organismos descomponedores que contribuyen al reciclaje de nutrientes	Interacciones tróficas entre la vegetación y macro y microorganismos presentes en el suelo	Conservación y no contaminación de los suelos	Toda el área de estudio	No aplica	Contaminación de suelos, pérdida por procesos de erosión
	Hábitat de especies	Presencia de recurso vegetal y por ende fauna asociado a este	Procesos de fotosíntesis, circulación de energía y nutrientes a través de las redes tróficas	Conservación de cobertura arbórea y fauna asociada a esta	Toda el área de estudio	No aplica	Pérdida de áreas boscosas

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.2.13.2.1 Servicios de aprovisionamiento identificados en el área del proyecto

Los servicios de aprovisionamiento están referidos a aquellos productos extraídos del medio ambiente para ser consumidos o utilizados por las personas. En el área de estudio se han identificado los siguientes servicios ecosistémicos en esta categoría.

Recursos alimenticios de origen natural

De acuerdo con la información descrita, los pobladores aprovecharían unas 11 especies de plantas con fines alimenticios. El aprovechamiento de éstas puede ser a nivel de hojas y frutos, etc. Indicarse que, de las diferentes unidades de vegetación identificadas en el área del proyecto, es las áreas agrícolas (Agro) de donde se extrae la mayor diversidad de plantas. El detalle de esta información se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 4.2- 247: Especies de flora empleadas con fines alimenticios en el área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Agro	Bmb-am
Fabales	Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guaba	X	
Laurales	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Palta	X	
Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona mucosa</i>	Anona	X	
Malvales	Malvaceae	<i>Theobroma bicolor</i>	Majambo	X	
Myrtales	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	X	
Rosales	Rosaceae	<i>Rubus sp.</i>	Mora	X	
Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i>	Uvilla		X
Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Uvilla		X
Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma guianensis</i>	Uvilla		X
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	X	
Zingiberales	Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i>	Plátano	X	

Legenda: Bosques de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-am); Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos. (Cmsa); Área de cultivo (Agro); Área de cultivos agroforestales (Agro-fo); Purmas o vegetación secundaria (Vs).

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Respecto a la fauna, el aprovechamiento de este grupo no se evidencia, con excepción del consumo de miel (uso medicinal), la población local no realiza actividades de caza para consumo, sino como control (aves).

Tabla 4.2- 248: Especies de fauna empleadas en el área del proyecto

Familia	Especie	Caza	Caza (1)	Caza (2)	Caza (3)	Caza (4)	Caza (5)	Caza (6)
Accipitridae	<i>Buteo albigula</i>	-	-	-	-	-	-	x
Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	-	-	-	-	-	-	x
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	-	-	-	-	-	-	x
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	-	-	x	-	-	-	-
Accipitridae	<i>Spyzaetus tyrannus</i>	-	-	-	-	-	-	x
Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazonica</i>	-	-	-	x	-	-	-

Familia	Especie	Caza	Caza (1)	Caza (2)	Caza (3)	Caza (4)	Caza (5)	Caza (6)
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	-	-	-	x	-	-	-
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	-	-	x	-	-	-	-
Anatidae	<i>Sarkidiornis sylvicola</i>	-	-	x	-	-	-	-
Columbidae	<i>Leptotila rufaxila</i>	-	-	x	-	-	-	-
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	-	-	x	-	-	-	-
Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	-	-	x	-	-	-	-
Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	-	-	x	-	-	-	-
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	-	-	x	-	-	-	-
Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	-	-	x	-	-	-	-
Cracidae	<i>Penelope jacquacu</i>	-	-	x	-	-	-	-
Psittacidae	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	-	x	-	-	-	x	-
Psittacidae	<i>Brotogeris versicolurus</i>	-	-	-	-	-	x	-
Psittacidae	<i>Forpus crassirostris</i>	-	x	-	-	-	x	-
Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	-	x	-	-	-	x	-
Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	-	x	-	-	-	x	-
Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	x	-	-	-	-	-	-
Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i>	x	-	-	-	-	-	-
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	-	-	-	-	x	-	-
Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	-	-	-	-	x	-	-
Strigidae	<i>Pulsatrix perspicillata</i>	-	-	-	-	x	-	-
Tinamidae	<i>Crypturellus soui</i>	-	-	x	-	-	-	-

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Legenda: (1) Caza mascota, (2) Caza para alimentación/deporte, (3) Caza para evitar consumo de peces, (4) Caza superstición, (5) Caza comercial, (6) Caza por repeler predación de animales domésticos.

Recursos alimenticios de origen antrópico

De acuerdo con la información recabada, las actividades agrícolas conjuntamente con las actividades ganaderas y silvicultura representan el mayor porcentaje de las actividades económicas desarrolladas en el área.

Con relación a los principales productos que cultivan, estos corresponden el cacao, arroz, yuca, café y frutales como el plátano, mango y guaba; siendo el café, el cacao y el arroz los de mayor comercialización.

En la actividad agrícola podemos encontrar localidades donde la agricultura se desarrolla tanto para venta y consumo en otras ciudades y mercados como para el autoconsumo de cada familia que permite su subsistencia

Tabla 4.2- 249: Especies de flora empleadas con fines alimenticios en el área del proyecto

Categorías	Arroz		Cacao		Café		Caña de azúcar		Frijol		Limón		Maíz		Maní		Plantas medicinales		Plátano		Yuca	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Alto San Juan	0	0.00	6	42.86	8	57.14	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	7.14	0	0.00	0	0.00	4	28.57	1	7.14
Buenos Aires	0	0.00	3	60.00	2	40.00	2	40.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Cunchiyacu	0	0.00	3	17.65	16	94.12	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	17.65	0	0.00	0	0.00	2	11.76	0	0.00
Tabalosos	0	0.00	20	62.50	8	25.00	0	0.00	3	9.38	0	0.00	7	21.88	0	0.00	0	0.00	15	46.88	4	12.50
Tiwinza	0	0.00	1	50.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	50.00	0	0.00	0	0.00	1	50.00	0	0.00
San Miguel del Río Mayo	0	0.00	5	15.63	1	3.13	0	0.00	3	9.38	0	0.00	19	59.38	1	3.13	0	0.00	21	65.63	2	6.25
El Huascarán	1	25.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	25.00	3	75.00	1	25.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Shucushco	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Mayopampa	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	33.33	1	33.33	0	0.00	0	0.00	1	33.33	3	100.00	1	33.33
Villa San César	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	50.00	0	0.00	0	0.00	1	50.00	0	0.00
Santa Iliana	0	0.00	1	100.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
San Martín de Cumbaza	1	12.50	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	12.50	3	37.50	0	0.00	0	0.00	1	12.50	5	62.50

Fuente: Encuesta socioeconómica. Trabajo de campo, 2024.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú SAC

Recursos maderables provenientes del bosque

Considerando la información reportada en el capítulo de Recursos forestales presente en la LBB, Los usos más comunes de las especies forestales maderables son como madera (29 especies), construcción (2 especies) y leña (1 especie).

Tabla 4.2- 250: Especies forestales de uso maderable en el área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Agro	Bmb-am	Vs
Apiales	Araliaceae	<i>Schefflera ulei</i>	Tumamaque	-	x	-
Ericales	Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i>	Cachimbo	x	-	-
Ericales	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	Caimitillo	-	x	-
Ericales	Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i>	Quinilla	-	x	x
Ericales	Sapotaceae	<i>Pouteria baehniiana</i>	Caimitillo	-	x	-
Fabales	Fabaceae	<i>Parkia sp.</i>	Pashaca colorada	x	-	-
Fabales	Fabaceae	<i>Tachigali formicarum</i>	Ucshaquiro	-	x	-
Gentianales	Apocynaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Lagarto caspi	-	x	-
Gentianales	Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Capirona	x	-	-
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	Huamanzamana	-	x	-
Laurales	Lauraceae	<i>Beilschmiedia latifolia</i>	Moena	-	x	-
Laurales	Lauraceae	<i>Ocotea sp1.</i>	Moena	x	x	-
Laurales	Lauraceae	<i>Ocotea sp2.</i>	Moena	-	x	-
Magnoliales	Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i>	Cumala	-	x	-
Malpighiales	Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i>	Almendro	-	x	-
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton matourensis</i>	Auca atadijo	-	x	-
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>	Catahua	x	-	-
Malpighiales	Rhizophoraceae	<i>Sterigma petalum obovatum</i>	-	-	x	-
Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma crinita</i>	Bolaina blanca	x	-	x
Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bolaina negra	x	x	x
Myrtales	Alzateaceae	<i>Alzatea verticillata subsp. verticillata</i>	-	-	x	-
Myrtales	Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i>	Yacushapana	x	-	-
Rosales	Moraceae	<i>Brosimum utile subsp. ovatifolium</i>	Panguana	-	x	-
Rosales	Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i>	Shaina	x	-	-
Sapindales	Burceraceae	<i>Protium nodulosum</i>	Copal	x	x	-
Sapindales	Meliaceae	<i>Cedrela sp.</i>	Cedro	x	-	-
Sapindales	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Requia	x	x	-
Sapindales	Meliaceae	<i>Guarea sp.</i>	-	-	x	-
Sapindales	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Marupa	-	x	-

Leyenda: Bosques de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-am); Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos. (Cmsa); Área de cultivo (Agro); Área de cultivos agroforestales (Agro-fo); Purmas o vegetación secundaria (Vs).

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Tabla 4.2- 251: Especies forestales de uso en construcción en el área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Agro	Bmb-am
Arecales	Arecaceae	<i>Attalea sp.</i>	-		x
Pandales	Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i>	Palmicha	x	

Leyenda: Bosques de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-am); Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos. (Cmsa); Área de cultivo (Agro); Área de cultivos agroforestales (Agro-fo); Purmas o vegetación secundaria (Vs).

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Tabla 4.2- 252: Especies forestales de uso como leña en el área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Agro	Bmb-am
Fabales	Fabaceae	<i>Albizia sp.</i>	LLanapachaco	x	-

Leyenda: Bosques de montañas bajas con árboles medianos del Mayo (Bmb-am); Comunidades de montañas subandinas con árboles medianos y dispersos y matorrales densos. (Cmsa); Área de cultivo (Agro); Área de cultivos agroforestales (Agro-fo); Purmas o vegetación secundaria (Vs).

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Diversidad biológica y genética

De acuerdo con la información recabada en la LBB, en el área de estudio se ha identificado una importante diversidad biológica y por ende genética. Es así como, a nivel de flora se reportan un total de 689 especies reportadas para los grupos de recursos forestales, vegetación y flora epífita; en tanto que, en el caso de la fauna, se listan 548 especies. Considerado la presencia de estos por unidad de vegetación, el Bosque de montaña resulta ser la zona de mayor diversidad biológica tanto para flora como para fauna.

Tabla 4.2- 253: Total de especies de flora y fauna registradas en el área del proyecto

Grupo biológico	Total de especies registradas	
	Temporada Muy Húmeda	Temporada Húmeda
Recursos forestales	139	141
Vegetación	175	192
Flora epífita	11	8
Aves	173	200
Anfibios	22	12
Reptiles	4	4
Roedores	-	1
Murciélagos	2	4
Mamíferos mayores	2	7
Artropofauna	545	343

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Respecto al recurso hidrobiológico, se reportan tres (03) especies de peces con uso.

Tabla 4.2- 254: Uso de especies del nectón

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus sp.</i>	Bagre	Ornamental
Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia	Alimentación
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	Ornamental

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Aqua dulce

La principal fuente de agua dulce para los pobladores de la zona es la proveniente del río Mayo y sus afluentes. De acuerdo con los índices biológicos de calidad de agua analizados, el agua de estas zonas reporta una calidad moderada a mala.

Recursos medicinales

Los resultados de la LBS, registra que todas las localidades del AID utilizan medicina/hierbas tradicionales, destacando las localidades de El Huascarán, Tabalosos y Buenos Aires. De acuerdo a la LBS, los pobladores practican la recolección de diversas plantas medicinales, semillas y cortezas que son utilizadas para tratar las enfermedades o dolencias que padecen, más aún, ante la ausencia de servicios de salud. Entre las principales hierbas usadas tenemos a las hojas de mango, hierba luisa, llantén y malva.

Tabla 4.2- 255: Uso de medicina tradicional reportadas en el área de estudio

Localidad	Uso de medicina tradicional
Las Brisas	Shapilleja (planta medicinal) para curar el mal aire
San Lorenzo	Lancetilla para curar la fiebre
Marona	Ninguno
Indañe	Matico, chanca piedra, cola de caballo
Pabloyacu	Ninguno
Los Algarrobos	Llantén, paico, matico
Delicias del Gera	Ninguno
Jerillo	Ninguno
Alto Jerillo	Ninguno
Carachupayacu	Curación de enfermedades con cola de caballo, sangre de grado, chanca piedra, matico
El Triunfo	Ninguno
San Miguel La Marginal	Matico, yanten, sábila, uña de gato
Pintuyacu	Curación mediante chanca piedra
Ramirez	Ninguno
Los Naranjos	Ninguno
El Laurel	Ninguno
Alfonso Ugarte	Ninguno
Lahuarpia	Ninguno
Nuevo Oriente	Ninguno
Vencedores	Ninguno
Nueva Unión	Ninguno
Santa Rosa	Ninguno
Alto Cutervo	Uso de llantén, hierba santa
Pacayzapa	Ninguno
San Juan de Pacayzapa	Si usan medicina tradicional
La Libertad	Si usan medicina tradicional
Santa Clara	Ninguno
Somos Libres	Ninguno
Pueblo Nuevo	Si usan medicina tradicional
Ponazapa	Uso de chuchuwasha

Localidad	Uso de medicina tradicional
Machingao	Medicina casera para enfermedades leves
Nazareth	Uso de chanca piedra, sábila
Bajo Piura	Ninguno
Cacacilo	Ninguno
San Ramon	Uso de aja sachá, murco waska, sanango, miel de abeja
Nuevo San Miguel	Uso de malva, paico
Puente Bolivia	Curación de malestares con matico, sábila, palco
Maceda	Ninguno
Vistoso Chico	Ninguno
Santa Ana del Rio Mayo	Uso de sanango, ajo sachá, ayawaska, purga waska
Santa Rosillo	Si usan medicina tradicional
Huimba Muyuna	Ninguno
La Marginal	Ninguno
Shucushca	Ninguno
Polvoraico	Ninguno
Andiviela	Ninguno
Totorillayco	Piñón para las heridas, orégano para la digestión
La Flores del Rio Mayo	Curación con plantas medicinales e infusiones a base de plantas
San Antonio del Rio Mayo	Si usan medicina tradicional
Churuyacu	Uso de ojo sachá y sangre de grado
Solo del Rio Mayo	Si usan medicina tradicional

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.2.13.2.2 Servicios de regulación identificados en el área del proyecto

Los servicios de regulación están referidos a los beneficios que se obtiene de la regulación de los procesos ecosistémicos.

Polinización

Los procesos de polinización están referidos a la fecundación de las plantas. Dentro del área de estudio se ha identificado grupos biológicos importantes que participan en este proceso como con aves de la familia Trochilidae y Thraupidae, murciélagos e insectos. Grupos biológicos los que contribuyen a la regeneración natural de los bosques.

Regulación del clima

Las plantas contribuyen a la regulación de la temperatura ambiental, a través de los procesos de evapotranspiración. Es así como la vegetación con tribuye a disminuir la temperatura del ambiente e influye en la generación de precipitación y velocidad de los vientos.

Captura de carbono

El principal mecanismo de secuestro natural de carbono es la fotosíntesis, mediante este proceso el carbono atmosférico (CO₂) es transformado en cadenas de carbono que componen la biomasa vegetal. A su vez, el carbono almacenado puede estar en la biomasa viva (aérea y subterránea) como hojas, tronco, ramas, etc. y en la biomasa muerta (madera muerta o seca y materia en descomposición). En el área de estudio,

este servicio es de especial relevancia por la presencia de zonas con cobertura boscosa, las que actúan como importantes sumideros de carbono.

En el área de estudio del proyecto se encuentra una alta diversidad de especies de árboles y plantas, la Línea Base Biológica registra un total de 227 especies de flora distribuidas en 7 clases, 36 órdenes y 81 familias taxonómicas. Estos organismos realizan la fotosíntesis, absorbiendo dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera y convirtiéndolo en materia orgánica, que se almacena en forma de biomasa.

El suelo del área de estudio del proyecto es rico en materia orgánica, que se acumula a lo largo del tiempo a medida que las plantas y los árboles mueren y se descomponen. Esta materia orgánica contiene una cantidad significativa de carbono, que se almacena en el suelo en forma de materia orgánica en descomposición y en formas minerales. Asimismo, los cuerpos de agua desempeñan un papel importante en el ciclo del carbono al transportar materia orgánica desde los bosques hacia los cuerpos de agua. Parte de esta materia orgánica se hunde en el fondo de los ríos y se convierte en sedimentos, donde se almacena carbono a largo plazo.

Tabla 4.2- 256: Estimación de la captura de carbono en la región San Martín

Formación Vegetal	Sistema de captación	Promedio carbono almacenado (tC/ha)
Cultivos agroforestales		
Eucalipto y café	Biomasa aérea	61.642
	Necromasa (hojarasca)	0.473
	Suelos	728.100
Pino chuncho y café	Biomasa aérea	69.301
	Necromasa (hojarasca)	1.003
	Suelos	1060.694
Café y guaba	Suelos	78.68
Café y shaina	Suelos	84.30
Café y moena	Suelos	86.42
Café y guaba	Suelos	81.13
Bosques naturales		
Eucalipto	Biomasa aérea	8.46
Moena	Biomasa aérea	147.70

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Evaluaciones realizadas por Díaz (2020¹¹) para la determinación de la tasa de captura de carbono por sistemas agroforestales en el distrito de Awajun en el sector Alto Mayo y en el distrito de Pardo Miguel en el sector El Diamante, provincia de Rioja, región San Martín, determinaron que, el promedio de carbono almacenado en un sistema agroforestal formado por *Eucalyptus torelliana* "eucalipto torrellano" + *Coffea arabica* "café" fue de 61.642 tC/ha para biomasa aérea, 0.473 tC/ha para necromasa y 728.100 tC/ha para suelo; asimismo, en el sistema agroforestal de *Schizolobium amazonicum*

¹¹ Díaz, L. 2020. Estimación de la captura de carbono en dos sistemas agroforestales de café en la provincia de Rioja, San Martín – Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Católica Sedes Sapientiae – UCSS. Facultad de Ingeniería Agraria. Rioja – San Martín. 94 p.

"pino chuncho" + *Coffea arabica* "café" el promedio por componente evaluado fue de 69.301 tC/ha para biomasa aérea, 1.003 tC/ha para necromasa y 1060,694 tC/ha para suelo.

El sistema agroforestal de "pino chuncho" + "café" captura mayor cantidad de carbono que el sistema agroforestal de "eucalipto torrellano" + "café", debido a que en este sistema se registró mayor diámetro altura de pecho, mayor peso de necromasa, mayor porcentaje de materia orgánica en el componente suelo.

Evaluaciones realizadas por Medina (2021¹²), en la provincia de Lamas, distrito San Roque de Cumbaza localidad Alto Chontal y en la provincia Moyobamba, distrito Jepelacio localidad Codoyacu, muestran que, el contenido total de carbono en suelo con sistemas agroforestales de *Coffea arabica* "café" + *Inga edulis* "guaba" es de 78,68 tC/ha y *Coffea arabica* "café" + *Colubrina glandulosa* "shaina" es de 84,30 tC/ha. Asimismo, el contenido de carbono total del suelo de *Coffea arabica* "café" con *Aniba gigantiflora* "moena" es de 86,42 tC/ha y en suelos con *Coffea arabica* "café" + *Inga edulis* "guaba" es 81,13 tC/ha.

Flores (2018¹³), desarrolló un estudio en la concesión forestal Bosque Local El Maronal de Atumplaya (Bosques de Morona), con el objetivo de estimar el total de carbono que almacenan las especies forestales en dicha concesión. Para lo cual instalaron 25 parcelas de muestreo de 500 m². La variable evaluada fue biomasa arbórea viva, como resultado obtuvo que, la especie que mayor cantidad de carbono almacena en su biomasa vegetal es *Aniba amazónica* "moena" con 147.70 tC/ha, mientras que la especies con menor capacidad de almacenamiento es *Eucalyptus torelliana* "eucalipto torrellano" con 8.46 tC/ha.

Regulación de la calidad del aire

Servicio ecosistémico relacionado a la calidad del aire, la cual debe estar apta para las personas. Para ello, se emplean los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el aire, a través de los cuales se mide los diferentes parámetros presentes en el aire, brindando un valor que indica la calidad de estos.

Regulación de la erosión

El suelo proporciona una gran variedad de servicios ecosistémicos fundamentales para el bienestar de las poblaciones humanas (Daily et al. 1997). Los servicios incluyen la moderación del ciclo hidrológico, el soporte físico para las plantas, la retención y oferta de nutrientes para las plantas, el procesamiento de desechos y materia orgánica muerta, el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la regulación de los ciclos del agua y de nutrientes, regulación climática y hábitat para una serie de organismos que realizan

¹² Medina, Y. 2021. Captura de carbono en suelos bajo dos sistemas de producción de café (*Coffea arabica* L.) con fines de mitigación ambiental en la región San Martín. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Católica Sedes Sapientiae – UCSS. Facultad de Ingeniería Agraria. Rioja – San Martín. 102 p.

¹³ Flores, A. 2018. Estimación de la captura de carbono en especies forestales en la concesión para la conservación bosques de Morona - Moyobamba, 2017. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad César Vallejo, Moyobamba, Perú.

algunas de estas funciones. Por otro lado, los suelos albergan una alta cantidad de microorganismos cuyas funciones son variadas, entre las que se encuentran descomposición, secuestro de carbono, ingreso de nitrógeno, recirculación de materia orgánica, mejoramiento de la calidad del suelo, entre otros. Sin embargo, malas prácticas en cuanto al manejo de los suelos conllevan a su deterioro y consiguiente erosión.

4.2.13.2.3 Servicios culturales identificados en el área del proyecto

Los servicios culturales están referidos a los beneficios no materiales que las poblaciones presentes en el área de estudio obtienen de los ecosistemas. Dentro de este grupo se identifican 2 servicios ecosistémicos.

Valor estético y paisajístico

Este servicio hace referencia al valor estético y paisajístico de los ecosistemas para los individuos y la sociedad, incluyendo la apreciación de la belleza y el silencio (Citado de Salgado et al. 2015).

Calidad paisajística

Servicio ecosistémico considerado a nivel de bienestar que este pueda dar a las poblaciones, a través de la generación de una mejor percepción de las personas de su entorno, lo que conlleva a mejorar la calidad de vida de las personas. Asimismo, a través de la valorización del paisaje, se busca que se proteja la biodiversidad asociados a estas.

De acuerdo con la información reportada en la LBF, en el área de estudio se identifica nueve (09) unidades de paisaje. Para la delimitación de las unidades paisajísticas en el área de estudio se ha considerado las formas del relieve, la cobertura vegetal y los usos de la tierra existentes en el área de estudio.

En la siguiente tabla, se presenta el análisis de sensibilidad, vulnerabilidad o grado de restricción de un paisaje para diferentes actividades que en éste pudieran desarrollarse, tales como la incorporación de nuevos elementos en el paisaje y desarrollo de proyectos.

Tabla 4.2- 257: Integración de la calidad y la capacidad de absorción del paisaje

Código	Unidad del paisaje	Calidad visual	Fragilidad	Valor paisajístico
UP01	Paisajes de montaña con bosque basimontano	ALTA	MEDIA	CLASE 2
UP02	Paisajes de montañas de selva alta con zonas agrícolas y pecuarias	MEDIA	MEDIA	CLASE 3
UP03	Paisajes de piedemonte con zonas agrícolas y pecuarias	BAJA	MEDIA	CLASE 4
UP04	Paisajes de colina de selva alta con vegetación mixta	ALTA	MEDIA	CLASE 2
UP05	Paisajes de colina de selva alta con bosque secundario	ALTA	MEDIA	CLASE 2
UP06	Paisajes de lomadas con vegetación mixta	MEDIA	BAJA	CLASE 3

UP07	Paisajes de llanura aluvial con áreas agrícolas y pecuarias	MEDIA	MEDIA	CLASE 3
UP08	Paisajes de llanura inundable	MEDIA	MEDIA	CLASE 3
UP09	Áreas Antrópicas	BAJA	MEDIA	CLASE 4

Elaborado por: INERCO CONSULTORÍA PERÚ S.A.C., 2024

Asimismo, en el área de influencia del proyecto se identificaron algunos sitios de importancia o interés paisajístico para la población local y foránea. Tal es el caso de las lagunas de Totorillayco y Andiviela, espacios que por su atractivo escenario sirven como áreas de esparcimientos para la población local y sus cuidados responden a gestión local y organización vecinal, sin embargo, no están conectadas a circuitos turísticos de la región.

Así también, ubicamos al "Mirador Santa Elena", sitio concurrido por grupos de turistas y población local, desde donde se puede divisar gran parte del valle del río Mayo, hasta la ciudad de Tarapoto. Se puede resaltar que desde este sector es posible observar los cambios en las dinámicas de uso de suelo (de tierras), de esta parte de la región, como la expansión de la frontera agrícola y acelerado proceso de urbanización

4.2.13.2.4 Servicios soporte identificados en el área del proyecto

Los servicios de soporte consideran a todos los demás servicios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos.

Formación del suelo

El suelo es un recurso natural finito y no renovable que presta diversos servicios ecosistémicos o ambientales, entre ellos y a manera de ejemplo, el relacionado con su participación en los ciclos biogeoquímicos de elementos clave para la vida como carbono, nitrógeno, fósforo, etc., que continuamente y por efecto de la energía disponible, pasan de los sistemas vivos a los componentes no vivos del planeta. Por otro lado, el suelo influye considerablemente sobre el medio en el que se ubica y repercute en las actividades sociales y económicas de los grupos humanos que se asientan en ese territorio, grupos que ejercen diferente grado de presión sobre el suelo y que generan así afectación o deterioro de éste (Gardi et al., 2014). Este proceso de desarrolla en toda el área de estudio.

Reciclaje de nutrientes

Referido al ciclo biogeoquímico en el que los nutrientes inorgánicos se desplazan entre el suelo, los organismos vivos, la atmósfera y el agua. El reciclaje de nutrientes puede producirse por medio de la caída de hojas, la exudación (secreción) de las raíces, el reciclaje de residuos, la incorporación de abonos verdes, etcétera. Los descomponedores, principalmente bacterias y hongos, liberan al suelo nutrientes de los cadáveres y residuos de animales y plantas. Después, las plantas utilizan estos nutrientes reincorporándolos a la red alimentaria. Este proceso de desarrolla en toda el área de estudio.

Hábitat de especies

Se refiere a la provisión de las condiciones que una planta o animal pueda necesitar para vivir y reproducirse, como alimento, agua y espacio. Los ecosistemas son importantes para conservar la biodiversidad. Los bosques naturales pueden dar hábitat a polinizadores y a los enemigos naturales de las plagas.

Tabla 4.2- 258: Servicios ecosistémicos finales identificados en el área de estudio según unidades de vegetación

PROCESOS ECOSISTEMICOS / SERVICIOS INTERMEDIOS		SERVICIOS ECOSISTEMICOS FINALES	
		SUSCEPTIBLE DE VALORACION ECONOMICA	
Servicios de soporte	Mantenimeinto de la biodiversidad terrestre y/o acuatica	Servicios de provisión	Recursos maderables
	Mantenimiento del habitata		Alimentos (agricultura y frutales)
Servicios de regulacion	Control de la erosion	Servicios de regulacion	Prevencion de riesgos naturales (erosión)
	Mantenimeinto de la biodiversidad terrestre y/o acuatica		Diversidad biologica
	Mantenimiento del habitata		Secuentro y almacenamiento de carbono
	Recursos hidricos renovable		Mantenimiento de la calidad del agua
		Servicios culturales	Paisaje visual

Elaborado por INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.14 Ecosistemas frágiles

En el área del proyecto no se han identificado ecosistemas frágiles reconocidos o establecidos por el Servicio Nacional Forestal (SERFOR).

La "Lista Sectorial de Ecosistemas Frágiles" ha sido revisada y actualizada en varias ocasiones, incluyendo la referida a la incorporación de 28 ecosistemas frágiles en la región San Martín en enero de 2019, mediante R.D.E. 004-2019-MINAGRI-SERFOR-DE.

El área del proyecto no se superpone a Ecosistemas Frágiles que se encuentre en el "Listado Sectorial de Ecosistemas Frágiles" del Servicio Nacional Forestal y Fauna silvestre (SERFOR).

Tabla 4.2- 259: Ecosistemas Frágiles cercanos al área del proyecto

N°	Ecosistema Frágil	Ubicación	Documento Legal de reconocimiento	Tipo de ecosistema	Distancia al trazo (Km)
1	Pueblo Shawi	Dep: Loreto Prov: Alto Amazonas Dist: Balsapuerto	RDE N°121-2019-MINAGRI-SERFOR-DE	Bosque Basimontano de Yunga	18.10
2	Tingana	Dep: San Martín Prov: Moyobamba Dist: Moyobamba	RDE N° 004-2019-MINAGRI-SERFOR-DE	Pantanos de Palmeras	21.01

N°	Ecosistema Frágil	Ubicación	Documento Legal de reconocimiento	Tipo de ecosistema	Distancia al trazo (Km)
3	Alto Renaco	Dep: San Martín Prov: El Dorado y Huallaga Dist: San Martín /Alto Saposoa	RDE N° 004-2019-MINAGRI-SERFOR-DE	Bosque Basimontano de Yunga	21.51
4	Ishichiwi	Dep: San Martín Prov: Huallaga/El Dorado Dist: Alto Saposoa/San José de Sisa	RDE N° 004-2019-MINAGRI-SERFOR-DE	Bosque Basimontano de Yunga	31.10

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.15 Recursos genéticos

En el ámbito del proyecto no se han registrado especies de flora y/o fauna que correspondan a recursos genéticos.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica ha definido a los recursos genéticos como a todo aquel material de origen vegetal, animal o microbiano que contiene unidades funcionales de la herencia o genes y que presente valor real o potencial.

Los recursos genéticos de las plantas cultivadas y de los animales domésticos constituyen la base biológica de la seguridad alimentaria mundial. Corresponden al concepto de agrobiodiversidad. Estos recursos son la materia prima más importante de los mejoradores de plantas y animales y la aportación más imprescindibles para los agricultores.

4.2.16 Hábitats críticos

4.2.16.1 Hábitat crítico Rumiayacu Mishquiyacu

De acuerdo a la Resolución de Dirección Ejecutiva N° 139-2019-MINAGRI-SERFOR-DE, se incorporan 15 hábitats críticos del departamento de San Martín a la "Lista de Hábitats Críticos", El área de proyecto sólo intersecta con el hábitat Rumiayacu Mishquiyacu, ubicado entre los distritos de Moyobamba y Jepelacio, hábitat de las especies: *Plecturocebus oenanthe* ("mono tocón") y *Herpsilochmus parkeri* ("hormiguerito de garganta ceniza").

En el Mapa de hábitat crítico (LBB-BETA-21) se presenta el mapa de ubicación del hábitat crítico Rumiayacu Mishquiyacu respecto al área del proyecto.

Anexo 4.2.17 Mapa de hábitat crítico (SERFOR) (LBB-BETA-21)

4.2.16.2 Alianza para la Cero Extinción de Tarapoto

De acuerdo a la Herramienta integrada de evaluación de la biodiversidad (IBAT 2022), en parte del área del proyecto se encuentra el área Alianza para la Cero Extinción (AZE 2018) Tarapoto, donde podrían registrar a las especies en peligro *Hyloxalus azureiventris* y *Rulyrana saxiscandens*. Esta área de área Alianza para la Cero Extinción Tarapoto se ubica, aproximadamente, entre las localidades de La Cocha hasta Tarapoto, al sureste del área del proyecto.

4.2.17 Bibliografía

4.2.17.1 Ecosistemas terrestres

- Gentry, A. & R. Ortiz. 1993. Patrones de composición florística en la Amazonía Peruana en Amazonía Peruana-Vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Kalliola R., M. Puhakka & W. Danjoy (Eds.): Capítulo 7: 155-166.
- Prodan M., R. Peters, F. Cox y P. Real. 1997. Mensura Forestal. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. Proyecto IICA/GTZ Sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible. San José, Costa Rica. 561 p.
- León, B.; Pitman, N. & Roque, J. 2006. Introducción a las plantas endémicas del Perú. Revista peruana de biología. Número especial 13(2): 9s - 22s.
- Ministerio del Ambiente. Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú. MINAM, 2015.
- VÁSQUEZ, R. & O. L. PHILLIPS. 2000. Allpahuayo: Floristics, structure and dynamics of a high-diversity forest in Amazonian Perú. Annals of the Missouri Botanical Garden. 87: 499-527.
- Identificación de muestras botánicas
<http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/www.mobot.org/W3T/search/spdt.html>

Fauna

A. Ornitofauna

- Álvarez, J. And B. M. Whitney. 2003. New distributional records of birds from white-sand forests of northern Peruvian Amazon, with implications for biogeography of northern South America. Condor 105: 522-566.
- Arballo, E. y J.C. Cravino. in press. Aves del Uruguay, Manual Ornitológico. Vol. II. Edit. Hemisferio Sur.
- Barone, R. & G. Delgado. 2003. Datos de interés de las aves nidificantes en la isla de porto santo (Archipiélago de Madeira); parte del proyecto "TFMC" Macaronesia 2000. Rey. Acad. Canar. Cienc., XIV (Núms. 3-4), 219-225 pp.
- Bibby, C., Jones M. & Marsden, S. (1998) Expedition Field Techniques: Bird Surveys. Royal Geographic Society, London.
- Cockle, K.; Martin K. & K. wiebe. 2008. Disponibilidad de huecos para la nidificación de las aves del bosque atlántico, Argentina. Availability of cavities for nesting birds in the Atlantic forest, Argentina. Ornitología Neotropical 19 (Suppl.): 269-278.
- Clements, J. and N. Shany. 2001. A field guide to the birds of Peru. Ibis Pub. Co., Temecula, Ca.

- Cracraft, J. 1985. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: Areas of endemism. In P. A. Buckley et al. (eds.), Neotropical Ornithology. Ornithological Monographs N° 36: 49-84.
- MINAGRI 2014. Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre. - D. S. 0042014-MINAGRI.
- Dobson, A. & Ortiz, E.G. 1988. Going, Going, guan Trenes in Ecology and Evolution. 9. 217-218.
- El Peruano. 2006. Clasificación de las especies de Fauna Silvestre en Diversas Categorías (D.S. N° 004-2006-AG) Dispositivos Legales: 89784.
- INRENA, 2005. Monitoreo Básico de la Diversidad Biológica en Áreas Naturales Protegidas, Serie: Biblioteca del guarda parque. Lima – Perú. 174 pp.
- IUCN 2024 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>.
- Macedo Tenazoa, J. 1998. Aves Acuáticas y de Hábitats Ribereños en el Río Corrientes, Loreto-Perú. Tesis para optar el título de Biólogo, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 32 pp.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Terborgh, J. & J. S. Walker. 1975. The role of competition in the distribution of Andean birds. Ecology 56: 562-576.
- Ojasti, J & F. Dallmeier. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Zoología Tropical, Universidad de Venezuela, Caracas. Smithsonian Institution, Washinton DC. 304 pp.
- Osorio, Celestino. Universidad Nacional Agraria de la Selva Facultad de Recursos Naturales Renovables Departamento Académico de Ciencias Ambientales. Practica Preprofesional "Inventario de la biodiversidad de aves como indicador de la calidad ambiental del "Humedal Laguna el Oconal" del Distrito de Villa Rica" Tingo María. 2014
- Stotz, D; J.W. Fitzpatrick; T. Parker Iii & D.K. Moskovits. 1996. Neotropical Birds. Ecology and Conservation. The University of Chicago press. 445 pp.
- Stotz, D.F. and J. Díaz. 2007. Aves/Birds. Pp. 67-73, 134-140 en/in Vriesendorp, C.J. Álvarez, N. Barbagelata, W. Salverson, y/and D.K. Moskovits, eds. Perú: Nanay, Mazán, Arabela. Rapid Biological Inventories Report 18. The Field Museum, Chicago.
- Ralph, C.J., Droege, S. & J.R. Sauer. (1995) Managing and Monitoring Birds using Point Counts: Standards and Applications. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-149, 161-171.

- Schulenber, T. S, Stotz D. F., Lane D., O’neill J. P and Theodore A. Parker III. 2007. Birds of Peru. Pinceton Field Guides.

- Wunderle, Joseph M. 1994. Census methods for caribbean land birds. Gen Tech. Rep. SO – 98. New Orleans, LA: US Department of Agriculture, Forest Service, Southern Foerest Experiment Station. 26 pp.

B. Herpetofauna

- AmphibiaWeb: Information on amphibian biology and conservation. [Web application].

2024. Berkeley, California: Amphibia Web. Available: <http://amphibiaweb.org/>.

- AVILA-PIRES, T.C.S. 1995. Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata). Zool. Verhand. 299: 1- 706.

- CAMPBELL, J. A. y W. W. LAMAR. 2004a. The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere Volume I. Comstock Publishing Associates, pp. 1- 475.

- CAMPBELL, J. A. y W. W. LAMAR. 2004b. The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere Volume II. Comstock Publishing Associates, pp. 475 - 870.

- COLLIN, A. 1977. Mise en Valeur du Río Tigre: Peuplement et Systeme de Culture. En: Amazonies Nouvelles: Organisation de l’espace Rural. Institut des Autes Etudes de L’Amérique Latine. Paris. 31 – 58.

- DIXON, J. R. & P. SOINI. 1986. The Reptiles of the Upper Amazon Basin, Iquitos Region, Peru. Milwaukee Public Museum. 154 pp.

- DUELLMAN, W. E. 1978a. The Biology of an Equatorial Herpetofauna in Amazonian Ecuador. Misc. Publ. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas. 65: 1- 352.

- DUELLMAN, W. E. & J. R. MENDELSON III. 1995. Amphibians and Reptiles from Northern Departamento Loreto, Peru: Taxonomy and Biogeography. Univ. Kansas. Sci. Bull. 55(10): 329 – 376.

- HEYER, R. W., M. A. DONELLY, R. W. McDIARMD, L. C. HAYEK y M. S. FOSTER. 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., 364 pp.

- INRENA, 1995. Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa. Lima – Perú, pp. 133- 145.

- MINAGRI 2014. Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre. - D. S. 004-2014-MINAGRI.

- IUCN 2024. IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>.

- LAMAR, W. W. 1997a. Checklist and Names of the Reptiles of the Peruvian Lower Amazon. Herpetological Nat. Hist. 5(1): 73 – 76.

- PEREZ, P. P. & Ch. YAÑEZ, M. 2003. Inventario de Anfibios y Reptiles en el Río Pucacuro, Loreto-Perú. Tesis para optar el título de biólogo. 149 pp.
- POUNDS, A; A.C.O.Q. CARNAVAL and S. CORN. 2007. Climate Change, Biodiversity Loss, and Amphibian Declines. En: Gascon, C., Collins, J. P., Moore, R. D., Church, D. R., McKay, J. E. and Mendelson, J. R. III (eds). 2007. Amphibian Conservation Action Plan. IUCN/SSC Amphibian Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 64pp.
- RIVERA, C. F. & A. MÁRMOL, A. E. 2001. Inventario de la Herpetofauna en Ecosistemas de Arena Blanca, del Sector km 20 – 30, de la Carretera Iquitos – Nauta, Loreto, Perú. Rev. Conoc. 7(1), 19 – 29.
- RODRÍGUEZ, L. O. & W. E. DUELLMAN. 1994. Guide to the Frogs of the Iquitos Region, Amazonian Peru. Spec. Publ. Nat. Hist. Mus. Univ. Kansas 22: 1- 80.
- VRIESENDORP, C; J. ALVAREZ; N. BARBAJELATA; W. ALVERSON y D. MOSKOVITS, editores 2007. Perú: Nanay-Mazán-Arabela. Inventarios Biológicos Rápidos. The Field Museum.

C. Mastofauna

- Álvarez, J. A. 1997. Estado actual de la fauna silvestre en la propuesta Reserva Comunal del Pucacuro. En: Manejo de fauna silvestre en la Amazonía. T. Fang, R. E. Bodmer, R. Aquino y M. Valqui (eds), pp. 93 – 103. La Paz, Bolivia.
- Aquino, R., R.E. Bodmer, y E. Pezo. 1999. Análisis de poblaciones de pecaríes en la Cuenca del Río Pucacuro, Perú. (Population analysis of peccaries in the Rio Pucacuro, Peru). T.G. Fang, O.L. Montenegro and R.E. Bodmer. Manejo y Conservación de Fauna Silvestre en América Latina. Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia. Pp. 471-480.
- Aquino, R., R.E. Bodmer, y E. Pezo. 1999. Análisis de poblaciones de pecaríes en la Cuenca del Río Pucacuro, Perú. (Population analysis of peccaries in the Rio Pucacuro, Peru). T.G. Fang, O.L. Montenegro and R.E. Bodmer. Manejo y Conservación de Fauna Silvestre en América Latina. Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia. Pp. 471-480.
- Aquino, R.; Bodmer, R. y E. Pezo, 2000. Evaluación de primates en la cuenca del río Pucacuro. En: La Primatología en el Perú, Vol II. J. Espinoza, F. San Martín y E. Montoya (eds), pp. 92 - 100. Lima, Perú.
- Boddicker, M.; Rodríguez, J. Y J. Amanzo. 2002. Indices for assessment and monitoring of large mammals within an adaptive management framework. Kluwer Academic Publishers.
- Burnham, K. P., Anderson, D. R. and J. L. Laake. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological population. Wildlife Monographs, 71: 1 – 203.
- CITES. 2024. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Official web site. Appendices I, II, III.

- Encarnación, F. & N. Castro. (1990). Informe preliminar sobre censo de primates no humanos en el sur-orienté peruano: Iberia e Iñapari (Departamento de Madre de Dios), mayo 15-junio 14, 1978. En: La Primatología en el Perú, Volumen 1. Proyecto Peruano de Primatología. Lima. 1: 57-67.
- Estrada, A., P. Garber, A. Rylands, C. Roos, E. Fernandez-Duque, A. Di Fiore, K. Anne-Isola, V. Nijman, E. Heymann, J. Lambert, F. Rovero, C. Barelli, J. Setchell, T. Gillespie, R. Mittermeier, L. Verde, M. de Guinea, S. Gouveia, R. Dobrovolski, S. Shantee, S. Boyle, A. Fuentes, K. MacKinnon, K. Amato, A. Meyer, S. Wich, R. Sussman, R. Pan, I. Kone, B. Li. (2017). Impending extinction crisis of the world's primates: Why primates matter. Science advances, 3(1), e1600946.
- Enrique Ávila, Osmar Roberto Araujo-Leyva, María Amparo Rodríguez-Santiago & Hugo López-Rosas (2018) Alien barnacle Amphibalanus amphitrite epizootic on two native oyster species in the southern Gulf of Mexico: spatio-temporal variability and current status of its epibiosis, Marine Biology Research, DOI: 10.1080/17451000.2018.1459723
- Fang, T.G., Bodmer, R.E., Aquino, R. y M. Valqui. 1997. Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía (Management of Wildlife in Amazonia). UNDP/GEF, La Paz, Bolivia. 334 pp.
- Fang, T.G., Montenegro, O.L. y R.E. Bodmer. 1999. Manejo y Conservación de Fauna Silvestre en América Latina (Management and Conservation of Wildlife in Latin America). Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia. 496 pp.
- IIAP, 2001. Conservación y Manejo de la Biodiversidad de la Cuenca del Pucacuro. Programa del Aprovechamiento Sostenible de la Biodiversidad. Informe Técnico, 289 pp.
- INADE, 2003. Estudio de Macrozonificación Ecológica Económica del área fronteriza Amazónico Peruano, entre los ríos Tigre, Pastaza y Marañón. Informe Técnico.
- INRENA, 2006. Categorización de especies amenazadas de fauna silvestre. Publicación en el diario oficial El Peruano (D. S. 034-2004-AG). Año XXI N° 8859, pp. 276854 – 276857.
- DECRETO SUPREMO N° 034-2004-AG. Aprueban la categorización de especies amenazadas de fauna silvestre y prohíben su caza, captura, tenencia, transporte o exportación con fines comerciales. Normas Legales "El Peruano". 22 de septiembre del 2004. 3 pp.
- IUCN. 2024. Red list of threatened species. The IUCN species survival commission. IUCN. The World Conservation Union. Gland.
- Luna F, CD Antinuchi & C Busch (2000) Ritmos de actividad locomotora y uso de las cuevas en condiciones seminaturales en Ctenomys talarum (Rodentia: Octodontidae). Revista Chilena de Historia Natural 73: 39-46.

- Marshall, A & S. Wich. (2016). Chapter 2. Why conserve Primates? En: Wich, S. & Marshall, A. (Eds.). 2016. An introduction to primate conservation. Oxford University Press. 301 pp.
- MINAM. (2011). Estudio de especies CITES de primates peruanos. Informe Final. Elaborado por V. Pacheco y F. Cornejo. Dirección General de Diversidad Biológica, Ministerio del Ambiente. Lima, Perú. 219 pp.
- MINAM, 2015. Guía de inventario de la fauna silvestre / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. -
- Lima, Perú.
- Pacheco, V. (2002). Mamíferos del Perú. En: G. Ceballos & J. A. Simonetti (ed.). Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales (pp. 503-549). México, D. F.: CONABIO-UNAM.
- Pacheco, V. H. 2002. Mamíferos del Perú. Departamento de Mastozoología, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-14, Perú.
- Pacheco, V.; Cadenillas, R.; Salas, E.; Tello, C. & Zeballos, H. (2009). Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. Revista Peruana de Biología, 16(1), 005-032.
- Resolución De Dirección Ejecutiva N° 237-2019-MINAGRI-SERFOR-DE (Pag. 8)
- Robinson, J.G. y R.E. Bodmer. 1999. Evaluando el uso sostenible en fauna silvestre tropical (Evaluating sustainable use in tropical wildlife). T.G. Fang, O.L. Montenegro y R.E. Bodmer. Manejo y Conservación de Fauna Silvestre en América Latina. Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia. Pp. 15-26.
- Voss, R. S. y L. H Emmons. 1996. Mammalian diversity in neotropical lowland forests. A preliminary Assessment. Bulletin of the American Museum of Natural History 230: 1 – 115.

D. Artropofauna

- Alonso, A. & Dallmeier, 1999. Biodiversity Assessment & Monitoring, SI/MAB Series N° 3. Biodiversity Assessment & Monitoring of the Lower Urubamba, Region Peru.
- Andrade – C., M. G. 1998. Utilización de las Mariposas como Bioindicadores del tipo de Hábitat y su Biodiversidad en Colombia. En: Rev. Acad. Colom. Cienc. 22(84) pp 407 – 421.
- Apaza, A. M.; Osorio, F.; Pastrana, A. 2006. Evaluación del Grado de Amenaza al Hábitat a través de Bioindicadores (Lepidópteros) en dos comunidades dentro del Área de Influencia del Parque Nacional Anmi Madidi. En: Rev. Cienc. Tecn. Agrop. 1(1)
- Borror, D. & De Long, D. 1988. Estudio dos Insetos. Ed. Edgar Blucher Ltda. São Paulo – Brasil. 653 pp.
- Castner, J. L. 2000. Amazon Insects, A Photo Guide. Published by Philipine Press, Inc.

Printed in China. 160 pp.

- Chauvin, R. 1968. El Mundo de los insectos, Ediciones Guadarrama ISBN 978-84-2503016-1.
 - Coronado, P. R., Márquez, D. A. 1985. Introducción a la entomología, Morfología y taxonomía de los insectos. Editorial Limusa, México.
 - Delgado Vásquez, C. & G. Couturier; 2004. Manejo de Insectos plagas en la Amazonía: Su aplicación en Camu Camu. IIAP – Iquitos/IRD – Francia. Lima – Perú. 147 pp.
 - Galante, E. & M. Angeles M. 1997. Detritívoros, Coprófagos y Necrófagos. En: Bol. S.E.A 20 pp 57 – 64.
 - Fang G. T., R. E. Bodmer, R. Aquino y M. H. Valqui. 1997. Manejo de la Fauna Silvestre en la Amazonía. 1ra Edición. OFAVIM, La Paz, Bolivia. Biodiversidad Amazónica y manejo de fauna silvestre. A. Brack Egg 327 pp.: 05.
 - IIAP & WWF. 2002. Propuesta Preliminar de Macrozonificación del Abanico del Pastaza. 61 pp.
 - M. Arcila, C. & F. H. Lozano – Zambrano. Hormigas como Herramientas de la Bioindicación y el Monitoreo. Capítulo 9. En: Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical.
 - McGavin G. C.; 2000. Manual de Identificación: INSECTOS arañas y otros artrópodos terrestres. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. 256 pp.
 - Santisteban, J.; Polo, R.; Córdova, S.; Valencia, G.; Gómez, F.; De La Cruz, A.; Aibar, P. 2001. Biodiversity Assessment of the Arthropods of the Lower Urubamba Region, Perú. En: Urubamba: The Biodiversity of a Peruvian Rainforest. pp 55 – 66. SI/MAB Biodiversity
- Program Series #7. Smithsonian Institution.
- Valderrama, E. 2008. (Comunicación personal) Estudio de Impacto Socio – Ambiental del Lote 67 – Plataformas – PERENCO PERÚ - LIMITED LLC SUCURSAL PERÚ. Informe Área de Vegetación.
 - Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. 2006. Insectos. En: Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Segunda Edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. pp. 149184
 - Willink, P.; Chernoff B. & J. Mccullough. 2005. A Rapid Biological Assessment of the Aquatic Ecosystems of the Pastaza River Basin, Ecuador and Peru. RAP Bulletin of Biological Assessment. Conservation International. Washington, USA. 169 pp.

- Ziesler R. & G.D. Ardizzone. 1979. Las aguas continentales de América Latina: <http://www.fao.org/docrep/008/ad770b/AD770B06.htm>.

4.2.17.2 Ecosistemas acuáticos

- APHA-AWWA-WEF. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition. 1368pp.
- Barbour M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder, J.B. Stribling. 1999. Rapid bioassessment protocols for use in Streams and wadeable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates and fish, 2nd ed. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C
- De Azevedo, F., & Bonecker, C. C. (2003). Community size structure of zooplanktonic assemblages in three lakes on the upper River Paraná floodplain, PR-MS, Brazil. *Hydrobiologia*, 505(1-3), 147-158.
- De la Lanza - Espino, G., & Pulido, S. H. (2000). Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores).
- Ebro, C. H. (2005). Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de Muestreo y Análisis para Fitobentos (Microalgas bentónicas). Zaragoza, 1-33.
- Gery, J. 1977. Characoids of the world.
- Gustavson, S. S., Cosme, L. A., & Trama, F. A. (2013). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua en la microcuenca San Alberto, Oxapampa, Perú. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 3(2).
- Kullander, S. 1986. Cichlid fishes of the Amazon River drainage of Perú. Swedish Museum of Natural History. Stocokholm, Sweden.
- LeGresley, M., & McDermott, G. (2010). Counting chamber methods for quantitative phytoplankton analysis—haemocytometer, Palmer-Maloney cell and Sedgewick-Rafter cell. Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis. UNESCO (IOC Manuals and Guides), 25-30.
- Ortega H., L. Chocano, C. Palma e I. Samanez. 2010. Biota Acuática en la Amazonia Peruana: diversidad y usos como indicadores ambientales en el Bajo Urubamba (Cusco – Ucayali). *Rev. peru. biol.* Lima, Perú. Vol.17 (1):029-035.
- Ortega, H. 1992. Biogeografía de los peces neotropicales de aguas continentales del Perú. In: K.R. Young y N. Valencia (eds.), *Biogeografía, ecología, y Conservación del Bosque Montano en el Perú*. Memorias Museo de Historia Natural, U.N.M.S.M. 21: 39-45.
- Ortega, H., Hidalgo, M., Trevejo, G., Correa, E., Cortijo, A., Meza, V., & Espino, J. (2012). Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú: Estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Diversidad Biológica - Museo de Historia Natural, UNMSM.
- Peinador, M. (1999). Las cianobacterias como indicadores de contaminación orgánica. *Revista de Biología Tropical*, 47(3), 381-391.
- Pérez, G. R., & Restrepo, J. J. R. (2008). Fundamentos de limnología neotropical (Vol. 15). Universidad de Antioquia.
- Reis, R., Kullander, S., Ferraris, C. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS. Porto Alegre. 742 pp.



- Riofrio, J., I. Samanez, F. Carrasco y M. Clavo, 2003. Caracterización Limnológica de la Laguna Cashibococha (Ucayali-Perú) durante 2001. Rev. per. Biol. 2003; 10 (2): 183 – 194.
- Roldán, G. 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. Edit. Universidad de Antioquia, Medellín. 529 p.
- SERFOR. 2018. Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú. Primera edición. Lima. 532 páginas.