



“ESTUDIO COMPLEMENTARIO A LA  
REEVALUACIÓN AMBIENTAL DEL BLOQUE MDC,  
RESOLUCIÓN No. 27, 2017. PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE LAS PLATAFORMAS Y VÍAS  
DE ACCESO MDC-60, MDC – 70 Y MDC-80 Y LA  
PERFORACIÓN DE POZOS DE DESARROLLO Y  
PRODUCCIÓN EN CADA UNA DE LAS NUEVAS  
LOCACIONES Y EN LAS PLATAFORMAS  
EXISTENTES MDC-16 Y MDC- 3”

CAP 3.2

2020

**COSTECAM CIA. LTDA.**

**Ultimas Noticias N37'32 y El Comercio**  
**02-2254423/02-2244634**

**Quito**

## Índice General

3.2	Componente Biótico.....	1
3.2.1	Introducción.....	1
3.2.2	Objetivo general .....	1
3.2.2.1	Objetivos específicos .....	1
3.2.3	Área de estudio .....	2
3.2.3.1	Ecosistemas presentes.....	3
3.2.3.2	Cobertura vegetal.....	4
3.2.3.3	Caracterización de los sitios de muestreo .....	5
3.2.4	Selección de sitios de muestreo .....	6
3.2.5	Limitaciones para el estudio .....	7
3.2.6	Flora .....	9
3.2.6.1	Metodología.....	9
3.2.6.2	Análisis de datos .....	15
3.2.6.3	Aspectos Ecológicos.....	18
3.2.6.4	Resultados .....	20
3.2.6.5	Comparación con estudios previos .....	46
3.2.7	Fauna.....	50
3.2.7.1	Mastofauna .....	50
3.2.7.2	Sitios de muestreo.....	50
3.2.7.3	Metodología.....	51
3.2.7.4	Análisis de datos.....	53
3.2.7.5	Aspectos ecológicos .....	56
3.2.7.6	Resultados .....	58
3.2.7.7	Avifauna .....	77
3.2.7.8	Sitios de muestreo.....	77
3.2.7.9	Metodología.....	80
3.2.7.10	Análisis de datos .....	82
3.2.7.11	Aspectos ecológicos.....	84
3.2.7.12	Resultados.....	87
3.2.7.13	Herpetofauna .....	115
3.2.7.14	Sitios de muestreo.....	115
3.2.7.15	Metodología.....	116
3.2.7.16	Análisis de datos .....	118
3.2.7.17	Aspectos ecológicos.....	121
3.2.7.18	Resultados.....	124
3.2.7.19	Entomofauna.....	148
3.2.7.20	Sitios de muestreo.....	148

3.2.7.21	Metodología.....	149
3.2.7.22	Análisis de datos .....	150
3.2.7.23	Aspectos ecológicos.....	153
3.2.7.24	Resultados.....	154
3.2.7.25	Ictiofauna.....	172
3.2.7.26	Sitios de Muestreo .....	172
3.2.7.27	Metodología.....	175
3.2.7.28	Análisis de datos .....	176
3.2.7.29	Aspectos ecológicos.....	179
3.2.7.30	Resultados.....	182
3.2.7.31	Macroinvertebrados acuáticos.....	204
3.2.7.32	Sitios de muestreo.....	204
3.2.7.33	Metodología.....	206
3.2.7.34	Análisis de datos .....	208
3.2.7.35	Aspectos ecológicos.....	210
3.2.7.36	Resultados.....	213

### Índice de Tablas

Tabla 3.2.1	Cobertura y uso del suelo en áreas definidas para la implantación de facilidades del proyecto .....	4
Tabla 3.2.2	Sitios de muestreo de flora en el área de estudio .....	10
Tabla 3.2.3	Esfuerzo de muestreo de flora en el área de estudio .....	15
Tabla 3.2.4	Información de las 20 especies con mayor IVI registradas en el área de estudio .....	23
Tabla 3.2.5	Índices de diversidad de flora para el área de estudio .....	24
Tabla 3.2.6	Información de las 20 especies de mayor IVI de flora en el punto PM1 .....	28
Tabla 3.2.7	Diversidad de flora en el punto PM1 .....	29
Tabla 3.2.8	Información de las 20 especies de flora con mayor IVI en el punto PM2.....	31
Tabla 3.2.9	Diversidad de flora en el punto PM2 .....	32
Tabla 3.2.10	Información de las 20 especies de flora con mayor IVI en el punto PM3.....	34
Tabla 3.2.11	Diversidad de flora en el punto PM3 .....	35
Tabla 3.2.12	Información de las 20 especies de flora con mayor IVI en el punto PM5.....	37
Tabla 3.2.13	Diversidad de flora en el punto PM5 .....	38
Tabla 3.2.14	Riqueza de flora en puntos de muestreo de cualitativo .....	40
Tabla 3.2.15	Estado de conservación de la flora en el área de estudio .....	42
Tabla 3.2.16	Especies indicadoras de flora en el área de estudio .....	42
Tabla 3.2.17	Sensibilidad de las especies de flora.....	45
Tabla 3.2.18	Uso de las principales especies del área de estudio .....	45
Tabla 3.2.19	Sitios de muestreo de mamíferos en el área de estudio .....	50
Tabla 3.2.20	Esfuerzo de muestreo para el estudio de mamíferos .....	52
Tabla 3.2.21	Especies de mamíferos en el área de estudio .....	59
Tabla 3.2.22	Índices de diversidad (Simpson, Shannon) de murciélagos para el área de estudio .....	61
Tabla 3.2.23	Mamíferos registrados en PM1.....	63
Tabla 3.2.24	Mamíferos registrados en PM2.....	65

Tabla 3.2.25 Mamíferos registrados en PM3.....	66
Tabla 3.2.26 Mamíferos registrados en caminatas o recorridos de distancia variable.....	68
Tabla 3.2.27 Estado de conservación de mamíferos en el área de estudio.....	70
Tabla 3.2.28 Utilidad de los mamíferos en el área de estudio.....	73
Tabla 3.2.29 Sitios de muestreo de aves en el área de estudio.....	78
Tabla 3.2.30 Esfuerzo de muestreo de aves en el área de estudio.....	81
Tabla 3.2.31 Aves registradas en el área de estudio.....	87
Tabla 3.2.32 Abundancia de aves en el área de estudio.....	89
Tabla 3.2.33 Índices de diversidad de aves en el área de estudio.....	91
Tabla 3.2.34 Aves registradas en PM4.....	93
Tabla 3.2.35 Índices de diversidad de aves en PM4.....	95
Tabla 3.2.36 Aves registradas en PM5.....	95
Tabla 3.2.37 Aves registradas en PM7.....	97
Tabla 3.2.38 Aves registradas en trayectos en línea sin estimar distancias.....	100
Tabla 3.2.39 Estado de conservación de las aves en el área de estudio.....	106
Tabla 3.2.40 Aves indicadoras de hábitat mejor conservado en el área de estudio.....	110
Tabla 3.2.41 Sitios de muestreo de anfibios y reptiles en el área de estudio.....	115
Tabla 3.2.42 Esfuerzo de muestreo para anfibios y reptiles en el área de estudio.....	117
Tabla 3.2.43 Anfibios y reptiles registrados en el área de estudio.....	125
Tabla 3.2.44 Índices de diversidad de anfibios y reptiles en el área de estudio.....	129
Tabla 3.2.45 Anfibios y reptiles registrados en PM1.....	132
Tabla 3.2.46 Índices de diversidad de anfibios y reptiles en PM1.....	133
Tabla 3.2.47 Anfibios y reptiles registrados en PM2.....	134
Tabla 3.2.48 Índices de diversidad de anfibios y reptiles en PM2.....	135
Tabla 3.2.49 Anfibios y reptiles registrados en PM3.....	136
Tabla 3.2.50 Índices de diversidad de anfibios y reptiles en PM3.....	137
Tabla 3.2.51 Anfibios y reptiles registrados en puntos cualitativos.....	138
Tabla 3.2.52 Estado de conservación de anfibios y reptiles en el área de estudio.....	143
Tabla 3.2.53 Sitios de muestreo de insectos en el área de estudio.....	149
Tabla 3.2.54 Esfuerzo de muestreo cuantitativo de insectos en el área de estudio.....	150
Tabla 3.2.55 Esfuerzo de muestreo cualitativo de insectos en el área de estudio.....	150
Tabla 3.2.56 Índices de diversidad de Scarabaeidae en el área de estudio.....	156
Tabla 3.2.57 Abundancia de Scarabaeidae en PM1.....	159
Tabla 3.2.58 Índices de diversidad de Scarabaeidae en PM1.....	160
Tabla 3.2.59 Abundancia de Scarabaeidae en PM2.....	161
Tabla 3.2.60 Índices de diversidad de Scarabaeidae en PM2.....	162
Tabla 3.2.61 Abundancia de Scarabaeidae en PM3.....	163
Tabla 3.2.62 Índices de diversidad de Scarabaeidae en PM3.....	164
Tabla 3.2.63 Insectos registrados en el muestreo cualitativo.....	166
Tabla 3.2.64 Sitios de muestreo de peces en el área de estudio.....	173
Tabla 3.2.65 Esfuerzo de muestreo de peces en el área de estudio.....	176
Tabla 3.2.66 Índice de diversidad para peces en el área de estudio.....	184
Tabla 3.2.67 Riqueza de peces y número de individuos en sitios de muestreo.....	184
Tabla 3.2.68 Peces registrados en PMIC-1.....	186
Tabla 3.2.69 Peces registrados en PMIC-2.....	187
Tabla 3.2.70 Peces registrados en PMIC-3.....	188
Tabla 3.2.71 Peces registrados en PMIC-4.....	189
Tabla 3.2.72 Peces registrados en PMIC-5.....	190
Tabla 3.2.73 Peces registrados en PMIC-6.....	191
Tabla 3.2.74 Peces registrados en PMIC-7.....	192
Tabla 3.2.75 Peces registrados en PMIC-8.....	192

Tabla 3.2.76 Peces registrados en PMIC-9.....	193
Tabla 3.2.77 Peces registrados en PMIC-10.....	195
Tabla 3.2.78 Nicho trófico de los peces en el área de estudio .....	196
Tabla 3.2.79 Estado de conservación de los peces en el área de estudio .....	197
Tabla 3.2.80 Peces indicadores de hábitat en el área de estudio .....	198
Tabla 3.2.81 Sensibilidad de los peces en el área de estudio .....	199
Tabla 3.2.82 Uso de los peces en el sector .....	200
Tabla 3.2.83 Sitios de muestreo de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio .....	204
Tabla 3.2.84 Esfuerzo de muestreo de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio .....	207
Tabla 3.2.85 Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col (Roldán, 2003) .....	210
Tabla 3.2.86 Categorías de calificación, aguas naturales, clasificadas según Índice BMWP .....	211
Tabla 3.2.87 Sensibilidad de macroinvertebrados en la calidad de agua .....	212
Tabla 3.2.88 Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio .....	214
Tabla 3.2.89 Diversidad de macroinvertebrados acuáticos por sitio de muestreo .....	223
Tabla 3.2.90 Categorías tróficas de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio .....	228
Tabla 3.2.91 Índice BMWP/Col de los cuerpos de agua registrados en el área de estudio .....	228
Tabla 3.2.92 Especies indicadoras de macroinvertebrados acuáticos .....	230
Tabla 3.2.93 Sensibilidad macroinvertebrados acuáticos por punto de muestreo .....	231

## Índice de Figuras

Figura 3.2.1 Localización de facilidades del proyecto respecto cobertura boscosa .....	7
Figura 3.2.2 Riqueza de los principales taxones de flora en el área de estudio .....	20
Figura 3.2.3 Abundancia de familias de flora en el área de estudio .....	21
Figura 3.2.4 Curva de abundancia de las especies de flora en el área de estudio .....	22
Figura 3.2.5 Curva de acumulación de especies de flora en el área de estudio .....	25
Figura 3.2.6 Índice de Chao 1 de flora para el área de estudio .....	25
Figura 3.2.7 Similitud de sitios de muestreo cuantitativo de flora para el área de estudio .....	26
Figura 3.2.8 Riqueza de flora en el punto PM1 .....	27
Figura 3.2.9 Abundancia de familias en el punto PM1 .....	27
Figura 3.2.10 Curva de abundancia de las especies de flora en el punto PM1 .....	28
Figura 3.2.11 Riqueza de flora en el punto PM2 .....	30
Figura 3.2.12 Abundancia de familias de flora en el punto PM2 .....	30
Figura 3.2.13 Curva de abundancia de las especies de flora en el punto PM2 .....	31
Figura 3.2.14 Riqueza de flora en el punto PM3 .....	33
Figura 3.2.15 Abundancia de familias de flora en el punto PM3 .....	33
Figura 3.2.16 Curva de abundancia de las especies de flora en el punto PM3 .....	34
Figura 3.2.17 Riqueza de flora en el punto PM5 .....	36
Figura 3.2.18 Abundancia de familias de flora en el punto PM5 .....	36
Figura 3.2.19 Curva de abundancia de las especies de flora en el punto PM5 .....	37
Figura 3.2.20 Comparación de la riqueza de flora en estudios previos .....	46
Figura 3.2.21 Abundancia de murciélagos en el área de estudio .....	60
Figura 3.2.22 Curva de abundancia de murciélagos en el área de estudio .....	60
Figura 3.2.23 Curva de acumulación de murciélagos en el área de estudio .....	62
Figura 3.2.24 Estimador Chao 1 para murciélagos en el área de estudio .....	62
Figura 3.2.25 Porcentaje de similitud (Jaccard) entre los sitios de muestreo con redes de neblina .....	63
Figura 3.2.26 Abundancia de mamíferos en PM1 .....	64
Figura 3.2.27 Curva de abundancia-diversidad de mamíferos en PM1 .....	64
Figura 3.2.28 Abundancia de mamíferos en PM2 .....	65

Figura 3.2.29 Curva de abundancia-diversidad de mamíferos en PM2.....	65
Figura 3.2.30 Abundancia de mamíferos en PM3 .....	66
Figura 3.2.31 Curva de abundancia-diversidad de mamíferos en PM3.....	67
Figura 3.2.32 Porcentaje de similitud entre los sitios de muestreo cualitativo según Jaccard .....	69
Figura 3.2.33 Gremios alimenticios de mamíferos en el área de estudio .....	69
Figura 3.2.34 Patrones de sociabilidad de mamíferos en el área de estudio .....	71
Figura 3.2.35 Patrones de actividad o hábito de mamíferos en el área de estudio .....	71
Figura 3.2.36 Distribución vertical de mamíferos en el área de estudio .....	72
Figura 3.2.37 Sensibilidad de los mamíferos en el área de estudio.....	72
Figura 3.2.38 Comparación de la riqueza de mamíferos en estudios previos .....	74
Figura 3.2.39 Curva de abundancia de aves en el área de estudio .....	90
Figura 3.2.40 Curva de acumulación para aves en el área de estudio .....	91
Figura 3.2.41 Índice de similitud de Jaccard para sitios de muestreo cuantitativo de aves .....	92
Figura 3.2.42 Abundancia de aves en PM4 .....	94
Figura 3.2.43 Curva de abundancia de aves en PM4 MDC16 .....	94
Figura 3.2.44 Abundancia de aves en PM5 .....	96
Figura 3.2.45 Curva de abundancia de aves en PM5 .....	96
Figura 3.2.46 Abundancia de aves en PM7 .....	97
Figura 3.2.47 Curva de abundancia de aves en PM7 .....	98
Figura 3.2.48 Índice de similitud de Jaccard para sitios de muestreo cualitativo de aves .....	104
Figura 3.2.49 Gremios tróficos de las aves en el área de estudio.....	105
Figura 3.2.50 Patrón de actividad de las aves en el área de estudio .....	109
Figura 3.2.51 Distribución vertical de las aves en el área de estudio.....	109
Figura 3.2.52 Sensibilidad de las aves en el sitio de estudio .....	111
Figura 3.2.53 Comparación de la riqueza de aves con estudios previos .....	112
Figura 3.2.54 Riqueza taxonómica de anfibios y reptiles en el área de estudio .....	126
Figura 3.2.55 Familias de anfibios en el área de estudio .....	126
Figura 3.2.56 Familias de reptiles en el área de estudio .....	127
Figura 3.2.57 Abundancia de familias de anfibios y reptiles en el área de estudio .....	128
Figura 3.2.58 Curva de abundancia de anfibios y reptiles en el área de estudio .....	129
Figura 3.2.59 Curva de acumulación de anfibios y reptiles en el área de estudio .....	130
Figura 3.2.60 Índice de Chao1 para anfibios y reptiles en el área de estudio .....	131
Figura 3.2.61 Índice de similitud para anfibios y reptiles en el área de estudio .....	131
Figura 3.2.62 Curva de abundancia de anfibios y reptiles en PM1 .....	133
Figura 3.2.63 Curva de abundancia de anfibios y reptiles en PM2 .....	135
Figura 3.2.64 Curva de abundancia de anfibios y reptiles en PM3 .....	137
Figura 3.2.65 Índice de similitud para anfibios y reptiles en muestreos cualitativos .....	139
Figura 3.2.66 Preferencias alimenticias de anfibios y reptiles en el área de estudio .....	140
Figura 3.2.67 Modos reproductivos de anfibios y reptiles en el área de estudio.....	141
Figura 3.2.68 Actividad de los anfibios y reptiles en el área de estudio .....	142
Figura 3.2.69 Distribución vertical de anfibios y reptiles en el área de estudio .....	142
Figura 3.2.70 Comparación de riqueza de anfibios y reptiles con estudios previos .....	145
Figura 3.2.71 Riqueza de especies de Scarabaidae en el área de estudio .....	155
Figura 3.2.72 Curva de abundancia-diversidad de Scarabaidae en el área de estudio.....	156
Figura 3.2.73 Curva de acumulación de Scarabaeidae en el área de estudio .....	157
Figura 3.2.74 Estimador Chao 1 para insectos en el área de estudio .....	157
Figura 3.2.75 Similitud de Jaccard para tres sitios de muestreo cuantitativo de Scarabaeidae en el área de estudio.....	158
Figura 3.2.76 Scarabaeidae registrados en PM1 .....	159
Figura 3.2.77 Curva de abundancia de Scarabaeidae en PM1 .....	160
Figura 3.2.78 Scarabaeidae registrados en PM2 .....	161

Figura 3.2.79 Curva de abundancia de Scarabaeidae en PM2 .....	162
Figura 3.2.80 Scarabaeidae registrados en PM3 .....	163
Figura 3.2.81 Curva de abundancia de Scarabaeidae en PM3 .....	164
Figura 3.2.82 Índice de similitud de Jaccard para sitios de muestreo cualitativo de insectos ...	167
Figura 3.2.83 Nicho trófico de los insectos en el área de estudio .....	168
Figura 3.2.84 Patrones de actividad de los insectos en el área de estudio.....	169
Figura 3.2.85 Comparación de la riqueza de insectos con estudios previos.....	170
Figura 3.2.86 Principales taxones de peces en el área de estudio .....	182
Figura 3.2.87 Riqueza de peces en el área de estudio .....	183
Figura 3.2.88 Curva de abundancia de peces en el área de estudio .....	183
Figura 3.2.89 Curva de acumulación de peces para el área de estudio .....	185
Figura 3.2.90 Índice de Chao 1 para peces en el área de estudio .....	185
Figura 3.2.91 Índice de similitud de Jaccard para peces en el área de estudio.....	186
Figura 3.2.92 Curva de abundancia de peces en PMIC-2.....	188
Figura 3.2.93 Curva de abundancia de peces en PMIC-4.....	189
Figura 3.2.94 Curva de abundancia de peces en PMIC-5.....	190
Figura 3.2.95 Curva de abundancia de peces en PMIC-6.....	191
Figura 3.2.96 Curva de abundancia de peces en PMIC-8.....	193
Figura 3.2.97 Curva de abundancia de peces en PMIC-9.....	194
Figura 3.2.98 Curva de abundancia de peces en PMIC-10.....	195
Figura 3.2.99 Porcentaje del gremio trófico de peces en el área de estudio.....	196
Figura 3.2.100 Comparación de la riqueza de peces con estudios previos.....	201
Figura 3.2.101 Macroinvertebrados registrados en el área de estudio .....	213
Figura 3.2.102 Curva de abundancia de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio...213	
Figura 3.2.103 Curva de acumulación de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio	215
Figura 3.2.104 Índice de Chao1 para macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio .....	215
Figura 3.2.105 Clúster de sitios de muestreo de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio .....	216
Figura 3.2.106 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-1 .....	216
Figura 3.2.107 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-1 .....	217
Figura 3.2.108 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-2.....	217
Figura 3.2.109 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-2.....	218
Figura 3.2.110 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-3.....	218
Figura 3.2.111 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-3.....	219
Figura 3.2.112 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-4.....	219
Figura 3.2.113 Curva de abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-4 .....	220
Figura 3.2.114 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-5.....	220
Figura 3.2.115 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-6.....	221
Figura 3.2.116 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-6.....	222
Figura 3.2.117 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-7.....	222
Figura 3.2.118 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-7.....	223
Figura 3.2.119 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-8.....	224
Figura 3.2.120 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-8.....	224
Figura 3.2.121 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-9.....	225
Figura 3.2.122 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-9.....	225
Figura 3.2.123 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-10.....	226
Figura 3.2.124 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-10.....	226
Figura 3.2.125 Comparación de riqueza de macroinvertebrados acuáticos con estudios previos .....	232

## **Índice de Anexos**

### **Anexo 2\_Capítulo 3**

#### **Anexo 2.2 Línea base biótica**

Anexo 2.2.1 Tablas de resultados bióticos.

Anexo 2.2.2 Autorización de investigación.

Anexo 2.2.3 Permiso de movilización.

Anexo 2.2.4 Anexo fotográfico biótico.

Anexo 2.2.5 Copia de publicaciones.

## **3.2 Componente Biótico**

### **3.2.1 Introducción**

La amazonía es considerada como una de las áreas de mayor diversidad biológica; sin embargo, toda esta alta diversidad no se encuentra homogéneamente distribuida. Estudios indican la existencia de una marcada concentración de especies en la parte oeste de la cuenca amazónica (Tuomisto et al. 1995); este hecho se debe probablemente a la historia geológica de la región (Gentry 1986).

El bosque húmedo tropical en la región amazónica, presenta una alta biodiversidad que se ve reflejada en un rango de 200 a 300 especies de árboles por hectárea (Ron et al., 2019), junto con una importante diversidad de especies de animales silvestres que consisten en 210 mamíferos (Brito et al., 2018), 700 aves (Freile y Poveda, 2019), 154 reptiles (Torrez-Carvajal et al., 2020), 182 anfibios (Ron et al., 2019) y 948 peces para la región amazónica (Barriga, 2012).

En los bosques amazónicos, los invertebrados constituyen uno de los grupos más comunes de fauna; estos viven en el follaje, troncos podridos, frutos, semillas, inflorescencias, etc. Los invertebrados intervienen en importantes procesos ecológicos, como polinización, descomposición de materia orgánica, reciclaje de nutrientes, dispersión de polen, control de las poblaciones de otros organismos, etc.; esta situación es producto de un complejo proceso de evolución desarrollado a lo largo de cientos de miles de años dentro de los bosques. Por ejemplo, insectos considerados como bioindicadores (escarabajos peloteros) tienen un rol importante para muchos vertebrados en los bosques de las planicies de la amazonía (bosques siempre verdes), ya que proporcionan alimento y por otro lado están asociados a interacciones complejas para el mantenimiento de determinadas especies de plantas (Carvajal et al., 2011).

La colonización iniciada hace al menos medio siglo atrás ha incidido significativamente en el cambio de uso del suelo con el propósito de lograr la posesión de la tierra, y como consecuencia inmediata, la ocupación de extensas zonas para ser utilizadas con fines agrícolas y ganaderos, además de la ocupación de territorio para centros poblados e infraestructura que ha ocasionado el fenómeno conocido como antropización; por lo cual, la alta fragilidad de los ecosistemas y la crisis ecológica por la cual atraviesa de manera general la región amazónica ecuatoriana obliga a la reflexión sobre la necesidad de incorporar una dimensión ambiental en las diferentes actividades civiles, industriales y de desarrollo de infraestructura.

### **3.2.2 Objetivo general**

Determinar los principales atributos de biodiversidad en un hábitat heterogéneo sobre los que se identifiquen posibles y/o potenciales impactos por la implantación y operación de tres plataformas nuevas, ampliación en una plataforma existente y adición de actividades para otra plataforma en operación.

#### **3.2.2.1 Objetivos específicos**

- Generar un inventario de especies de flora y fauna provenientes de observaciones cuantitativas y cualitativas sobre el área de estudio donde se identifiquen posibles impactos ambientales por la implantación y/o ampliación de facilidades, así como por la adición de actividades sobre otra facilidad en operación.
- Determinar la riqueza y composición de plantas y animales silvestres por observaciones cuantitativas y cualitativas en el área de influencia previo al desarrollo del proyecto.

- Determinar el estado de conservación de las especies de plantas y animales silvestres, así como de los hábitats estudiados que permitan la definición de áreas sensibles o de importancia para la biodiversidad.
- Describir los principales aspectos ecológicos de las plantas y animales silvestres en hábitats asociados directa o indirectamente a las facilidades del proyecto que permitan inferencias sobre las condiciones previas al proyecto.
- Identificar diferencias o semejanzas con estudios previos realizados en el área del proyecto, específicamente de la información histórica más reciente de línea base y de monitoreos relacionados al área de ocupación de las facilidades existentes del proyecto.

### 3.2.3 Área de estudio

El proyecto se ubica en la provincia de Orellana, cantón Joya de los Sachas, parroquia Unión Milagreña, en un rango altitudinal de 250 a 270 msnm. Los muestreos de línea base se establecieron en las inmediaciones y zonas colindantes a las áreas de facilidades existentes del proyecto (plataformas MDC16 y MDC3), donde se prevé efectuar una ampliación y/o adicionar actividades; así como, de las áreas definidas para la implantación de nuevas facilidades (plataforma MDC60 y DDV, plataforma MDC80 y plataforma MDC70 y DDV).

Biogeográficamente el área de estudio se asienta en el piso zoogeográfico Tropical Oriental (Albuja et al, 2012). Este piso abarca la región del Ecuador conocida como Oriente o Amazonía, ubicado al este de la cordillera Real, pertenece al dominio amazónico que incluye la provincia amazónica (Cabrera y Willink 1989). De acuerdo al sistema de clasificación de zonas de vida, el área de estudio corresponde a la zona de vida de bosque húmedo tropical.

De acuerdo con el Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental (MAE, 2013), el área específica del proyecto se encuentran en un solo ecosistema denominado Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá; sin embargo, en base a observaciones en el área, así como por la información generada en campo, se establece que el ecosistema presente en el área del proyecto tiene una correspondencia con el Bosque siempreverde de tierras bajas del Napo-Curaray, y en una pequeña proporción con Bosque inundado de palmas de la llanura aluvial de la Amazonía, este último identificado en el área del DDV de la plataforma MDC70.

Desde un análisis general, el bosque siempreverde de tierras bajas está catalogado entre los más diversos en términos de flora y fauna en el mundo (MAE, 2013), pero de igual forma es uno de los que han recibido una gran transformación debido al avance de las actividades agropecuarias y explotación forestal, sobre todo en zonas cercanas a vías y zonas pobladas.

Los cuerpos de agua registrados se hallaron en bosque secundario, pastizal y cultivo, además de zonas de bosques de riberas y rastrojos, en los que la intervención humana ha sido de moderada a significativa. La intervención ha sido causada principalmente por el reemplazo de bosques naturales por pastizales para la producción ganadera y cultivos.

En el caso particular de los cuerpos de agua del área del proyecto, se ubican en la Zona Ictiohidrográfica Napo-Pastaza (NP), que es a la que pertenecen los cuerpos de agua muestreados, donde se registra un total de 680 especies (Barriga, 2012).

El presente estudio fue realizado en el mes de diciembre de 2019.

### 3.2.3.1 Ecosistemas presentes

De acuerdo a la clasificación ecológica para vegetación, Cañadas en el Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador, ubica al sector dentro de la Zona de Vida bosque húmedo Tropical (b.h.T), cuya precipitación medio anual es entre 2000 y 4000 mm. “Los meses menos húmedos varían de acuerdo a influencias locales, sin embargo, existe una tendencia a que el periodo menos lluvioso que se presenta entre finales y principios de año. Como las lluvias exceden a la evotranspiración potencial, el régimen es húmedo” (Cañadas, 1983).

El Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental, como base de la clasificación de las unidades vegetales, incluye el área de estudio en la formación: Bosque siempreverde de tierras bajas (Palacios; citado en Sierra Ed., 1999).

Como ya se ha expuesto anteriormente, la correspondencia de las formaciones vegetales, del Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental descrita por el Ministerio del Ambiente (2013), ubica al área de estudio dentro del ecosistema Bosque siempreverde de tierras bajas del Napo-Curaray y Bosque inundado de palmas de la llanura aluvial de la Amazonía, los cuales se describen a continuación:

#### 3.2.3.1.1 Bosque siempreverde de tierras bajas del Napo-Curaray (BsTa02)

Los bosques de esta zona son altamente diversos, se emplazan sobre un relieve irregular constituido de bajas colinas, que cubre gran parte de la llanura amazónica no inundable de la cuenca del río Napo. “Los bosques son principalmente siempreverdes muy altos y densos con un dosel de 30-35 m de altura con árboles emergentes de hasta 45-50 m” (Pitman 2000; Valencia et al. 2004), citado por MAE, 2013, p 179).

En el área de estudio, esta formación se presenta en forma de remanentes boscosos aislados, debido a la colonización de la Amazonía que ha priorizado el uso de áreas bien drenadas para la transformación de la vegetación boscosa en antrópica (agricultura, ganadería y actividades extractivas). Las pocas áreas de bosque que se encuentran, como manchones de vegetación en fincas, zonas comunitarias, margen de esteros o en zonas proclives a inundación, principalmente en época de mayores lluvias. La explotación forestal y extracción de especies maderables también es una de las actividades que han contribuido a la transformación de la cobertura vegetal del área.

#### 3.2.3.1.2 Bosque inundado de palmas de la llanura aluvial de la Amazonía (BsTa10)

Esta formación se conoce como “moretal”, la vegetación domina aquellas áreas planas, inundables, mal drenadas, cercanas a cuerpos de agua. “Ecosistema conformado por bosques permanentemente inundados; las especies que conforman el ecosistema están adaptadas a los terrenos hidromórficos inundables de planicies ligeramente depresionadas y pantanosas que ocupan grandes extensiones especialmente en la parte central del norte de la Amazonía ecuatoriana donde la palma *Mauritia flexuosa* es la especie dominante o en algunos casos conforma rodales monoespecíficos” (Rangel, Lowy, & Aguilar, 1997; citado por MAE, 2013, p 172).

Este tipo de formación se identificó en zonas de depresiones, adyacentes a cursos hídricos, en el sector se presentan en pequeños remanentes dominados por palmas (morete) y algunas especies arbóreas características de uso maderable; así también, debido a la intervención antrópica hoy están cubiertos con vegetación herbácea. De manera particular, esta formación se observó en el área del DDV de la plataforma MDC70.

### 3.2.3.2 Cobertura vegetal

El área definida para la implantación de facilidades prevé la ocupación de espacios intervenidos, sobre lo cual se identifica que la cobertura boscosa —en relación a la huella del proyecto— es escasa de acuerdo a información disponible en el mapa de cobertura y uso de la tierra (MAE, 2018); de esta manera, se establece que la ocupación de las facilidades sobre áreas con cobertura boscosa es de 5,22%, y del 94,78% sobre tierra agropecuaria. Tabla 3.2.1 se incluye el análisis de cobertura boscosa sobre el área proyectada para el emplazamiento de las facilidades del proyecto.

**Tabla 3.2.1 Cobertura y uso del suelo en áreas definidas para la implantación de facilidades del proyecto**

Facilidad <sup>a</sup>	Superficie (hectáreas)			
	Infraestructura construida	Infraestructura nueva	Bosque <sup>c</sup> nativo	Tierra <sup>d</sup> Agropecuaria
Plataforma MDC60	-	2,90 ha	-	2,90
DDV Plataforma MDC60	-	3,91 ha	0,84	3,07
Plataforma MDC16 (ampliación)	-	0,68 ha	-	0,68
Plataforma MDC80	-	2,90 ha	-	2,90
Plataforma MDC3 <sup>b</sup>	1,30	-	-	-
Plataforma MDC70	-	2,90 ha	-	2,90
DDV Plataforma MDC70	-	2,64 ha	-	2,64
<b>Total</b>	<b>1,30</b>	<b>15,93 ha</b>	<b>0,84 ha</b>	<b>15,09 ha</b>

<sup>a</sup> Algunas facilidades nuevas engloban a plataformas y DDV.  
<sup>b</sup> Infraestructura existente para actividades adicionales, no considerada en la intervención del suelo  
<sup>c,d</sup> Información mapa de cobertura y uso de la tierra (MAE, 2018)

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Tomando en cuenta la estructura, especies indicadoras y fisonomía de la flora, se identifica los siguientes tipos de vegetación en el área del proyecto y sus alrededores: Bosque secundario, Pantano de moretal, Pastizales y Cultivos.

#### 3.2.3.2.1 Bosque secundario

Este tipo de formación agrupa a bosques secundarios con un alto nivel de intervención, ya sea natural o provocada por extracción de madera, agricultura. En la mayoría de los casos la vegetación arbórea ha sido modificada o removida totalmente y se presentan árboles dispersos; la vegetación actual de estos bosques está caracterizada por la presencia de especies arbóreas pioneras de crecimiento rápido y en ciertos casos están dominados por la presencia de árboles conocidos como guarumos *Cecropia sciadophylla*, *Cecropia* sp., entre otras. Las especies más frecuentes de esta formación son: *Cordia alliodora* (laurel), *Tabebuia chrysantha* (guayacán), *Ficus* spp. (matapalo), *Jacaranda copaia* (jacarandá), *Iriartea deltoidea* (pambil), *Ochroma pyramidale* (balsa), *Heliocarpus americanus*, *Inga edulis* (guabo), *Vismia baccifera*, *Oenocarpus bataua*, *Pourouma cecropiifolia* (uva), *Acacia* sp., *Acalypha diversifolia*, *Vernonanthura patens* (chilca), *Urera baccifera*, *Tesaria integrifolia*, entre otras especies.

Este tipo de formación es muy frecuente en el área del proyecto debido a los procesos de intervención, son muy fáciles de distinguir debido a la predominancia de ciertas especies pioneras y con alto poder de regeneración como guarumos, balsas, palmas y otras especies. Ecológicamente presentan una muy baja diversidad y abundancia por lo que su importancia es menor, aunque con el tiempo podrían regenerarse y convertirse en sitios de provisión de alimento y refugio para ciertos elementos de fauna como aves y mamíferos pequeños.

#### **3.2.3.2.2 Pantano de moretal**

Esta formación es conocida localmente como “mortal”. Ocupa extensiones planas, mal drenadas y por lo tanto, pantanosas o inundables la mayor parte del año. El elemento más conspicuo de estas formaciones es principalmente la palma conocida como “morete” *Mauritia flexuosa* (Arecaceae), asociada a *Euterpe precatoria*, *Virola surinamensis*. En el área del proyecto se registra en un pequeño sector en el DDV de la plataforma MDC70.

#### **3.2.3.2.3 Pastizales**

Este tipo de formación presenta una mezcla de especies tanto herbáceas como de arbustos cultivados o silvestres, entre las especies más comunes de pastos se encuentran: *Panicum maximum* (saboya), *Brachiaria decumbens* (paso dalis), *Paspalum bicornis*; *Pennisetum purpureum* (paso elefante), *Panicum maximum* (paso saboya), *Paspalum virgatum* (paso micay). Este tipo de vegetación es dominante en el área del proyecto.

#### **3.2.3.2.4 Cultivos**

De manera general, las principales áreas de cultivos se encuentran de manera contigua a las facilidades del proyecto y en muchos casos ocupando grandes extensiones de terreno. En estos sitios se ha realizado la remoción de la cubierta vegetal y su sustitución por cultivos de valor comercial. Las especies vegetales de importancia cultivadas en la zona son: *Coffea arabica* (café), *Elais guianensis* (palma africana), *Theobroma cacao* (cacao), *Musa cf. x paradisiaca* (plátano), *Zea mays* (maíz), *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), *Carica papaya* (papaya), *Colocasia esculenta* (malanga).

### **3.2.3.3 Caracterización de los sitios de muestreo**

#### **3.2.3.3.1 PM1 – Plataforma MDC60**

Se encuentra en un pequeño remanente de bosque secundario, por el cual cruza un estero, aquí se presentan pequeñas zonas inundables. Es una zona con evidentes signos de intervención, debido a actividades como la ganadería (pastizales) y agricultura (cultivo de palma y cacao), sin embargo aún existen remanentes o parches de vegetación boscosa que presentan buenas condiciones para albergar a las especies silvestres.

#### **3.2.3.3.2 PM2 – DDV MDC60**

En este punto, la vegetación nativa es más prominente y frondosa a excepción del área de influencia directa por la vía, en donde se puede observar cultivos de cacao, café, cultivos de subsistencia y algunas viviendas.

#### **3.2.3.3.3 PM3 – Sureste MDC16**

Esta es un área que presenta un mayor grado de humedad en el suelo en comparación con los demás sitios muestreados, es decir, es un sitio pantanoso. La cobertura vegetal está dominada netamente por árboles grandes y poca vegetación arbustiva. Aunque el lugar presenta buenas condiciones, en la periferia se puede observar ciertos impactos como cultivos de cacao, café y cultivos de subsistencia.

#### **3.2.3.3.4 PM4 – Plataforma MDC16**

El área presenta condiciones de intervención, especialmente a los alrededores de la plataforma MDC16. Estos impactos incluyen el tránsito permanente por las vías, y actividades de ganadería

y agricultura. Sin embargo, la presencia de unos pocos remanentes de vegetación nativa puede presentar condiciones favorables para las especies animales.

#### **3.2.3.3.5 PM5 – Plataforma MDC80**

Las actividades de agricultura son dominantes en este punto, como el caso de la plataforma MDC80, la cual se ubica en su totalidad sobre un cultivo de palma africana. Además, la vegetación nativa se reduce a pequeños parches aislados y “cercas vivas” que se conectan entre sí.

#### **3.2.3.3.6 PM6 – Plataforma MDC3**

Este punto es totalmente intervenido, el cual es utilizado para el pastoreo de ganado. Además son evidentes diferentes signos de intervención antrópica en el DDV de la plataforma.

#### **3.2.3.3.7 PM7 – Plataforma MDC70 y DDV**

La vegetación nativa esta reducida a pequeños parches debido a la presión por actividades como la siembra de palma, café, cacao, maíz, además de grandes extensiones de pastizales para la ganadería, a todo esto se suma la presión antrópica por parte de la comunidad “10 de Agosto” y sus actividades cotidianas. En esta área se aprecia la presencia de una pequeña área de pantano de moretal.

### **3.2.4 Selección de sitios de muestreo**

La selección de los sitios de muestreo partió del análisis de la huella del proyecto, así 15,93 hectáreas serán destinadas a la implantación de nuevas facilidades localizadas en diferentes sitios de una extensa zona fuertemente influenciada por la actividad humana; por lo cual, remanentes de bosque natural —correspondientes a un solo ecosistema: Bosque siempreverde de tierras bajas del Napo-Curaray— se encuentran fragmentados y en algunos casos formando pequeñas islas dispersas dentro de un amplio mosaico agropecuario; mientras que, otras 1,30 hectáreas corresponden a la plataforma MDC3 existente, donde se incorporarán únicamente actividades adicionales para el proyecto, sin intervención al suelo (ver Tabla 3.2.1).

Con la intención de identificar sitios que mejor reflejen los hábitats locales, la selección de los sitios de muestreo se estableció seleccionando zonas boscosas mejor conservadas disponibles en el área del proyecto y fuera de ésta, donde se esperó una mayor variabilidad florística y para los diferentes grupos de especies de animales silvestres. Otros sitios de muestreo se intercalaron en zonas con vegetación de origen antrópico asociadas al área del proyecto para recabar información complementaria a la obtenida en sitios mejor conservados, asociados igualmente al área del proyecto, con la intención de abarcar la representatividad de toda el área objeto de estudio matizada por un hábitat heterogéneo. Adicionalmente, se verificó áreas destinadas al muestreo del estudio principal de Reevaluación MDC (2017) para evitar sobreposición de sitios ya evaluados previamente, sobre todo en áreas colindantes a las facilidades existentes, de tal manera que los sitios de muestreo se ajusten a nuevas áreas que aporten al esquema de monitoreo futuro.

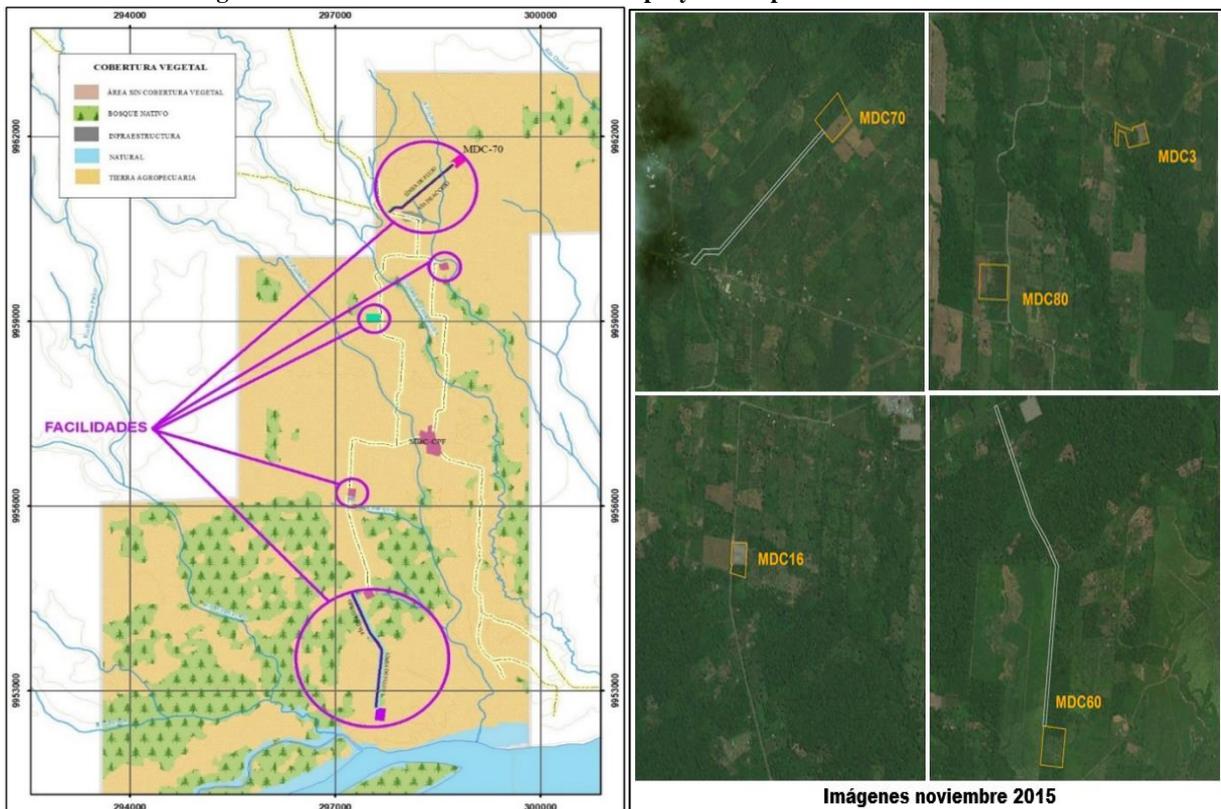
El análisis de sitios con cobertura vegetal se apoyó en una revisión de imágenes satelitales de los últimos cuatro años y disponibles en Google Earth Pro (© 2019 Google LLC), mapas temáticos de ecosistemas (MAE, 2013) y de cobertura y uso del suelo (MAE, 2018), donde además se incluyó una visita al área del proyecto de manera previa al levantamiento de información, para determinar accesibilidad y condiciones generales de los sitios de muestreo; así, se definió sitios de muestreo cuantitativo en zonas de bosque secundario, cercanas a las áreas consideradas para la implantación de facilidades nuevas del proyecto. Otros sitios de muestreo cualitativo correspondieron a zonas de pastizales, cultivos o con escasa vegetación nativa asociados de

manera directa a las áreas del proyecto, con las cuales se complementaron las observaciones de flora y fauna.

Por otra parte, el recurso de agua dulce es ampliamente distribuido en el área del proyecto; este recurso es aprovechado para el desarrollo de las actividades humanas y poblados en la zona; en este escenario, la determinación de los puntos de muestreo para fauna acuática (peces e macroinvertebrados acuáticos) se fundamentó en la caracterización de los principales afluentes en el área de estudio definida para el proyecto, para así obtener información ecológica de calidad de agua, especies presentes, uso del recurso, etc.

Finalmente, la extensión de la cobertura del bosque natural disponible y área total del proyecto de 17,23 hectáreas (Figura 3.2.1), se localiza principalmente en zonas de cultivos o con escasa vegetación nativa, lo que limitó la aplicación de metodologías para el estudio de la flora y fauna comúnmente usadas en bosques tropicales amazónicos (por ejemplo: parcelas de 50x50 m y transectos de 1 km para observación animales silvestres); por lo cual, algunas metodologías fueron acopladas a las condiciones de los hábitats disponibles en el área de estudio definida para el proyecto, considerando además que estas modificaciones permitan incluirse al esquema de monitoreo establecido para todas las facilidades asociadas que cuentan con permisos ambientales, sobre el cual se realiza el presente estudio complementario.

**Figura 3.2.1 Localización de facilidades del proyecto respecto cobertura boscosa**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.5 Limitaciones para el estudio

Desde el punto de vista general, las condiciones de intervención sobre el área objeto de interés —dado por las facilidades del proyecto y su área de influencia— presentaron limitaciones para la selección de todas las técnicas de estudio sobre el componente biótico; así, la presencia de unos pocos remanentes de bosque nativo dominados por especies pioneras limitó la capacidad de movilización al interior de los remanentes de vegetación; a lo que se sumó la presencia de zonas

anegadas por el mal drenaje de agua, cuya causa fue atribuida a las modificaciones antrópicas al entorno para el desarrollo de cultivos, como de las mismas condiciones del terreno.

Estas condiciones presentes en varios sitios de muestreo focalizaron el estudio hacia el estrato arbóreo y la limitación en la colocación de trampas para el estudio de mamíferos terrestres, donde también se apreció que las condiciones de hábitat fueron poco sugestivas para la captura de este tipo de especies mediante el empleo de esta técnica. Asimismo, estas condiciones de hábitat parecieron incidir en la presencia de aves de sotobosque; ya que, en las zonas al interior del bosque nativo, donde se ubicaron las de redes de neblina, la tasa de captura de este tipo de especies fue muy baja. Adicionalmente, la presencia de un hábitat heterogéneo en la configuración del área de influencia del proyecto —dado por las fuertes modificaciones en la cobertura vegetal nativa, presencia de amplios cultivos y pastizales— incidió en que exista un mayor número de muestreos cualitativos respecto a muestreos cuantitativos, porque este último se direccionó a unos pocos remanentes de bosque mejor conservados disponibles en el área de influencia del proyecto, sobre los que razonablemente se pueden determinar impactos por el desarrollo del proyecto.

Otras limitaciones de orden social también incidieron en el desarrollo del estudio, principalmente por aspectos de tenencia de la tierra, pues propiedades comunales de agrupaciones indígenas y de colonos, tanto en proceso de consolidación (precooperativas) y otras ya establecidas, ejercieron un complejo proceso de coordinación para el acceso a ciertos sitios de muestreo que requirieron ajustar tiempos específicos para la toma de datos, lo que se sumó a que algunos recorridos a pie consideren un esfuerzo adicional para el acceso a varios sitios de estudio.

Finalmente, la presencia de momentos fuerte lluvias que son típicas en la región amazónica, de una u otra forma pudieron incidir en la determinación de registros de algunas especies en el área y en el momento en que se realizó el levantamiento de información de línea base.

### 3.2.6 Flora

Para el levantamiento de información y caracterización de los principales tipos de vegetación y ecosistemas relacionados a las áreas de las plataformas y derecho de vía, se aplicó metodologías que suministren información representativa de la riqueza y abundancia de especies como de la estructura de la vegetación (Villareal et al., 2006).

Cabe indicar que las especies representativas son aquellas que por sus características, endemismo, distribución, abundancia, dispersión, ecología, sensibilidad a elementos contaminantes, éxito reproductivo, entre otras, pueden ser consideradas como indicadoras del estatus de conservación de un ecosistema o condiciones ambientales que resultan difíciles de medir directamente (Caro y O Doherty, 1999; Fleishman et al., 2001).

Para la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas evaluados durante la fase de campo se consideró la identificación de especies indicadoras que permitan inferir cambios importantes en la estructura y composición de las formaciones vegetales, estas pueden ser clasificadas también por su uso (Ej: maderables) o su rol ecológico en el ecosistema, por lo que pueden indicar cambios ambientales o cambios en la salud ecológica (Caro y O Doherty, 1999). Algunas especies indicadoras de cambios ambientales están altamente relacionadas con condiciones ambientales particulares (Patton, 1987).

La identificación de indicadores de flora y vegetación es requerida para conocer la salud de los bosques, la ausencia de estas especies podría indicar que se han producido cambios en la estructura de estos ecosistemas (Gentry, 1990).

#### 3.2.6.1 Metodología

El levantamiento de la información florística consistió en el análisis de la estructura y composición de la vegetación, mediante muestreos cuantitativos y cualitativos, con la finalidad de identificar las distintas formaciones vegetales y tipos de vegetación que se encuentran dentro del área propuesta para las actividades de ampliación y construcción de facilidades del proyecto.

Con los datos obtenidos en los muestreos cuantitativos se realizó el análisis de diversidad y composición florística, incluyendo la evaluación del estado de conservación de los hábitats boscosos presentes en el área de estudio, así como estatus de amenaza de las especies. Para el muestreo cuantitativo se estableció un set de cinco transectos temporales de 50 x 4 m (1.000 m<sup>2</sup> o 0,1 ha), en áreas de vegetación representativas cercanas al área de las facilidades. Estos muestreos fueron complementados con observaciones cualitativas en áreas definidas para la implantación de las facilidades nuevas del proyecto, así como de aquellas facilidades donde se incorporarán actividades adicionales a las ya existentes.

##### 3.2.6.1.1 Sitios de muestreo

En la Tabla 3.2.2 se presentan datos sobre los sitios de muestreo cuantitativo y cualitativo de flora, donde se incluye la ubicación geográfica, sitio, coordenadas, código, tipo de vegetación y tipo de muestreo.

**Tabla 3.2.2 Sitios de muestreo de flora en el área de estudio**

Sitios de muestreo	Fecha	Condición área	Código	COORDENADAS UTM WGS84-18S		Técnica	Dimensión/área <sup>a</sup>	Tipo de vegetación
				X	Y			
MDC60	03/Dic	Bosque/vegetación nativa	PM1-Transecto1-I	297701	9952737	Cuantitativo Transectos 50X4 m	200 m <sup>2</sup>	Bosque siempre verde de tierras bajas del Napo-Curaray
			PM1-Transecto1-F	297651	9952735		200 m <sup>2</sup>	
			PM1-Transecto2-I	297710	9952747		200 m <sup>2</sup>	
			PM1-Transecto2-F	297662	9952761		200 m <sup>2</sup>	
			PM1-Transecto3-I	297708	9952767		200 m <sup>2</sup>	
			PM1-Transecto3-F	297661	9952784		200 m <sup>2</sup>	
			PM1-Transecto4-I	297709	9952826		200 m <sup>2</sup>	
			PM1-Transecto4-F	297665	9952802		200 m <sup>2</sup>	
			PM1-Transecto5-I	297707	9952832		200 m <sup>2</sup>	
			PM1-Transecto5-F	297702	9952882		200 m <sup>2</sup>	
	03/Dic	Plataforma	PM1-Recorrido1-I	297643	9952704	Muestreo oportunist	100 m	
			PM1-Recorrido1-F	297742	9952720		100 m	
			PM1-Recorrido2-I	297602	9952552		100 m	
			PM1-Recorrido2-F	297701	9952542		100 m	
DDV MC60	05/Dic	Bosque/vegetación nativa	PM2-Transecto1-I	297289	9954242	Cuantitativo Transectos 50X4 m	200 m <sup>2</sup>	
			PM2-Transecto1-F	297239	9954234		200 m <sup>2</sup>	
			PM2-Transecto2-I	297290	9954219		200 m <sup>2</sup>	
			PM2-Transecto2-F	297242	9954205		200 m <sup>2</sup>	
			PM2-Transecto3-I	297245	9954189		200 m <sup>2</sup>	
			PM2-Transecto3-F	297201	9954165		200 m <sup>2</sup>	
			PM2-Transecto4-I	297237	9954148		200 m <sup>2</sup>	
			PM2-Transecto4-F	297192	9954127		200 m <sup>2</sup>	
			PM2-Transecto5-I	297218	9954114		200 m <sup>2</sup>	

Sitios de muestreo	Fecha	Condición área	Código	COORDENADAS UTM WGS84-18S		Técnica	Dimensión/área <sup>a</sup>	Tipo de vegetación
				X	Y			
	04,05/Dic	DDV	PM2-Recorrido1-I	297681	9953627	Muestreo oportunist	300 m	
PM2-Recorrido1-F			297649	9953328				
PM2-Recorrido2-I			297393	9954231				
PM2-Recorrido2-F			297507	9953954	300 m			
Sureste MDC16	06/Dic	Bosque/vegetación nativa	PM3-Transecto1-I	297810	9955944	Cuantitativo Transectos 50X4 m	200 m <sup>2</sup>	
			PM3-Transecto1-F	297778	9955905		200 m <sup>2</sup>	
			PM3-Transecto2-I	297762	9955894		200 m <sup>2</sup>	
			PM3-Transecto2-F	297750	9955845		200 m <sup>2</sup>	
			PM3-Transecto3-I	297746	9955838		200 m <sup>2</sup>	
			PM3-Transecto3-F	297715	9955798		200 m <sup>2</sup>	
			PM3-Transecto4-I	297736	9955795		200 m <sup>2</sup>	
			PM3-Transecto4-F	297695	9955766		200 m <sup>2</sup>	
			PM3-Transecto5-I	297702	9955811		200 m <sup>2</sup>	
MDC16	06/Dic	Plataforma	PM4-Recorrido1-I	297290	9956144	Muestreo oportunist	100 m	
			PM4-Recorrido1-F	297190	9956143			
MDC80	07/Dic	Bosque/vegetación nativa	PM5-Transecto1-I	297390	9959243	Cuantitativo Transectos 50X4 m	200 m <sup>2</sup>	
			PM5-Transecto1-F	297343	9959260		200 m <sup>2</sup>	
			PM5-Transecto2-I	297331	9959264		200 m <sup>2</sup>	
			PM5-Transecto2-F	297287	9959289		200 m <sup>2</sup>	
			PM5-Transecto3-I	297281	9959256		200 m <sup>2</sup>	
			PM5-Transecto3-F	297279	9959306		200 m <sup>2</sup>	
			PM5-Transecto4-I	297243	9959278		200 m <sup>2</sup>	

Sitios de muestreo	Fecha	Condición área	Código	COORDENADAS UTM WGS84-18S		Técnica	Dimensión/área <sup>a</sup>	Tipo de vegetación
				X	Y			
	06/Dic	Plataforma	PM5-Transecto4-F	297273	9959319	Muestreo oportunisto	200 m <sup>2</sup>	
			PM5-Transecto5-I	297226	9959270			
			PM5-Transecto5-F	297242	9959318			
			PM5-Recorrido1-I	297645	9959091		100 m	
			PM5-Recorrido1-F	297642	9958989			
MDC3	07/Dic	Plataforma	PM6-Recorrido1-I	298474	9959841	Muestreo oportunisto	100 m	
			PM6-Recorrido1-F	298466	9959941			
MDC70	09/Dic	Plataforma	PM7-Recorrido1-I	298809	9961673	Muestreo oportunisto	100 m	Bosque siempre verde de tierras bajas del Napo-Curaray  Bosque inundado de palmas de la llanura aluvial de la Amazonía
			PM7-Recorrido1-F	298717	9961633			
	10/Dic	DDV	PM7-Recorrido2-I	298610	9961445		300 m	
			PM7-Recorrido2-F	298420	9961213			

<sup>a</sup> Corresponde a una referencia cartográfica lineal basada en las coordenadas tomadas con un navegador GPS en campo para aproximar la trayectoria y/o ubicación de los muestreos realizados; en algunos casos, los recorridos de observación se limitaron a la vegetación nativa disponible al interior de las áreas designadas a las facilidades del proyecto, la cual fue escasa, dispersa y rodeada de pastos o monocultivos

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.6.1.2 Muestreo cuantitativo

#### **Transectos**

En el Ecuador se han realizado varios estudios en diferentes zonas del Ecuador y en otros países del mundo utilizando metodología de parcelas y transectos (Gentry, 1988). Para determinar la estructura, composición y diversidad del bosque a nivel de especies del estrato arbustivo, se estableció un set de cinco transectos temporales de 50 x 4 m, equivalentes a 1000 m<sup>2</sup> o 0,1 ha de acuerdo a los métodos de estudio realizados por Cerón (2002, 2003 y 2005). De acuerdo a Neill (1998), la superficie evaluada a través de esta metodología permite realizar el análisis de la composición florística y de la estructura del bosque para fines de caracterización del medio ambiente.

En los puntos de muestreo donde se establecieron los transectos de 50 m x 4 m (1000 m<sup>2</sup> equivalente a 0,1 ha), se midieron y registraron todos los árboles vivos; este acople metodológico a la forma de los transectos convencionales de 50 x 2 m, se efectuó debido a que en varias áreas contiguas a las facilidades fue escasa la vegetación boscosa, con pequeños remanentes para el establecimiento de transectos convencionales. Estas condiciones principalmente fueron presentes en alrededores de la plataforma MDC60 (PM1) y MDC80 (PM4); por lo tanto, para propósitos de estandarización se consideró un mismo tamaño de unidad muestral sobre otras zonas con remanentes de bosque más grandes, presentes en los puntos de muestreo DDV MDC60 (PM2) y sureste MDC16 (PM3).

Por otra parte, es importante precisar que la focalización en el levantamiento de información se centró en el estrato arbóreo ya que los remanentes de bosque corresponden a formaciones boscosas fuertemente intervenidas por la completa eliminación del bosque nativo o porque el proceso de intervención es tan marcado que la estructura general de estos remanentes de bosque están dominados por especies provenientes de la regeneración natural, donde las especies del estrato herbáceo predominantemente corresponden a vegetación de la sucesión natural; bajo esta consideración, el estrato arbóreo ofreció mayores ventajas para el seguimiento y evaluación de impactos ambientales, ya que es un buen indicador de la biodiversidad en la particularidad de los remanentes de vegetación objeto de estudio.

### 3.2.6.1.3 Muestreo cualitativo

#### **Muestreo oportunista**

Debido a que las facilidades del proyecto se encuentran en áreas desprovistas de cobertura boscosa por la presencia de monocultivos y pastizales, se realizaron muestreos oportunistas por el área de estas facilidades para identificar especies nativas arbóreas, con lo cual se complementó el inventario de especies obtenido con el muestreo en transectos. Estos recorridos se acoplaron a una distancia de entre 100 y 300 m, tomando en consideración la variabilidad en forma y tamaño determinadas para las plataformas y DDVs. El muestreo oportunista ocurre cuando el investigador toma decisiones de muestreo durante el proceso de recolección de datos. Esto ocurre comúnmente en la investigación de campo. A medida que el observador adquiere más conocimiento de un entorno, puede tomar decisiones de muestreo que aprovechan los eventos, a medida que se desarrollan (Cohen, 2006).

#### **Identificación de especies**

La mayoría de especímenes fértiles e infértiles fueron identificados in situ. Adicionalmente, se registró con fotografías el tipo de vegetación dominante en cada sector. Cabe mencionar que en

tiempo en que se realizó el estudio (época del año) existió escaso florecimiento de la vegetación en la zona de estudio.

Los nombres comunes y científicos registrados en campo fueron verificados con el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jorgensen & León-Yáñez, 1999), la Enciclopedia de Plantas Útiles del Ecuador (de la Torre et al., 2008) y la Base de Datos Trópicos (2019). El endemismo y la categoría de amenaza de las especies se examinó con el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (León-Yáñez et al., 2011).

La mayor parte de especies registradas corresponden a especies generalistas características de regeneración y de este tipo de bosques; las especies que por su complejidad no pudieron ser identificadas in situ., fueron registradas mediante fotografías para su posterior revisión a través del uso de guías especializadas. Al final de la identificación, se revisó el estado de conservación: Criterio UICN, CITES.

La identificación se la realizó con guías dendrológicas especializadas como:

- Gentry 1996. Field Guide to families and genera of Woody plants of Northwet South America (Colombia, Ecuador, Perú).
- Neill D. 1998. Manual de Dendrología Curso Post - grado en Dendrología Tropical, Missouri Botanical Garden, Herbario Nacional del Ecuador.
- Palacios W. 2011. Familias y Géneros de árboles del Ecuador. Ministerio del Ambiente.
- PUCE.2018. Guía de árboles emblemáticos del Yasuní. Guía fotográficas Herbario QZA. Laboratorio de ecología de plantas.
- Penintong. T. 1996. Flora Inga de Ecuador. Royal Botanical Garden.

Para el proceso de identificación in situ de las especies se utilizaron técnicas dendrológicas que consideran las características vegetativas, taxonómicas y ecológicas de las especies, a continuación se detalla el proceso que se realizó para la identificación de especies:

1. Definición de altura y características de la especie habito (árbol, arbusto, palma, etc.)
2. Características y forma del tronco (circular, acanalado, bifurcado, etc.).
3. Características de la corteza externa color y características superficiales, (liso, rugoso, acolchonada, corchosa, lenticelado, fisurado, desprendible, con espinas, etc.)
4. Características de la corteza interna (color, suberosa, compacta, puntuada, silicosa, fibrosa) presencia de látex o resina, cambios color por oxidación, etc.
5. Determinación de características organolépticas olor, sabor, hojas y corteza.
6. Tipo de Hojas (simples, compuestas, alternas, opuestas, pecioladas, con indumento, pelos, escamas, glándulas, etc. Presencia de insectos (hormigas), características fisiológicas hojas caducifolias (hojas que se desprenden temporalmente), etc.
7. Características ecológicas y fisiológicas de distribución en el terreno zonas colinadas, pantanos, etc.

#### **3.2.6.1.4 Esfuerzo de muestreo**

En la Tabla 3.2.3 se presenta el esfuerzo de muestreo para el estudio de la flora en los sitios de estudio, de lo cual se destinó 42 horas efectivas para el levantamiento de información a través de métodos cuantitativos y cualitativos. Es importante precisar que los sitios de muestreo se toman como esfuerzo para propósitos de análisis estadístico.

**Tabla 3.2.3 Esfuerzo de muestreo de flora en el área de estudio**

Sitios de muestreo	Código	Tipo de muestreo	Número de transectos y recorridos	Horario	Horas por días	Número de días	Total horas
MDC60	PM1- Transectos	Cuantitativo	5	07h30- 15h30	8 horas	1 día	8
	PM1- Recorridos	Cualitativo	1	16h00- 18h00	2 horas	1 día	2
DDV MC60	PM2- Transectos	Cuantitativo	5	08h00- 16h00	8 horas	1 días	8
	PM2- Recorridos	Cualitativo	1	07h00- 11h00 16h40- 17h40	5 horas	1 día	5
Sureste MDC16	PM3- Transectos	Cuantitativo	5	07h30- 15h30	8 horas	1 día	8
MDC16	PM4- Recorrido	Cualitativo	1	16h00- 17h00	1 horas	1 día	1
MDC80	PM5- Transectos	Cuantitativo	5	07h30- 12h30	5 horas	1 día	5
	PM5- Recorrido	Cualitativo	1	17h20- 18h20	1 horas	1 día	1
MDC3	PM6- Recorrido	Cualitativo	1	14h00- 15h00	1 horas	1 día	1
MDC70	PM7- Recorridos	Cualitativo	1	07h00- 09h00 14h00- 16h00	4 horas	1 día	4
<b>Total esfuerzo</b>							<b>43</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.6.2 Análisis de datos

La clasificación botánica y la revisión de los nombres científicos registrados en campo se lo realizó en base al Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jorgensen & León-Yáñez, 1999), la Enciclopedia de Plantas Útiles del Ecuador (de la Torre et al., 2008) y en la base de datos del Missouri Botanical Garden “Tropicos.org” (2018). El endemismo y categoría de amenaza de las especies se revisaron con el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador, 2ª Edición (León-Yáñez et al., 2011). Las especies fueron identificadas in situ; adicionalmente, se registró con fotografías el tipo de vegetación dominante en cada sector.

Para el análisis de datos cuantitativos se utilizó las siguientes formulas: área basal (AB), densidad relativa (DR), dominancia relativa (DmR), índice de valor de importancia (IVI), riqueza y abundancia, índice de diversidad de Simpson y Shannon, curva de abundancia de especies, índice de Chao 1, curva de acumulación de especies, índice de Sorensen y aspectos ecológicos (Aguirre y Aguirre, 1999; Eguiguren y Ojeda, 2009; Aguirre y Yaguana, 2012).

Los cómputos para análisis estadísticos se apoyaron en paquetes informáticos como Past 4.06b (Hammer et al., 2001) y Estimates 9.1.0 (Colwell, 2013).

### **3.2.6.2.1 Riqueza y abundancia**

Generalmente la diversidad se refiere a la riqueza de especies y tiene relación con el número total de especies que se encuentran en cada una de los hábitats, las formaciones vegetales con mayor riqueza de especies o alta diversidad tienen valores más importantes que aquellas áreas que presentan una cantidad de especies (Sarmiento, 1987).

La abundancia es igual al número de individuos de una misma especie y número de individuos total del muestreo. Ambos parámetros (riqueza y abundancia) determinan la diversidad de especies relacionada a su equitatividad dentro de la muestra analizada.

### **3.2.6.2.2 Curva de abundancia de especies**

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

### **3.2.6.2.3 Área basal (AB)**

Es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco de un árbol a una altura de 1,3 m; es decir, el área basal se basa en una medida estandar a 1,3 m de altura en el fuste o tallo de un árbol, donde se mide el diámetro a la altura del pecho (DAP). El área basal por especie corresponde a la sumatoria del área basal de todos los individuos de la misma especie (Curtis & McIntosh, 1951).

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

Dónde:

$$\pi = 3,1416$$

D = Diámetro a la Altura del Pecho

### **3.2.6.2.4 Densidad relativa (DnR)**

Es el número total de individuos de una especie expresada como una proporción del número total de individuos de todas las especies. La especie con mayor densidad relativa es la que tiene el porcentaje más alto.

$$DnR = \frac{N^{\circ} \text{ individuos por especies}}{N^{\circ} \text{ total de individuos}} \times 100$$

### **3.2.6.2.5 Dominancia relativa (DmR)**

Es la proporción del área basal de esa especie, con respecto al área basal de todos los individuos de la parcela.

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

### **3.2.6.2.6 Índice de valor de importancia (IVI)**

Indica que tan importante es una especie dentro de la comunidad. Las especies con el IVI más alto, ecológicamente es dominante.

$$IVI = DnR + DmR$$

### 3.2.6.2.7 Índice de diversidad de Shannon

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra.

Adquiere valores entre cero cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Se puede calcular usando el logaritmo natural (más exacto) o con logaritmo base 10.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\ln P_i)$$

Dónde:

H = Índice de la diversidad de la especie

S = Número de especies

Ln = Logaritmo natural

P<sub>i</sub> = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

### 3.2.6.2.8 Índice de Simpson

De acuerdo a Magurran (2004), este estadístico está diseñado para determinar la dominancia de un ensamblaje de especies. Está basado en la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una comunidad infinitamente grande pertenezcan a la misma especie, y su ecuación es la siguiente:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde:

p<sub>i</sub> = Proporción de los individuos de la i especie

Por otra parte, el índice de diversidad de Simpson es una de las medidas de diversidad más significativas y robustas disponibles. En esencia, captura la varianza de la distribución de la abundancia de especies. Se lo expresa de dos maneras en relación a D que es el índice de dominancia de Simpson (Jost & Gonzáles-Oreja, 2012):

- Complementario o de Gini-Simpson: (1-D)
- Recíproco o inverso del índice de Simpson: (1/D)

Donde:

D = Índice de Dominancia de Simpson

En este índice de diversidad los valores de la medida aumentarán a medida que el ensamblaje se vuelve más uniforme.

### 3.2.6.2.9 Curva de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies indican el esfuerzo de muestreo. Al construir una curva de acumulación de especies lo primero que debemos decidir es la manera en la que vamos a cuantificar el esfuerzo de muestreo. El número medio de individuos colectados puede ser una medida indirecta del esfuerzo de muestreo: a mayor esfuerzo, mayor número de individuos muestreados.

#### 3.2.6.2.10 Índice de Chao 1

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

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

Dónde:

S = Número de especies en una muestra

a = Número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra

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

#### 3.2.6.2.11 Índice de Sorensen

Relaciona el número de especies comunes con respecto a todas las especies encontradas en dos sitios (Villarreal et al., 2004). El intervalo de valores para este índice va de 0 a 1; de lo cual los valores cercanos a 1 evidencian mayor similitud.

Donde aN = número de especies presentes en el sitio A, bN = número de especies presentes en el sitio B, pN = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas en ambos sitios.

$$I_s = \frac{2pN}{aN + bN}$$

### 3.2.6.3 Aspectos Ecológicos

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

#### 3.2.6.3.1 Estado de conservación

Es una medida de la probabilidad de que una especie continúe en el presente o en el futuro cercano, las especies registradas en el presente estudio se examinó con el Libro Rojo de Plantas Vasculares del Ecuador (Valencia et al., 2000).y la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden (2019).

A continuación, se describe cada una de las categorías de acuerdo a la UICN, en orden de mayor a menor amenaza:

**En peligro crítico (CR).** Cuando la especie enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**En peligro (EN).** Cuando la especie enfrenta un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Vulnerable (VU).** Cuando la especie enfrenta un riesgo alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Casi amenazada (NT).** Cuando la especie está cerca de calificar o es probable que califique para la categoría de amenaza en el futuro próximo.

**Datos insuficientes (DD).** Cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación de su estado de conservación; sin embargo, no es una categoría de amenaza. Indica que se requiere más información sobre esta especie.

**Preocupación menor (LC).** Para especies comunes y de amplia distribución.

**No evaluada (NE).** Para especies que no han sido cometidas a los parámetros de la UICN, principalmente por falta de información o por omisión. Su estado de conservación puede ser cualquiera de los mencionados anteriormente.

#### **3.2.6.3.2 Especies endémicas**

Hace referencia a las especies endémicas, no descritas taxonómicamente y/o que amplíen su distribución regional o local. El endemismo es la calificación de una especie biológica exclusiva de un lugar, área o región geográfica, y que no se encuentra de forma natural en ninguna otra parte del mundo.

Para determinar el estado de conservación de las especies nativas endémicas de cualquier zona, se revisó el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador, 2ª Edición (León-Yáñez, S. et al., 2011).

#### **3.2.6.3.3 Especies indicadoras**

*“Son aquellas que por sus características (sensibilidad a perturbación o contaminantes, distribución, abundancia, dispersión, éxito reproductivo, entre otras) pueden ser utilizadas como estimadoras de los atributos o estatus de otras especies o condiciones ambientales de interés que resultan difíciles, inconvenientes o costosos de medir directamente”* (Caro y O’Doherty, 1999; Fleishman et al., 2001; en: Isasi, 2011). Las especies con una alta capacidad de adaptación son consideradas pioneras en regeneración y sucesión vegetal, por lo que pueden formar colonias dominantes dentro de un bosque (Gentry, 1990), esto las convierte en importantes indicadores de la calidad ambiental por su capacidad de adaptación a la perturbación agreste y continua, por ello presentan atributos de haberse convertido en indicadores de mala calidad de hábitat. Por el contrario, otras especies son características de bosques maduros, inundables o representan un atributo de importancia ecológica para su uso o alimento de la fauna silvestre. Bajo estas consideraciones se identificó a las especies indicadoras en el entorno particular del hábitat heterogéneo en el área de estudio.

#### **3.2.6.3.1 Especies Sensibles**

Debido a que no existe una metodología estandarizada para especies de flora, se incorporan los siguientes criterios con la intención de identificar niveles de sensibilidad para determinar sitios o áreas que alberguen especies de interés:

- **Sensibilidad alta:** Que presenten al menos una de las siguientes características. – a) Sean especies endémicas, b) se encuentren en el apéndice I de CITES, c) se encuentren en las categorías de UICN o libros rojos vulnerable, amenazada o en peligro, d) Necesiten

hábitats específicos e) sean raras por tener poblaciones escasas o reducidas, f) sean únicamente de distribución local y h) tengan un uso masivo por parte de la población.

- **Sensibilidad media:** Que presenten al menos una de las siguientes características. - a) Se encuentren en el apéndice II de CITES, b) se encuentren en las categorías de UICN o libros rojos casi amenazada o datos insuficientes, c) sus poblaciones estén disminuyendo con rapidez, d) poblaciones poco comunes por tener sólo una distribución regional y tener poblaciones pequeñas, y e) tengan uso frecuente de la población.
- **Sensibilidad baja:** Que no presenten ninguna de las características anteriores.

### 3.2.6.3.2 Uso del recurso florístico

La información recopilada se verificó con la enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador (de la Torre et al., 2008) para determinar el recurso. De igual forma, se verificó el uso que tiene la flora dentro del área de estudio con base a la información proporcionada por los guías de campo que apoyaron en el presente estudio.

### 3.2.6.4 Resultados

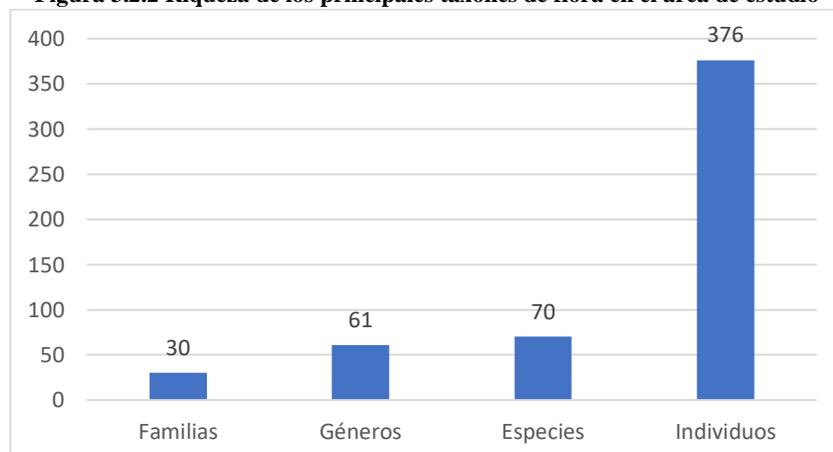
#### 3.2.6.4.1 Análisis general

#### Riqueza

Desde un análisis global que combina la información de los muestreos en transectos (cuantitativos) más observaciones en las áreas designadas a las facilidades (cualitativos), se determinó una riqueza total de 87 especies agrupadas en 74 géneros y 34 familias. El listado completo de las especies contabilizadas en transectos y registradas en observaciones se presentan en el Anexo Biótico-Flora.

Desde un análisis cuantitativo de la información proveniente de muestreos en transectos, la riqueza en el área de estudio comprende 376 individuos, agrupados en 70 especies, 61 géneros y 30 familias. Las especies registradas se encuentran en remanentes de bosque secundario con diferente grado de perturbación antrópica, donde se intercalan extensas áreas destinadas a cultivos (Ver anexo fotográfico-flora). En la Figura 3.2.2 se presentan los datos de riqueza para el área de estudio registrada en los muestreos cuantitativos.

**Figura 3.2.2 Riqueza de los principales taxones de flora en el área de estudio**



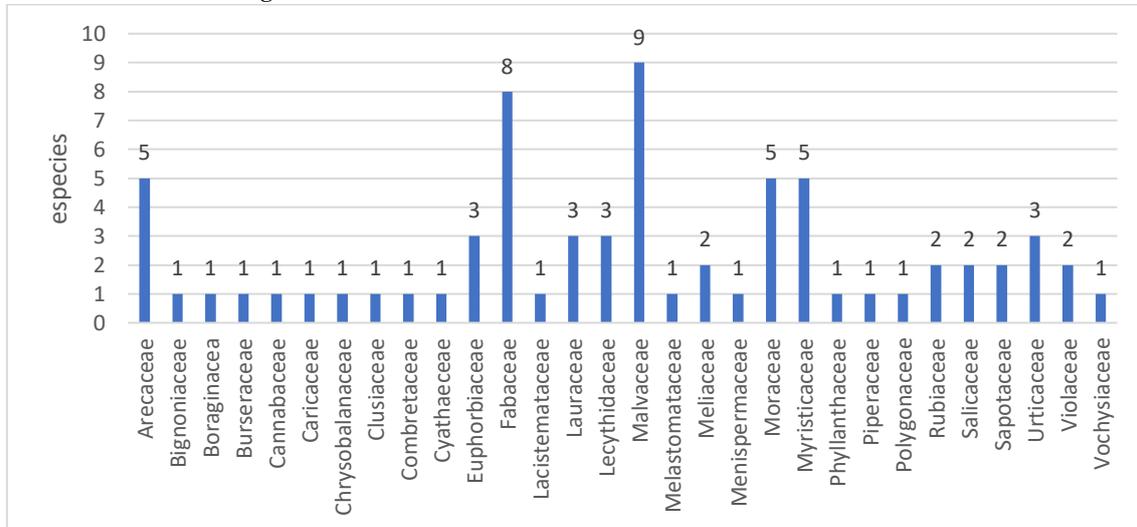
Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### Abundancia

Con base en los muestreos en transectos, las familias mejor representadas corresponden a Malvaceae con nueve especies, Fabaceae ocho especies; seguidas de Arecaceae, Moraceae y

Myristicaceae con cinco especies cada una. Otras familias estuvieron menos representadas con tres especies cada una, tales como Euphorbiaceae, Lauraceae, Lecythidaceae y Urticaceae; mientras que, las familias Meliaceae, Rubiaceae, Salicaceae, Sapotaceae y Violaceae, junto con otras familias, estuvieron representadas por dos o una especie; esto por presentar gran capacidad de adaptación a las áreas alteradas, lo cual la hace indicadores de este tipo de hábitats (Figura 3.2.3).

**Figura 3.2.3 Abundancia de familias de flora en el área de estudio**

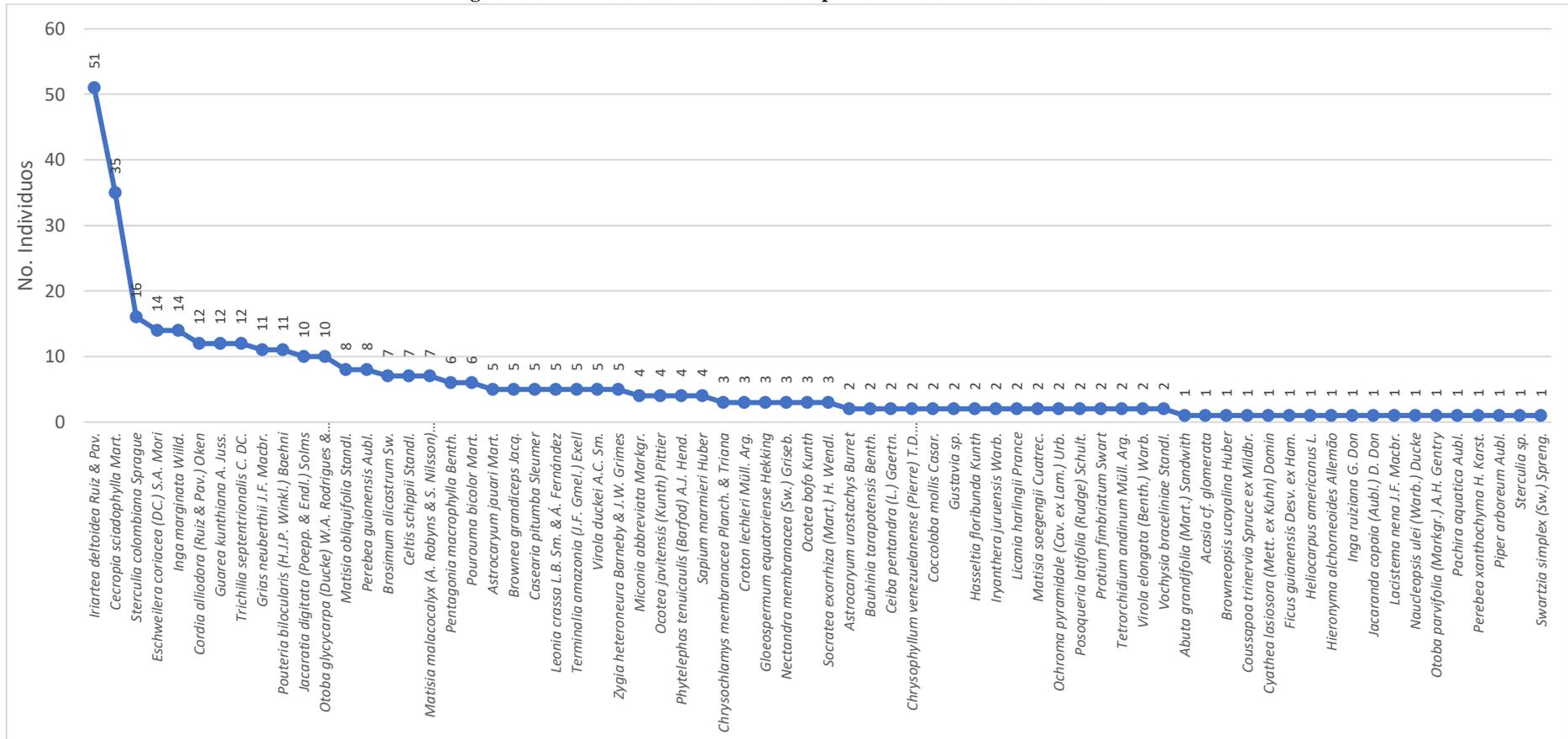


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de Abundancia de Especies

Igualmente, con base a la información cuantitativa, dos especies presentaron una supremacía respecto al número de individuos; estas pertenecen a las especies *Iriartea deltoidea* (pambil) con 51 individuos, y *Cecropia sciadophylla* (guarumo) con 35 individuos, por lo cual, se puede decir que las formaciones boscosas se relacionan con bosques fuertemente intervenidos. Especies representadas por 16 y 10 individuos corresponden a *Sterculia colombiana*, *Inga marginata*, *Eschweilera coriacea*, *Cordia alliodora*, *Guarea kunthiana*, *Trichillia septentrionalis*, *Grias neuberthii*, *Pouteria bilocularis*, *Jacaratia digitata* y *Otoba glyxicarpa*; seguidas de especies como *Matisia obliquifolia*, *Perebea guianensis*, *Brosimum alicastrum*, *Celtis schippii* y *Matisia malacocalyx*, las cuales estuvieron representadas por ocho o siete individuos. Otras especies presentaron seis o menos individuos y representan mejor la heterogeneidad de la estructura boscosa. En la Figura 3.2.4 se presenta la abundancia de las especies registradas en el área de estudio. Cabe indicar que esta abundancia se ha manifestado por las condiciones actuales del sector evaluado, lo que ha influenciado en que haya una dominancia de ciertos grupos que son característicos para vegetación con evidente alteración respecto a sus condiciones originales.

Figura 3.2.4 Curva de abundancia de las especies de flora en el área de estudio



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de Valor de Importancia (IVI)

Entre las 20 especies con mayor IVI registradas en el área de estudio mediante muestreos cuantitativos destacan igualmente *Iriartea deltoidea* y *Cecropia sciadophylla*, las cuales ocupan no solo la mayor área basal en la estructura boscosa característica del área de estudio, sino del índice de valor de importancia, en comparación con otras especies que, como se mencionó anteriormente, definen la heterogeneidad del bosque y probablemente el estadio de regeneración posterior a la intervención asociada a actividades de extracción de madera y cambio de uso del suelo. En la Tabla 3.2.4 se presentan las 20 especies con mayor IVI en el área de estudio. El listado completo de las especies registradas se presenta en el Anexo Biótico-Flora.

**Tabla 3.2.4 Información de las 20 especies con mayor IVI registradas en el área de estudio**

Familia	Nombre científico	AB	DnR	DmR	IVI
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	79,21	13,56	31,27	44,84
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	62,31	9,31	24,60	33,91
Sapotaceae	<i>Pouteria bilocularis</i> (H.J.P. Winkl.) Baehni	20,84	2,93	8,23	11,15
Malvaceae	<i>Sterculia colombiana</i> Sprague	15,95	4,26	6,30	10,55
Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram.	10,47	2,66	4,13	6,79
Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	4,06	3,72	1,60	5,33
Meliaceae	<i>Trichilia septentrionalis</i> C. DC.	4,89	3,19	1,93	5,12
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	4,55	3,19	1,80	4,99
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	2,91	3,72	1,15	4,87
Boraginacea	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	4,02	3,19	1,59	4,78
Lauraceae	<i>Ocotea javitensis</i> (Kunth) Pittier	7,26	1,06	2,87	3,93
Lecythidaceae	<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.	2,33	2,93	0,92	3,85
Caricaceae	<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms	2,59	2,66	1,02	3,68
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	6,4	0,53	2,53	3,06
Moraceae	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	2,34	2,13	0,92	3,05
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	2,22	1,86	0,88	2,74
Malvaceae	<i>Matisia obliquifolia</i> Standl.	1,29	2,13	0,51	2,64
Malvaceae	<i>Matisia malacocalyx</i> (A. Robyns & S. Nilsson) W.S. Alverson	1,42	1,86	0,56	2,42
Cannabaceae	<i>Celtis schippii</i> Standl.	1,41	1,86	0,56	2,42
Myristicaceae	<i>Virola duckei</i> A.C. Sm.	2,04	1,33	0,81	2,14
Total transectos (4 sitios): 376 individuos, 70 especies, 253 área basal					
Simbología: DAP: Diámetro a la altura del pecho; AB: Área Basal en m <sup>2</sup> ; DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia.					

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Al efectuar una comparación con la curva de abundancia, se puede determinar que *Iriartea deltoidea*, *Pouteria bilocularis* y *Sterculia colombiana* son especies abundantes y dominantes ya que tienen un uso maderable y por ello se han dejado en pie, probablemente para el aprovechamiento a futuro en la construcción de viviendas de la localidad; estas tres especies se suman a *Cecropia sciadophylla* que ocupa áreas alteradas en regeneración. Esta tendencia es común en los sitios de muestreo PM1, PM2, PM3 y PM5, lo que significa que los remanentes de bosque fragmentados corresponden a una sola comunidad vegetal.

### Índices de Diversidad

Se determinó que el área de estudio presenta un índice de Shannon de 3,67; este resultado se ve influenciado por 39 especies (de 70 especies registradas) que presentan similar abundancia; es decir, poco más de la mitad de las especies en el área de estudio presentan una moderada entropía. Esta inferencia contrasta con el índice de equidad o uniformidad que determinó un 86,5% de especies con similares abundancias, en referencia a la diversidad máxima hipotética (4,24); así, los cálculos obtenidos evidencian una importante heterogeneidad de especies en la composición y estructura de los remanentes de bosque nativo en el área de influencia del proyecto.

El índice de Simpson, obtenido en términos de dominancia arrojó un valor de 0,04, lo que sugiere muy poca dominancia de especies en el contexto general del ensamblaje o conjunto de datos obtenido para toda el área de estudio; este resultado coincide con el patrón de la curva de abundancia que exhibe una importante uniformidad en toda su gráfica, por lo que se puede decir que no existe una dominancia estadística al comparar el resultado de este índice con la curva de abundancia; asimismo, el dato obtenido para el índice de diversidad de Simpson (0,96), por su cercanía a 1, expresa su proximidad a la máxima diversidad posible con el número de especies registradas en toda el área de estudio .

Ambos estadísticos (Shannon y Simpson) sugieren una expresión general para la diversidad de los remanentes de bosque nativo en la zona de influencia del proyecto en un momento y área particular de estudio; sobre lo cual, se puede inferir que, pese a la marcada abundancia de individuos de especies asociadas a bosques intervenidos, las formaciones boscosas albergan una representación de especies características del bosque siempre verde de tierras bajas de la amazonía expresada en la riqueza de especies y marcada uniformidad en el ensamblaje o conjunto de datos obtenidos para el área de estudio . En la Tabla 3.2.5 se muestran los cálculos para los índices de Shannon y Simpson en el área de estudio.

**Tabla 3.2.5 Índices de diversidad de flora para el área de estudio**

Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	70
Número de individuos	376
Índice de Shannon (ln)	3,67
Especies (S) con similar abundancia	39
Índice de equidad (%)	86,5
Diversidad máxima hipotética	4,24
Simpson dominancia (D)	0,04
Diversidad (1-D Gini Simpson)	0,96

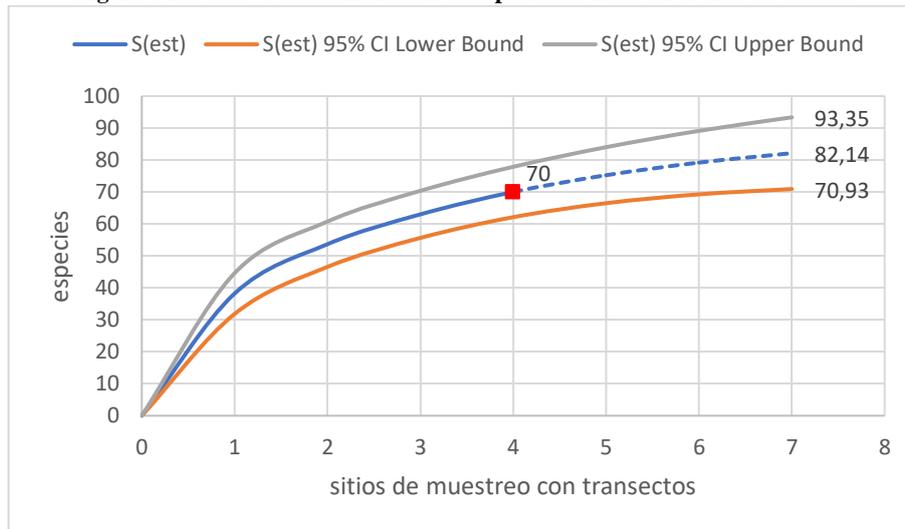
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de Acumulación de Especies

La curva de especies determinada con los datos cuantitativos obtenidos en el área de estudio evidencia que la misma no alcanza la asíntota; por lo cual, más muestreos permitirían registrar un mayor número de especies, considerando que la zona corresponde a un mismo ecosistema (Bosque siempreverde de tierras bajas del Napo-Curaray). A este análisis, se suman los limitantes que incidieron al momento de la toma de datos, los impactos ya existentes y la dominancia de especies de este tipo de habitats alterados, lo cual no permite que se puedan registrar la totalidad de las especies y por ende la no estabilización de la curva con los datos obtenidos, como ya se precisó anteriormente. En la Figura 3.2.5 se aprecia la curva de acumulación determinada para el

área de estudio, con su extrapolación (línea entrecortada) a partir de la información sobre cuatro sitios de muestreo cuantitativo (transectos).

**Figura 3.2.5 Curva de acumulación de especies de flora en el área de estudio**

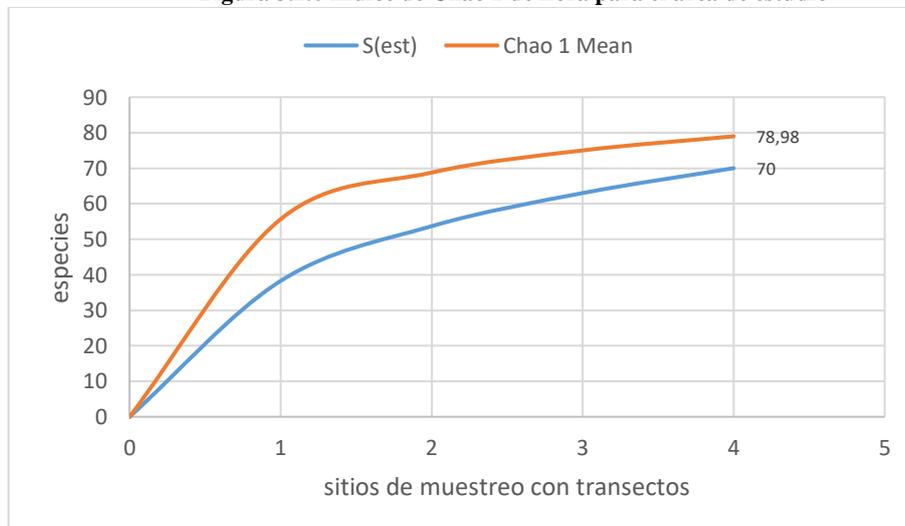


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de Chao 1

El estadístico de Chao 1 estima unas 78 especies esperadas para el área de estudio, de lo cual contrastan las 70 especies registradas en los muestreos cuantitativos. La relación entre especies registradas versus especies esperadas estimadas por este estadístico alcanzó un 89,7% de efectividad; este resultado se puede interpretar como un esfuerzo consistente para el estudio de la flora en el área de estudio (Figura 3.2.6). Es importante indicar que este estadístico, al ser un estimador, únicamente puede predecir la riqueza del área de estudio con base en los datos y esfuerzo de muestreo empleado; así, se puede tener, de cierta forma, la certeza de que el esfuerzo de muestreo fue significativo.

**Figura 3.2.6 Índice de Chao 1 de flora para el área de estudio**



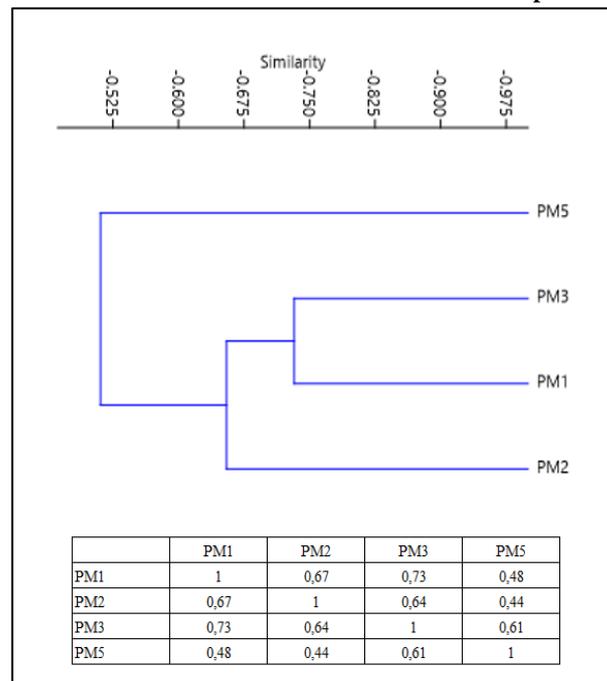
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de Sorensen

Con los resultados de los muestreos cuantitativos se realizó un análisis de similitud, de lo cual se aprecia que los sitios de muestreo PM1-Plataforma MC60 y PM3-Sureste MDC16 presentan la

mayor similitud de cuatro puntos evaluados, seguidos del punto de muestreo PM2-DDV a la plataforma MDC60. La mayor disimilitud se evidencia con el punto de muestreo PM5-Plataforma MDC80, el cual corresponde a un remanente aislado de bosque, severamente perturbado por áreas de cultivos y vías de acceso en sus alrededores. De manera general, se puede inferir que, la similitud (64-73%) entre los sitios de muestreo PM1-Plataforma MC60, PM3-Sureste MDC16 y PM2-DDV a la plataforma MDC60 puede tener un asidero en las condiciones muy específicas de cada sitio evaluado (microhábitat), pues los dos primeros (PM1 y PM3) estuvieron en zonas inundadas y el PM2 en un área con suelo mejor drenado; a esta consideración, se debe también sumar los impactos o perturbación existente que claramente pueden ser un factor que incide en la composición y estructura de los remanentes de bosque, como en efecto se determinó en el sitio PM5 (Figura 3.2.7).

**Figura 3.2.7 Similitud de sitios de muestreo cuantitativo de flora para el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

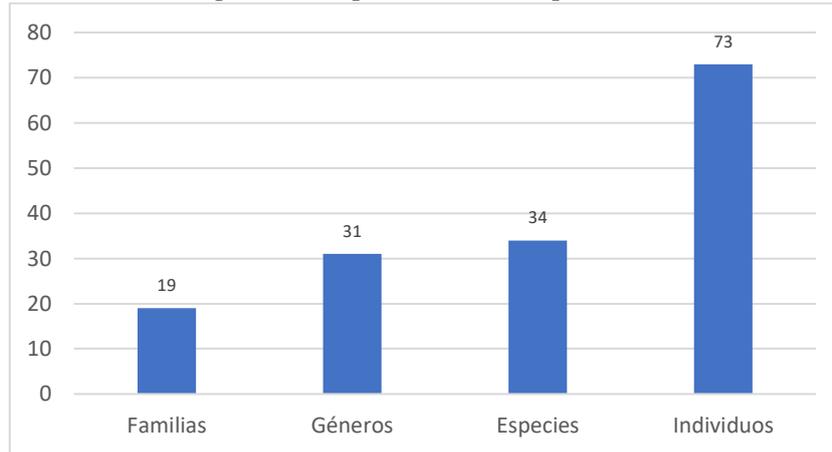
#### **3.2.6.4.2 Análisis cuantitativo por sitio de muestreo**

##### **PM1 – Plataforma MDC60**

##### **Riqueza**

El análisis de la riqueza de especies en el punto de muestreo PM1, implementado en la plataforma MDC60, permitió el registro de un total de 73 individuos, 34 especies, 31 géneros y 19 familias. En la Figura 3.2.8 se aprecia los principales datos de riqueza para el punto de muestreo PM1.

Figura 3.2.8 Riqueza de flora en el punto PM1



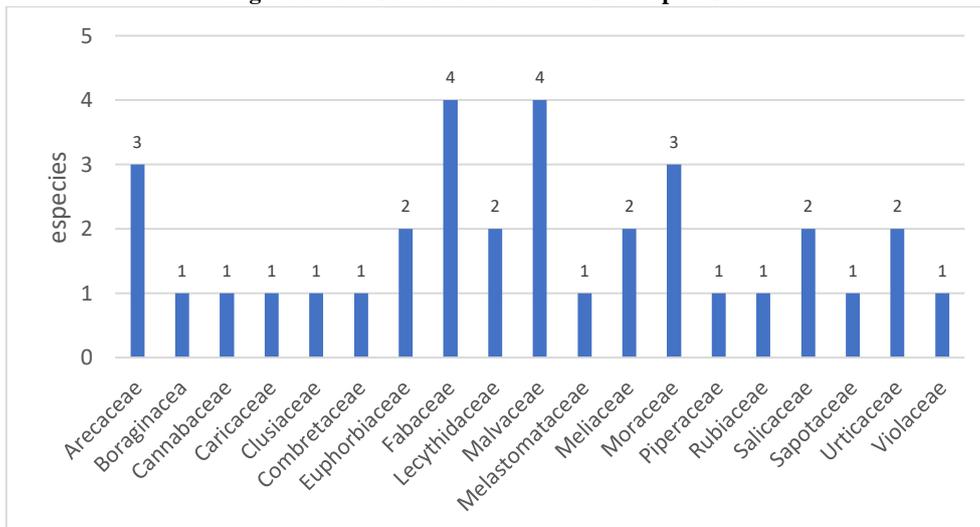
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Abundancia

Las familias con mayor abundancia de individuos fueron: Fabaceae y Malvaceae con cuatro especies cada una; seguidas de Arecaceae y Moraceae con tres especies cada una. Menos representativas fueron las familias Euphorbiaceae, Lecythidaceae, Meliaceae, Salicaceae y Urticaceae representadas con dos especies cada una; y finalmente, las familias Boraginaceae, Cannabaceae, Caricaceae, Clusiaceae, Combretaceae, Melastomataceae, Piperaceae, Rubiaceae, Sapotaceae y Violaceae representadas por una sola especie.

Las especies de palmas Arecaceae, guabas de la familia Fabaceae, así como guarumos de la familia Urticaceae son arboles relacionados con procesos de regeneración natural, por lo que son abundantes en estos bosques secundarios que presentan un nivel considerable de intervención principalmente por explotación forestal (Figura 3.2.9).

Figura 3.2.9 Abundancia de familias en el punto PM1



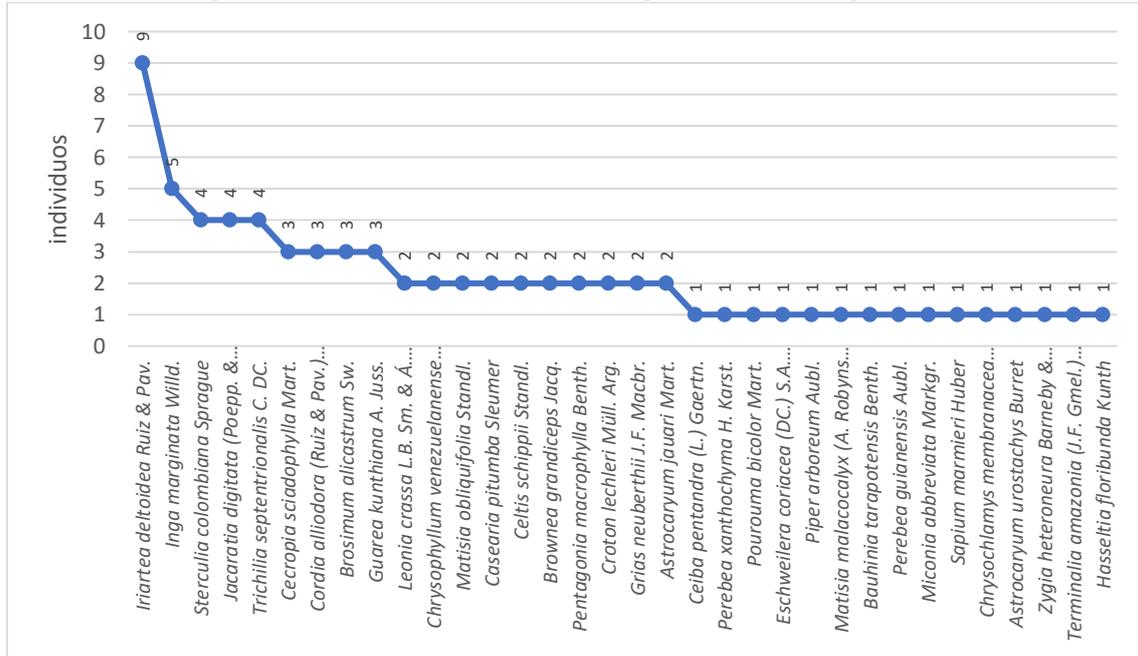
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En términos de abundancia, la especie que presenta mayor número de individuos en el punto de muestreo PM1 corresponde a *Iriartea deltoidea* (pambil) con nueve individuos, seguida de *Inga marginata* con cinco individuos. Otras especies fueron menos abundantes con cuatro y una especies, entre las cuales resaltan *Sterculia colombiana*, *Jacaratia digitata* (papayuelo), *Cecropia*

*sciadophylla* (guarumo), *Cordia alliodora* (laurel) que se relacionan con bosques secundarios; estas especies presentan una gran capacidad de adaptación a procesos de sucesión y regeneración, ya que son especies de rápido crecimiento. En la Figura 3.2.10, se presenta la curva de abundancia de las especies en el punto PM1.

**Figura 3.2.10 Curva de abundancia de las especies de flora en el punto PM1**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de valor de importancia

Una vez realizado el inventario botánico, y el procesamiento de la información se procedió a establecer los niveles de importancia ecológica de las especies registradas, esto se realizó a través del Índice de valor de importancia o IVI.

Entre las 20 especies de mayor importancia de acuerdo al IVI registradas para este punto de muestreo destacan: *Sterculia colombiana* con 33,6 (sapotillo), correspondiente a una especie de árbol maderable; seguida de *Iriartea deltoidea* 26,7 (pambil); *Trichillia septentrionalis* con 15,3; *Inga marginata* 13,6; *Jacaratia digitata* (papayuelo) con 12,5; *Brosimum alicastrum* 8,4; *Cecropia sciadophylla* con 8,3; *Guarea kunthiana* con 7,9; otras especies presentan valores inferiores de índice valor de importancia (Tabla 3.2.6). El listado completo de las especies registradas en el punto PM1 se presenta en el Anexo Biótico-Flora.

**Tabla 3.2.6 Información de las 20 especies de mayor IVI de flora en el punto PM1**

Familia	Nombre científico	AB	DnR	DnR	IVI
Malvaceae	<i>Sterculia colombiana</i> Sprague	5,94	5,47	28,12	33,59
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	3,04	12,32	14,40	26,72
Meliaceae	<i>Trichillia septentrionalis</i> C. DC.	2,08	5,47	9,87	15,34
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	1,43	6,84	6,77	13,61
Caricaceae	<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms	1,47	5,47	6,97	12,45
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	0,90	4,10	4,28	8,39
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	0,88	4,10	4,17	8,28
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	0,80	4,10	3,79	7,89

Familia	Nombre científico	AB	DnR	DmR	IVI
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> L.	0,65	4,10	3,12	7,22
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre) T.D. Penn.	0,79	2,73	3,76	6,49
Lecythidaceae	<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.	0,37	2,73	1,75	4,48
Cannabaceae	<i>Celtis schippii</i> Standl.	0,32	2,73	1,54	4,27
Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	0,53	1,36	2,54	3,91
Salicaceae	<i>Casearia pitumba</i> Sleumer	0,21	2,73	1,00	3,74
Euphorbiaceae	<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	0,18	2,73	0,87	3,61
Malvaceae	<i>Matisia obliquifolia</i> Standl.	0,17	2,73	0,84	3,57
Fabaceae	<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	0,13	2,73	0,63	3,37
Arecaceae	<i>Astrocaryum jauari</i> Mart.	0,13	2,73	0,62	3,36
Rubiaceae	<i>Pentagonia macrophylla</i> Benth.	0,13	2,73	0,62	3,36
Moraceae	<i>Perebea xanthochyma</i> H. Karst.	0,33	1,36	1,60	2,96
Total PM1: 73 individuos, 34 especies, 21,147 área basal					
Simbología: DAP: Diámetro a la altura del pecho; AB: Área Basal en m <sup>2</sup> ; DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia					

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

El índice de Shannon calculado para el punto de muestreo PM1 fue de 3,31; sobre este resultado contrastan 27 especies con similar abundancia de un total de 34 registros, por lo que se infiere una alta entropía sobre este sitio de muestreo. La uniformidad o equidad en las abundancias arrojó un 93% sobre la diversidad máxima hipotética (3,52), lo que de igual manera evidencia la heterogeneidad en la composición y estructura de la comunidad de plantas.

El índice de Simpson fue de 0,04, lo que sugiere muy poca dominancia de especies y soporta el criterio de heterogeneidad que coincide con el patrón general de la curva de abundancia, donde se aprecia una importante uniformidad en el ensamblaje o conjunto de datos obtenidos para este sitio de muestreo; esta comparación soporta el criterio de que no existe una dominancia estadística. Asimismo, el dato obtenido para el índice de diversidad de Simpson (0,96) expresa su proximidad a la máxima diversidad posible en este sitio de muestreo, por su cercanía a 1 (Tabla 3.2.7).

Al efectuar una comparación con los datos obtenidos para otros tres sitios de muestreo, se determina que este sitio de muestreo fue el segundo más diverso, tanto por el resultado del índice de diversidad de Shannon, como por el índice de diversidad de Simpson. El punto de muestreo PM1 corresponde a un bosque secundario con un grado de intervención importante, en donde coexisten especies de flora característica de bosque siempre verde de tierras bajas del Napo-Curaray.

**Tabla 3.2.7 Diversidad de flora en el punto PM1**

Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	34
Número de individuos	73
Índice de Shannon (ln)	3,31
Especies (S) con similar abundancia	27
Índice de equidad (%)	93

Estadísticos	Resultados
Diversidad máxima hipotética	3,52
Simpson dominancia (D)	0,04
Diversidad (1-D Gini Simpson)	0,96

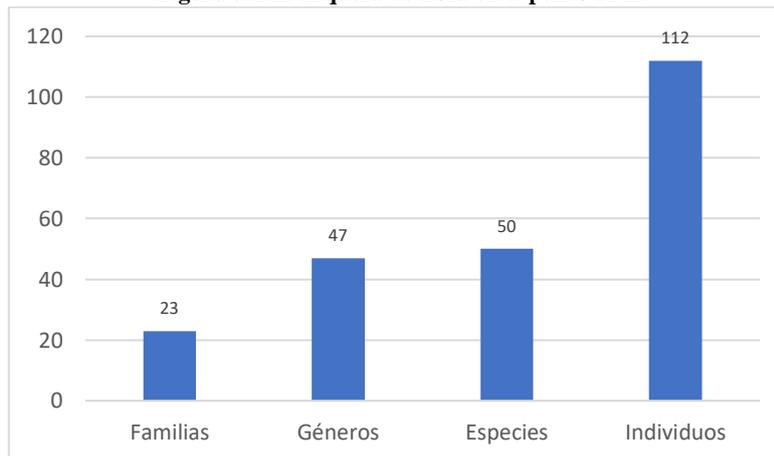
Elaborado por: COSTECAM, 2020

## PM2 – DDV plataforma MDC60

### Riqueza

El punto de muestreo PM2, localizado en un área cercana al DDV de la plataforma MDC60, se caracteriza por presentar un bosque secundario con un alto grado de intervención, en este sitio se registraron 112 individuos, 50 especies, 47 géneros y 23 familias (Figura 3.2.11).

**Figura 3.2.11 Riqueza de flora en el punto PM2**

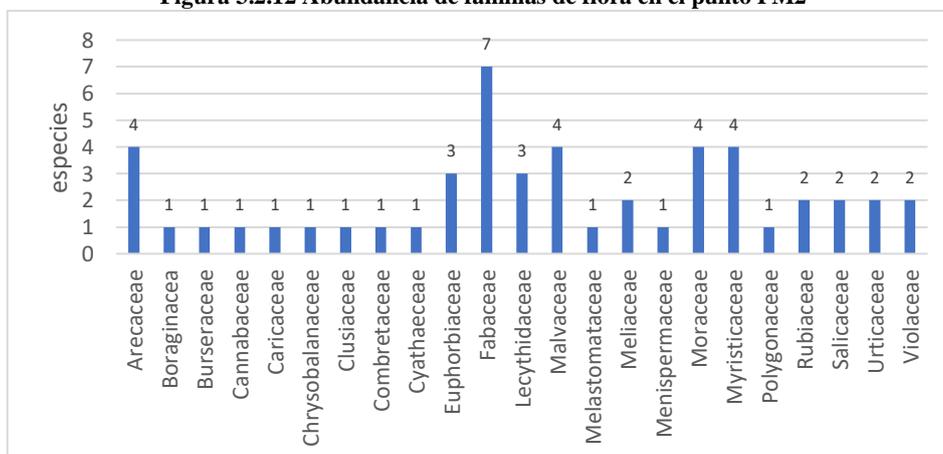


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Abundancia

Las principales familias registradas en este punto de muestreo fueron: Fabaceae con siete especies; seguido de Arecaceae, Malvaceae, Moraceae y Myristicaceae con cuatro especies cada una. Otras familias fueron estuvieron menos representadas por tres o menos especies. En la Figura 3.2.12 se presenta la abundancia de familias para el punto de muestreo PM2.

**Figura 3.2.12 Abundancia de familias de flora en el punto PM2**

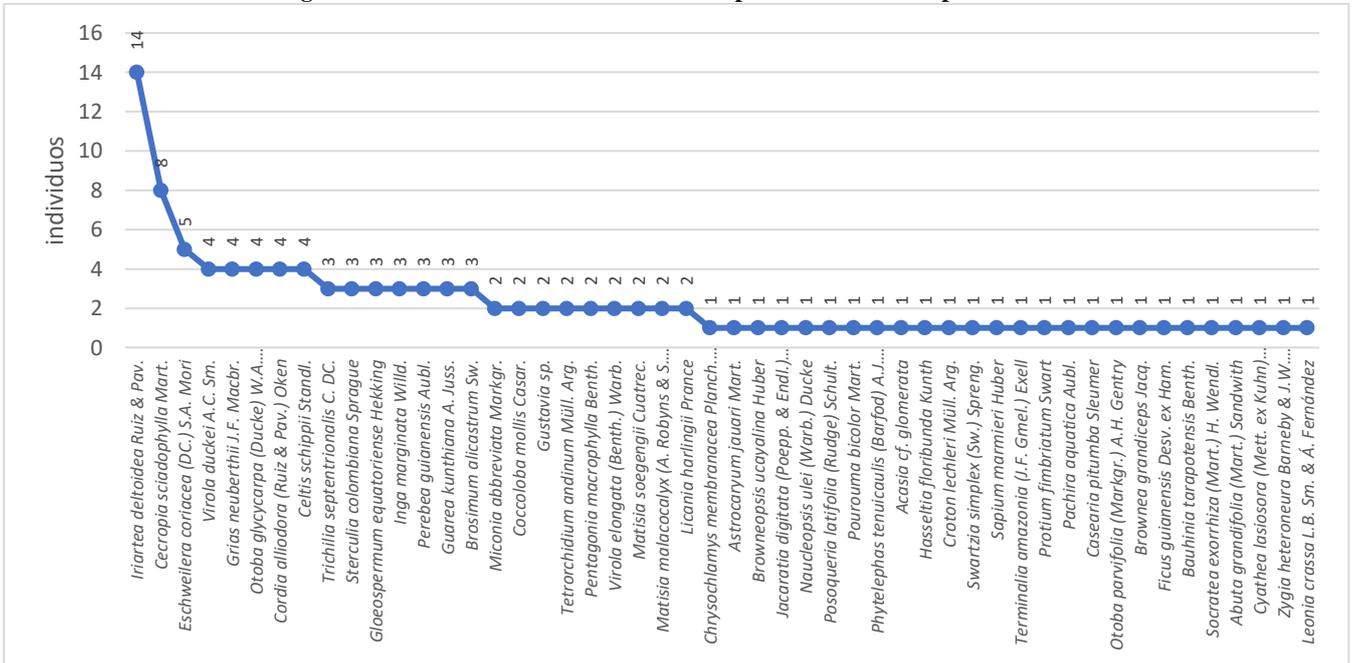


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

La especie con mayor número de individuos fue *Iriartea deltoidea* (pambil) con 14 individuos, seguida de *Cecropia sciadophylla* (guarumo) con ocho individuos; estas especies son características de bosques secundarios. Las otras especies con menos número de individuos corresponden a *Eschweilera coriacea*, *Cordia alliodora*, *Celtis schippii*, *Grias neuberthii*, *Otoba glyxicarpa*, entre otras especies de árboles en evidente proceso de regeneración. En la Figura 3.2.13 se presentan la curva de abundancia de las especies en el punto de muestreo PM2.

**Figura 3.2.13 Curva de abundancia de las especies de flora en el punto PM2**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de valor de importancia

Entre las 20 especies de mayor importancia de acuerdo al IVI registradas en el punto de muestreo PM2 destacan: *Iriartea deltoidea* con 44,5, cuya especie de palma es conocida comúnmente como Pambil; le sigue *Cecropia sciadophylla* con 41,9; *Virola duckei* con 8,9; *Otoba glyxicarpa* con 7,5; *Eschweilera coriacea* 6,5; *Celtis schippii* 6,1. Otras especies presentan un IVI menor (Tabla 3.2.8). El listado completo de las especies registradas en el punto PM2 se presenta en el Anexo Biótico-Flora.

**Tabla 3.2.8 Información de las 20 especies de flora con mayor IVI en el punto PM2**

Familia	Nombre científico	AB	DnR	DmR	IVI
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	11,76	12,50	32,03	44,53
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	12,78	7,14	34,81	41,95
Myristicaceae	<i>Virola duckei</i> A.C. Sm.	1,97	3,57	5,37	8,93
Myristicaceae	<i>Otoba glyxicarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram.	1,45	3,57	3,95	7,52
Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	0,76	4,46	2,07	6,53
Cannabaceae	<i>Celtis schippii</i> Standl.	0,93	3,57	2,53	6,10
Meliaceae	<i>Trichilia septentrionalis</i> C. DC.	1,08	2,67	2,94	5,62
Lecythidaceae	<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.	0,41	3,57	1,12	4,68
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> L.	0,35	3,57	0,95	4,52
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	0,65	2,67	1,77	4,44
Malvaceae	<i>Sterculia colombiana</i> Sprague	0,62	2,67	1,69	4,36

Familia	Nombre científico	AB	DnR	DmR	IVI
Moraceae	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	0,61	2,67	1,66	4,34
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	0,50	2,67	1,36	4,04
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	0,42	2,67	1,14	3,82
Violaceae	<i>Gloeospermum equatoriense</i> Hekking	0,40	2,67	1,09	3,76
Malvaceae	<i>Matisia malacocalyx</i> (A. Robyns & S. Nilsson) W.S. Alverson	0,36	1,78	0,98	2,76
Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium andinum</i> Müll. Arg.	0,14	1,786	0,38	2,6
Melastomataceae	<i>Miconia abbreviata</i> Markgr.	0,12	1,786	0,33	2,11
Malvaceae	<i>Matisia soegengii</i> Cuatrec.	0,08	1,786	0,22	2,00
Rubiaceae	<i>Pentagonia macrophylla</i> Benth.	0,08	1,786	0,22	2,00
Total PM2: 112 individuos, 50 especies, 36,71 área basal					
Simbología: DAP: Diámetro a la altura del pecho; AB: Área Basal en m <sup>2</sup> ; DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia					

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

El índice de Shannon calculado para el punto de muestreo PM2 fue de 3,60; sobre este resultado contrastan 36 especies con similar abundancia de un total de 50 registros, por lo que se infiere una alta entropía sobre este sitio de muestreo. La uniformidad o equidad en las abundancias arrojó un 92% sobre la diversidad máxima hipotética (3,91), lo que de igual manera evidencia la heterogeneidad en la composición y estructura de la comunidad de plantas.

El índice de Simpson fue de 0,03, lo que igualmente sugiere muy poca dominancia de especies y soporta el criterio de heterogeneidad que coincide con el patrón general de la curva de abundancia, donde se aprecia una importante uniformidad en el ensamblaje o conjunto de datos obtenidos para este sitio de muestreo; esta comparación soporta el criterio de que no existe una dominancia estadística. Asimismo, el dato obtenido para el índice de diversidad de Simpson (0,97) expresa su proximidad a la máxima diversidad posible en este sitio de muestreo, por su cercanía a 1 (Tabla 3.2.9).

Al efectuar una comparación con los datos obtenidos para otros tres sitios de muestreo, se determina que este sitio de muestreo fue el más diverso, tanto por el resultado del índice de diversidad de Shannon, como por el índice de diversidad de Simpson; así, el remanente de vegetación corresponde a un bosque con vegetación secundaria en regeneración, en el cual están presentes árboles característicos de bosque siempre verde de tierras bajas del Napo-Curaray.

**Tabla 3.2.9 Diversidad de flora en el punto PM2**

Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	50
Número de individuos	112
Índice de Shannon (ln)	3,60
Especies (S) con similar abundancia	36
Índice de equidad (%)	92
Diversidad máxima hipotética	3,91
Simpson dominancia (D)	0,03
Diversidad (1-D Gini Simpson)	0,97

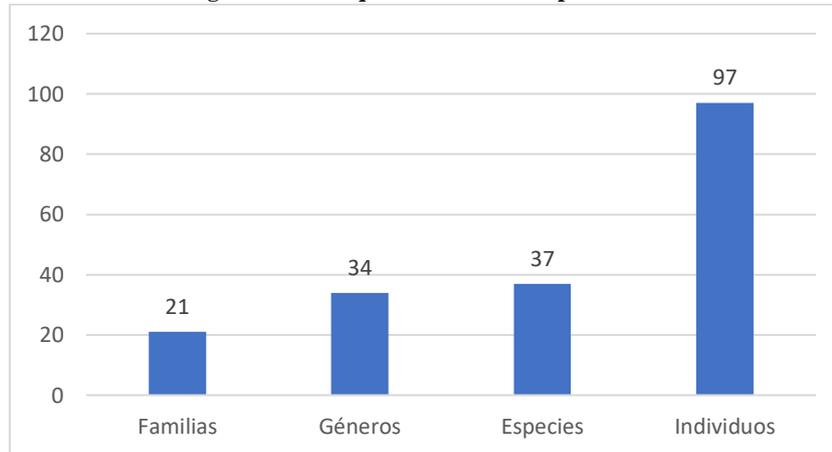
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### PM3 – Sureste MDC16

#### Riqueza

El punto de muestreo PM3, localizado en un remanente de bosque secundario en proceso de regeneración, presenta un dosel fragmentado con claros grandes asociados a un proceso de explotación forestal, en el que resaltan algunos árboles de gran tamaño que se han conservado. Se registraron un total de 97 individuos, correspondientes a 37 especies, 34 géneros y 21 familias. En la Figura 3.2.14 se aprecian los datos de riqueza de los principales taxones y número total de individuos.

**Figura 3.2.14 Riqueza de flora en el punto PM3**

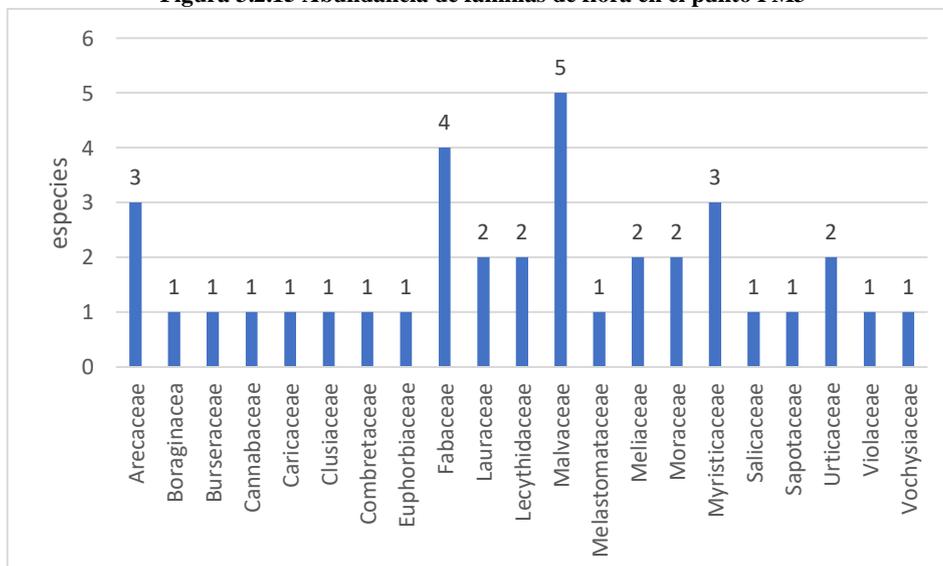


Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### Abundancia

En cuanto a las principales familias registradas en el punto de muestreo PM3 se registraron a: Fabaceae y Malvaceae con cuatro y cinco especies cada una; seguidas de Arecaceae y Myristicaceae con tres especies cada una. Menos representadas estuvieron las familias Lauraceae, Lecythidaceae, Meliaceae, Moraceae y Urticaceae con dos especies cada una; mientras que, otras familias estuvieron representadas por una sola especie (Figura 3.2.15).

**Figura 3.2.15 Abundancia de familias de flora en el punto PM3**

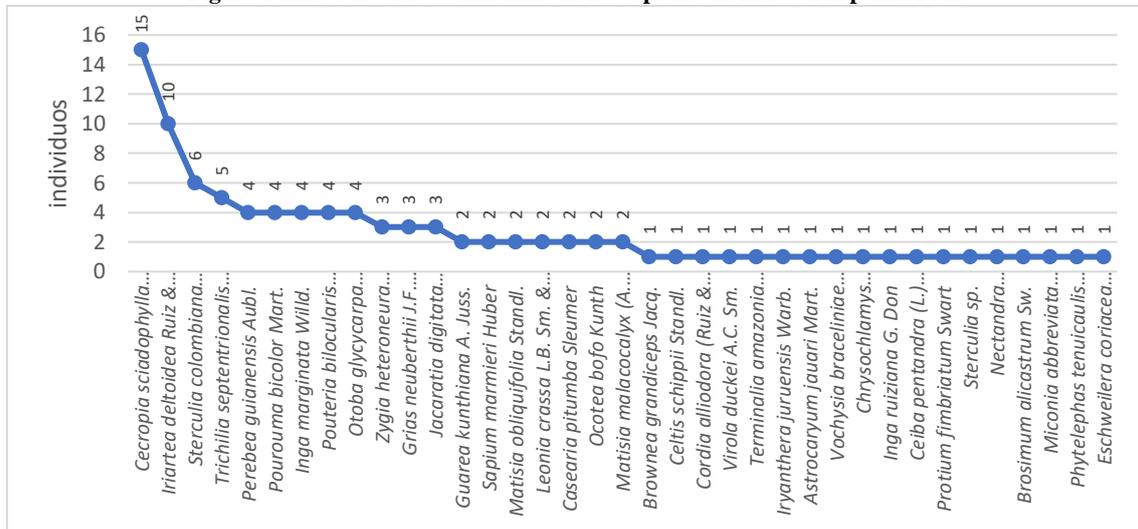


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

Entre las especies con mayor número de individuos destacan *Cecropia sciadophylla* (guarumo) con 15 individuos, *Iriartea deltoidea* (pambil) con 10, y *Sterculia colombiana* con seis; estas especies arbóreas están asociadas a bosques secundarios, debido a que tiene una gran capacidad de adaptación y crecimiento rápido; le sigue *Trichilia septentrionalis* con cinco individuos. Las otras especies presentaron entre cuatro y un individuo, por lo tanto son más escasas en la composición de la vegetación nativa del sitio evaluado (Figura 3.2.16).

Figura 3.2.16 Curva de abundancia de las especies de flora en el punto PM3



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de valor de importancia

Entre las 20 especies de mayor importancia de acuerdo al IVI registradas para el punto de muestreo PM3 destacan: *Cecropia sciadophylla* (guarumo) con 63,27; *Iriartea deltoidea* (pambil) con 18,84, la misma que corresponde a una palma conocida muy frecuente en la zona; le siguen en orden de importancia otros árboles como *Otoba glycyarpa* con 16,04; *Sterculia colombiana* con 10,36; *Ceiba pentandra* con 10,02; *Trichilia septentrionalis* con 7,57; *Perebea guianensis* con 6,55; *Pouteria bilocularis* con 5,72; *Inga marginata* con 5,29. Otras especies presentaron menor IVI, las cuales se presentan en la Tabla 3.2.10. El listado completo de las especies registradas en el punto PM3 se presenta en el Anexo Biótico-Flora.

Tabla 3.2.10 Información de las 20 especies de flora con mayor IVI en el punto PM3

Familia	Nombre científico	AB	DnR	DmR	IVI
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	33,9	15,5	47,81	63,27
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	6,0	10,3	8,53	18,84
Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram.	8,4	4,1	11,92	16,04
Malvaceae	<i>Sterculia colombiana</i> Sprague	3,0	6,2	4,17	10,36
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	6,4	1,0	8,99	10,02
Meliaceae	<i>Trichilia septentrionalis</i> C. DC.	1,7	5,2	2,41	7,57
Moraceae	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	1,7	4,1	2,43	6,55
Sapotaceae	<i>Pouteria bilocularis</i> (H.J.P. Winkl.) Baehni	1,1	4,1	1,59	5,72
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	0,8	4,1	1,16	5,29
Lecythydaceae	<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.	1,3	3,1	1,79	4,88
Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,0	4,1	0,01	4,14

Familia	Nombre científico	AB	DnR	DmR	IVI
Caricaceae	<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms	0,2	3,1	0,27	3,36
Violaceae	<i>Leonia crassa</i> L.B. Sm. & Á. Fernández	0,9	2,1	1,29	3,35
Lauraceae	<i>Ocotea bofo</i> Kunth	0,9	2,1	1,27	3,33
Fabaceae	<i>Zygia heteroneura</i> Barneby & J.W. Grimes	0,0	3,1	0,01	3,11
Malvaceae	<i>Matisia obliquifolia</i> Standl.	0,5	2,1	0,73	2,79
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	0,5	2,1	0,66	2,72
Malvaceae	<i>Matisia malacocalyx</i> (A. Robyns & S. Nilsson) W.S. Alverson	0,4	2,1	0,60	2,66
Euphorbiaceae	<i>Sapium marmieri</i> Huber	0,3	2,1	0,39	2,45
Salicaceae	<i>Casearia pitumba</i> Sleumer	0,1	2,1	0,11	2,17
Total PM3: 97 individuos, 37 especies, 70,8 área basal					
Simbología: DAP: Diámetro a la altura del pecho; AB: Área Basal en m <sup>2</sup> ; DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia.					

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

El índice de Shannon calculado para el punto de muestreo PM3 fue de 3,23; sobre este resultado contrastan 25 especies con similar abundancia de un total de 37 registros, por lo que se infiere una moderada entropía sobre este sitio de muestreo. La uniformidad o equidad en las abundancias arrojó un 89% sobre la diversidad máxima hipotética (3,23), lo que de igual manera evidencia una importante heterogeneidad en la composición y estructura de la comunidad de plantas.

El índice de Simpson fue de 0,05, lo que sugiere poca dominancia de especies y coincide con el patrón general de la curva de abundancia, donde se aprecia una importante uniformidad en el ensamblaje o conjunto de datos obtenidos para este sitio de muestreo; esta comparación soporta el criterio de que no existe una dominancia estadística. Asimismo, el dato obtenido para el índice de diversidad de Simpson (0,95) expresa su proximidad a la máxima diversidad posible en este sitio de muestreo, por su cercanía a 1.

Al efectuar una comparación con los datos obtenidos para otros tres sitios de muestreo, se determina que este sitio de muestreo fue el tercer más diverso, tanto por el resultado del índice de diversidad de Shannon, como por el índice de diversidad de Simpson. Estos resultados contrastan con la presencia de un remanente de bosque secundario en proceso de regeneración, con un grado medio de intervención; ya que conserva algunas especies de árboles característicos de bosque maduro, algunos con fustes medianos y algunos árboles emergentes. En la Tabla 3.2.11 se presentan los cálculos de los índices de diversidad para el punto de muestreo PM3.

**Tabla 3.2.11 Diversidad de flora en el punto PM3**

Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	37
Número de individuos	97
Índice de Shannon (ln)	3,23
Especies (S) con similar abundancia	25
Índice de equidad (%)	89
Diversidad máxima hipotética	3,61
Simpson dominancia (D)	0,05
Diversidad (1-D Gini Simpson)	0,95

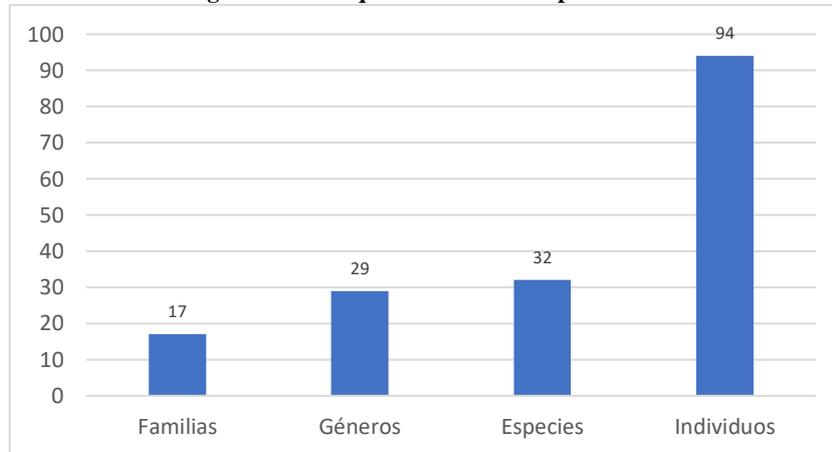
Elaborado por: COSTECAM, 2020

## PM5 – Plataforma MDC80

### Riqueza

El punto de muestreo PM5, localizado cercanamente a la plataforma MDC80, corresponde a un remanente aislado de bosque secundario con un alto grado de intervención. En este punto de muestreo se registraron 94 individuos, correspondientes a 32 especies, 29 géneros y 17 familias. En la Figura 3.2.17 se presenta la información de la riqueza para el punto de muestreo PM5.

**Figura 3.2.17 Riqueza de flora en el punto PM5**

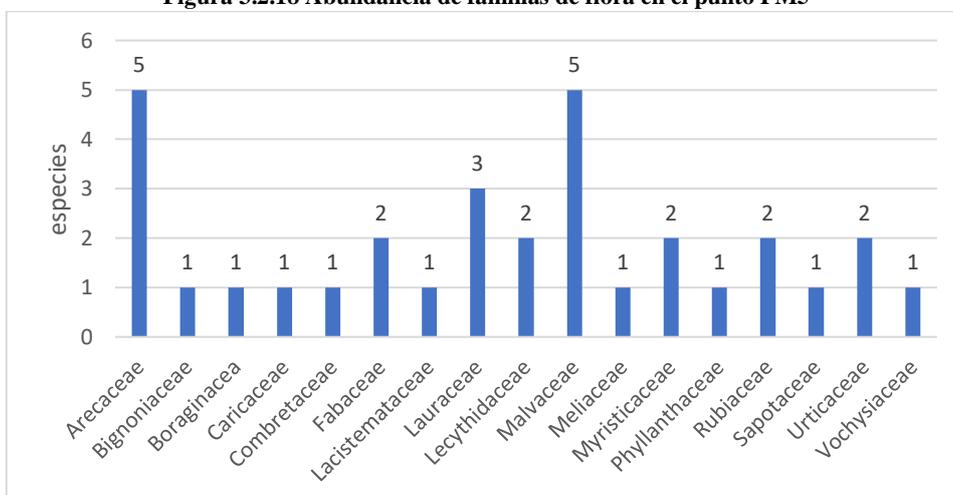


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Abundancia

Las principales familias registradas en este punto de muestreo fueron: *Arecaceae* y *Malvaceae* con cinco especies cada una; seguidas de *Lauraceae* con tres especies. Otras especies menos representadas corresponden a *Fabaceae*, *Lecythidaceae*, *Myristicaceae*, *Rubiaceae* y *Urticaceae* con dos especies cada una; y *Bignoniaceae*, *Boraginaceae*, *Caricaceae*, *Combretaceae*, *Lacistemataceae*, *Meliaceae*, *Phyllanthaceae*, *Sapotaceae* y *Vochysiaceae* con una especie cada una (Figura 3.2.18).

**Figura 3.2.18 Abundancia de familias de flora en el punto PM5**



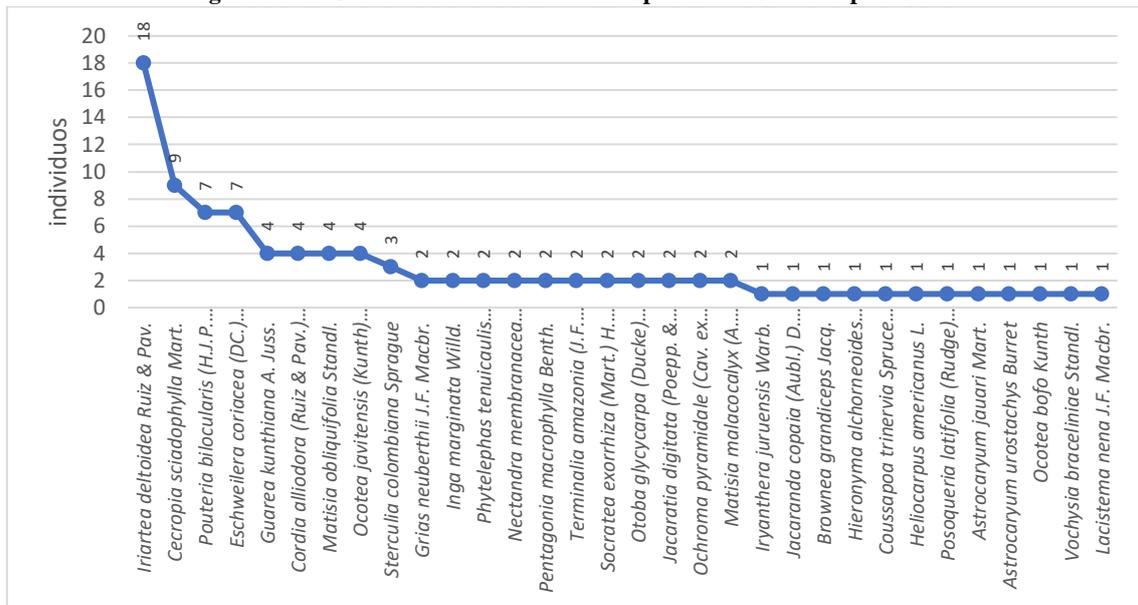
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

La especie que presentó una supremacía en el número de individuos corresponde a *Iriartea deltoidea* (pambil), misma que está asociada a bosques secundarios por su capacidad de

adaptación. Otras especies presentaron nueve o menos individuos contabilizados con el método de estudio de transectos. En la Figura 3.2.19 se presenta la curva de abundancia de las especies registradas en el punto de muestreo PM5.

**Figura 3.2.19 Curva de abundancia de las especies de flora en el punto PM5**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de valor de importancia

Entre las 20 especies de mayor importancia de acuerdo al IVI registradas para el punto de muestreo PM5 destacan: *Iriartea deltoidea* (pambil) con 66,05; seguido por *Pouteria bilocularis* con 23,29; *Cecropia sciadophylla* (guarumo) con 21,46; seguidas de otros árboles como *Ocotea javitensis* con 10,09; *Eschweilera coriacea* con 9,65; *Sterculia colombiana* con 8,35; *Guarea kunthiana* con 6,49; *Cordia alliodora* con 6,21; *Matisia obliquifolia* con 4,73; *Terminalia amazonia* con 2,93 y *Jacaratia digitata* con 2,85. Otras especies con menor registro de IVI se presentan en la Tabla 3.2.12. El listado completo de las especies registradas en el punto PM5 se presenta en el Anexo Biótico-Flora.

**Tabla 3.2.12 Información de las 20 especies de flora con mayor IVI en el punto PM5**

Familia	Nombre científico	AB	DnR	DmR	IVI
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	58,35	19,15	46,91	66,05
Sapotaceae	<i>Pouteria bilocularis</i> (H.J.P. Winkl.) Baehni	19,71	7,45	15,84	23,29
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	14,79	9,57	11,89	21,46
Lauraceae	<i>Ocotea javitensis</i> (Kunth) Pittier	7,25	4,26	5,83	10,09
Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	2,74	7,45	2,21	9,654
Malvaceae	<i>Sterculia colombiana</i> Sprague	6,42	3,19	5,16	8,35
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	2,77	4,26	2,23	6,49
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	2,43	4,26	1,95	6,21
Malvaceae	<i>Matisia obliquifolia</i> Standl.	0,59	4,26	0,48	4,73
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	1,00	2,13	0,81	2,93
Caricaceae	<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms	0,89	2,13	0,72	2,85
Myristicaceae	<i>Otoba glycycarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram.	0,57	2,13	0,46	2,59
Malvaceae	<i>Matisia malacocalyx</i> (A. Robyns & S. Nilsson) W.S. Alverson	0,50	2,13	0,40	2,53

Familia	Nombre científico	AB	DnR	DmR	IVI
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	0,47	2,13	0,38	2,51
Rubiaceae	<i>Pentagonia macrophylla</i> Benth.	0,44	2,13	0,35	2,48
Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	0,35	2,13	0,28	2,41
Lecythidaceae	<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.	0,27	2,13	0,22	2,35
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	0,24	2,13	0,20	2,33
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	0,22	2,13	0,18	2,31
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	1,45	1,06	1,17	2,23
Total PM5: 94 individuos, 32 especies, 124,26 área basal					
Simbología: DAP: Diámetro a la altura del pecho; AB: Área Basal en m <sup>2</sup> ; DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia.					

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de diversidad

El índice de Shannon calculado para el punto de muestreo PM5 fue de 3,05; sobre este resultado contrastan 21 especies con similar abundancia de un total de 32 registros, por lo que se infiere una moderada entropía sobre este sitio de muestreo. La uniformidad o equidad en las abundancias arrojó un 88% sobre la diversidad máxima hipotética (3,46), lo que de igual manera evidencia una importante heterogeneidad en la composición y estructura de la vegetación.

El índice de Simpson fue de 0,07, lo que sugiere poca dominancia de especies y coincide con el patrón general de la curva de abundancia, donde se aprecia una importante uniformidad en el ensamblaje o conjunto de datos obtenidos para este sitio de muestreo; esta comparación soporta el criterio de que no existe una dominancia estadística. Asimismo, el dato obtenido para el índice de diversidad de Simpson (0,93) expresa su proximidad a la máxima diversidad posible en este sitio de muestreo, por su cercanía a 1.

Al efectuar una comparación con los datos obtenidos para otros tres sitios de muestreo, se determina que este sitio de muestreo fue el cuarto más diverso, tanto por el resultado del índice de diversidad de Shannon, como por el índice de diversidad de Simpson; estos resultados contrastan con la presencia de un remanente de bosque secundario aislado, con una evidente huella de aprovechamiento forestal y una marcada perturbación antrópica en sus alrededores por el cambio de uso del suelo con fines agrícolas; no obstante, a pesar de la perturbación antrópica, en este remanente de bosque existen unos pocos árboles característicos del bosque originario. En la Tabla 3.2.13 se presentan los cálculos de los índices de diversidad para el punto de muestreo PM5.

**Tabla 3.2.13 Diversidad de flora en el punto PM5**

Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	32
Número de individuos	94
Índice de Shannon (ln)	3,05
Especies (S) con similar abundancia	21
Índice de equidad (%)	88%
Diversidad máxima hipotética	3,46
Simpson dominancia (D)	0,07
Diversidad (1-D Gini Simpson)	0,93

Elaborado por: COSTECAM, 2020

A manera de resumen, el sitio de muestreo PM2 fue el que mayor diversidad presentó, seguido de los sitios de muestreo PM1 y PM3; mientras que, el sitio de muestreo PM5 fue el menos diverso de todos los sitios estudiados, conforme a los resultados obtenidos por los índices de diversidad de Shannon y Simpson.

### **3.2.6.4.3 Análisis cualitativo por sitio de muestreo**

#### **PM1 – Plataforma MDC60**

En los recorridos de observación se determinaron especies arbóreas como: “pambil” *Iriartea deltoidea* (Arecaceae) e *Inga marginata* (Fabaceae) que, junto a otras especies se encuentran ocupando una zona boscosa perimetral (lado norte) de la plataforma MDC60, donde abundan especies en estadios incipientes de regeneración. Además, se determinó una franja de vegetación con árboles fuera del bosque, a manera de cerca viva. Esta escasa vegetación es muy reducida y sigue siendo afectada por las actividades antropogénicas o extractivas que se dan en el sector.

#### **PM2 – DDV plataforma MDC60**

Los registros cualitativos en el DDV de la plataforma MDC60 corresponden a especies de “pambil” *Iriartea deltoidea* (Arecaceae), *Jacaranda copaia* (Bignoniaceae), “laurel” *Cordia alliodora* (Boraginaceae), “balsa” *Ochroma pyramidale* (Malvaceae), “guarumo” *Cecropia sciadophylla* (Urticaceae), entre otras especies arbóreas que se evidencian a lo largo de una franja que divide a los predios y cultivos implantados en el área.

#### **PM4 – Plataforma MDC16**

Esta área corresponde a un pequeño parche de bosque secundario altamente intervenido, el mismo que presenta una alta presencia de especies pioneras como “balsa” *Ochroma pyramidale*; “boya” *Heliocarpus americanus* (Malvaceae) y “guarumo” *Cecropia sciadophylla* (Urticaceae).

En el sotobosque y estrato medio se encuentra una serie de franjas arbustivas dominadas por *Heliconia* sp. (platanillo); *Calathea* sp. (bijao), entre otras. También en esta área se pudieron observar algunas especies arbóreas en proceso de regeneración.

#### **PM5 – Plataforma MDC80**

En las observaciones cualitativas se determinó que el área de la plataforma MDC80 está constituida por un cultivo de “palma africana” *Elais guianensis* (Arecaceae).

#### **PM6 – Plataforma MDC3**

El área del perímetro de la plataforma MDC3 es una zona con un alto nivel de intervención y transformación de la cubierta vegetal, en la cual se determinó la presencia de especies como: *Bactris coccinea*, *Elais guianensis* (Arecaceae), *Cordia alliodora* (Boraginaceae), *Acalypha diversifolia* (Euphorbiaceae), *Inga edulis* (Fabaceae), entre otras especies.

#### **PM7 – Plataforma MDC70 y DDV**

El perímetro de la plataforma MDC70 presenta cultivos de malanga en una zona, pastizales de pasto saboya y dalis, además de zonas arbustivas que forman franjas. También se registran algunos árboles dispersos y otros distribuidos como cercas vivas, algunos de estos árboles corresponden a: “laurel” *Cordia alliodora* (Boraginaceae) como la especie más frecuente y “guayabillo” *Terminalia amazonia* (Combretaceae); entre otras.

En las observaciones cualitativas en el derecho de vía de la plataforma MDC70 se encuentran grandes zonas de cultivos de cacao, maíz, palma africana; junto con algunas zonas de pastizales

especialmente (pasto saboya); además de una zona inundable en la que se registra un moretal o bosque inundable de palmas, con algunos árboles importantes por su tamaño.

En la Tabla 3.2.14, se listan las especies registradas por observaciones cualitativas para los sitios destinados a las facilidades del proyecto, correspondientes principalmente a árboles fuera del bosque o en remanentes de vegetación dominados por especies en incipiente estado de regeneración natural.

**Tabla 3.2.14 Riqueza de flora en puntos de muestreo de cualitativo**

Familia	Nombre científico	PM1-Plataforma MDC60	PM2-DDV MDC60	PM3-Plataforma MDC16	PM5-Plataforma MDC80	PM6-Plataforma MDC3	PM7-Plataforma MDC70 y DDV
Arecaceae	<i>Astrocaryum urostachys</i> Burret		X	X			X
	<i>Bactris coccinea</i> Barb. Rodr.			X		X	
	<i>Elais guianensis</i> Mart.				X	X	X
	<i>Iriarteia deltoidea</i> Ruiz & Pav.	X	X	X			X
	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.			X			X
	<i>Phytelephas tenuicaulis</i> (Barfod) A.J. Hend.		X				
	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.			X			X
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don		X	X			X
	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson		X				
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> L.	X	X	X		X	X
Cannabaceae	<i>Celtis schippii</i> Standl.	X	X				
Caricaceae	<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms		X				
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell		X	X			X
Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.			X		X	X
	<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	X	X				
	<i>Sapium marmieri</i> Huber			X			X
Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.			X		X	X
	<i>Inga marginata</i> Willd.	X	X	X			
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake						X
Lacistemataceae	<i>Lacistema nena</i> J.F. Macbr.		X				
Lauraceae	<i>Ocotea javitensis</i> (Kunth) Pittier						X
Lecythidaceae	<i>Couropita guianensis</i> Aubl.						X
	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori			X			X
	<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.			X			X
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.		X				X
	<i>Heliocarpus americanus</i> L.			X		X	X
	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.		X	X		X	X
	<i>Sterculia colombiana</i> Sprague		X				X

Familia	Nombre científico	PM1-Plataforma MDC60	PM2-DDV MDC60	PM3-Plataforma MDC16	PM5-Plataforma MDC80	PM6-Plataforma MDC3	PM7-Plataforma MDC70 y DDV
Maranthaceae	<i>Calathea</i> sp.			X		X	X
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.			X			
	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	X	X				X
	<i>Trichilia septentrionalis</i> C. DC.	X		X			X
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	X					X
	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg			X			
	<i>Ficus guianensis</i> Desv. ex Ham.		X				
	<i>Ficus insipida</i> Willd.			X			
	<i>Ficus maxima</i> Mill.						X
Musaceae	<i>Heliconia</i> sp.			X		X	X
Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram.		X	X			X
Polygalaceae	<i>Triplaris americana</i> L.			X			X
Rubiaceae	<i>Pentagonia macrophylla</i> Benth.		X				
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre) T.D. Penn.			X			X
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	X					
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.			X			X
Violaceae	<i>Gloeospermum</i> sp.		X	X		X	X
Violaceae	<i>Leonia crassa</i> L.B. Sm. & Á. Fernández		X				
<b>Total</b>		<b>9</b>	<b>22</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>31</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### 3.2.6.4.4 Aspectos ecológicos

##### Estado de conservación

Las áreas de bosque evaluadas presentan un fuerte nivel de intervención principalmente por actividades antrópicas, que han modificado su estructura y fisonomía. La presencia abundante de ciertas especies pioneras, especialistas en procesos de regeneración y sucesión vegetal, en los puntos de muestreo nos permite inferir que la mayoría de estos bosques presenta un estado de conservación irregular, ya que han sido intervenidos debido a procesos de explotación forestal y transformación de la cobertura por el cambio de uso del suelo, lo que ha provocado que se vayan reduciendo paulatinamente las poblaciones vegetales y ocasionando que las mismas en la actualidad estén amenazadas.

La zona presenta una actividad productiva extensiva e intensiva, principalmente relacionada a la agricultura y ganadería que se refleja en las grandes extensiones de palma africana, cultivos de cacao, maíz y pastizales; esta última debido a la actividad ganadera que se realiza. Todos estos

factores han transformado y fragmentado la cobertura vegetal primaria, por lo que son pocas las áreas donde se pueden registrar reservas o remanentes de vegetación original.

La autoridad internacional que cataloga, monitorea y evalúa el estado de conservación de las plantas raras o en peligro a nivel mundial es la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN). Al revisar la página electrónica de la UICN se registró una sola especie en una categoría significativa para su conservación (Tabla 3.2.15).

**Tabla 3.2.15 Estado de conservación de la flora en el área de estudio**

Familia	Especie	Nombre común	UICN (global)
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Vulnerable

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Esta especie vulnerable fue únicamente registrada por observación cualitativa cerca del límite sur de la plataforma MDC16; mientras que, en la composición de los remanentes de bosque evaluados en áreas de influencia indirecta no se detectó a esta especie, lo que denota que su presencia ha sido casi extirpada de la zona.

### Especies endémicas

A pesar de que la región amazónica posee el 31.7% de la diversidad vegetal del país (Jorgensen y León, 1999), y entre esta diversidad la presencia de especies endémicas, en el presente estudio no se determinó la presencia de especies endémicas, lo que probablemente se relacione con el estado de conservación e intervención severa sobre la cobertura boscosa primaria; es decir, el nivel de alteración al que ha sido sometida el área de estudio reduce las posibilidades de que se puedan registrar especies con este atributo.

### Especies indicadoras

La mayor parte de bosques tropicales experimentan procesos de cambio influenciado por ciertos factores geográficos y ambientales, algunos presentan una alta dinámica de regeneración y sucesión vegetal, debido a factores ambientales como las lluvias que inundan las áreas del bosque, vientos fuertes que originan caída de árboles y transforman la estructura y composición de los mismos.

Las siguientes especies (Tabla 3.2.16) son consideradas como especies indicadoras con base a descripciones bien conocidas de su presencia en zonas inundables o de tierra firme, procesos de regeneración natural, presencia en bosque maduro y/o de importancia para uso o alimento de la fauna silvestre:

**Tabla 3.2.16 Especies indicadoras de flora en el área de estudio**

Familia	Nombre científico	Nombre común	Características	Especies indicadoras de buen estado de conservación	Especies indicadoras de intervención (cambio en estado) de conservación
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	pambil	Especie frecuente, alimento para animales	X	
Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	morete	Especie dominante en	X	



Familia	Nombre científico	Nombre común	Características	Especies indicadoras de buen estado de conservación	Especies indicadoras de intervención (cambio en estado) de conservación
			zonas inundables (moretales)		
Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	patona	Palma característica de tierra firme e inundable	X	
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	fósforo	Especie dominante en bosques secundarios, pionera, regeneración.		X
Fabaceae	<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	cruz caspi	Especie maderable, se encuentra en bosques maduros.	X	
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	guabilla	Especie característica de bosque secundario		X
Lecythidaceae	<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.	pitón	Especie característica de bosques secundarios.		X
Malvaceae	<i>Sterculia colombiana</i> Sprague	cacao de monte	Especie característica de bosque maduro	X	
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	tocota	Especie característica de bosque maduro	X	
Myristicaceae	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	molleja	Especie característica de bosque maduro	X	
Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram.	sangre de gallina	Especie característica de bosque maduro	X	
Myristicaceae	<i>Virola duckei</i> A.C. Sm.	coco	Especie característica de bosque maduro	X	
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	fernán sánchez	Especie característica de bosque indudable		X
Sapotaceae	<i>Pouteria bilocularis</i> (H.J.P. Winkl.) Baehni	chonta caspi	Especie característica de bosque maduro	X	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Características	Especies indicadoras de buen estado de conservación	Especies indicadoras de intervención (cambio en estado) de conservación
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	guarumo	Especie característica bosque secundario		X
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> L.	laurel	Especie característica bosque secundario		X
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	balsa	Especie característica bosque secundario		X
Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	boya	Especie característica bosque secundario		X
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	sande	Especie característica de bosque maduro	X	
Lauraceae	<i>Ocotea bofo</i> Kunth	canelo	Especie característica de bosque maduro	X	
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	ceibo blanco	Especie característica de bosque maduro	X	

Elaborado por: COSTECAM, 2020

La presencia de especies indicadoras de intervención como de buen estado de conservación se localizan en todos los remanentes de bosque evaluados, lo que sugiere una buena adaptabilidad de estas especies a los impactos existentes y continuos en la zona, sobre todo en aquellas especies que son asociadas a bosques mejor conservados; por ello, es importante focalizar acciones de conservación hacia este tipo de especies en los remanentes de bosque nativo fragmentados existentes.

### Especies sensibles

Se determinó que las especies *Astrocaryum urostachys*, *Bactris coccinea*, *Browneopsis ucayalina*, *Leonia crassa*, *Protium fimbriatum* y *Zygia heteroneura* presentan una distribución local, con excepción de *Cedrela odorata* que se encuentra en categoría Vulnerable de acuerdo a la UICN; por lo cual, estas siete especies son consideradas como especies de sensibilidad alta, que se localizan en los remanentes de bosque nativo en el área de influencia del proyecto; principalmente en los sitios de muestreo PM1, PM2, PM3 y PM5, donde se localizan los remanentes de bosque mejor consolidados disponibles en el área de influencia del proyecto (Tabla 3.2.17). La categoría de sensibilidad de las especies de flora se presenta en el Anexo Biótico-Flora.

**Tabla 3.2.17 Sensibilidad de las especies de flora**

Sensibilidad	No. Especies	Sitios de muestreo
Alta	7	PM1, PM2, PM3, PM5, PM6 y PM7
Media	12	PM1, PM2, PM3, PM5 y PM7
Baja	68	PM1, PM2, PM3, PM5, PM6 y PM7

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Uso del recurso florístico

Los habitantes de esta región son en su mayoría colonos, cuyas principales actividades productivas están relacionadas con la explotación forestal, la agricultura y ganadería.

Los principales cultivos son palma africana, yuca, maíz, café, plátano, cacao y algunos frutales, sin embargo, durante el muestreo se registraron algunas especies con usos que se detallan en la Tabla 3.2.18.

**Tabla 3.2.18 Uso de las principales especies del área de estudio**

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Usos
Arecaceae	<i>Astrocaryum urostachys</i> Burret	palma	construcción, techo
Arecaceae	<i>Bactris coccinea</i> Barb. Rodr.	chonta	alimentación
Arecaceae	<i>Elais guianensis</i> Mart.	palma africana	cultivo comercial
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	pambil	construcción
Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	morete	alimentación
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	fósforo	maderable
Boraginacea	<i>Cordia alliodora</i> L.	laurel	maderable
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	guayabillo	maderable
Euphorbiaceae	<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	sangre drago	medicinal
Euphorbiaceae	<i>Sapium marmieri</i> Huber	lechero	maderable
Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	guaba	alimentación
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	guaba	maderable
Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	pachaco	maderable
Lauraceae	<i>Ocotea javitensis</i> (Kunth) Pittier	canelo	maderable
Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori		alimento de animales
Lecythidaceae	<i>Grias neuberthi</i> J.F. Macbr.	pitón	alimentación (frutos)
Maranthaceae	<i>Calathea</i> sp.	bijao	alimentación (hojas cocción de alimentos).
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L. Gaertn.	ceibo	maderable
Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	boya	leña
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	balsa	maderable
Malvaceae	<i>Sterculia colombiana</i> Sprague	cacao monte	maderable

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Usos
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	manzano	maderable
Meliaceae	<i>Trichilia septentrionalis</i> C. DC.	cedrillo	maderable
Moraceae	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	sande	maderable
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.		medicinal (látex)
Moraceae	<i>Ficus maxima</i> Mill.	higuerón	maderable
Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram.	sangre de gallina	maderable
Polygalaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	fernán sánchez	leña
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	guarumbo	leña

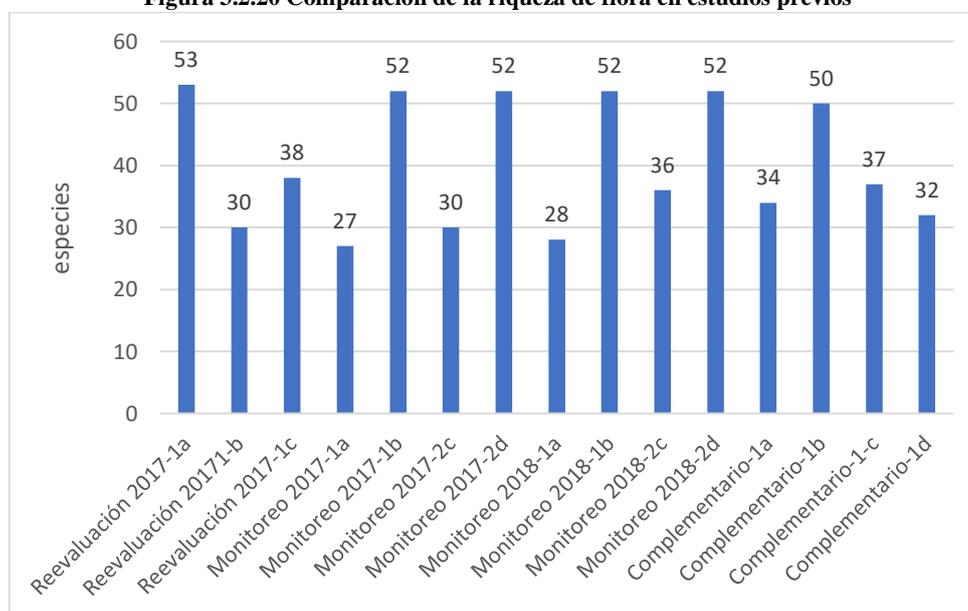
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.6.5 Comparación con estudios previos

Estudios previos correspondientes a la Reevaluación MDC, 2017 (con información generada en agosto de 2016), además de monitoreos bióticos semestrales en 2017 y 2018, y al que se añade el presente estudio complementario, evidencian que la riqueza puede oscilar en un rango de 27 a 53 especies (

Figura 3.2.20) sobre varios sitios de muestreo relacionados con facilidades existentes del proyecto, como de áreas nuevas donde se prevé la implementación de más facilidades; de lo cual, se puede decir que la variabilidad en la diversidad de especies —si se consideran los datos de riqueza de especies en los estudios previos— parece obedecer a factores físicos muy puntuales que inciden sobre los microhábitats donde se realizaron los muestreos, además del esfuerzo y técnicas de estudio empleadas; así como también por el grado de intervención humana, la misma que parece mantener un similar patrón de perturbación antrópica desde épocas anteriores, relacionada a la instalación de infraestructura para proyectos extractivos, agricultura y ganadería.

**Figura 3.2.20 Comparación de la riqueza de flora en estudios previos**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Se prevé que el presente proyecto genere impactos acumulativos muy leves o muy poco significativos por la remoción de cobertura vegetal en zonas muy intervenidas (vegetación pionera o árboles escasos o aislados) y zonas desprovistas de vegetación arbórea (pastizales) donde se implantará el DDV y plataforma MDC60 y la ampliación de la plataforma MDC16. Los efectos acumulativos se relacionan con la reducción de hábitat terrestre y pérdida de especies de flora autóctona por la interacción con los impactos ocasionados por la plataforma MDC20 existente y en operación. Las facilidades DDV y plataforma MDC60 y plataforma MDC16 se localizan en un rango de distancia de 150 – 1800 m de la plataforma existente MDC20, donde se distribuyen remanentes de bosque nativo fragmentados que colindan con cultivos, zonas desprovistas de vegetación y caminos existentes. En el área correspondiente a la plataforma MDC20 se registraron 38 especies en un remanente de bosque nativo (Revaluación MDC, 2017); mientras que, en una zona cercana al DDV que conducirá a la plataforma MDC60 se registraron 50 especies y en un remanente de bosque nativo cercano a la plataforma MDC16 se registraron 37 especies; en ambos estudios se registró la riqueza de especies con base en la aplicación de transectos que cubrieron un área de 1000 m<sup>2</sup>.

### 3.2.6.5.1 Conclusiones

- El área de estudio presenta una clara evidencia de la presencia de bosques secundarios, dada la marcada presencia de individuos correspondientes a especies pioneras o relacionadas con procesos de sucesión natural que dominan la estructura de la vegetación nativa; estas contrastan con otras especies menos abundantes que ofrecen una heterogeneidad importante, ya que representan a especies características de los bosques amazónicos de tierras bajas. Esto se ha dado por el uso descontrolado y mal enfocado de los recursos naturales, lo que ha provocado una sobre explotación que ha convertido el escenario natural primario en una serie de hábitats producto de la intervención sobre la vegetación natural, dando como resultado que haya más abundancia que riqueza, esto se puede evidenciar con el cambio en el uso de suelo lo cual afecta de forma directa al paisaje, donde se puede apreciar de forma clara la transformación del hábitat producto de los impactos que se han dado en el sector.
- Los índices de diversidad sugieren que en buena parte de la composición y estructura de los remanentes de bosque nativo existe una importante entropía, por lo tanto reflejan una importancia ecológica para el mantenimiento de especies características de los bosques amazónicos de tierras bajas, a pesar de las perturbaciones e impactos visibles en toda el área de estudio, tales como: cultivos, zonas para ganadería y actividades industriales (Ver Anexo fotográfico – flora). Comparativamente, el sitio de muestreo PM2 es el más diverso en relación a los otros tres sitios de estudio, probablemente por estar localizado en una franja que conecta a los remanentes más grandes de bosque nativo. Se debe acotar que, el índice de Shannon no presenta un ajuste preciso que permita disminuir el error de cálculo, sin embargo indica el nivel de diversidad basado en los datos obtenidos en el levantamiento de información, donde se muestra como resultado el grado o nivel de diversidad expresado en un exponencial que mide la capacidad de entropía de las especies en relación a las abundancias obtenidas como dato real en cada momento y sitio evaluado; mientras que, el índice de Simpson refiere la dominancia de las especies; este último es considerado como el indicador más preciso para determinar la diversidad sobre el componente flora, pues comparado con las curvas de abundancia y las pendientes que estas exhiben, se puede afirmar que no existe una dominancia estadística, y en consecuencia la existencia de una importante uniformidad en los ensamblajes de los sitios de muestreo estudiados.

- El alto índice de valor de importancia para especies características de bosques alterados evidencia los efectos e impactos provocados sobre la vegetación original; y en contraste, que las demás especies que configuran la composición y estructura del bosque provienen de un proceso de regeneración. La tendencia más marcada en las curvas de abundancia corresponde a las especies características de bosques alterados que presentan mayor índice de valor de importancia sobre las demás especies registradas en los sitios de muestreo.
- En los puntos PM-1 MDC60, PM-2 DDV plataforma MDC60 y PM5 plataforma MDC80, la especie dominante fue *Iriartea deltoidea* (Pambil) mientras en el punto PM-3 Suresre MDC16 se observa que la especie dominante es *Cecropia sciadophylla* (Guarumo), lo que sugiere la presencia de bosque secundario. Por otra parte, la especie *Sterculia colombiana*, *Iriartea deltoidea* y *Cecropia sciadophylla* corresponden a las especies con mayor IVI para los sitios estudiados con la técnica de transectos, esto igualmente corrobora que la estructura de los remanentes de bosque nativo en toda el área de influencia del proyecto corresponden a bosques con huella de intervención.
- El esfuerzo de muestreo empleado para el estudio de la vegetación permitió registrar a buena parte de las especies en el área al comparar la tendencia de la extrapolación de la curva de acumulación con alrededor de un 10% de especies no fueron registradas determinado por la inferencia del índice de Chao1; esto probablemente debido a la dominancia de especies asociadas a hábitats alterados y a la focalización del estudio al estrato arbóreo.
- La diversidad beta expresa una importante similitud en al menos tres de cuatro sitios evaluados, por lo cual la se infiere que las poblaciones forman parte de una misma comunidad; así, el porcentaje de disimilitud se explica por los impactos o perturbación de los que son objeto los remanentes de bosque nativo, como claramente se pudo corroboran en las observaciones en campo.
- En el aspecto del estado de conservación en el presente estudio se evidencia una sola especie (*Cedrela odorata*) en categoría Vulnerable (VU) está especie fue registrada únicamente en el límite sur de la plataforma MDC16. En la composición y estructura de los remanentes de bosque nativo no se determinó la presencia de especies bajo algún criterio significativo de conservación, lo que sugiere que la vegetación está configurada por especies de poco interés para acciones de conservación específica sobre determinadas especies. Durante el muestreo no se registraron plantas endémicas, pero sí de importancia para comprender los niveles de intervención y regeneración de la vegetación, de lo cual se infiere que, las formaciones boscosas favorecen la presencia de hábitats para otras especies de fauna, las cuales se benefician de refugio y alimento que provee la vegetación. Asimismo, los remanentes de bosque nativo albergan a especies de flora de sensibilidad alta; por lo cual, estos remanentes deben ser considerados como hábitats sensibles.
- Los usos identificados para varias especies se relacionan con el aprovechamiento de la madera, en donde las comunidades de colonos e indígenas aprovechan estos recursos en su propio beneficio. Esta actividad se presenta de manera continua sobre los remanentes de bosque, por lo que la perturbación puede generar cambios continuos en la composición y estructura de la vegetación nativa.
- Los registros cualitativos de la vegetación, realizados en el área donde se prevé implantar las facilidades nuevas, como de los alrededores de la plataforma donde se prevé adicionar actividades del proyecto, no corresponden a una formación boscosa, porque esta ha sido reemplazada en su totalidad, las especies arbóreas identificadas representan cercas vivas

o pequeños grupos formados por unos pocos individuos conjugados en amplias zonas de cultivos y pastizales.

- Información histórica revela un similar patrón en el número de especies registradas (riqueza), al comparar sitios de muestreo relacionados con remanentes de bosque nativo cecanos a otras infraestructuras existentes en toda la configuración del proyecto, por lo que se infiere que los impactos sobre la vegetación pueden mantener un similar grado de perturbación en todos los remanentes de bosque nativo existentes sobre el bloque MDC. En este mismo contexto, se determinó muy pocos efectos acumulados sobre la pérdida de especies de flora y hábitat terrestre por impactos acumulativos provenientes de la plataforma en operación MDC20.

### 3.2.7 Fauna

#### 3.2.7.1 Mastofauna

La fauna de mamíferos del Ecuador continúa en constante incremento, sin embargo, hasta la actualidad se han registrado 431 especies repartidas en 14 órdenes reconocidos. La mayor diversidad de mamíferos en el Ecuador corresponde al orden de los murciélagos (Chiroptera) con 170 especies (39,4% del total de especies presentes en el país), seguido de los roedores (Rodentia) con 119 especies (27,6%) (Tirira, 2017).

En lo referente a las especies propias y únicas del Ecuador, se reportan 42 especies, quince de las cuales son conocidas únicamente por una o dos localidades o su registro se basa en uno o dos individuos; mientras que las 27 especies restantes provienen de varias localidades y su distribución es mejor conocida (Tirira, 2017).

#### 3.2.7.2 Sitios de muestreo

Las inmediaciones del área de estudio, en general, presentan distintos tipos de mosaico de sucesión primaria y secundaria de bosque y diferentes grados de intervención. Para poder levantar información de mamíferos se aplicó diferentes tipos de metodologías directa e indirecta; cualitativa y cuantitativa; tanto para macro, meso y micromamíferos, además de mamíferos voladores en siete puntos o locaciones de muestreo. En la Tabla 3.2.19 se listan las coordenadas referenciales de los puntos muestreados; así como un detalle general de las diferentes metodologías empleadas.

**Tabla 3.2.19 Sitios de muestreo de mamíferos en el área de estudio**

Sitio de muestreo	Fecha	Código	COORDENADAS UTM WGS84-18S		Técnica	Dimensión <sup>a</sup>	Cobertura vegetal
			Y	Y			
MDC60	03,04/ Dic	PM1-Red-I	297656	9952847	Redes de neblina	100 m	Bosque intervenido
		PM1-Red-F	297663	9952919			
	04/Dic	PM1-Recorrido-I	297724	9952476	Recorrido de distancia variable	800 m	Pastizal - herbácea
		PM1-Recorrido-F	297627	9953157			
DDV MC60	05,06/ Dic	PM2-Red-I	297145	9954151	Redes de neblina	100 m	Bosque intervenido
		PM2-Red-F	297141	9954214			
	05/Dic	PM2-Recorrido-I	297367	9954223	Recorrido de distancia variable	800 m	Pastizal, Cultivo de cacao, café y palma
		PM2-Recorrido-F	297672	9953478			
Sureste MDC16	07,08/ Dic	PM3-Red-I	297608	9955912	Redes de neblina	100 m*	Bosque intervenido pantanoso
		PM3-Red-F	297733	9955843			
	07/Dic	PM3-Recorrido-I	297737	9955869	Recorrido de distancia variable	500 m	Bosque intervenido pantanoso
		PM3-Recorrido-F	297480	9956019			
MDC16	09/Dic	PM4-Recorrido-I	297292	9956076	Registro de distancia variable	500 m	Bosque intervenido
		PM4-Recorrido-F	297270	9956328			

Sitio de muestreo	Fecha	Código	COORDENADAS UTM WGS84-18S		Técnica	Dimensión <sup>a</sup>	Cobertura vegetal
			Y	Y			
	09/Dic	PM4-Transecto-I	296804	9956032	Conteos directos en transectos	300 m	Bosque intervenido y cultivo de cacao
		PM4-Transecto-F	296933	9955898			
MDC80	10/Dic	PM5-Transecto-I	297194	9958965	Conteos directos en transectos	300 m	Bosque intervenido
		PM5-Transecto-F	297260	9959498			
	10/Dic	PM5-Recorrido-I	297620	9959215	Registro de distancia variable	500 m	Cultivo de palma
		PM5-Recorrido-F	297478	9958920			
MDC3	10/Dic	PM6-Recorrido-I	298508	9959925	Registro de distancia variable	500 m	Bosque intervenido y pastizal
		PM6-Recorrido-F	298601	9959830			
MDC70 y DDV	11/Dic	PM7-Transecto-I	297780	9960865	Conteos directos en transectos	300 m	Pastizal - herbácea
		PM7-Transecto-F	297920	9961142			
	11/Dic	PM7-Recorrido-I	298775	9961714	Registro de distancia variable	1200 m	Cultivo de palma, maíz, cacao, pastizal
		PM7-Recorrido-F	297954	9960827			

<sup>a</sup> Corresponde a una referencia cartográfica lineal basada en las coordenadas tomadas con un navegador GPS en campo para aproximar la trayectoria y/o ubicación de los muestreos realizados

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.3 Metodología

#### 3.2.7.3.1 Muestreo cuantitativo

Considerando la gran diversidad de este grupo, sumado a sus características heterogéneas en cuanto a costumbres, hábitos y preferencias, para el estudio, observación y registro, es relevante considerar algunos aspectos ecológicos como el patrón de actividad, alimentación, locomoción y uso de hábitat. A continuación se describe la metodología aplicada en este estudio para la captura y registro de mamíferos en tres grandes grupos:

*Micromamíferos voladores* – La captura de murciélagos fue direccionada a especies de la familia Phyllostomidae, debido a que las condiciones ecológicas del área de estudio (parches aislados de bosque secundario) ofrecen recursos favorables para que especies de este taxón se encuentren mejor y abundantemente representadas. Esta técnica consistió en el empleo de redes de neblina de 12 x 2,5 m para atrapar murciélagos en vuelo (Kunz & Kurta, 1996). Un total de siete redes permanecieron abiertas desde las 18:00 a 22:00 horas durante dos noches y fueron revisadas cada 30 minutos con el fin de evitar daños a la red y estrés de los individuos atrapados; el uso de siete redes se ajustó a la disponibilidad de hábitat en algunos sitios seleccionados para el muestreo, expresado en pequeñas áreas de bosque secundario a consecuencia del marcado cambio de uso del suelo (ver Anexo Cartográfico, mapa de Cobertura de la vegetación); así como, por la presencia de zonas boscosas anegadas o mal drenadas, que limitaron el uso de un mayor número de redes.

El esfuerzo de dos noches destinado a cada sitio de estudio se acopló a una estimación de una alta tasa de captura de individuos de la familia Phyllostomidae en un mismo hábitat tipo y

participación de un mastozoólogo en el estudio, tomando como base lo sugerido por Hoffmann et al. (2010); así como, por la revisión de estudios realizados en ambientes alterados de la amazonia ecuatoriana y en sitios con condiciones de hábitat perturbado, donde se empleó un similar tiempo de muestreo (Murillo-García y Bedoya-Duran, 2014; Mena-Valenzuela y Cueva, 2015). Los quirópteros capturados fueron fotografiados e identificados con la ayuda de guías especializadas (Tirira, 2017; Albuja, 1999).

*Micromamíferos no voladores* - El uso de trampas Sherman y Tomahawk a menudo son utilizadas para el estudio de roedores, marsupiales pequeños como también los pausituberculados; no obstante, para el presente estudio estas trampas no fueron consideradas debido a que los remanentes de bosque disponibles en los alrededores de las facilidades del proyecto, se caracterizaron por ser zonas mal drenadas o anegadas y por la muy poca presencia de madrigueras, nidos u oquedades en los sitios considerados para el muestreo, por lo que la aplicación de esta técnica fue considerada poco efectiva. A esto se sumó, el hecho de no considerar el uso de esta técnica por representar un serio riesgo para el bienestar animal por variaciones en el nivel de inundación por efecto de las lluvias en al menos uno de los sitios de estudio. Por otra parte, el uso de esta técnica en el desarrollo de líneas bases está disminuyendo por las bajas tasas de captura (Chávez y Cerda, 2012).

*Mamíferos medianos y grandes* - Se empleó transectos que cubrieron recorridos de 500 m, ya que los remanentes boscosos —por su extensión— limitaron transectos de mayor tamaño estandarizado en el área de influencia del proyecto (ver Anexo Cartográfico, mapa de Cobertura de la vegetación). Los recorridos en los transectos se realizaron diariamente por la mañana y por la tarde. Estos recorridos permitieron la obtención de registros directos de especies de mamíferos de las cuales resulta difícil obtener registros frecuentes, debido a sus costumbres, ámbito hogareño, patrón de actividad, entre otras causas.

### 3.2.7.3.2 Muestreo cualitativo

A través de caminatas (o recorridos de distancia variable), se aplicó la metodología para el registro de mamíferos a través de rastros y huellas como registros visuales directos, huellas, heces, madrigueras, etc., dentro del área en estudio, siguiendo los criterios establecidos en Tirira (2017). Dentro del método de registro indirecto se realizaron las entrevistas específicas no estructuradas a los pobladores de las comunidades cercanas a cada punto de muestreo con la finalidad de obtener información, presencia y/o descripción sobre avistamientos de estas especies.

### 3.2.7.3.3 Esfuerzo de muestreo

En la Tabla 3.2.20 se describe el esfuerzo total de muestreo representados en número de horas de cada método (redes, transectos y recorridos) aplicados en cada sitio. Es importante precisar que los sitios de muestreo se toman como esfuerzo para propósitos de análisis estadístico.

**Tabla 3.2.20 Esfuerzo de muestreo para el estudio de mamíferos**

Sitios de muestreo	Código	Tipo de muestreo	Número de redes, transectos/ recorridos	Horario	Horas por días	Número de días	Horas esfuerzo método
MDC60	PM1-Red	Cuantitativo	7 redes	18h00-22h00	4 horas	2	56
	PM1-Recorrido	Cualitativo	1	15h30-17h30	2 horas	1	2



Sitios de muestreo	Código	Tipo de muestreo	Número de redes, transectos/ recorridos	Horario	Horas por días	Número de días	Horas esfuerzo método
DDV MC60	PM2-Red	Cuantitativo	7 redes	18h00-22h00	4 horas	2	56
	PM2-Recorrido	Cualitativo	1	15h30-17h30	2 horas	1	2
Sureste MDC16	PM3-Red	Cuantitativo	7 redes	18h00-22h00	4 horas	2	56
	PM3-Recorrido	Cualitativo	1	15h30-17h30	2 horas	1	2
MDC16	PM4-Transecto	Cuantitativo	1	08h30-10h30 14h00-16h00	4 horas	1	4
	PM4-Recorrido	Cualitativo	1	11h00-13h00	2 horas	1	2
MDC80	PM5-Transecto	Cuantitativo	1	08h30-10h30 14h00-16h00	4 horas	1	4
	PM5-Recorrido	Cualitativo	1	11h00-13h00	2 horas	1	2
MDC3	PM6-Recorrido	Cualitativo	1	16h00-18h00	2 horas	1	2
MDC70	PM7-Transecto	Cuantitativo	1	08h30-10h30 14h00-16h00	4 horas	1	4
	PM7-Recorrido	Cualitativo	1	11h00-13h00	2 horas	1	2
<b>Total esfuerzo (expresado en horas/red; horas/transecto; horas/recorrido)</b>							<b>194</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.4 Análisis de datos

Considerando el alcance del presente estudio de línea base se efectuaron cálculos con la ayuda de diferentes paquetes informáticos disponibles en la Web; estos corresponden a: Past 4.06b (Hammer et al., 2001) y (2) Estimates 9.1.0 (Colwell, 2013).

#### 3.2.7.4.1 Riqueza y abundancia

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de describir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001).

En cuanto a la abundancia relativa, se determina como la proporción de individuos de una especie obtenidos en un determinado sitio ( $n_i/N$ , donde  $n_i$  es el número de individuos de una especie y  $N$  el número total de individuos del sitio) (Moreno y Halffer, 2000).

#### **3.2.7.4.2 Curva de abundancia de especies**

Según Magurra, 2004, las especies están graficadas en secuencia desde la más abundante hasta la menos abundante a lo largo de la horizontal (o eje x). Con el fin de facilitar la comparación entre diferentes conjuntos de datos o ensamblajes, a menudo se utilizan abundancias proporcionales o porcentuales. Esto simplemente significa que la abundancia de todas las especies juntas se designa como 1.0 o 100% y que la abundancia relativa de cada especie se expresa como proporción o porcentaje del total.

Una ventaja de una curva de abundancia de especies es que se muestran claramente patrones contrastantes de riqueza de especies. Otra es que cuando hay relativamente pocas especies, toda la información relativa a sus abundancias relativas es claramente visible, mientras que sería ineficaz mostrarla en un formato de histograma. Además, las curvas de abundancia de especies resaltan las diferencias en la uniformidad entre los conjuntos. Las curvas de abundancia de especies son un método particularmente efectivo para ilustrar cambios a través de la sucesión o después de un impacto ambiental. De hecho, a menudo se recomienda que lo primero que un investigador debe hacer con los datos de abundancia de especies es trazarlos como un gráfico de curva de abundancia de especies.

La forma de la gráfica de curva de abundancia de especies se usa a menudo para inferir qué modelo de abundancia de especies describe mejor los datos. Las curvas con pendientes empinadas significan ensamblajes con alta dominancia, como las que se pueden encontrar en una distribución geométrica o de series logarítmicas, mientras que las pendientes menos profundas implican una uniformidad más alta consistente con un modelo logarítmico normal o incluso con un modelo de palo roto. Sin embargo, las curvas de los diferentes modelos rara vez se han ajustado formalmente a los datos empíricos.

#### **3.2.7.4.3 Índice de diversidad de Shannon**

El índice de Shannon asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Los valores de este índice se ubican ente 1,5 y 3,5; de acuerdo a Margalef (Margalef, 1972; citado en Magurran, 2004). Su fórmula es la siguiente:

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

Dónde:

H': Contenido de la información de la muestra o índice de diversidad

$\sum$ : Sumatoria

Pi: Proporción de la muestra (ni/n)

Ln: Logaritmo natural

#### **3.2.7.4.4 Índice de Simpson**

El índice de Simpson indica la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una comunidad infinita pertenezcan a la misma especie (Magurran, 1988). El índice es igual al cuadrado del número de individuos de una especie dividido para el cuadrado del número total de individuos en la muestra.

$$D = \sum P_i^2$$

Donde:  $P_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Por otra parte, el índice de diversidad de Simpson es una de las medidas de diversidad más significativas y robustas disponibles. En esencia, captura la varianza de la distribución de la abundancia de especies. Se lo expresa de dos maneras en relación a  $D$  que es el índice de dominancia de Simpson (Jost & Gonzáles-Oreja, 2012):

- Complementario o de Gini-Simpson:  $(1-D)$
- Recíproco o inverso del índice de Simpson:  $(1/D)$

Donde:

$D$  = Índice de Dominancia de Simpson

En este índice de diversidad los valores de la medida aumentarán a medida que el ensamblaje se vuelve más uniforme.

#### **3.2.7.4.5 Curva de acumulación de especies**

De acuerdo a Magurran, 2004, es una técnica que sirve para estimar el número de especies de un lugar determinado (riqueza). Es un gráfico que traza el número acumulativo de especies registradas en función del esfuerzo de muestreo, cuando el trazado de la curva se aplana o llega a la asíntota, el gráfico indica que ya no hay más especies por registrar, e indica el número estimado de especies en el área muestreada. El esfuerzo de muestreo puede ser el número de individuos registrados o colectados, o también medidas sustitutas como el número acumulativo de muestras, el tiempo de muestreo, el área de muestreo, la distancia de muestreo.

Estas curvas únicamente revelan la riqueza total del área si el muestreo ha sido exhaustivo. Mayores esfuerzos de muestreo registrarán nuevas especies, lo que generará que el trazado de la curva no se aplane o llegue a la asíntota..

#### **3.2.7.4.6 Índice de Chao1**

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

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

#### **3.2.7.4.7 Índice de similitud de Jaccard**

Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas (Villarreal et al., 2013). El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

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

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

### 3.2.7.5 Aspectos ecológicos

#### 3.2.7.5.1 Nicho Trófico

Con el fin de conocer el ensamblaje de las especies que habitan en el sitio, se clasificó a las especies según literatura y sitios web especializados como (Dotta y Verdade, 2007; Soriano, 2000; Tirira, 2007, 2017b), dentro de los distintos nichos tróficos:

**Carnívora.-** Dieta de carne, sea esta de otros mamíferos o demás vertebrados. Animales típicamente carnívoros son los félidos, cánidos y mustélidos.

**Frugívora.-** Dieta de frutas o semillas que se toman directamente de la planta o del suelo. Ejemplo murciélagos, además de la mayoría de primates y roedores.

**Hematófaga.-** Dieta de sangre de otros mamíferos o aves. Está presente solo en murciélagos filostómidos.

**Herbívora.-** Dieta de hierbas en general, hojas u otras partes vegetales tomadas del sotobosque, del dosel o de plantas acuáticas. Está presente en manatíes y la mayoría de ungulados.

**Insectívora.-** Dieta de insectos, aunque también se incluye dentro de este grupo cuando consumen otro tipo de artrópodos. Está presente en mamíferos primitivos o formas pequeñas, así como en las restantes familias de murciélagos, en los armadillos y osos hormigueros.

**Malacófago.-** Dieta de moluscos (incluye pulpos y calamares), principalmente marinos.

**Nectívora.-** Dieta de néctar (y polen). Típica en murciélagos filostómidos.

**Omnívora.-** Cuando presentan dos o más tipos de dietas diferentes, sin que ninguna de ellas predomine sobre otra; por ejemplo, frutas e insectos. Se observa en ciertos primates, marsupiales, pecaríes, algunos roedores y unos pocos carnívoros y murciélagos.

#### 3.2.7.5.2 Estado de conservación

Se analiza si en el área de estudio existen especies amenazadas en la Lista Roja Internacional (UICN, 2019) y el Libro Rojo de Mamíferos de Ecuador (Tirira, 2011) y Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2019).

A continuación, se describe cada una de las categorías de acuerdo a la UICN, en orden de mayor a menor amenaza:

**En peligro crítico (CR).** Cuando la especie enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**En peligro (EN).** Cuando la especie enfrenta un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Vulnerable (VU).** Cuando la especie enfrenta un riesgo alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Casi amenazada (NT).** Cuando la especie está cerca de calificar o es probable que califique para la categoría de amenaza en el futuro próximo.

**Datos insuficientes (DD).** Cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación de su estado de conservación; sin embargo, no es una categoría de amenaza. Indica que se requiere más información sobre esta especie.

**Preocupación menor (LC).** Para especies comunes y de amplia distribución.

**No evaluada (NE).** Para especies que no han sido cometidas a los parámetros de la UICN, principalmente por falta de información o por omisión. Su estado de conservación puede ser cualquiera de los mencionados anteriormente.

Dentro de esta categoría también se incluye información de las especies protegidas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES, Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, 2019), de la cual Ecuador es país miembro. Las categorías que utiliza la CITES son:

**Apéndice I.** Para especies en peligro de extinción. Existe prohibición absoluta de comercialización, tanto para animales vivos, muertos, como de alguna de sus partes.

**Apéndice II.** Para especies no amenazadas, pero que podrían serlo si su comercio no es controlado, o para especies generalmente no comercializadas, pero que requieren protección y no deben ser traficadas libremente.

**Apéndice III.** Para especies de comercio permitido, siempre y cuando a la autoridad administrativa del país de origen certifique que la exportación no perjudica la supervivencia de la especie y que los animales fueron obtenidos legalmente.

#### **3.2.7.5.3 Sociabilidad**

De acuerdo con el tamaño y composición de los grupos de mamíferos, se los clasifica en gregarios o solitarios ([www.mamiferosdeecuador.com](http://www.mamiferosdeecuador.com)).

#### **3.2.7.5.4 Hábito o patrón de actividad**

Los patrones de actividad de los mamíferos son variados, lo cual obliga al observador a adaptarse al ciclo de la especie o grupo de interés. Se puede decir que la actividad de los mamíferos cubren las 24 horas del día, sin embargo, existen especies con patrones bien definidos, como los primates (diurnos), los murciélagos (nocturnos) y otros grupos con rangos más amplios como tapires y manatíes que son nocturnos y diurnos (Tirira, 2017).

#### **3.2.7.5.5 Distribución vertical**

En cuanto a la observación y registro de la mastofauna en el área de estudio, se determinó la distribución vertical de la mastofauna en función del estrato en donde se encuentran las especies: estrato alto o dosel, estrato medio o subdosel, estrato bajo y sotobosque (Tirira D., 2017).

#### **3.2.7.5.6 Especies indicadoras**

De acuerdo a Carignan y Villard (2001), la selección de especies indicadoras puede basarse en dos criterios cuantitativos: (1) Diferencias en la frecuencia de ocurrencia de una especie en áreas con diferente grado de perturbación humana; es decir, si una especie es significativamente más frecuente en un área relativamente no perturbada, esta podría considerarse una especie "positiva" frente a una especie frecuentemente registrada en un área moderadamente o fuertemente

perturbada; y (2) Especialización de hábitat, ya que las especies restringidas a menos tipos de hábitat son más susceptibles a extirpación regional por actividades humanas.

Con base a los criterios antes descritos, la selección de especies indicadoras para el presente estudio consideró la frecuencia de ocurrencia de especies en la gradiente del hábitat heterogéneo existente en el área de influencia del proyecto; así, las especies que fueron más frecuentes en remanentes de bosque nativo fueron consideradas como indicadoras, respecto de otras especies que no ocurrieron en todos los sitios muestreados; asimismo, se consideró como especies indicadoras a aquellas especies que fueron más frecuentes (en términos de ocurrencia) en los remanentes de bosque nativo, donde se focalizó la captura en redes de neblina (murciélagos).

#### **3.2.7.5.7 Especies sensibles**

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

Para tomar en consideración a una especie como sensible se utilizó como información principal descripciones de la historia natural, rango geográfico o distribución y hábitat de varios autores (Emmons, Neotropical Rainforest Mammals, a field guide., 1999), (Tirira D., 1999), (Tirira, 2007), (Tirira D., 2011), además de los criterios establecidos en UICN y CITES. Esta información fue acoplada a los razonamientos descritos por Chapman (2020), quien menciona cuatro categorías para la consignación de la ubicación de las especies (coordinadas geográficas) que, en el presente estudio, son proporcionadas para cada sitio de muestreo; no obstante, para propósitos de categorización y dadas las condiciones del hábitat heterogéneo (perturbado) en el área de influencia del proyecto, se acogen tres de esas categorías, de acuerdo a lo siguiente:

- **Categoría 1 - Especie de alta importancia biológica:** Está bajo **alta amenaza** por explotación/enfermedad u otra amenaza identificable en la que incluso la información general de la localidad puede amenazar al taxón.
- **Categoría 2 - Especie altamente sensible (A):** La provisión de ubicaciones precisas **potencialmente** sometería a la especie a amenazas como la perturbación y la explotación.
- **Categoría 3 - Especie de sensibilidad media a alta (M):** La provisión de ubicaciones precisas **podría** someter a la especie a amenazas como la perturbación y la explotación.
- **Categoría 4 - Especies de sensibilidad baja a media (B):** El suministro de ubicaciones precisas podría dar lugar a riesgos de colecta o daños deliberados.

#### **3.2.7.5.8 Uso de la mastofauna**

El uso de las especies identificadas en la línea base se verificó con (Tirira, 2007), y consiste en el uso actual de las especies registradas por parte de los habitantes del área de estudio.

### **3.2.7.6 Resultados**

#### **3.2.7.6.1 Análisis general**

##### **Riqueza**

Dentro del levantamiento de información para el área con el empleo de las diferentes técnicas de registro, se obtuvo cuatro ordenes, siete familias y 16 especies (Tabla 3.2.21).

**Tabla 3.2.21 Especies de mamíferos en el área de estudio**

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus glaucus</i>	Murciélago frutero chico plateado
		<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero grande
		<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano
		<i>Carollia brevicauda</i>	Murciélago sedoso de cola corta
		<i>Carollia castanea</i>	Murciélago castaño de cola corta
		<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago común de cola corta
		<i>Rhinophylla fishcherae</i>	Murciélago frutero pequeño
		<i>Rhinophylla pumilio</i>	Murciélago frutero pequeño enano
		<i>Sturnira bakeri</i>	Murciélago de hombros amarillos de Baker
		<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago pequeño de hombros amarillos
Cingulata	Dasipodidae	<i>Dasybus pastasae</i>	Armadillo narizón del Pastaza
Primates	Callitrichidae	<i>Leontocebus nigricollis</i>	Tamarín de dorso negro
	Cebidae	<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla de Humbolt
	Pitheciidae	<i>Plecturocebus discolor</i>	Tití rojizo
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Agutí negro

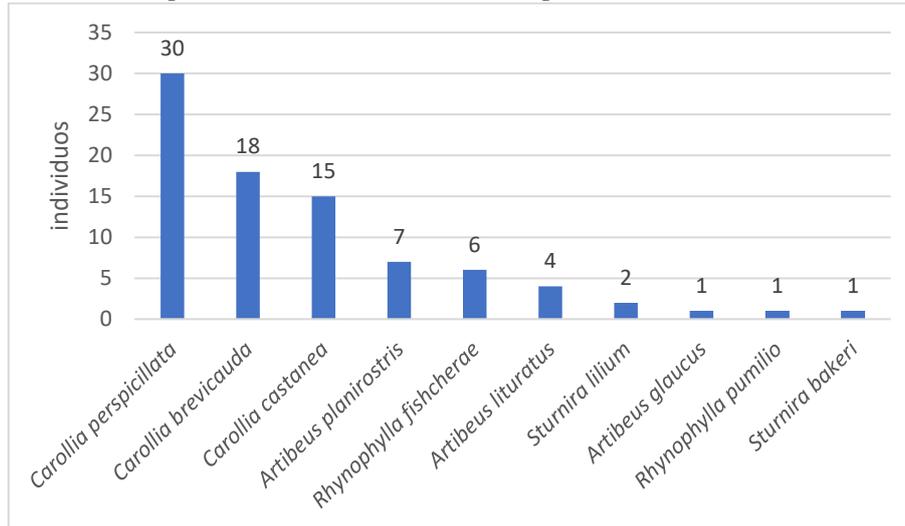
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Abundancia

Para determinar la abundancia y otros análisis cuantitativos se utilizaron únicamente las especies que fueron capturadas en redes (quiropteros) por ser las que mejor evidencia proporcionan respecto a los mamíferos desde un punto de vista cuantitativo y son considerados como indicadores. Se excluyen las especies que fueron registradas mediante registros directos (cuantitativos) en transectos de distancia fija porque corresponden a escasos datos de mesomamíferos identificados en otros sitios; no obstante, esta información general se presenta en el análisis cuantitativo por sitio de muestreo (tres transectos de distancia fija), debido a que se registró a tres especies y contabilizó unos pocos individuos que limitan efectuar un análisis cuantitativo más amplio y con independencia a la técnica de captura en redes.

De un total de 85 individuos capturados en redes de neblina correspondientes a 10 especies de murciélagos, se determina que la especie más abundante fue *Carollia perspicillata* con un total de 30 registros, seguido de *Carollia brevicauda* con 18 individuos registrados. Además, se obtuvo que otras tres especies de murciélagos son las menos abundantes con un solo registro cada una (Figura 3.2.21). Esta abundancia es el reflejo de las condiciones actuales del hábitat, donde contrasta la dominancia de una parte de las especies registradas, asociadas a especies comunes bien adaptadas a hábitats alterados.

**Figura 3.2.21 Abundancia de murciélagos en el área de estudio**



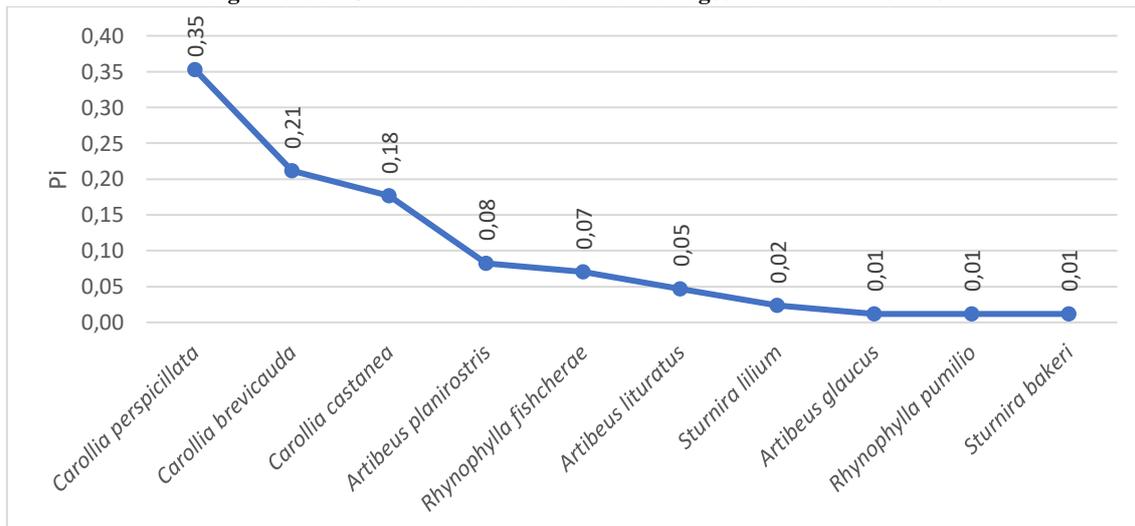
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En la Figura 3.2.22 se puede observar que tres especies, *Carollia perspicillata*, *Carollia brevicauda* y *Carollia castanea* presentan cierta dominancia frente a las demás especies ( $P_i > 0,18$ ), pues la curva mantiene una pendiente pronunciada.

En general se puede decir que en comunidades más equitativas, la pendiente de la curva será más suave pues existe poca diferencia entre las especies más abundantes y las que les siguen. Comunidades en las que unas pocas especies son muy dominantes, mostrarán una pendiente más pronunciada (Barrientos, 2016); este patrón en la pendiente de la curva de abundancia sugiere que las especies de la comunidad de murciélagos presentan un grado de alteración.

**Figura 3.2.22 Curva de abundancia de murciélagos en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de Diversidad

El índice de Shannon-Wiener para el área de estudio corresponde a 1,78; donde poco más de la mitad de especies (5 de 10 especies registradas) presentan una similar abundancia. Este análisis contrasta con la uniformidad o equidad que alcanzó un 77% de especies con similares abundancias con relación a la diversidad máxima hipotética (2,30); esto refleja la existencia de

una moderada heterogeneidad en la composición y estructura de la comunidad de murciélagos estudiados.

La dominancia expresada por el índice de Simpson fue 0,21 lo que refleja una considerable presencia de especies dominantes que también son visiblemente identificadas en la pendiente de la curva de abundancia; sin embargo, la comparación entre el valor del índice de Simpson y la curva de abundancia no refleja una consistente dominancia estadística, debido a que un buen número de especies del ensamblaje o conjunto de datos obtenido presenta uniformidad; igualmente, el resultado del índice de Simpson (0,79) refleja una importante diversidad para el área de estudio (Tabla 3.2.22).

En cuanto al grupo de quirópteros se refiere, los registros altos de algunos individuos, como es el caso de *Carollia perspicillata*, representan una dominancia relevante o significativa sobre la comunidad; así, la abundancia se presenta de manera uniforme con la riqueza solo en una parte de las especies registradas; esto sugiere signos de alteración a nivel de la comunidad, y contrasta con la poca riqueza de especies observada en el presente estudio, denotando que el hábitat disponible para las especies ofrece pocas condiciones para albergar a una comunidad más diversa relacionada con bosques mejor conservados.

**Tabla 3.2.22 Índices de diversidad (Simpson, Shannon) de murciélagos para el área de estudio**

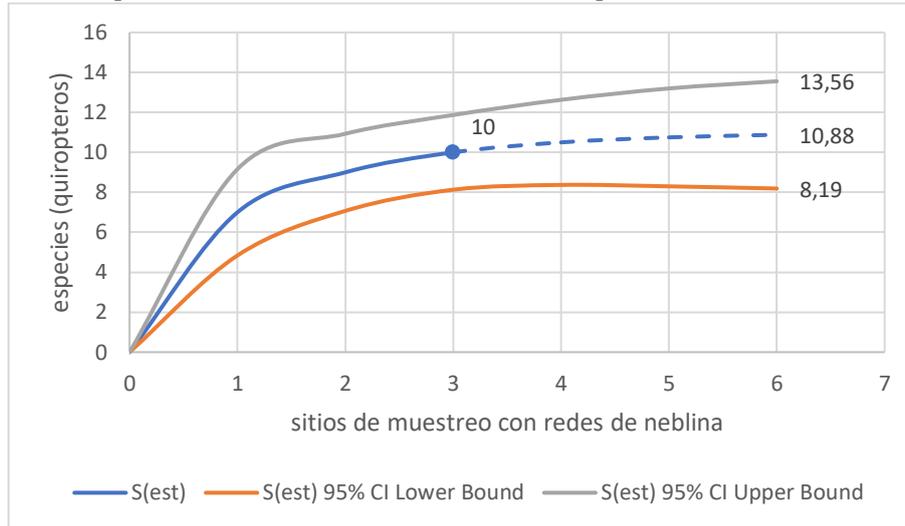
<b>Estadísticos</b>	<b>Resultados</b>
Riqueza de especies (S)	10
Número de individuos	85
Índice de Shannon (ln)	1,78
Especies (S) con similar abundancia	5
Índice de equidad (%)	77
Diversidad máxima hipotética	2,30
Simpson dominancia (D)	0,21
Gini Simpson (1-D)	0,79

Elaborado por: COSTECAM, 2020

En el presente análisis, la precisión del índice de Simpson es mayor a la del índice de Shannon, debido a que este último es más sensible a la riqueza de especies; mientras que, Simpson es más sensible a la importante abundancia registrada en estudio de los murciélagos.

### **Curva de acumulación de especies**

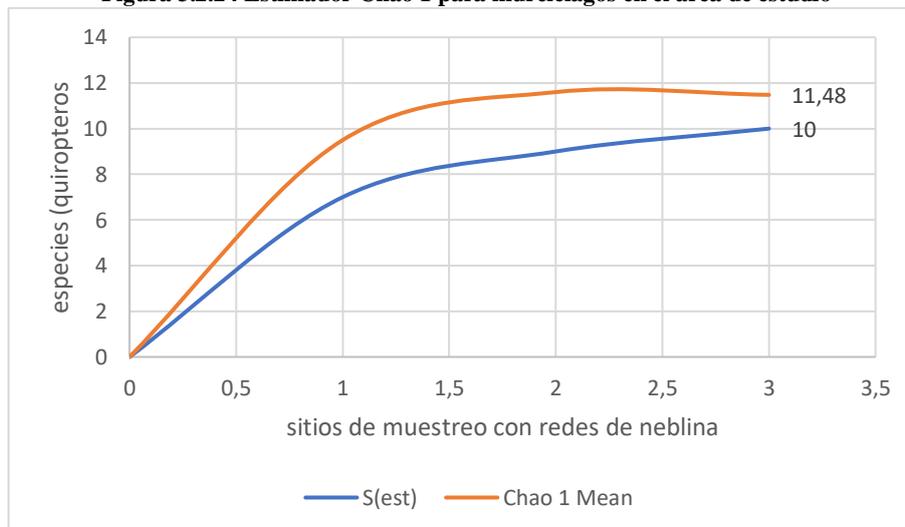
Con base a los registros obtenidos de la captura en redes de neblina y su extrapolación, la curva de acumulación de especies de quiropteros tiende a ser asintótica, o en otras palabras a alcanzar la estabilización, esto significa que se ha logrado un muestreo consistente con el esfuerzo realizado. No obstante, como en todo inventario de la biodiversidad factores asociados a escala temporal y espacial inciden significativamente en el registro de especies, de lo cual la curva evidencia que con un esfuerzo similar de muestreo se registrarían muy pocas especies adicionales (Figura 3.2.23). En la curva de acumulación se visualiza la extrapolación (línea entrecortada) a partir de tres sitios de muestreo cuantitativo (redes de neblina para la captura de quiropteros).

**Figura 3.2.23 Curva de acumulación de murciélagos en el área de estudio**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de Chao 1

Con base a los registros obtenidos en la captura en redes de neblina y de un total de 85 individuos registrados, se determinó un total de 10 especies. Sin embargo, según los resultados del estimador Chao 1 se estima que potencialmente se pueden registrar unas 11 especies. Estos resultados evidencian que el esfuerzo de muestreo realizado alcanzó un 90,9% de eficiencia, o que este fue consistente en el área de estudio definida en función del proyecto (Figura 3.2.24). Algunos factores a escala espacial y temporal, así como por la dominancia de especies que denotan alteración en la comunidad, pueden tener un asidero en limitar el registro de todas las especies determinadas por este estadístico, basado en predecir la riqueza con los datos provenientes del estudio realizado.

**Figura 3.2.24 Estimador Chao 1 para murciélagos en el área de estudio**


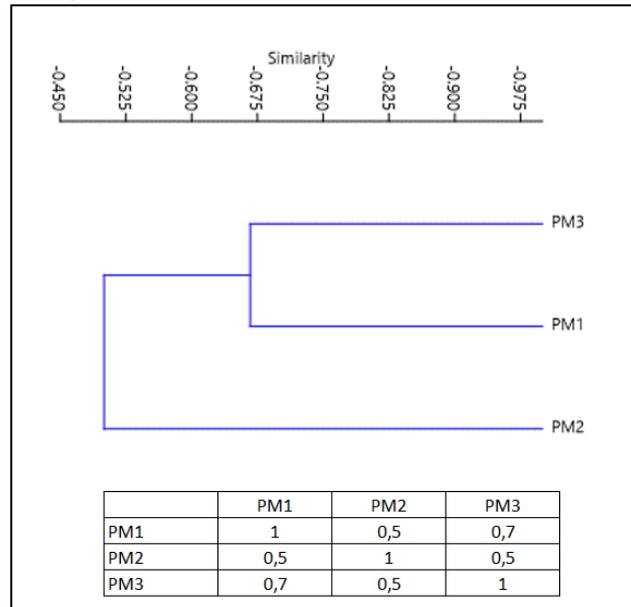
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de similitud de Jaccard

Con base a los registros obtenidos de la captura en redes de neblina, se puede apreciar la similitud entre el punto PM1 y PM3 es de un 70% de especies compartidas, entre PM1 y PM2 comparten un 50% de especies y PM2 y PM3 tiene un 50% de similitud de especies (Figura 3.2.25). Los sitios de muestreo PM1 y PM3 parecen ofrecer similar oferta de recursos para las poblaciones de

murciélagos, a diferencia del sitio de muestreo PM2 que, a pesar de tener un hábitat similar parece ser menos confortable para la presencia de estas especies; a este análisis también se debe adicionar los efectos ocasionados por los impactos ambientales que en mayor o menor escala ejercen presión sobre el hábitat disponible para estas especies.

**Figura 3.2.25 Porcentaje de similitud (Jaccard) entre los sitios de muestreo con redes de neblina**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.6.2 Análisis cuantitativo por sitio de muestreo

A través de capturas en redes de neblina y registros directos en transectos estandarizados se presentan los datos por cada sitio de muestreo.

#### **PM1 – Plataforma MDC60**

##### **Riqueza**

En el sitio PM1 se registraron un total de seis especies agrupadas en una familia y un orden (Tabla 3.2.23).

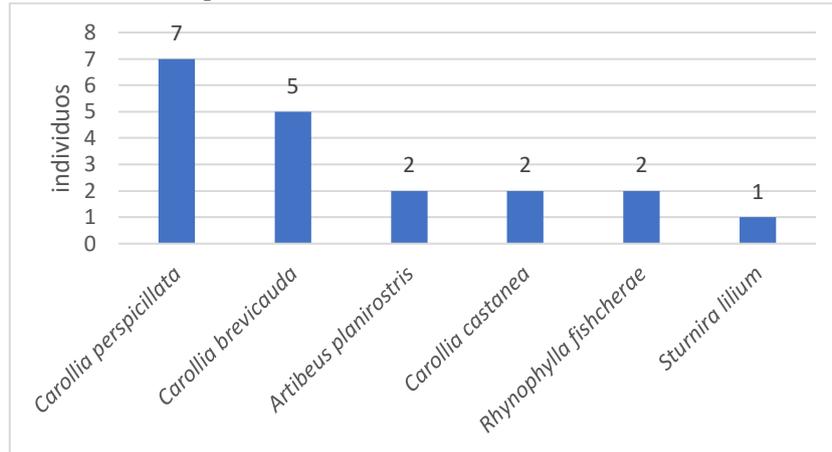
**Tabla 3.2.23 Mamíferos registrados en PM1**

Orden	Familia	Nombre científico	No. individuos
<b>Chiroptera</b>	<b>Phyllostomidae</b>	<i>Carollia perspicillata</i>	7
		<i>Carollia brevicauda</i>	5
		<i>Artibeus planirostris</i>	2
		<i>Carollia castanea</i>	2
		<i>Rhinophylla fishcheriae</i>	2
		<i>Sturnira lilium</i>	1

Elaborado por: COSTECAM, 2020

##### **Abundancia**

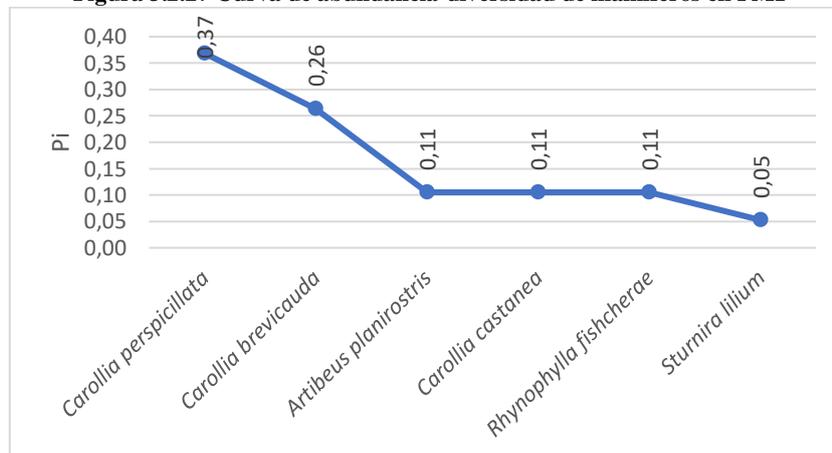
De un total de 19 individuos registrados, se determinó que la especie más abundante fue *Carollia perspicillata* con un total de siete registros, seguida de *Carollia brevicauda* con cinco individuos registrados. El resto de especies oscilan entre uno y dos individuos (Figura 3.2.26).

**Figura 3.2.26 Abundancia de mamíferos en PM1**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En la Figura 3.2.27, se puede observar que dos especies, *Carollia perspicillata* y *Carollia brevicauda* tienen cierta dominancia en términos de proporción de individuos ( $P_i$ ) frente a las demás especies, pues la curva mantiene una pendiente pronunciada después de las especies antes mencionadas.

**Figura 3.2.27 Curva de abundancia-diversidad de mamíferos en PM1**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PM1 presenta una diversidad pobre, ya que pocos registros de especies ( $n=6$  spp) aglutinan a varios individuos (19).

### PM2 – DDV plataforma MDC60

#### Riqueza

Al igual que en el sitio PM1, en el sitio PM2 se registraron un total de seis especies agrupadas en una familia y un orden (Tabla 3.2.24).

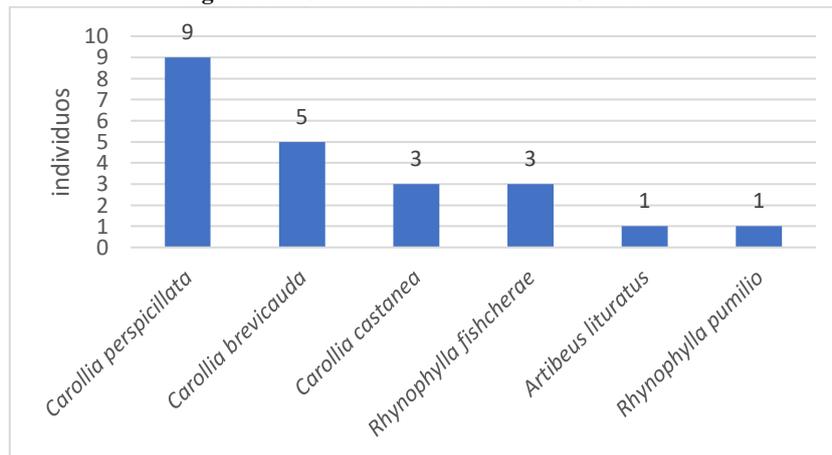
**Tabla 3.2.24 Mamíferos registrados en PM2**

Orden	Familia	Nombre científico	No. individuos
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	9
		<i>Carollia brevicauda</i>	5
		<i>Carollia castanea</i>	3
		<i>Rhinophylla fishcheriae</i>	3
		<i>Artibeus lituratus</i>	1
		<i>Rhinophylla pumilio</i>	1

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Abundancia

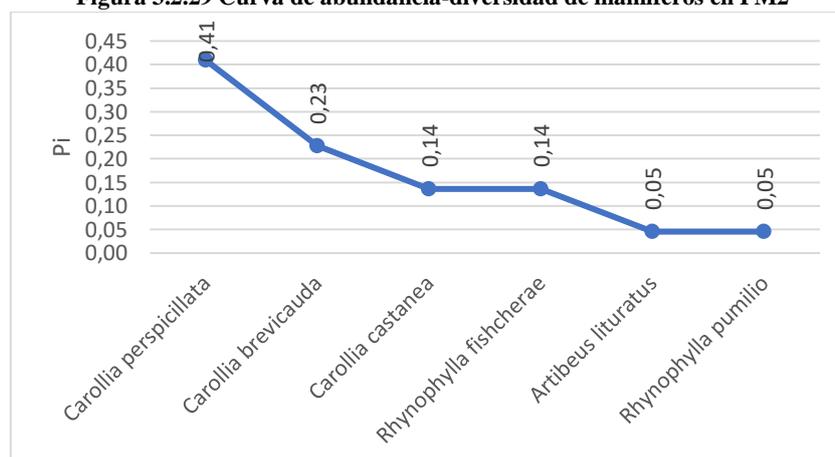
De un total de 22 individuos registrados, se determina que la especie más abundante es *Carollia perspicillata* con un total de nueve registros, seguido de *Carollia brevicauda* con cinco individuos. El resto de especies oscilan entre uno y tres individuos (Figura 3.2.28).

**Figura 3.2.28 Abundancia de mamíferos en PM2**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En la Figura 3.2.29, se puede observar que dos especies, *Carollia perspicillata* y *Carollia brevicauda* presentan cierta dominancia en términos de abundancia o número de registros frente a las demás especies, pues la curva mantiene una pendiente pronunciada después de las especies antes descritas.

**Figura 3.2.29 Curva de abundancia-diversidad de mamíferos en PM2**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

## Índices de diversidad

Al igual que en el análisis anterior, el bajo número de registros de especies dificultó el cálculo de los índices de diversidad por los sesgos asociados en el cómputo de pequeñas muestras. Sin embargo, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PM2 presenta una diversidad pobre, ya que pocos registros de especies (n=6 spp) aglutinan a un importante número de individuos (22).

### PM3 – Sureste MDC16

#### Riqueza

En el sitio PM3 se registraron un total de seis especies agrupadas en una familia y un orden (Tabla 3.2.25).

**Tabla 3.2.25 Mamíferos registrados en PM3**

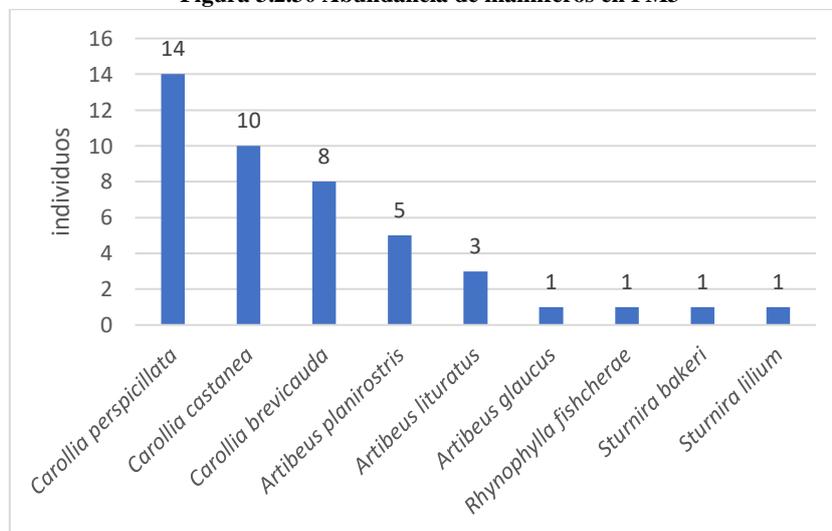
Orden	Familia	Nombre científico	No. individuos
<b>Chiroptera</b>	<b>Phyllostomidae</b>	<i>Carollia perspicillata</i>	14
		<i>Carollia castanea</i>	10
		<i>Carollia brevicauda</i>	8
		<i>Artibeus planirostris</i>	5
		<i>Artibeus lituratus</i>	3
		<i>Artibeus glaucus</i>	1
		<i>Rhinophylla fishcheriae</i>	1
		<i>Sturnira bakeri</i>	1
		<i>Sturnira lilium</i>	1

Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### Abundancia

De un total de 44 individuos registrados, se determina que la especie más abundante es *Carollia perspicillata* con un total de 14 registros, seguido de *Carollia castanea* con 10 individuos (Figura 3.2.30).

**Figura 3.2.30 Abundancia de mamíferos en PM3**

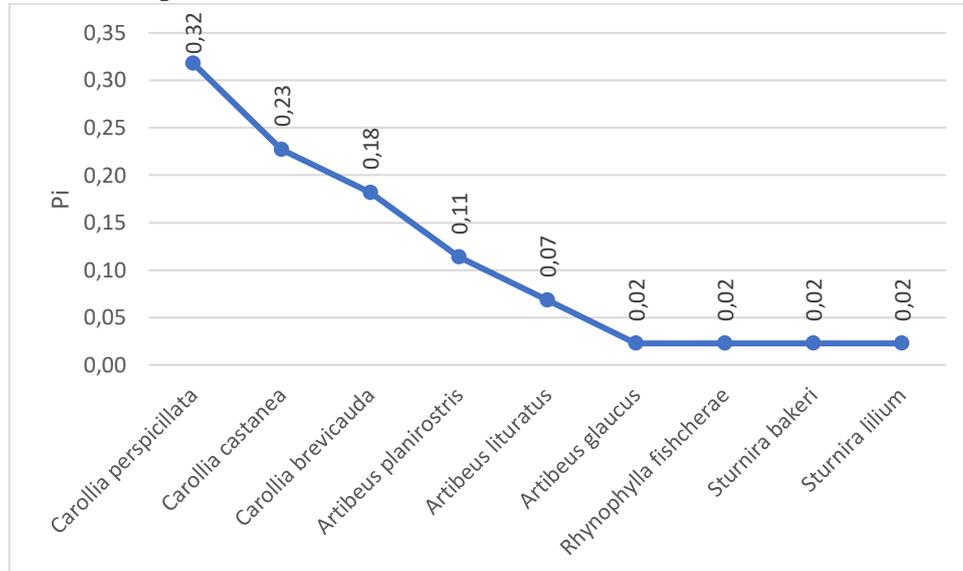


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

La Figura 3.2.31 representa a las comunidades de una manera más equitativa debido a que la pendiente de la curva es suave, lo cual significa que hay poca diferencia entre las especies más abundantes y las que le siguen.

**Figura 3.2.31 Curva de abundancia-diversidad de mamíferos en PM3**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

El bajo número de registros de especies dificultó el cálculo de los índices de diversidad por los sesgos en el cómputo de pequeñas muestras. Sin embargo, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PM2 presenta una diversidad pobre, ya que pocos registros de especies ( $n=9$  spp) aglutinan a un alto número de individuos (44).

#### PM4 – Plataforma MDC16

En este transecto de registro directo se determinó únicamente a cuatro individuos de *Saimiri cassiquiarensis* pertenecientes a la familia Cebidae del orden Primates.

#### PM5 – Plataforma MDC80

En este transecto de registro directo se determinó a ocho individuos de *Saimiri cassiquiarensis* pertenecientes a la familia Cebidae del orden Primates, junto con un individuo de *Dasyprocta fuliginosa* perteneciente a la familia Dasyproctidae del orden Rodentia.

#### PM7 – Plataforma MDC70 y DDV

En este transecto de registro directo no se determinó ninguna especie. Las paupérrimas condiciones del hábitat antrópico presente permiten inferir que este hábitat no es usado por las especies de mamíferos.

#### 3.2.7.6.3 Análisis cualitativo por sitio de muestreo

En las caminatas o recorridos de distancia variable se obtuvieron registros de especies por observación directa o por registros indirectos (huellas, heces, madrigueras, etc.), con los cuales se complementó la información obtenida en los muestreos cuantitativos (Tabla 3.2.26).

### PM1 – Plataforma MDC60

En el sitio de muestreo PM1 se registraron cuatro especies, *Saimiri cassiquiarensis*, *Dasypus pastasae*, *Cuniculus paca* y *Dasyprocta fuliginosa*, pertenecientes a cuatro familias y tres órdenes.

### PM2 – DDV plataforma MDC60

En el sitio de muestreo PM2 se registraron tres especies, *Saimiri cassiquiarensis*, *Cuniculus paca* y *Dasyprocta fuliginosa*, pertenecientes a tres familias y dos órdenes.

### PM3 – Sureste MDC16

En el sitio de muestreo PM3 se registraron tres especies, *Saimiri cassiquiarensis*, *Plecturocebus discolor* y *Dasyprocta fuliginosa*, pertenecientes a tres familias y dos órdenes.

### PM6 – Plataforma MDC3

En el sitio de muestreo PM6 se registraron tres especies, *Dasypus pastasae*, *Saimiri cassiquiarensis* y *Dasyprocta fuliginosa*, pertenecientes a tres familias y tres órdenes.

### PM7 – Plataforma MDC70 y DDV

En el sitio de muestreo PM7 se registraron tres especies, *Dasypus pastasae*, *Leontocebus nigricollis* y *Plecturocebus discolor*, pertenecientes a tres familias y dos órdenes.

**Tabla 3.2.26 Mamíferos registrados en caminatas o recorridos de distancia variable**

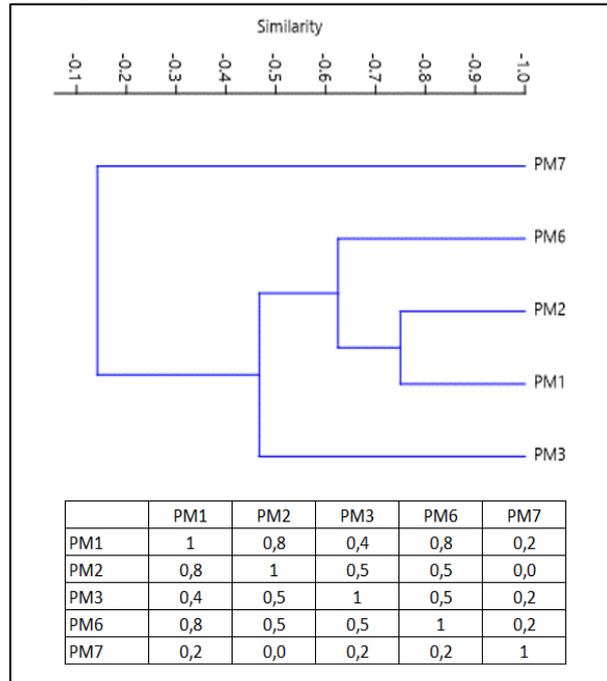
Orden	Familia	Nombre científico	PM1	PM2	PM3	PM6	PM7
Cingulata	Dasipodidae	<i>Dasypus pastasae</i>	X			X	X
Primates	Callitrichidae	<i>Leontocebus nigricollis</i>					X
	Cebidae	<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	X	X	X	X	
	Pitheciidae	<i>Plecturocebus discolor</i>			X		X
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	X	X			
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	X	X	X	X	

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de similitud de Jaccard

Con base a los registros cualitativos de presencia/ausencia, se puede apreciar la similitud entre el punto PM1 y PM2 es de un 80% de especies compartidas, entre PM1 y PM6 es de un 80%. Mientras PM2 y PM3 llega a un 50% de similitud de especies, de igual manera PM3 y PM6 alcanzan un 50% de similitud, entre PM1 y PM3 comparaten 40% de similitud de especies y finalmente entre PM1 y PM7, PM3 y PM7, PM6 y PM7 comparten un 20% de especies entre sí (Figura 3.2.32). Estos resultados expresan una importante similitud entre varios sitios de estudio para las poblaciones de mamíferos terrestres, por lo tanto, las diferencias o disimilitud se infiere como una condición resultante de los impactos o alteración sobre el hábitat disponible para estas especies.

**Figura 3.2.32 Porcentaje de similitud entre los sitios de muestreo cualitativo según Jaccard**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

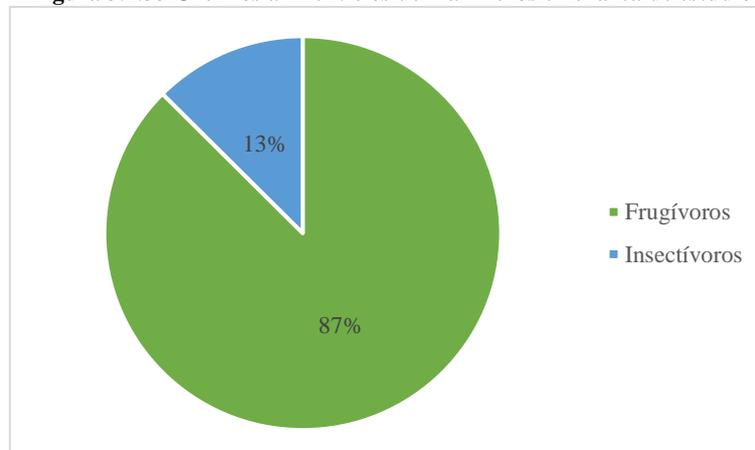
#### 3.2.7.6.4 Aspectos ecológicos

##### Nicho trófico

De las 16 especies de mamíferos registrados en el área de estudio: 14 especies pertenecen al gremio de los frugívoros, siendo los insectívoros el segundo gremio representativo con dos especies.

En la Figura 3.2.33, se representan a los consumidores primarios (frugívoros) con el 87% del total de especies y consumidores terciarios (insectívoros) con el 13% restante. Las especies de hábitos frugívoros representan un importante grupo como consumidores primarios, cuya actividad es un eslabón clave en el mantenimiento y dinámica de los bosques.

**Figura 3.2.33 Gremios alimenticios de mamíferos en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

La presencia de especies frugívoras se determinó en todos los sitios de muestreo, lo que evidencia que, a pesar de la marcada heterogeneidad en el hábitat, este presenta condiciones favorables para el mantenimiento de este grupo de especies. En contraste, las especies insectívoras fueron

registradas únicamente en los sitios de muestreo PM1, PM6 y PM7, probablemente porque las condiciones de inundabilidad (drenaje del suelo) tienen una incidencia en la disponibilidad de insectos accesibles en el suelo, sobre todo para una de las dos especies insectívoras que presenta costumbres relacionadas a la búsqueda de estos insectos en el suelo, y que además fue la más representativa en estos tres sitios de muestreo, por la evidencia de su presencia.

### Estado de conservación

Según la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN, 2019), de las 16 especies registradas: nueve (9) especies se ubican en la categoría preocupación menor (LC), dos (2) especies Casi amenazado (NT), una (1) especie en Vulnerable (VU), una (1) especie con Datos Insuficientes (DD) y dos (2) especies) No Evaluadas (NE).

De acuerdo a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES, 2019), una (1) especie se encuentra en el Apéndice III, lo que indica que es una especie de comercio permitido, siempre y cuando a la autoridad administrativa del país de origen certifique que la exportación no perjudica la supervivencia de la especie y que los animales fueron obtenidos legalmente, y dos (2) especies en el Apéndice II, para especies no amenazadas, pero que podrían serlo si su comercio no es controlado, o para especies generalmente no comercializadas, pero que requieren protección y no deben ser traficadas libremente (Tabla 3.2.27).

Dentro del listado CITES tenemos a cuatro especies que representan el 25% del total de las especies registradas en este estudio. Hay tres especies dentro del Apéndice II y una dentro del Apéndice III (Tabla 3.2.27).

**Tabla 3.2.27 Estado de conservación de mamíferos en el área de estudio**

Especie	IUCN	LREc	CITES
<i>Artibeus glaucus</i>	Preocupación menor	Preocupación menor	No evaluado
<i>Artibeus lituratus</i>	Preocupación menor	Preocupación menor	No evaluado
<i>Artibeus planirostris</i>	Preocupación menor	Preocupación menor	No evaluado
<i>Carollia brevicauda</i>	Preocupación menor	Preocupación menor	No evaluado
<i>Carollia castanea</i>	Preocupación menor	Preocupación menor	No evaluado
<i>Carollia perspicillata</i>	Preocupación menor	Preocupación menor	No evaluado
<i>Cuniculus paca</i>	Preocupación menor	Casi amenazado	Apéndice III
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Preocupación menor	Preocupación menor	No evaluado
<i>Dasybus pastasae</i>	Preocupación menor	Datos insuficientes	No evaluado
<i>Leontocebus nigricollis</i>	Casi amenazado	Vulnerable	Apéndice II
<i>Plecturocebus discolor</i>	Casi amenazado	Preocupación menor	Apéndice II
<i>Rhinophylla fishcheriae</i>	No evaluado	No evaluado	No evaluado
<i>Rhinophylla pumilio</i>	No evaluado	No evaluado	No evaluado
<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	No evaluado	Casi amenazado	Apéndice II
<i>Sturnira bakeri</i>	Preocupación menor	No evaluado	No evaluado
<i>Sturnira lilium</i>	Preocupación menor	Preocupación menor	No evaluado
LREc: Lista roja Ecuador			

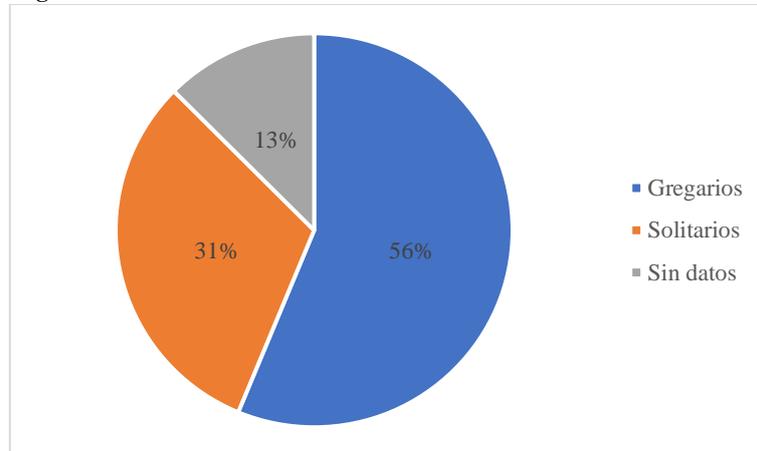
Elaborado por: COSTECAM, 2020

La única especie que presenta una categoría importante para propósitos de gestión en su conservación fue observada entre el DDV y la plataforma MDC70, en una zona arbórea que colinda con extensas zonas dominadas por cultivos y pastizales; por lo que, no se debe descartar que esta especie frecuente otras áreas con mayor cobertura boscosa.

### Sociabilidad

En el área de estudio, se pueden clasificar a los mamíferos en dos grupos sociables (Figura 3.2.34). Alrededor del 56% de las especies registradas son gregarios, es decir forman grupos o colonias. Por otra parte, un 31% de las especies son de hábitos solitarios, mientras que del 13% restante de las especies registradas no se tienen datos.

**Figura 3.2.34 Patrones de sociabilidad de mamíferos en el área de estudio**

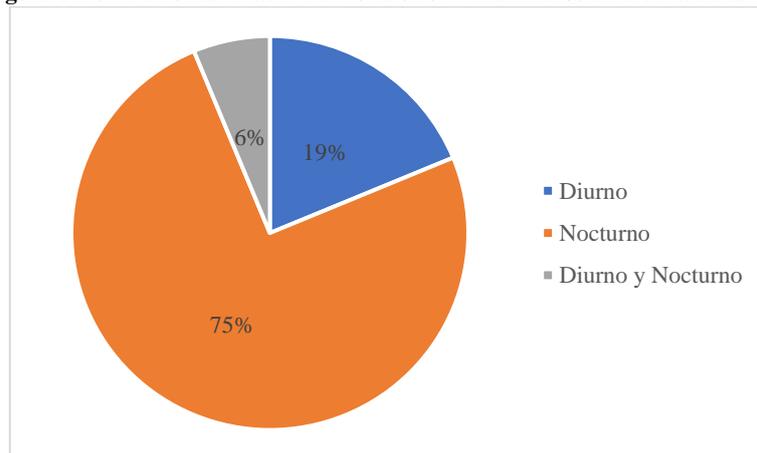


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Hábito o patrón de actividad

En el presente estudio, de las 16 especies registradas, se determina que el 19% de las especies son de hábitos diurnos. Un 75% de hábitos nocturnos como en el caso de los murciélagos y solo un 6% representa a las especies que son diurnas y nocturnas (Figura 3.2.35).

**Figura 3.2.35 Patrones de actividad o hábito de mamíferos en el área de estudio**

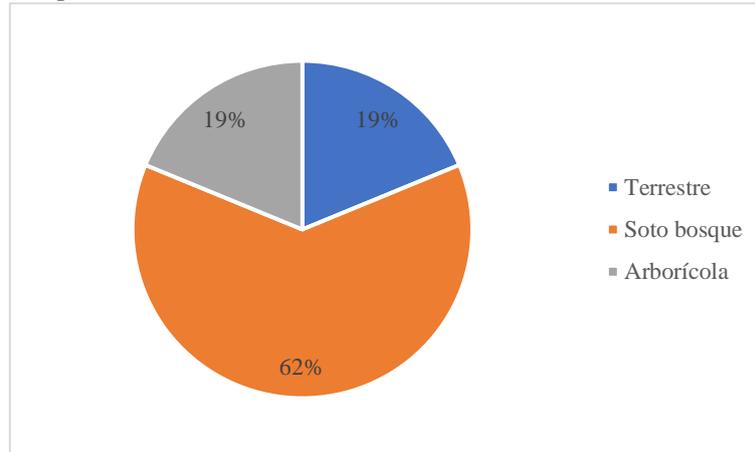


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Distribución vertical

El 62% de las especies fueron registradas en el estrato vertical de soto bosque, referido en su mayoría a los micromamíferos voladores. Mientras que en los estratos terrestres (grandes mamíferos) y arborícolas (primates) se registraron el 19% de las especies en cada uno (Figura 3.2.36).

**Figura 3.2.36 Distribución vertical de mamíferos en el área de estudio**

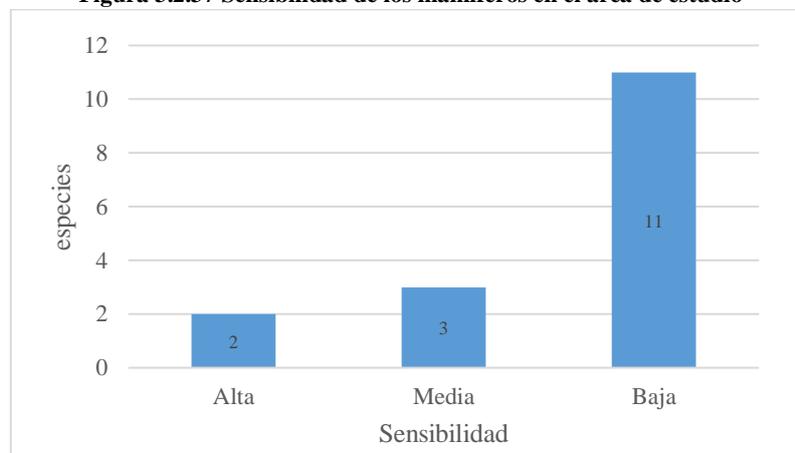


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Especies sensibles e indicadoras

Del total de las especies registradas (16), 11 son de sensibilidad baja (68,75%), es decir que la información de su ubicación (sitios de muestreo) podría dar lugar a riesgos de colecta o de daños deliberados, pero estos no causarán mayores efectos sobre estas especies, ya que pueden encontrarse en bosques primarios, secundarios y en áreas intervenidas. Tres especies son de sensibilidad media (18,75%), ya que la información podría facilitar el acceso a su captura para consumo (*Cuniculus paca*) o tráfico de especies (*Plecturocebus discolor* y *Saimiri cassiquiarensis*); estas especies se asocian a bosques primarios y secundarios y se encuentran listadas en el Apéndice II CITES. Finalmente, dos especies (12,50%) se registran dentro de la categoría de sensibilidad alta: (1) *Dasyopus pastaseae*, debido a su rareza en la zona potencialmente puede incitar su cacería (perturbación y explotación) por ser considerada como fuente de proteína; esta especie se asocia a bosques prístinos o que recientemente hayan sido intervenidos; y, (2), *Leontocebus nigricollis*, corresponde a una especie vulnerable según la lista roja local y el detalle de su ubicación potencialmente puede contribuir a su captura para propósitos de comercialización o tenencia ilegal de especies silvestres (Figura 3.2.37).

**Figura 3.2.37 Sensibilidad de los mamíferos en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

En términos generales, la comunidad de mamíferos está configurada mayoritariamente por especies que son consideradas como generalistas bien adaptadas a la perturbación y a ocupar hábitats alterados, por lo cual, son consideradas como indicadoras de mala calidad de hábitats; a pesar de la presencia de una especie de sensibilidad alta, cuyos rastros fueron registrados en sitios con evidente alteración, lo que hace presumir que su presencia responde a un patrón de

movimientos entre áreas mejor conservadas, o de su visita hacia zonas de cultivos para la búsqueda ocasional de alimento. Esta especie presentó evidencia de su presencia en los sitios de muestreo PM1, PM2 y PM7.

Respecto a las especies indicadoras, se determinó que *Dasyprocta fuliginosa* y *Saimiri cassiquiarensis* corresponden a las especies de mayor ocurrencia en áreas de bosque mejor conservadas bajo la aplicación de la misma técnica de muestreo; por lo tanto, para el presente estudio corresponden a las especies de interés para en el monitoreo periódico, junto con especies de murciélagos: *Carollia brevicauda*, *Carollia castanea*, *Carollia perspicillata* y *Rhynophylla fishcheriae*, que también presentan mayor frecuencia de ocurrencia en los remanentes de bosque nativo mejor conservado. Es necesario puntualizar que, a pesar de que estas especies se asocian a hábitats perturbados, su presencia y abundancia (murciélagos) pueden ser acopladas a la detección de cambios asociados a la perturbación antrópica considerando las pobres condiciones del hábitat existente.

### Uso de la mastofauna

El 37.5% (6 especies) del total de las especies registradas (16) son consideradas de “utilidad” para el hombre, ya sea como fuente de alimento (roedores y armadillos) o a través del tráfico ilegal de especies, para mascotas (principalmente los primates). El resto de las especies registradas (62.5%), en donde se incluyen en su mayoría a los murciélagos, no se consideran un beneficio directo para el hombre, dejando de lado las funciones ecológicas que desempeñan este grupo de mamíferos en los ecosistemas (polinización, dispersión de semillas, etc.). En la Tabla 3.2.28 se listan las especies de mamíferos considerados de “utilidad” en el área de estudio.

**Tabla 3.2.28 Utilidad de los mamíferos en el área de estudio**

<b>Especie</b>	<b>Uso de la mastofauna</b>
<i>Cuniculus paca</i>	Fuente de alimento
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Fuente de alimento
<i>Dasyopus pastasae</i>	Fuente de alimento
<i>Leontocebus nigricollis</i>	Tráfico de especies
<i>Plecturocebus discolor</i>	Tráfico de especies
<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Tráfico de especies

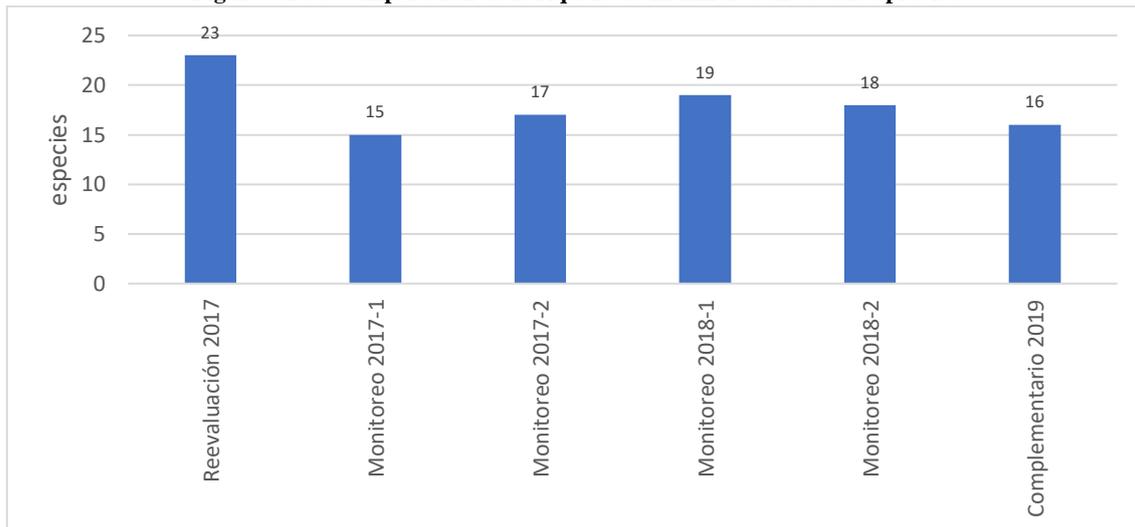
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.6.5 Comparación con estudios previos

#### Diversidad

De manera general, en el área del proyecto, se ha determinado la presencia de al menos 36 especies de mamíferos, a través de estudios como la Reevaluación MDC, 2017 (con información generada en agosto de 2016), monitoreos bióticos periódicos en 2017 y 2018, y al que se suma el presente estudio complementario. El estudio que registró una mayor riqueza de especies corresponde a la reevaluación de 2017, donde se obtuvo 23 especies; seguido del monitoreo biótico 2018-1 del primer semestre, con 19 especies contabilizadas. Los demás estudios (monitoreos bióticos en 2017 y parcial en 2018, junto con el estudio complementario actual) evidencian una similar tendencia en cuanto a riqueza de especies (Figura 3.2.38); por lo tanto, se puede decir que, a escala temporal las comunidades de mamíferos pueden presentar una riqueza de especies similar.

**Figura 3.2.38 Comparación de la riqueza de mamíferos en estudios previos**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Se prevén muy leves impactos acumulativos sobre la comunidad de mamíferos ocasionados por la implantación del DDV y plataforma MDC60, así como por la ampliación de la plataforma MDC16 en zonas alteradas y con escasa vegetación arbórea nativa. Los efectos acumulativos se relacionan con un incremento en los niveles de ruido y migración de especies por la construcción y mayor tránsito vehicular, resultado de la interacción con los efectos ocasionados por la plataforma MDC20 en operación, la cual se localiza entre unos 150 a 1800 metros de las facilidades propuestas (MDC60 y MDC16). Comparativamente, se determinó la presencia de siete especies de murciélagos en las proximidades de la plataforma MDC20 (Reevaluación MDC, 2017), frente a seis murciélagos registrados en un remanente de bosque nativo contiguo al DDV de la plataforma MDC60 e igualmente seis especies registradas en un bosque cercano a la plataforma MDC16. Los resultados presentados corresponden a los obtenidos en remanentes de bosque nativo, tanto para la Reevaluación, como del presente estudio complementario.

### **3.2.7.6.6 Conclusiones**

- Dentro de toda el área del proyecto se registró 16 especies de mamíferos representa una pequeña muestra de la fauna reportada en el piso zoogeográfico Tropical Oriental con un 7,5% de representatividad sobre las 213 especies existentes en este piso; y a su vez con el 3,62% de la mastofauna del Ecuador (n= 441 spp). En la estructura de la comunidad de murciélagos se pudo determinar que especies generalistas son las más abundantes, por lo tanto, reflejan una significativa alteración en la comunidad de estas especies, lo que coincide con las condiciones de los hábitats, los cuales están sujetos a continuos impactos por el desarrollo de cultivos y desarrollo de proyectos extractivos. La diversidad desde un punto de vista estadístico para toda el área de estudio sugiere moderada entropía en la comunidad de murciélagos, así como una importante dominancia de especies; no obstante, y de manera particular a cada sitio de muestreo se obtuvieron pocos registros para el cómputo de estadísticos, lo que evidentemente expresa una pobre diversidad —en términos reales— para las comunidades de mamíferos a nivel de localidad evaluada.
- La especie dominante fue *Saimiri cassiquiarensis* (Mono ardilla de Humbolt) ya que se encuentra presente en PM-1 MDC60, PM-2 DDV MDC60, PM-3 Sureste MDC16, PM-4 MDC16, PM-5 MDC80 y PM-6 MDC3, cabe recalcar que para los puntos de muestreo cuantitativos la especie dominante fue *Carollia perspicillata* (Murciélago común de cola corta) para los puntos PM-1 MDC60, PM-2 DDV MDC60 y PM-3 Sureste MDC16 corresponden a bosque secundario y zonas de cultivos. La comparación entre la curva de

abundancia y el índice de dominancia de Simpson no evidencia una clara o consistente dominancia estadística, porque el conjunto de datos obtenido para toda el área de estudio congrega a pocas especies, y dentro de este conjunto de datos muchas presentan una importante uniformidad claramente identificada en la gráfica de la curva de abundancia y la pendiente que exhibe.

- Respecto la curva de acumulación y el índice Chao 1, ambos presentan una tendencia a estabilizarse, esto significa que se ha logrado un muestreo consistente con el esfuerzo destinado al estudio de los mamíferos, si se toma en cuenta que alrededor de un 10% de especies no fueron registradas con el esfuerzo realizado, probablemente por aspectos de escala espacio-temporal sobre un hábitat fuertemente fragmentado y de dominancia de especies generalistas. Este análisis resulta ser más evidente, al relacionar los valores de riqueza encontrada con la riqueza proyectada por el esadístico, pues solo una especie podría ser adicionada al registro de especies obtenido.
- Desde el análisis de la diversidad beta, se determinó una considerable similitud en los ensambles de murciélagos entre tres sitios evaluados cuantitativamente. Por un lado, esto sugiere que se trata de una misma comunidad; y por otra parte, que las diferencias entre un sitio y otro pueden tener un asidero en la mayor y menor oferta de recursos disponibles para estas especies, lo que también está relacionado con el nivel de impacto existente sobre el hábitat.
- Debido a que sólo se reportan dos gremios alimenticios para las especies de mamíferos registrados, se puede inferir que la comunidad presenta un nivel de alteración significativo, debido a las pobres condiciones de oferta de recursos disponibles (refugio y alimento) en los hábitats presentes; a esto se suma la caza intensiva o tráfico de especies de la que son objeto algunos de los mamíferos identificados en el área, ya que se trata de una zona colonizada. El registro de una especie vulnerable, el tamarín de dorso negro (*Leontocebus nigricollis*), en uno de los sitios de muestreo debe direccionar esfuerzos a futuro para determinar si los remanentes con cobertura boscosa nativa pueden ser usadas como refugio para esta especie catalogada como especie vulnerable, o en su defecto confirmar que su presencia obedece a movimientos dispersos por efecto de la pérdida y fragmentación de hábitat; asimismo para mono ardilla de Humbolt (*Saimiri cassiquiarensis*) catalogado como especie casi amenazado, si se toma en cuenta que ambas especies —por su tamaño y condiciones de hábitat— necesitan de grandes nichos para su supervivencia.
- Por otra parte, gran parte de las especies registradas presentan un bajo interés desde el punto de vista de acciones de conservación, ya que corresponden a especies bien adaptadas a ambientes alterados y que pueden tolerar la perturbación; no obstante, algunas de estas especies pueden ser sujetas a perturbación debido a la consignación de información de la ubicación de las especies, ya sea por el interés que despierte su potencial uso para la comercialización o consumo como fuente de alimento, lo que las convierte en especies de sensibilidad media o alta. En otro ámbito, y pese a que las especies son mayormente asociadas a hábitats alterados, se determinó la factibilidad de incorporar a especies indicadoras para el presente estudio, bajo el criterio de frecuencia de ocurrencia en zonas mejor conservadas del hábitat heterogeneo existente en el área de influencia del proyecto.
- Como en ambientes mejor conservados, los mamíferos registrados presentaron dos patrones bien marcados de sociabilidad y de patrón de actividad, por lo que se puede decir que tanto especies solitarias como gregarias, así como de hábitos diurnos o nocturnos presentes en el área de estudio, han alcanzado un alto nivel de adaptación en los hábitats

alterados existentes. En los mismos términos, se incluye la distribución vertical, donde especies terrestres son más abundantes que las presentes a nivel de sotobosque y de estratos superiores.

- Como ya se ha precisado, gran parte las especies registradas se relacionan con el criterio de adaptación a ambientes alterados; por lo tanto, son indicadoras de mala calidad de hábitat, a pesar que una sola especie (*Dasyopus pastasae*) registrada en una zona boscosa contigua al DDV de la plataforma MDC60 esté relacionada con hábitats bien conservados. Esta especie se considera que esporádicamente frecuenta las zonas boscosas evaluadas a manera de corredor entre zonas boscosas más amplias y mejor conservadas, ubicadas de manera paralela al Río Napo.
- Mediante el muestreo cualitativo se determino escasos registros de especies terrestres, lo que corrobora que la comunidad de mamíferos presenta una baja riqueza de especies y denota incipientes condiciones de hábitat para albergar a un mayor ensamble de especies.
- La riqueza de especies en todo el bloque MDC, de acuerdo a la información histórica, presenta una similar tendencia, lo que permite inferir que los impactos en la zona han incidido drásticamente desde tiempo atrás, para solo dejar una representación baja de la diversidad conocida en hábitats mejor conservados de los bosques tropicales amazónicos. Por otra parte, impactos acumulativos leves se relacionan con un un incremento en los niveles de ruido y migración de especies por la construcción y mayor tránsito vehicular que se suma al existente por la operación de la plataforma MDC20 en operación desde años atrás.

### 3.2.7.7 Avifauna

En el Ecuador las aves son la clase que posee mayor número de especies con 1691 (Freile, y otros, 2018) en su pequeño territorio, lo cual lo convierte en el país con mayor diversidad de aves por unidad de superficie (Freile J. F., 2014); no es de sorprenderse que el grupo de las aves sean las que mejor se encuentren estudiadas, y las que mejor se han adaptado a los cambios en los ecosistemas. Probablemente este éxito evolutivo se debe a la adopción del vuelo como medio de locomoción típico en la mayoría de ellas, lo cual les ha permitido llegar hasta los lugares más recónditos del planeta, y repoblar muchas áreas de las cuales habían desaparecido, una vez que las condiciones ambientales las han tornado nuevamente habitables (Weber y Cuadros, 1999).

En esta región amazónica específicamente habitan cerca de 700 especies, teniendo una distribución mayoritariamente continua (desde Sucumbíos hasta Zamora Chinchipe). En cuanto a factores y territorios biogeográficos, la ocurrencia de especies está determinada por los ríos mayores: Amazonas, Negro, Tapajós, Ucayali, Xingú (para toda la zona biogeográfica del Amazonas); estos separan a taxones emparentados cercanos de una orilla a otra. Dentro del país, el río Napo es considerado como un límite biogeográfico, aunque el número de especies que ocurren en un solo lado de las orillas es bajo (6 especies de una orilla y 8 especies de la otra orilla). Las aves en estos ecosistemas han sabido aprovechar las intermitentes islas fluviales que se forman en los mayores ríos amazónicos ecuatorianos Napo, Pastaza y Aguarico, teniendo nichos ecológicos fluctuantes y cambiantes sujetos a un constante cambio, pues las islas tienen cambios en su composición vegetal, cambian de forma y con el tiempo pueden desaparecer en una creciente grande. Cabe señalar que, pese a que la distancia desde las islas fluviales hacia las orillas como del río Napo o el Pastaza es de pocos metros, las especies habitantes de las islas fluviales no habitan en los bosques ribereños (Freile 2019).

En cuanto al piso Zoogeográfico, la zona de estudio está ubicada en el piso Tropical Oriental, que abarca el 50% del territorio ecuatoriano, y se encuentra en las partes orientales de la cordillera de Los Andes por debajo de los 800 msnm; más allá de las formaciones montañosas orientales (cordillera oriental), el clima es cálido e hiper-húmedo producto de las corrientes del atlántico que llegan por toda la selva Amazónica, su temperatura oscila entre los 45° y 15° Celsius. Entre las especies de aves que se pueden encontrar aquí, se puede mencionar a (*Milvago chimachima*) Caracara bayo, (*Synallaxis rutilans*) Colaespina rojiza, (*Penelope jacquacu*) Pava del Oriente, (*Vanellus chilensis*) Gaviotín avefría sureña, (*Claravis pretiosa*) Tortila Azul, (*Cephalopterus ornatus*) Ave paraguas amazónico, (*Tangara xanthogastra*) Tangara ventriamarilla, entre otras (Albuja et al. 2012).

La importancia ecológica de las aves reside en su alta movilidad lo cual les hace dispersoras de semillas y polinizadoras naturales, además son controladores de plagas, son indicadores sensibles de la riqueza biológica y de las condiciones ambientales (Berlanga 2001); por lo tanto son herramientas para identificar el estado de un ecosistema y es sustancial su conservación.

### 3.2.7.8 Sitios de muestreo

Los sitios de muestreo se localizaron en pastizales y cultivos de cacao, palma y maizales, con rodales y/o cercas vivas de especies nativas e introducidas, bosques secundarios en regeneración, cuyos doseles alcanzan una altura entre los 10 y más de 15 metros; en esta vegetación se intercalan otras formaciones vegetales de pantanos, así como ríos y espejos de agua; el subdosel no es tan espeso y alberga especies de sucesión tardía creciendo a la sombra de los grandes pioneros. La altura de los sitios de muestreo oscila entre los 280 msnm y los 264 msnm.

En total se trabajó en siete puntos de muestreo, subdivididos por metodología de muestreo, tal como lo señala la Tabla 3.2.29:

**Tabla 3.2.29 Sitios de muestreo de aves en el área de estudio**

Sitio de muestreo	Fecha	Código	COORDENADAS UTM WGS84-18S		Técnica	Dimensión <sup>a</sup>	Hábitat
			X	Y			
MDC60	03,04/ Dic	PM1-Red-I	297653	9952929	Redes de neblina	84 m	Bosque secundario, con un dosel de $\pm$ 15 metros de altura, especies arbóreas presentes como Cecropia spp y Ceiba spp. Presencia de palmeras Género Iriartea y plantas de Heliconia spp.
		PM1-Red-F	297661	9952839			
	03,04/ Dic	PM1-Recorrido-I	297732	9952479	Trayectos de línea	300 m	Pastizales y Potrero con Árboles y arbustos dispersos (familia Malvaceae)
		PM1-Recorrido-F	297598	9952753			
DDV MC60	05,06/ Dic	PM2-Red-I	297146	9954156	Redes de neblina	84 m	Bosque secundario de dosel alto + 15 metros de altura, denso y con escasos arbustos dispersos en el sustrato inferior. Presencia de palmeras Género Iriartea principalmente. Presencia de individuos de Heliconia spp.
		PM2-Red-F	297132	9954245			
	05,06/ Dic	PM2-Recorrido-I	297362	9954279	Trayectos de línea	300 m	Bosque secundario en los bordes del camino, palmeras dispersas en herbazal y sembrío de cacaotales
		PM2-Recorrido-F	297479	9953995			
Sureste MDC16	07,08/ Dic	PM3-Red-I	297627	9955881	Redes de neblina	84 m	Bosque secundario rodeado de pantano y riachuelo, dosel de $\pm$ 10 metros de altura. Presencia de palmeras Género Iriartea principalmente
		PM3-Red-F	297694	9955819			
MDC16	09/Dic	PM4-Transecto-I	296689	9956219	Transecto en franjas	300 m	Bosque secundario con presencia numerosa de palmeras del Género Iriartea y especies arbóreas como Cecropia spp. Parte del bosque es pantano.
		PM4-Transecto-F	296582	9955932			



Sitio de muestreo	Fecha	Código	COORDENADAS UTM WGS84-18S		Técnica	Dimensión <sup>a</sup>	Hábitat
			X	Y			
	09/Dic	PM4- Recorrido-I	297257	9955631	Trayectos de línea	300 m	Cercas vivas, pastizales y cultivos de subsistencia en las orillas de la vía, bosques secundarios en los interiores de los bordes.
		PM4- Recorrido-F	297189	9955924			
MDC80	10/Dic	PM5- Transecto-I	297189	9958915	Transecto en franjas	300 m	Bosque secundario de dosel alto ± 15 metros de altura, denso, con arbustos densos en el sustrato inferior. Presencia de palmeras Género Iriarte, y Heliconia spp.
		PM5- Transecto-F	297196	9959287			
	10/Dic	PM5- Recorrido-I	297647	9959113	Trayectos de línea	300 m	Herbazales, cultivos de <i>Zea mayz</i> , Palma Africana y Cacaotales, con cercas vivas de especies nativas, destacan <i>Cecropia</i> spp.
		PM5- Recorrido-F	297493	9958855			
MDC3	10/Dic	PM6- Recorrido-I	298349	9960014	Trayectos de línea	300 m	Pastizal y cercas vivas compuestas por guayaba y <i>Eucalyptus</i> spp.
		PM6- Recorrido-F	298561	9959794			
MDC70 y DDV	11/Dic	PM7- Transecto-I	297784	9960929	Transecto en franjas	300 m	Parches de bosque secundario, sembríos de Palma Africana pastizales y cultivos de subsistencia
		PM7- Transecto-F	297995	9961154			
	11/Dic	PM7- Recorrido-I	298807	9961726	Trayectos de línea	300 m	Frutales como guayaba, Árboles de <i>Cecropia</i> spp y Fabaceae como cercas vivas, herbazal y palmeras de <i>Cocos nucifera</i> .
		PM7- Recorrido-F	298756	9961429			

<sup>a</sup> Corresponde a una referencia cartográfica lineal basada en las coordenadas tomadas con un navegador GPS en campo para aproximar la trayectoria y/o ubicación de los muestreos realizados

### 3.2.7.9 Metodología

#### 3.2.7.9.1 Muestreo cuantitativo

##### **Captura con redes de neblina**

Se usaron redes de captura (redes de neblina) que consisten en tender una red (indetectable) entre islotes de vegetación para capturar aves. El factor de la indetectabilidad de la red de neblina supone una efectividad alta para las capturas. Con esta técnica aumenta la probabilidad de captura de especies de estratos bajos de dosel y aquellas inconspicuas por sus características ecológicas (colores poco llamativos, poca frecuencia de cantos, forrajeo limitado, etc.), y por lo tanto permite obtener datos de la ecología de un individuo de primera mano, además de fotografías en primer plano que facilitan la identificación, garantizando la certeza de datos y hallazgos (Puerta-Piñero, Gullison, and Condit 2014; Villarreal et al. 2004).

Para el presente estudio, se usaron siete redes de neblina (12 metros x 2,5 metros, 1,5 cm de ojo malla), las cuales fueron abiertas durante el día entre las 06:00 a 12:00 en la mañana y en horario extendido de la tarde de 16:00 a 18:00, acogiendo lineamientos sugeridos por Villarreal et al. (2004); así, se eligieron sitios con condiciones más favorables (Ralph et al. 1996) en los escasos claros y sotobosque disponibles en el área de estudio; las redes se extendieron a manera de transectos lineales.

Las aves que fueron capturadas se las identificó in situ y posteriormente los individuos fueron fotografiados y liberados.

##### **Transecto en franjas**

En el área de estudio también se implementaron observaciones directas hechas mediante transectos, que se establecieron en forma lineal y con banda fija. Este método es el más adecuado para conocer el mayor número de especies en un área dada (Ralph et al. 1996).

El muestreo se lo realizó en tres transectos ubicados en los puntos PM4, PM5 y PM7, los mismos que para poder estandarizarlos se los diseñó de acuerdo al tamaño del parche de bosque más pequeño del sector, por lo que tuvieron una distancia de 300 m de largo y una franja fija de 50 m de ancho a cada lado de la línea del transecto. El horario de muestreo fue realizado a la hora de mayor actividad de las aves de 6h00 a 10h00 en la mañana y de 15h00 a 18h00 en la tarde para tener un tiempo de muestreo por cada transecto de cuatro horas al día.

#### 3.2.7.9.1 Muestreo cualitativo

##### **Trayectos de línea sin estimar distancias**

Esta es la forma más sencilla de censos de transectos para generar una lista de las especies presentes en un hábitat. Esta técnica consistió en recorrer lentamente una distancia fija por un periodo de tiempo determinado, de lo cual se obtuvo información de la presencia o ausencia de especies de un hábitat (Gallina & López-González, 2011).

##### **Registros Auditivos**

Se registraron especies de aves por sus vocalizaciones, para desarrollar esta técnica, únicamente se consideró a las especies que el investigador identificó de acuerdo a su experiencia durante los recorridos en los trayectos sin estimar distancias y en los transectos de franjas sin estimar abundancia por cada vocalización. La identificación de los registros auditivos se realizó utilizando los conocimientos previos en campo del observador.



**3.2.7.9.2 Esfuerzo de muestreo**

En la (Tabla 3.2.30) se incluye el esfuerzo de muestreo aplicado para el levantamiento de datos y caracterización de la avifauna. Es importante precisar que los sitios de muestreo se toman como esfuerzo para propósitos de análisis estadístico.

**Tabla 3.2.30 Esfuerzo de muestreo de aves en el área de estudio**

Sitios de muestreo	Código	Tipo de muestreo	Número de redes y recorridos	Horario	Horas por días	Número de días	Horas esfuerzo método
MDC60	PM1-Red	Cuantitativo	7 redes	06h00-12h00 16h00-18h00	8 horas	2 días	112
	PM1-Recorrido	Cualitativo	1	12h30-15h30	3 horas	1 día	3
DDV MDC60	PM2-Red	Cuantitativo	7 redes	06h00-12h00 16h00-18h00	8 horas	2 días	112
	PM2-Recorrido	Cualitativo	1	12h30-15h30	3 horas	1 día	3
Sureste MDC16	PM3-Red	Cuantitativo	7 redes	06h00-12h00 16h00-18h00	8 horas	2 días	112
MDC16	PM4-Transecto	Cuantitativo	1	06h00-08h00 16h00-18h00	4 horas	1 día	4
	PM4-Recorrido	Cualitativo	1	09h30-12h30	3 horas	1 día	3
MDC80	PM5-Transecto	Cuantitativo	1	07h00-09h00 15h30-17h30	4 horas	1 día	4
	PM5-Recorrido	Cualitativo	1	14h00-15h00	3 horas	1 día	3
MDC3	PM6-Recorrido	Cualitativo	1	10h30-11h30	3 horas	1 día	3
MDC70	PM7-Transecto	Cuantitativo	1	07h30-09h30 16h00-18h00	4 horas	1 día	4
	PM7-Recorrido	Cualitativo	1	11h00-13h00	3 horas	1 día	3
<b>Total esfuerzo (expresado en horas/red; horas/transecto; horas/recorrido)</b>							<b>366</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.10 Análisis de datos

Los cómputos para análisis estadístico se apoyaron en paquetes informáticos como: Past 4.06b (Hammer et al., 2001) y Estimates 9.1.0 (Colwell, 2013).

#### 3.2.7.10.1 Riqueza y abundancia

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de describir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001).

En cuanto a la abundancia relativa, se determina como la proporción de individuos de una especie obtenidos en un determinado sitio ( $n_i/N$ , donde  $n_i$  es el número de individuos de una especie y N el número total de individuos del sitio) (Moreno y Halffter, 2000).

#### 3.2.7.10.2 Curva de abundancia de especies

De acuerdo con Magurran (2004), las especies están graficadas en secuencia desde la más abundante hasta la menos abundante a lo largo de la horizontal (o eje x). Con el fin de facilitar la comparación entre diferentes conjuntos de datos o ensamblajes, a menudo se utilizan abundancias proporcionales o porcentuales. Esto simplemente significa que la abundancia de todas las especies juntas se designa como 1.0 o 100% y que la abundancia relativa de cada especie se expresa como proporción o porcentaje del total.

Una ventaja de una curva de abundancia de especies es que se muestran claramente patrones contrastantes de riqueza de especies. Otra es que cuando hay relativamente pocas especies, toda la información relativa a sus abundancias relativas es claramente visible, mientras que sería ineficaz mostrarla en un formato de histograma. Además, las curvas de abundancia de especies resaltan las diferencias en la uniformidad entre los conjuntos. Las curvas de abundancia de especies son un método particularmente efectivo para ilustrar cambios a través de la sucesión o después de un impacto ambiental. De hecho, a menudo se recomienda que lo primero que un investigador debe hacer con los datos de abundancia de especies es trazarlos como un gráfico de curva de abundancia de especies.

La forma de la gráfica de curva de abundancia de especies se usa a menudo para inferir qué modelo de abundancia de especies describe mejor los datos. Las curvas con pendientes empinadas significan ensamblajes con alta dominancia, como las que se pueden encontrar en una distribución geométrica o de series logarítmicas, mientras que las pendientes menos profundas implican una uniformidad más alta consistente con un modelo logarítmico normal o incluso con un modelo de palo roto. Sin embargo, las curvas de los diferentes modelos rara vez se han ajustado formalmente a los datos empíricos.

#### 3.2.7.10.3 Índice de diversidad de Shannon

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran A. , 1988). La interpretación de este índice se la hizo en base a lo sugerido por (Magurran A. , 1988).

Su fórmula de aplicación es:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\ln P_i)$$

Dónde:

H = Índice de la diversidad de la especie

S = Número de especies

Ln = Logaritmo natural

Pi = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

#### **3.2.7.10.4 Índice de Simpson (D)**

El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente, dentro de un hábitat cualquiera, sean de la misma especie. Su interpretación se basa en que si el valor del índice es más cercano a 1 existe una alta posibilidad de dominancia de una especie (diversidad baja); caso contrario, si el valor del índice es más cercano a 0, la diversidad del sitio es mayor (Bouza y Covarrubias, 2005).

$$D = \sum p_i^2$$

Dónde:

$p_i$  = Proporción de los individuos de la  $i$  especie

Por otra parte, el índice de diversidad de Simpson es una de las medidas de diversidad más significativas y robustas disponibles. En esencia, captura la varianza de la distribución de la abundancia de especies. Se lo expresa de dos maneras en relación a D que es el índice de dominancia de Simpson (Jost & González-Oreja, 2012):

- Complementario o de Gini-Simpson: (1-D)
- Recíproco o inverso del índice de Simpson: (1/D)

Donde:

D = Índice de Dominancia de Simpson

En este índice de diversidad los valores de la medida aumentarán a medida que el ensamblaje se vuelve más uniforme.

#### **3.2.7.10.5 Curva de acumulación de especies**

Las curvas de acumulación de especies están diseñadas para determinar si las muestras tomadas en los puntos de estudio son representativas del área de estudio. Indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad a través de la relación de las especies capturadas (eje de las abscisas x) y su abundancia de captura (eje de las ordenadas y). A medida que el número de especies crece, la probabilidad de añadir una nueva disminuye de manera proporcional, hasta llegar a 0. Cuando la curva de acumulación es asintótica, revela que el número de especies no se incrementará a pesar de que se aumenten las unidades de muestreo (Magurran A. , 1988).

#### **3.2.7.10.6 Índice de Chao1**

Es el estimador que calcula el número de especies en una comunidad, tomando como base el número de especies raras. Se la expresa de la siguiente forma: Donde S es el número de especies en una muestra,  $a$  es el número de especies que están representadas solamente por un único

individuo en esa muestra y  $b$  es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (Moreno 2001).

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

Dónde:

$S$  = Número de especies en una muestra

$a$  = Número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra

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

### **3.2.7.10.7 Índice de similitud de Jaccard**

El índice de Jaccard es un índice de diversidad beta, es decir compara dos sitios relacionando la abundancia de las especies compartidas con la abundancia total en las dos muestras. Maneja valores entre 0 y 1, siendo 0 reportado para sitios disímiles y 1 para sitios que comparten el 100% de las especies. Puede ser representado como porcentaje al multiplicar el coeficiente resultante por 100 (Álvarez et al. 2004).

### **3.2.7.11 Aspectos ecológicos**

#### **3.2.7.11.1 Nicho Trófico**

Una de las funciones más importantes de las aves en el ecosistema es que son excelentes polinizadores y dispersores de semillas, de allí la importancia del conocimiento del tipo de dieta que estas presentan. Esta clasificación se ha realizado en base a la información recopilada en campo y en base la información disponible en literatura especializada. Se determinaron considerando la dieta alimenticia de la familia a la que taxonómicamente pertenece la especie, con base a la publicación de Ridgely & Greenfield, 2006, cuya información corresponde a datos específicos para las aves del Ecuador. No obstante, con propósito de describir los principales gremios tróficos se presentan las definiciones contempladas en González-Salazar et al. (2014):

- Carnívoros - corresponden a especies que se alimentan de presas que son cazadas en el aire, tales como murciélagos y aves (en la noche o en el día); o en el dosel de los árboles o en el suelo, donde capturan presas como mamíferos, reptiles y aves; asimismo, presas que son atrapadas en cuerpos de agua principalmente peces e invertebrados acuáticos.
- Frugívoros - son especies que se alimentan de frutos disponibles en el suelo o que se obtienen en el dosel de los árboles.
- Granívoros - especies que se alimentan de de semillas principalmente disponibles en el suelo y arbustos, así como de los árboles que proveen semillas.
- Herbívoros - son especies que se alimentan de diferentes partes de las plantas, principalmente en el el suelo.
- Insectívoros - son especies que se alimentan de insectos bajo una importante gama de estrategias, entre las cuales se encuentran aquellas especies que se alimentan sobre el dosel o bajo este. Otras especies obtienen su alimento del interior de los troncos de los árboles o de la superficie de estos; mientras que otros obtienen su alimento del suelo o del foliaje disponible en los estratos bajo y medio del bosque. Es importante indicar que existen especies insectívoras de hábito nocturno.
- Nectarívoros - son especies que se alimentan del nectar de las flores.
- Carroñeros - corresponden a las especies que se alimentan de carroña.

- Omnívoros - este gremio grupa a las especies que no tienen diferenciado su dieta y pueden aprovechar diferentes suministros de alimentos provenientes de insectos, vertebrados, frutas, semillas y partes de plantas.

#### **3.2.7.11.2 Estado de conservación**

Se analizó si en la zona existen especies con criterios de amenaza significativa o de importancia para su conservación, para lo cual se revisó el Libro Rojo Aves del Ecuador (Freile et al. 2019), las páginas de (IUCN 2019) y (CITES 2019), donde se publican las categorías de amenaza global.

A continuación, se describe cada una de las categorías de acuerdo a la UICN, en orden de mayor a menor amenaza:

**En peligro crítico (CR).** Cuando la especie enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**En peligro (EN).** Cuando la especie enfrenta un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Vulnerable (VU).** Cuando la especie enfrenta un riesgo alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Casi amenazada (NT).** Cuando la especie está cerca de calificar o es probable que califique para la categoría de amenaza en el futuro próximo.

**Datos insuficientes (DD).** Cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación de su estado de conservación; sin embargo, no es una categoría de amenaza. Indica que se requiere más información sobre esta especie.

**Preocupación menor (LC).** Para especies comunes y de amplia distribución.

**No evaluada (NE).** Para especies que no han sido cometidas a los parámetros de la UICN, principalmente por falta de información o por omisión. Su estado de conservación puede ser cualquiera de los mencionados anteriormente.

Dentro de esta categoría también se incluye información de las especies protegidas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES, 2019), de la cual Ecuador es país miembro. Las categorías que utiliza la CITES son:

**Apéndice I.** Para especies en peligro de extinción. Existe prohibición absoluta de comercialización, tanto para animales vivos, muertos, como de alguna de sus partes.

**Apéndice II.** Para especies no amenazadas, pero que podrían serlo si su comercio no es controlado, o para especies generalmente no comercializadas, pero que requieren protección y no deben ser traficadas libremente.

**Apéndice III.** Para especies de comercio permitido, siempre y cuando a la autoridad administrativa del país de origen certifique que la exportación no perjudica la supervivencia de la especie y que los animales fueron obtenidos legalmente.

#### **3.2.7.11.3 Endemismo**

Son aquellas especies que se distribuyen en un ámbito geográfico reducido y que no se encuentra de forma natural en otras partes del mundo, para determinar el grado de endemismo se usaron los listados y evidencia expuesta en (Freile and Poveda 2019; Ridgely and Greenfield 2006).

#### **3.2.7.11.4 Migración**

La importancia de la comunidad de aves migratorias radica en que contribuyen al estudio de los biomas donde transitan y con ello se podría determinar la pérdida y degradación de los hábitats a los cuales visitan, ya sea para la reproducción, alimento, etc., y la ausencia de ellas nos alertarían a que no existen las mismas condiciones en los bosques (Ridgely & Greenfield 2006). Las especies migratorias se las determinó con la información disponible de aves del Ecuador, disponible en (Freile 2019; McMullan and Navarrete 2017; Ridgely and Greenfield 2006).

#### **3.2.7.11.5 Hábito o patrón de actividad**

Se considera la actividad diaria en la cual se desenvuelven las diferentes especies de aves siendo hábito diurno entre el amanecer y el atardecer, y hábito nocturno durante la puesta y la salida del sol (Roldán 2019). Para determinar los patrones de actividad de las aves se utilizó la Guía de Aves del Ecuador (Freile 2019; McMullan and Navarrete 2017; Ridgely and Greenfield 2006).

#### **3.2.7.11.6 Distribución vertical**

Con base a la ubicación en el estrato de donde las especies obtienen su alimento, se consideran cuatro categorías principales, conforme a lo precisado por González-Salazar et al. (2014). Esta categorización refiere a la distribución vertical en relación a la configuración del bosque y sus tres estratos (1) bajo, a nivel del suelo, (2) medio, en en relación a la vegetación por debajo del dosel, y (3) alto, en el dosel o sobre este. A continuación, se describen los cuatro estratos principales indicados por González-Salazar et al. (2014), en los que para propósitos de categorización de la distribución vertical en el presente estudio, se relacionan con el estrato general del bosque:

- Suelo, para referir especies que obtienen su alimento a nivel del suelo o estrato bajo del bosque.
- Aire, para referir a especies que obtienen su alimento en el dosel o sobre este (estrato alto).
- Árboles, para referir a especies arbóreas que obtienen su alimento en los árboles (tronco y espigas), como en el foliaje hasta el dosel (estrato medio).
- Agua dulce, para referir a especies que obtienen su alimento de ríos y lagos, que por su ubicación corresponden al estrato bajo.

#### **3.2.7.11.7 Especies indicadoras**

Las características más importantes de una especie indicadora de cambios ambientales son: biología bien documentada, fácil de estudiar, sensible a las perturbaciones humanas (tanto negativa como positivamente), ampliamente distribuida y preferiblemente poco longevas (Caro y O'Doherty, 1999).

#### **3.2.7.11.8 Especies sensibles**

Las especies sensibles son aquellas que responden de una manera negativa a las perturbaciones de su hábitat, teniendo poca resistencia y resiliencia (Stotz et al. 1996). Se revisaron datos referentes a sensibilidad de especies dentro de la Guía de Aves del Ecuador (Ridgely and Greenfield 2006), mismos que han sido basados en criterios de Stotz et al. (1996) de las aves a los cambios en su hábitat y la resistencia que presentan a los mismos (sensibilidad), se revisaron los datos presentes en Stotz (1996).

- **Especies de sensibilidad Alta (A).** - Especies que se encuentran en bosques en buen estado de conservación. No soporten alteraciones en su hábitat. Estas especies son bioindicadores de un buen estado de conservación de los ecosistemas.
- **Especies de sensibilidad Media (M).** - Especies que pueden encontrarse tanto en áreas de bosque bien conservados, como también en áreas poco alteradas y bordes de bosque.
- **Especies de sensibilidad Baja (B).** - Especies principalmente colonizadoras. Soportan alteraciones y cambios permanentes en su medio.

### 3.2.7.11.9 Uso del recurso

El uso de las aves por parte de la población se estableció *in situ* con los guías y moradores de las comunidades donde se desarrolló el muestreo.

### 3.2.7.12 Resultados

#### 3.2.7.12.1 Análisis general

#### Riqueza

En términos generales, se encontró 75 especies de aves, pertenecientes a 34 familias y 16 órdenes taxonómicos (Tabla 3.2.31). Las familias con más riqueza de especies fueron Thraupidae con 12 especies, Tyrannidae con siete especies y las familias Accipitridae y Psittacidae con seis especies cada una. También se reportaron 20 familias con solo una especie representante.

**Tabla 3.2.31 Aves registradas en el área de estudio**

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter superciliosus</i>	Azor chico
		<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Elanio piquiganchudo
		<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio tijereta
		<i>Harpagus bidentatus</i>	Elanio bidentado
		<i>Ictinia plumbea</i>	Elanio plumizo
		<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán campestre
Apodiformes	Trochillidae	<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño barbiblanco
		<i>Phaethornis malaris</i>	Ermitaño piquigrande
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo
		<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro
Charadriiformes	Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>	Jacana carunculada
	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Avefría sureña
Columbiformes	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azul
		<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita colorada
		<i>Geotrygon montana</i>	Paloma perdiz rojiza
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso
		<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón reidor
		<i>Milvago chimachima</i>	Caracara bayo
Galbuliformes	Galbulidae	<i>Galballyrhynchus leucotis</i>	Jacamar orejiblanco
	Bucconidae	<i>Monasa nigrifrons</i>	Monja frentinegra
Galliformes	Odontophoridae	<i>Odontophorus gujanensis</i>	Corcovado carirrojo
	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca jaspeada
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martinica</i>	Gallareta púrpura
Ophistocomidae	Ophistocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	Hoatín
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea



Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
	Cotingidae	<i>Gymnoderus foetidus</i>	Cuervo higuero cuellopelado
	Donacobiidae	<i>Donacobius atricapilla</i>	Donacobio
	Fringillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia ventrinaranja
	Furnariidae	<i>Dendrocolaptes picumnus</i>	Trepatroncos ventribandeado
		<i>Synallaxis cherriei</i>	Colaespina golicastaña
	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina azuliblanca
	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique lomiamarillo
		<i>Icterus croconotus</i>	Turpial dorsinaranja
		<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola dorsirrojo
	Passerellidae	<i>Ammodramus aurifrons</i>	Sabanero cejiamarillo
	Thraupidae	<i>Cissopis leverianus</i>	Tangara urraca
		<i>Dacnis flaviventer</i>	Dacnis ventriamarillo
		<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabecigrís (juv)
		<i>Ramphocelus carbo</i>	Tangara concho de vino
		<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador grisáceo
		<i>Sporophila angolensis</i>	Semillero menor
		<i>Sporophila crassirostris</i>	Semillero piquigrande
		<i>Tachyphonus rufus</i>	Tangara filiblanca
		<i>Tangara mexicana</i>	Tangara mexicana
		<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azuleja
		<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara palmera
		<i>Volatinia jacarina</i>	Espiguero negriazulado
	Tityridae	<i>Tityra cayana</i>	Titira colinegra
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus turdinus</i>	Soterrey mirlo
	Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	Mirlo piquinegro
	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental
		<i>Elaenia parvirostris</i>	Elenia piquichica
		<i>Megarynchus pitangua</i>	Mosquero picudo
		<i>Myiozetetes granadensis</i>	Mosquero cabecigrís
		<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero social
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo grande
	Tyrannidae	<i>Tyrannulus elatus</i>	Tiranolete coroniamarillo
Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdiamarillo	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garceta (garza) bueyera
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo filigrana
	Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero crestirrojo
		<i>Celeus elegans</i>	Carpintero castaño
		<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero penachiamarillo
	Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari orejicastaño
		<i>Pteroglossus inscriptus</i>	Arasari letreado
<i>Pteroglossus pluricinctus</i>		Arasari bifajeado	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>	Amazona alinaranja
		<i>Amazona farinosa</i>	Amazona harinosa
		<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azuliamarillo
		<i>Ara severus</i>	Guacamayo frenticastaño
		<i>Aratinga weddellii</i>	Perico cabecioscuro
		<i>Pionus menstruus</i>	Loro cabeciazul

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Mochuelo ferruginoso
		<i>Megascops choliba</i>	Autillo tropical

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Abundancia

Para determinar la abundancia y otros análisis cuantitativos se utilizaron únicamente las especies que fueron contabilizadas en transectos de banda fija. Se excluyen las especies que fueron capturadas en redes porque corresponden a escasos datos de aves identificados en otros sitios; no obstante, esta información general se presenta en el análisis cuantitativo por sitio de muestreo (tres sitios de captura en redes), debido a que se registró a tres especies y contabilizó unos pocos individuos que limitan efectuar un análisis cuantitativo más amplio y con independencia a la técnica de conteo en transectos de banda fija.

Con la información de conteos directos sobre transectos de banda fija, se encontraron 59 individuos distribuidos en 22 especies. Las especies más abundantes fueron *Amazona farinosa* con siete individuos, seguido de *Cissipis leverianus* con seis individuos; *Ara severus*, *Psarocolius angustifrons* con cinco individuos; *Icterus croconotus* con cuatro individuos; *Milvago chimachima*, *Opisthocomus hoazin*, *Pteroglossus pluricinctus* con tres individuos; *Cacicus cela*, *Campephilus melanoleucos*, *Celeus elegans*, *Contopus virens*, *Dendrocolaptes picumnus*, *Myiozetetes granadensis*, *Ortalis guttata*, *Pitangus sulphuratus*, *Thraupis palmarum* con dos individuos y finalmente *Chondrohierax uncinatus*, *Cyanocorax violaceus*, *Harpagus bidentatus*, *Monasa nigrifrons*, *Odontophorus gujanensis* con una especie. En la Tabla 3.2.32 se presenta la abundancia para las 25 especies registradas. La abundancia registrada en los transectos de banda fija refleja dominancia de unas pocas especies consideradas como comunes en ambientes perturbados, o sujetos a impactos que han dado como resultados hábitats alterados para especies bien adaptadas a estos cambios, y que reflejan la condición actual del área objeto de estudio.

Tabla 3.2.32 Abundancia de aves en el área de estudio

Nombre científico	Nombre común	No. Individuos
<i>Amazona farinosa</i>	Amazona Harinosa	7
<i>Cissipis leverianus</i>	Tangara Urraca	6
<i>Ara severus</i>	Guacamayo Frenticastaño	5
<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola Dorsirrojiza	5
<i>Icterus croconotus</i>	Turpial Dorsinaranja	4
<i>Milvago chimachima</i>	Caracara Bayo	3
<i>Opisthocomus hoazin</i>	Hoatzín	3
<i>Pteroglossus pluricinctus</i>	Arasari Bifajeado	3
<i>Cacicus cela</i>	Cacique Lomiamarillo	2
<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero Crestirrojo	2
<i>Celeus elegans</i>	Carpintero Castaño	2
<i>Contopus virens</i>	Pibí Oriental	2
<i>Dendrocolaptes picumnus</i>	Trepatroncos ventribandeado	2
<i>Myiozetetes granadensis</i>	Mosquero Cabecigris	2
<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca Jaspeada	2
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo Grande	2
<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara Palmera	2
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Elanio Piquiganchudo	1

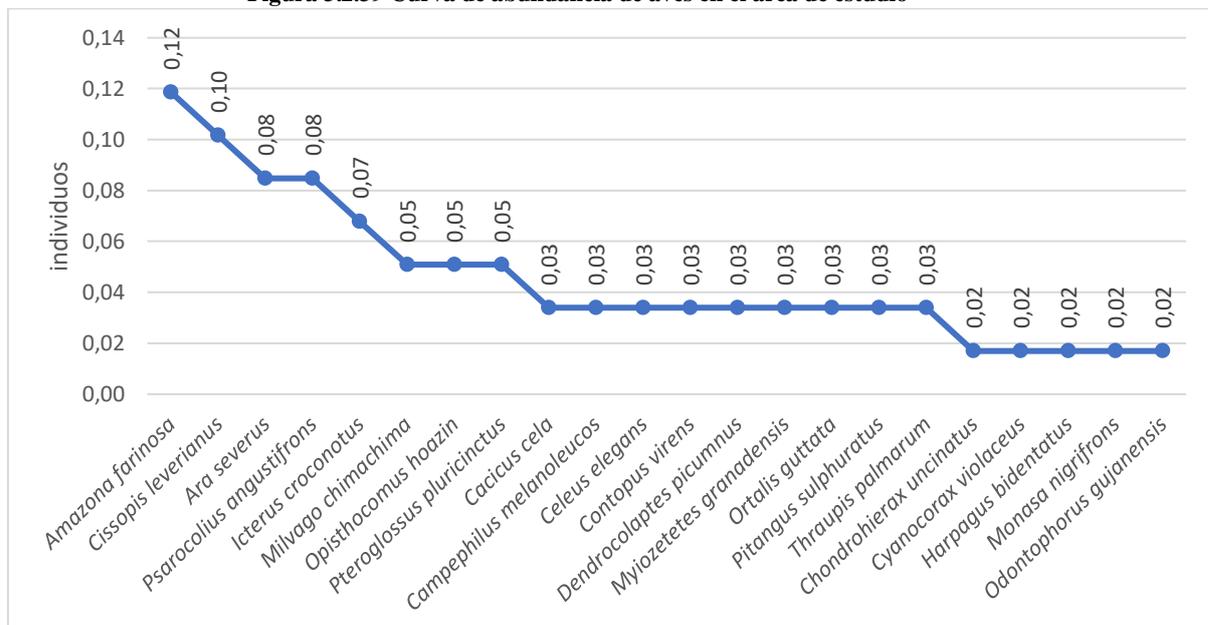
Nombre científico	Nombre común	No. Individuos
<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca Violácea	1
<i>Harpagus bidentatus</i>	Elanio Bidentado	1
<i>Monasa nigrifrons</i>	Monja frentinegra	1
<i>Odontophorus gujanensis</i>	Corcovado Carirrojo	1
<b>Total</b>		<b>59</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

Se observa la presencia de cuatro especies consideradas comunes *Amazona farinosa*, *Cissipis leverianus*, *Ara severus*, *Psarocolius angustifrons*; 13 especies son poco comunes *Icterus croconotus*, *Milvago chumachima*, *Opisthocomus hoazin*, *Pteroglossus pluricinctus*; *Cacicus cela*, *Campephilus melanoleucos*, *Celeus elegans*, *Contopus virens*, *Dendrocolaptes picumnus*, *Myiozetetes granadensis*, *Ortalis guttata*, *Pitangus sulphuratus*, *Thraupis palmarum*; y finalmente cinco especies son raras *Chondrohierax uncinatus*, *Cyanocorax violaceus*, *Harpagus bidentatus*, *Monasa nigrifrons*, *Odontophorus gujanensis* (Figura 3.2.39).

**Figura 3.2.39 Curva de abundancia de aves en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de Diversidad

El resultado obtenido para el índice de Shannon para el área de estudio corresponde a 3,02. Sobre este resultado contrasta la presencia de 20 especies con similar abundancia respecto a un total de 22 registros, lo que evidencia una alta entropía; asimismo, desde el punto de vista de la uniformidad o equidad, esta alcanzó un 97%, en relación a la diversidad máxima hipotética (3,09), lo que sugiere una alta heterogeneidad.

La dominancia expresada por el índice de Simpson fue 0,05 lo que refleja una muy poca presencia de especies dominantes que también son visiblemente identificadas en el patrón de la curva abundancia, donde se aprecia una importante uniformidad en el ensamblaje o conjunto de datos obtenido para toda el área de estudio; esta comparación del valor de índice de Simpson y la curva de abundancia evidencia que no existe dominancia estadística. Igualmente, el resultado de Gini

Simpson (0,95) expresa su proximidad a la máxima diversidad posible con el número de especies registradas en toda el área de estudio, por su cercanía a 1.

Ambos estadísticos (Shannon y Simpson) expresan una importante diversidad para el área de estudio, por lo que se lo puede denominar como una zona diversa, al menos desde un punto de vista estadístico; no obstante, es claro que los habitats alterados donde se obtuvieron los registros ofrecen una importante oferta de recursos para las aves, o al menos condiciones favorables para su paso, tomando en cuenta que estas especies tienen una gran capacidad de movilización. En la Tabla 3.2.33 se presenta los cómputos para los índices de diversidad.

**Tabla 3.2.33 Índices de diversidad de aves en el área de estudio**

Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	22
Número de individuos	59
Índice de Shannon (ln)	3,02
Especies (S) con similar abundancia	20
Índice de equidad (%)	97
Diversidad máxima hipotética	3,09
Simpson dominancia (D)	0,05
Gini Simpson (1-D)	0,95

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Debido al importante registro de riqueza de especies de aves, el índice de Shannon presenta mayor precisión en comparación con el índice de Simpson, pues este último es más sensible a la abundancia, no tan marcada en el muestreo realizado.

### Curva de acumulación de especies e índice de Chao1

Con la aplicación de la curva de acumulación sobre los datos del muestreo estandarizado en transectos de banda fija, localizados en hábitat heterogéneo, se puede determinar que el esfuerzo de muestreo empleado para el presente estudio se aproxima a la asíntota evidenciando que el muestreo fue óptimo (Figura 3.2.40).

**Figura 3.2.40 Curva de acumulación para aves en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

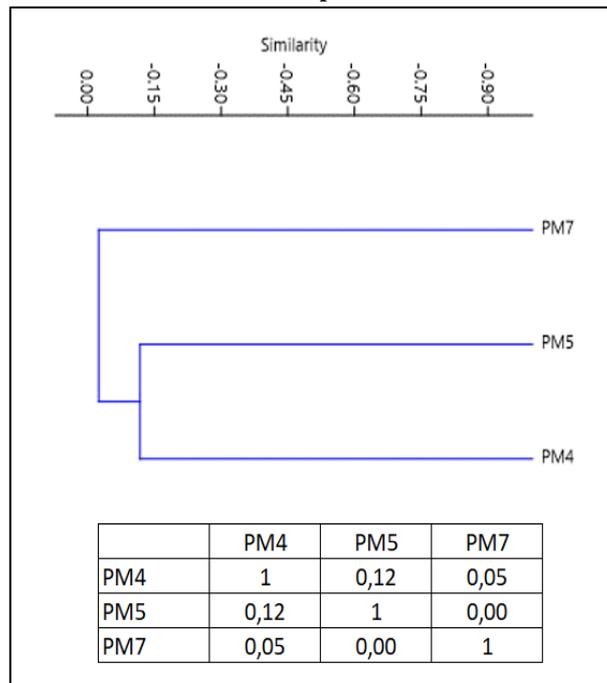
Respecto al índice de Chao 1, se determinó que para el área de estudio este estimador llegó a determinar 23 especies esperadas versus 22 especies registradas con las observaciones en campo;

por lo cual, se considera que el esfuerzo empleado es consistente (95%) para la técnica de muestreo aplicada en el estudio.

### Índice de similitud de Jaccard

Conforme a lo encontrado en el índice de similitud de Jaccard, existen dos sitios que presentan mayor similitud a pesar de que esta es muy baja en términos porcentuales; estos corresponden a los puntos de muestreo PM4 y PM5 donde se determinó apenas el 12% de similitud. Por otra parte, entre los sitios PM7-PM4 se determinó una muy baja similitud del 5%) de especies compartidas (Figura 3.2.41). La poca similitud entre sitios está supeditada a cuestiones de hábitat, específicamente a la presencia de bosque, pues el sitio con menos presencia de vegetación arbórea dio como resultado el dato de mayor disimilitud, respecto de los sitios con presencia de bosque.

**Figura 3.2.41 Índice de similitud de Jaccard para sitios de muestreo cuantitativo de aves**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### 3.2.7.12.2 Análisis cuantitativo por sitio de muestreo

A continuación, se presentan los registros de capturas en redes de neblina y en transectos de banda fija obtenidos por sitio de muestreo.

##### **PM1 – Plataforma MDC60**

En este sitio de muestreo se capturó a dos individuos que corresponden: uno a la especie *Phaethornis hispidus* de la familia Trochillidae y del orden Apodiformes, y el otro a la especie *Glaucidium brasilianum* de la familia Strigidae y del orden Strigiformes.

##### **PM2 – Plataforma MDC60**

En este sitio de muestreo no se capturó especies durante el esfuerzo estandarizado de muestreo en número de redes y días.

##### **PM3 – Sureste MDC16**

En este sitio de muestreo se capturó un individuo que corresponde a la especie *Phaethornis malaris* de la familia Trochillidae y del orden Apodiformes

**PM4 – Plataforma MDC16**
**Riqueza**

En el sitio Punto de Monitoreo 4 - MDC16 se han encontrado 15 especies distribuidas en 11 familias y cinco órdenes taxonómicos (Tabla 3.2.34).

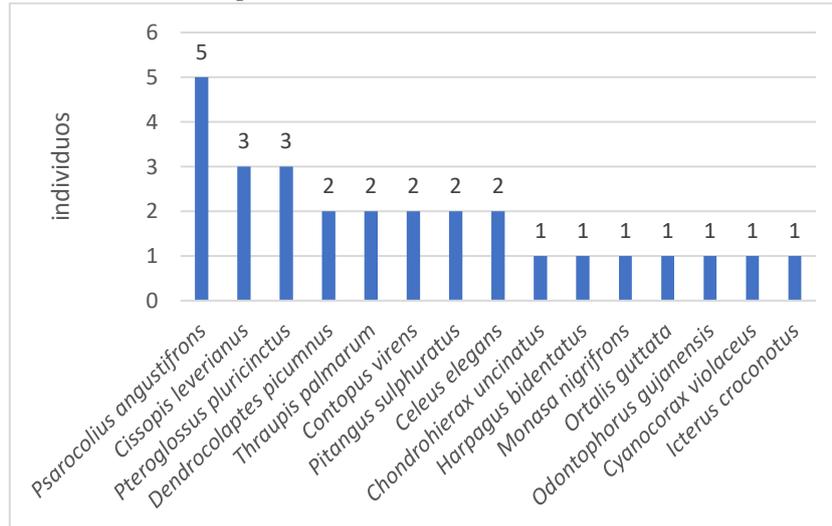
**Tabla 3.2.34 Aves registradas en PM4**

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Elanio Piquiganchudo	1
		<i>Harpagus bidentatus</i>	Elanio Bidentado	1
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Monasa nigrifrons</i>	Monja frentinegra	1
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca Jaspeada	1
	Odontophoridae	<i>Odontophorus gujanensis</i>	Corcovado Carirrojo	1
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca Violácea	1
	Furnariidae	<i>Dendrocolaptes picumnus</i>	Trepatroncos ventribandeado	2
	Icteridae	<i>Icterus croconotus</i>	Turpial Dorsinaranja	1
		<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola Dorsirrojiza	5
	Thraupidae	<i>Cissopis leverianus</i>	Tangara Urraca	3
		<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara Palmera	2
	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Pibí Oriental	2
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo Grande	2
Piciformes	Picidae	<i>Celeus elegans</i>	Carpintero Castaño	2
	Ramphastidae	<i>Pteroglossus pluricinctus</i>	Arasari Bifajeado	3
<b>Total</b>				<b>28</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

**Abundancia**

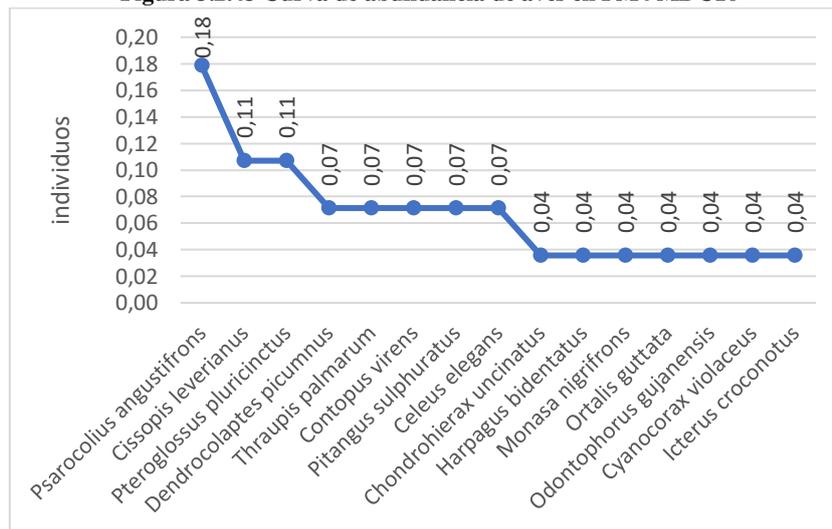
El número de individuos por especie para este sitio fue de 28 individuos. La especie con mayor número de individuos fue *Psarocolius angustifrons* con cinco individuos; seguido de *Cissopis leverianus*, *Pteroglossus pluricinctus* con 3 individuos; *Dendrocolaptes picumnus*, *Thraupis palmarum*, *Contopus virens*, *Pitangus sulphuratus*, *Celeus elegans* con 2 individuos; y finalmente *Chondrohierax uncinatus*, *Harpagus bidentatus*, *Monasa nigrifrons*, *Ortalis guttata*, *Odontophorus gujanensis*, *Cyanocorax violaceus*, *Icterus croconotus* con 1 individuo (Figura 3.2.42).

**Figura 3.2.42 Abundancia de aves en PM4**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

La distribución de individuos en el sitio PM4 se realiza de manera más equitativa, se evidencia que la diferencia entre la proporción de individuos de la especie más abundante con la siguiente es tres especies; así, la especie más abundante concentra una proporción de individuos de 0,10; mientras que otras 26 especies concentran una proporción de individuos de 0,3, 0,2 y 0,1 (que sumado corresponde a un  $P_i$  de 0,54) de representatividad en el total de especies en la muestra (Figura 3.2.43).

**Figura 3.2.43 Curva de abundancia de aves en PM4 MDC16**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

El resultado obtenido para el índice de Shannon es de 2,81; donde resalta la presencia de 12 especies con similar abundancia de un total de 15 registros. La equidad expresada en porcentaje alcanzó un valor de 94 con relación a la diversidad máxima hipotética (2,70); lo que evidencia una importante heterogeneidad en la composición y estructura de la comunidad de aves.

En cuanto a la aplicación de Simpson (D), el mismo indica un valor de 0,08 o la existencia de muy poca dominancia de especies; este resultado coincide con la tendencia de la pendiente de la

curva de abundancia, donde un gran número de especies presentan uniformidad en sus abundancias, por lo tanto la ausencia de dominancia estadística; asimismo, el resultado de Gini Simpson (1-D) expresa su proximidad a la máxima diversidad posible con el número de especies registradas en este sitio de muestreo, por su cercanía a 1. Desde el punto de vista de la diversidad, este corresponde al sitio más diverso en relación a otros dos sitios de muestreo. En la Tabla 3.2.35, se presentan los índices de diversidad.

**Tabla 3.2.35 Índices de diversidad de aves en PM4**

Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	15
Número de individuos	28
Índice de Shannon (ln)	2,56
Especies (S) con similar abundancia	12
Índice de equidad (%)	94
Diversidad máxima hipotética	2,70
Simpson dominancia (D)	0,08
Gini Simpson (1-D)	0,92

Elaborado por: COSTECAM, 2020

## PM5 – Plataforma MDC80

### Riqueza

En cuanto a riqueza (número de especies presentes en el sitio, se encontraron cuatro especies de aves, pertenecientes a cuatro familias y tres órdenes taxonómicos. Las familias tienen una representatividad de una especie cada una (Tabla 3.2.36).

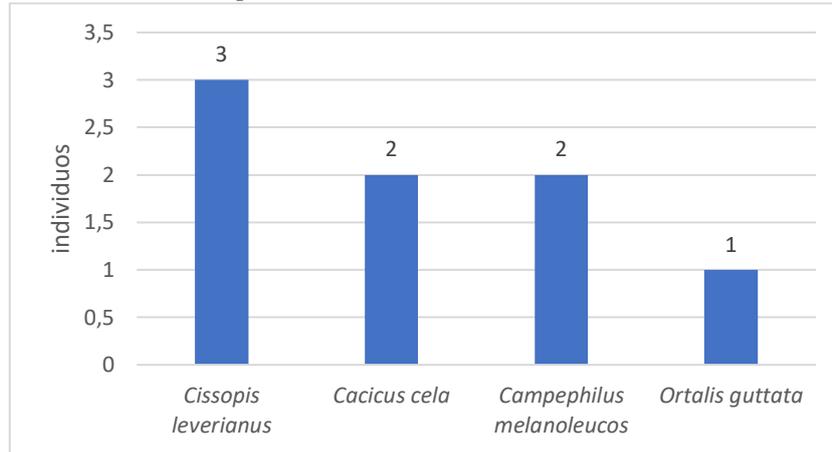
**Tabla 3.2.36 Aves registradas en PM5**

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.
Passeriformes	Thraupidae	<i>Cissopis leverianus</i>	Tangara Urraca	3
	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique Lomiamarillo	2
Piciformes	Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero Crestirrojo	2
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca Jaspeada	1
<b>Total</b>				<b>8</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Abundancia

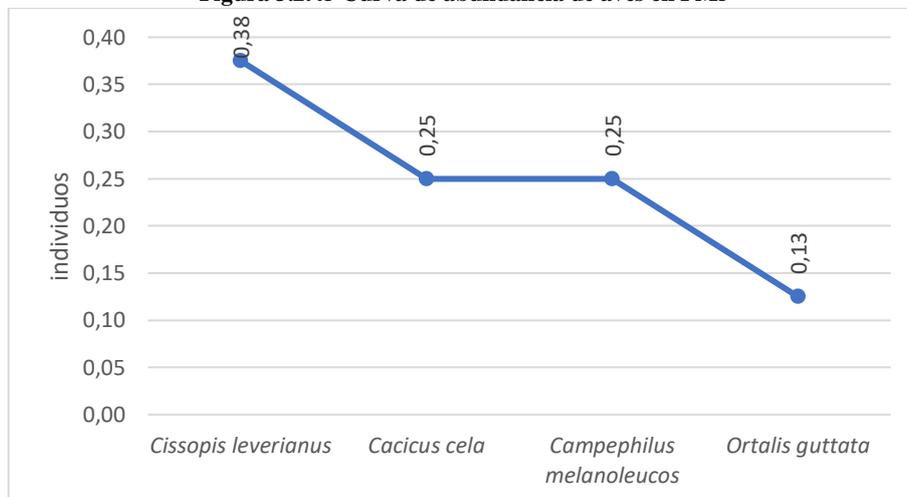
En cuanto a la abundancia se puede observar que la mayor abundancia *Cissopis leverianus* con tres (3) individuos, seguida de *Cacicus cela*, *Campephilus melanoleucos* con dos (2) con individuos y *Ortalis guttata* con uno (1) individuo (Figura 3.2.44).

**Figura 3.2.44 Abundancia de aves en PM5**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

La tendencia de la curva exhibe un pico alto correspondiente a *Cissopis leverianus* con una proporción de individuos ( $P_i$ ) de 0,38 de representatividad total, a la cual le sigue *Cacicus cela*, *Campephilus melanoleucos* con un valor de ( $P_i$ ) de 0,25 y *Ortalis guttata* tiene 0,13 de  $P_i$  (Figura 3.2.45).

**Figura 3.2.45 Curva de abundancia de aves en PM5**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

Los pocos datos limitaron el análisis de los índices diversidad, dado el conocido sesgo que este computo representa; no obstante, los datos de abundancia y riqueza de especies obtenidos reflejan que este sitio de estudio presenta una pobre diversidad y esta asociado a un hábitat de baja calidad para las especies; asimismo, corresponde al sitio menos diverso comparado con los otros dos sitios de estudio.

### PM7 – DDV MDC70

#### Riqueza

En cuanto a riqueza (número de especies presentes en el sitio, se encontraron seis especies de aves, pertenecientes a cinco familias y cuatro órdenes taxonómicos. La familia con más riqueza

de especies fue Psittacidae con dos especies. El resto de familias tiene una representatividad de una especie cada una (Tabla 3.2.37).

**Tabla 3.2.37 Aves registradas en PM7**

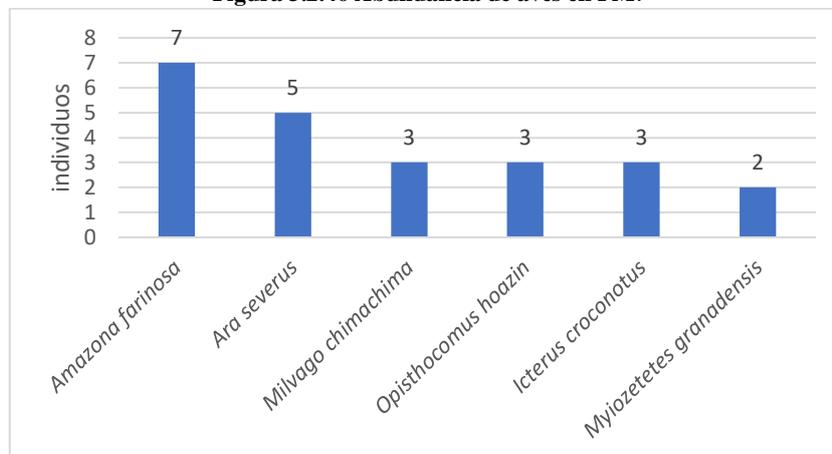
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	Amazona Harinosa	7
		<i>Ara severus</i>	Guacamayo Frenticastaño	5
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	Caracara Bayo	3
Ophistocomidae	Ophistocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	Hoatzín	3
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus croconotus</i>	Turpial Dorsinaranja	3
	Tyrannidae	<i>Myiozetetes granadensis</i>	Mosquero Cabecigris	2
<b>Total</b>				<b>23</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Abundancia

En cuanto a la abundancia se puede observar que la mayor abundancia *Amazona farinosa* con siete individuos, seguida de *Ara severus* con cinco individuos; *Milvago chimachima*, *Opisthocomus hoazin*, *Icterus croconotus* con tres individuos y de *Myiozetetes granadensis* con dos individuos (Figura 3.2.46).

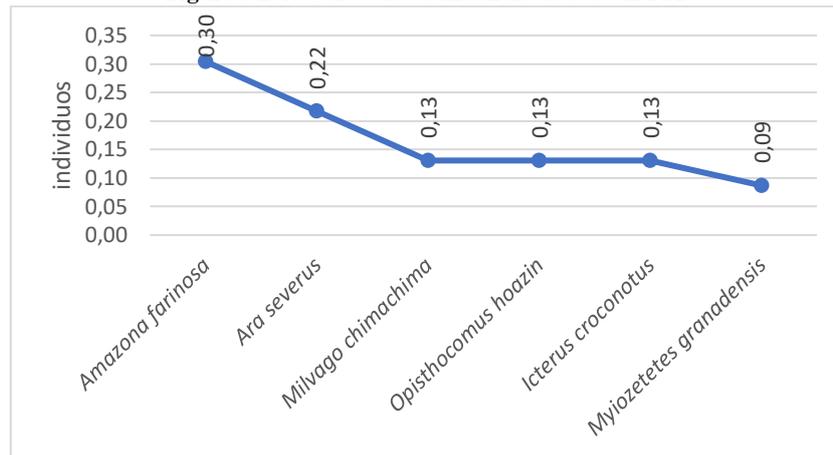
**Figura 3.2.46 Abundancia de aves en PM7**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

La tendencia de la curva exhibe un pico alto correspondiente a *Amazona farinosa* con una proporción de individuos ( $P_i$ ) de 0,30 de representatividad total, a la cual le sigue *Ara severus* con  $P_i$  de 0,22; *Milvago chimachima*, *Opisthocomus hoazin*, *Icterus croconotus* tienen 0,13 de  $P_i$  y finalmente *Myiozetetes granadensis* con 0,09 de  $P_i$  (Figura 3.2.47).

**Figura 3.2.47 Curva de abundancia de aves en PM7**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

Los pocos datos limitaron el análisis de los índices de diversidad, dado el conocido sesgo que este cómputo representa; no obstante, los datos de abundancia y riqueza de especies obtenidos reflejan que este sitio de estudio presenta una pobre diversidad y está asociada a un hábitat de baja calidad para las especies. Comparativamente, este sitio de muestreo fue el segundo más diverso en relación a otros dos sitios de muestreo cuantitativo.

#### 3.2.7.12.3 Análisis cualitativo por sitio de muestreo

A través de trayectos en línea sin estimar distancias, se registró la presencia de especies con la finalidad de complementar los registros cuantitativos (Tabla 3.2.38).

#### **PM1 – Plataforma MDC60**

##### **Riqueza**

En cuanto a riqueza, el punto PM1 – Plataforma MDC60 alcanzó 35 especies distribuidas en 17 familias y 10 órdenes. La familia con mayor número de especies fue Thraupidae con 10 especies.

#### **PM2 – DDV plataforma MDC60**

##### **Riqueza**

En cuanto a riqueza PM2 – Plataforma MDC60 tiene 27 especies distribuidas en 16 familias y nueve órdenes. Las familias con mayor número de especies fueron Psittacidae con cuatro especies y Accipitridae con tres especies *Campylorhynchus turdinus* *Elaenia parvirostris*.

#### **PM4 – Plataforma MDC16**

##### **Riqueza**

En el sitio PM4 – MDC16 se han encontrado 23 especies distribuidas en 14 familias y ocho órdenes taxonómicos. Las familias con mayor número de representación específica fueron Tyrannidae y Thraupidae con cuatro especies cada una.

#### **PM5 – Plataforma MDC80**

##### **Riqueza**

En cuanto a riqueza (número de especies presentes en el sitio, se encontraron 12 especies de aves, pertenecientes a 10 familias y ocho órdenes taxonómicos. Las familias con más riqueza de

especies fueron Thraupidae e Icteridae con dos especies cada una. El resto de familias tiene una representatividad de una especie cada una.

### **PM6 – Plataforma MDC3**

#### **Riqueza**

Los valores de riqueza para PM6 MDC3, se manifiestan con siete especies pertenecientes a seis familias y tres órdenes taxonómicos. La familia con mayor riqueza es Icteridae con dos especies.

### **PM7 – Plataforma MDC70 y DDV**

#### **Riqueza**

En cuanto a riqueza en PM7 – Plataforma MDC70, se presentan 22 especies distribuidas en 17 familias y 10 órdenes taxonómicos. La familia con mayor número de especies fue Thraupidae con cinco especies, seguida de Psittacidae con dos especies

**Tabla 3.2.38 Aves registradas en trayectos en línea sin estimar distancias**

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	PM1	PM2	PM4	PM5	PM6	PM7
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter superciliosus</i>	Azor chico		X				
		<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Elanio piquiganchudo			X			
		<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio tijereta		X				
		<i>Ictinia plumbea</i>	Elanio plumizo				X		
		<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán campestre		X				
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo	X	X	X			
		<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	X	X	X	X	X	X
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Avefría sureña	X					
	Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>	Jacana carunculada	X					
Columbiformes	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azul	X					
		<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita colorada	X		X	X	X	X
		<i>Geotrygon montana</i>	Paloma perdiz rojiza	X					
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso	X	X		X		
		<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla						X
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón reidor		X				
		<i>Milvago chimachima</i>	Caracara bayo	X					X
Galbuliformes	Galbulidae	<i>Galbalcyrhynchus leucotis</i>	Jacamar orejiblanco		X	X			X
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca jaspeada	X	X				X
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martinica</i>	Gallareta púrpura						X

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	PM1	PM2	PM4	PM5	PM6	PM7	
Ophistocomidae	Ophistocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	Hoatzín	X						
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea	X	X	X			X	
	Cotingidae	<i>Gymnoderus foetidus</i>	Cuervo higuero cuellopelado			X				
	Donacobiidae	<i>Donacobius atricapilla</i>	Donacobio						X	
	Fringillidae	<i>Dacnis flaviventer</i>	Dacnis ventriamarillo						X	
	Furnariidae	<i>Synallaxis cherriei</i>	Colaespina golicastaña		X					
	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina azuliblanca	X		X		X	X	
	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique lomiamarillo	X	X	X	X	X	X	X
		<i>Icterus croconotus</i>	Turpial dorsinaranja	X		X				
		<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola dorsirrojiza	X	X	X	X	X	X	X
	Passerellidae	<i>Ammodramus aurifrons</i>	Sabanero cejiamarillo	X						
	Thraupidae	<i>Cissopis leverianus</i>	Tangara urraca	X	X	X	X			X
		<i>Dacnis flaviventer</i>	Dacnis ventriamarillo	X						
		<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabecigrís (juv)			X				
		<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia ventrinaranja	X						
		<i>Ramphocelus carbo</i>	Tangara concho de vino	X						
		<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador grisáceo	X						
		<i>Sporophila angolensis</i>	Semillero menor							X
		<i>Sporophila crassirostris</i>	Semillero piquigrande	X						
<i>Tachyphonus rufus</i>		Tangara filiblanca	X							
<i>Tangara mexicana</i>		Tangara mexicana			X				X	

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	PM1	PM2	PM4	PM5	PM6	PM7
		<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azuleja	X		X			X
		<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara palmera	X	X		X	X	X
		<i>Volatinia jacarina</i>	Espiguero negriazulado	X					
	Tityridae	<i>Tityra cayana</i>	Titira colinegra		X	X			
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus turdinus</i>	Soterrey mirlo		X				
	Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	Mirlo piquinegro	X					
	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Mosquero picudo	X		X			
		<i>Myiozetetes granadensis</i>	Mosquero cabecigris			X	X		X
		<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero social	X	X	X		X	
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo grande	X					
		<i>Tyrannulus elatus</i>	Tiranolete coroniamarillo			X			
Vireonidae	<i>Elaenia parvirostris</i>	Elenia piquichica		X					
Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdiamarillo						X	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garceta (garza) bueyera	X			X		X
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo filigrana			X			
	Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero crestirrojo		X		X		
		<i>Celeus elegans</i>	Carpintero castaño						X
		<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero penachiamarillo		X				
	Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari orejicastaño		X				
<i>Pteroglossus inscriptus</i>		Arasari letreado		X					
	Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>	Amazona alinaranja	X	X				

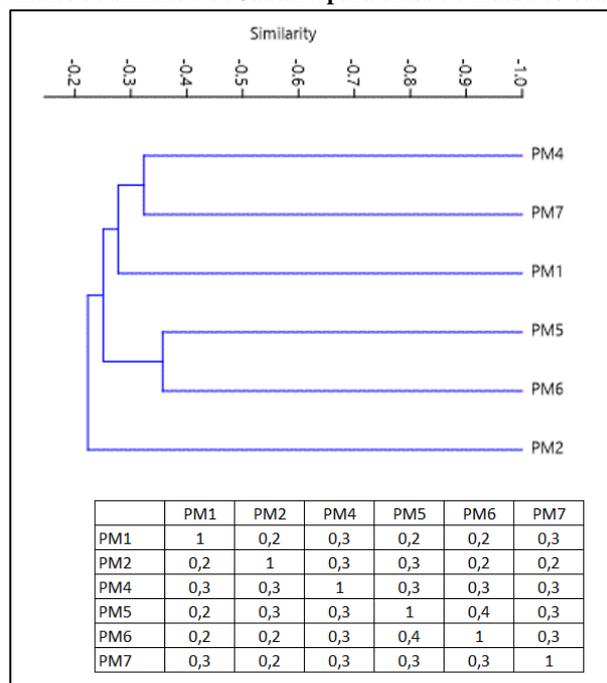
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	PM1	PM2	PM4	PM5	PM6	PM7
Psittaciformes		<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azuliamarillo	X					
		<i>Ara severus</i>	Guacamayo frenticastaño		X				
		<i>Aratinga weddellii</i>	Perico cabecioscuro	X	X	X	X		
		<i>Pionus menstruus</i>	Loro cabeciazul		X				
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	Autillo tropical			X			

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de similitud de Jaccard

Con base a los registros cualitativos de presencia/ausencia en trayectos de línea, se determinó una mejor comprensión respecto a diferencias entre las poblaciones de aves; así se determinó que PM5 y PM6 es de un 40% la similitud; seguido de PM4 y PM7, PM1 y PM3 con un 30% de similitud de especies; mientras PM1 y PM5, PM1 y PM6 presentan 20% de similitud; y finalmente PM1 y PM6, PM4 y PM5 comparten un 12% de similitud de especies (Figura 3.2.48). Sin embargo, PM2 es el punto más alejado del resto de puntos. Estos resultados sugieren que las poblaciones de aves son más diferentes que homogéneas, y esta explicación probablemente tiene un asidero en la oferta de recursos que ofrecen los sitios evaluados a la permanencia o paso de las especies de aves, ya que el impacto evidenciado en el hábitat de varios sitios de muestreo presentó diferencias muy marcadas.

Figura 3.2.48 Índice de similitud de Jaccard para sitios de muestreo cualitativo de aves



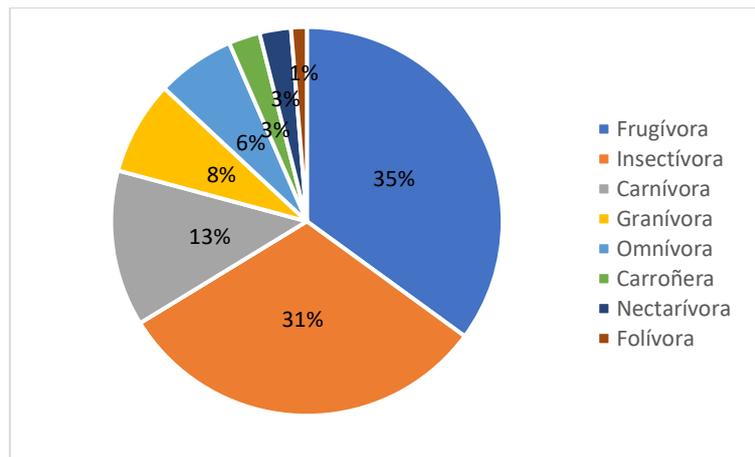
Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### 3.2.7.12.4 Aspectos ecológicos

##### Nicho trófico

Respecto al Nicho Trófico, se evidencian nueve gremios tróficos presentes en el lugar de estudio. El gremio con mayor representatividad es el gremio Frugívoro con 27 especies que representa el 35% del total de especies, seguido por el gremio Insectívoro con 24 especies que equivalen al 31% de especies, y el gremio Carnívoro con 10 especies que representan el 13% del total de especies. El gremio con menor representatividad es Folívora con una sola especie 1% (representado por *Opisthocomus hoazin*) (Figura 3.2.49).

**Figura 3.2.49 Gremios tróficos de las aves en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Las aves cumplen roles ecológicos importantes para mantener el funcionamiento íntegro de los ecosistemas, tal es caso de los insectívoros que contribuyen al control de poblaciones de insectos que podrían constituir plagas; frugívoros que dispersan semillas que permiten la propagación de variedades vegetales; nectívoros muy importantes en los ecosistemas por su rol en la polinización; semilleros que podrían contribuir al control en la dispersión de plantas; los carroñeros como contribuyentes en la recirculación de la materia orgánica muerta. Se determinó que en los sitios de muestreo existe la presencia de especies que se alimentan de variadas dietas, por lo cual se considera que el hábitat heterogéneo ofrece una importante cantidad de recursos para el mantenimiento de las especies registradas; a excepción de las especies folívoras que se localizaron en los sitios PM1 y PM7, ambos sitios rodeados de una importante extensión de cultivos.

### Estado de conservación

De acuerdo a los registros de especies que presentan algún criterio significativo referente a las listas rojas de especies amenazadas (internacional o de Ecuador): *Amazona farinosa* (Amazona Harinosa) tiene el rango de Casi Amenazada (NT) en los listados de la IUCN y de la Lista Roja de Ecuador, *Ara ararauna* (Guacamayo azuliamarillo) que a pesar de que internacionalmente se considera como especie de Preocupación Menor (LC), en la lista roja de especies de Ecuador está catalogada como especie de Casi Amenazada (NT). *Odontophorus gujanensis* (Corcovado carirrojo) que está catalogado internacionalmente como una especie Casi Amenazada (NT), *Synallaxis cherriei* (Colaespina golicastaña) que internacionalmente está considerado como especie Casi Amenazada, mientras que en la lista roja de especies está considerado como En Peligro (EN) (Tabla 3.2.39).

Así mismo, en cuanto la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) a las especies pertenecientes a las familias Accipitridae y Falconidae (incluidas ambas en el orden Falconiformes en la versión noviembre 2019), así como Strigidae, Trochillidae y Psittacidae se las incluyen a todas las especies encontradas en el presente en la categoría Apéndice II, que indica que son especies que pueden o no encontrarse en peligro de extinción, pero que su comercialización debe necesariamente controlarse para tratar de evitar que su explotación vaya en desmedro de sus poblaciones y por ende de su supervivencia. En total suman 15 especies encontradas en el Apéndice II del CITES (Tabla 3.2.39).

**Tabla 3.2.39 Estado de conservación de las aves en el área de estudio**

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>UICN 2019</b>	<b>Lista Roja (ECU)</b>	<b>CITES 2019</b>
Accipitridae	<i>Accipiter superciliosus</i>	Azor chico	LC	LC	Apéndice II
Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>	Amazona alinaranja	LC	LC	Apéndice II
Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	Amazona harinosa	NT	NT	Apéndice II
Passerellidae	<i>Ammodramus aurifrons</i>	Sabanero cejiamarillo	LC	LC	No Incluida
Psittacidae	<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azuliamarillo	LC	NT	Apéndice II
Psittacidae	<i>Ara severus</i>	Guacamayo frenticastaño	LC	LC	Apéndice II
Psittacidae	<i>Aratinga weddellii</i>	Perico cabecioscuro	LC	LC	Apéndice II
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garceta (garza) bueyera	LC	LC	No Incluida
Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique lomiamarillo	LC	LC	No Incluida
Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero crestirrojo	LC	LC	No Incluida
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus turdinus</i>	Soterrey mirlo	LC	LC	No Incluida
Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo filigrana	LC	LC	No Incluida
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo	LC	LC	No Incluida
Picidae	<i>Celeus elegans</i>	Carpintero castaño	LC	LC	No Incluida
Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Elanio piquiganchudo	LC	LC	Apéndice II
Thraupidae	<i>Cissopis leverianus</i>	Tangara urraca	LC	LC	No Incluida
Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azul	LC	LC	No Incluida
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita colorada	LC	LC	No Incluida
Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental	LC	LC	No Incluida
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	LC	LC	No Incluida
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso	LC	LC	No Incluida
Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea	LC	LC	No Incluida
Thraupidae	<i>Dacnis flaviventer</i>	Dacnis ventriamarillo	LC	LC	No Incluida
Furnariidae	<i>Dendrocolaptes picumnus</i>	Trepatroncos ventribandeado	LC	LC	No Incluida
Donacobiidae	<i>Donacobius atricapilla</i>	Donacobio	LC	LC	No Incluida
Tyrannidae	<i>Elaenia parvirostris</i>	Elaenia piquichica	LC	LC	No Incluida
Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio tijereta	LC	LC	No Incluida
Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabecigrís (juv)	LC	LC	No Incluida
Fringillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia ventrinaranja	LC	LC	No Incluida
Galbulidae	<i>Galbalcyrhynchus leucotis</i>	Jacamar orejiblanco	LC	LC	No Incluida
Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma perdiz rojiza	LC	LC	No Incluida
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Mochuelo ferruginoso	LC	LC	Apéndice II
Cotingidae	<i>Gymnoderus foetidus</i>	Cuervo higuero cuellopelado	LC	LC	No Incluida

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>UICN 2019</b>	<b>Lista Roja (ECU)</b>	<b>CITES 2019</b>
Accipitridae	<i>Harpagus bidentatus</i>	Elanio bidentado	LC	LC	Apéndice II
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón reidor	LC	LC	Apéndice II
Icteridae	<i>Icterus croconotus</i>	Turpial dorsinaranja	LC	LC	No Incluida
Accipitridae	<i>Ictinia plumbea</i>	Elanio plumizo	LC	LC	No Incluida
Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>	Jacana carunculada	LC	LC	No Incluida
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Mosquero picudo	LC	LC	No Incluida
Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	Autillo tropical	LC	LC	Apéndice II
Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero penachiamarillo	LC	LC	No Incluida
Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	Caracara bayo	LC	LC	No Incluida
Bucconidae	<i>Monasa nigrifrons</i>	Monja frentinegra	LC	LC	No Incluida
Tyrannidae	<i>Myiozetetes granadensis</i>	Mosquero cabecigris	LC	LC	No Incluida
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero social	LC	LC	No Incluida
Odontophoridae	<i>Odontophorus gujanensis</i>	Corcovado carirrojo	NT	LC	No Incluida
Ophisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	Hoatzín	LC	LC	No Incluida
Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca jaspeada	LC	LC	No Incluida
Trochillidae	<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño barbiblanco	LC	LC	Apéndice II
Trochillidae	<i>Phaethornis malaris</i>	Ermitaño piquigrande	LC	LC	Apéndice II
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	LC	LC	No Incluida
Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	Loro cabeciazul	LC	LC	Apéndice II
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo grande	LC	LC	No Incluida
Rallidae	<i>Porphyrio martinica</i>	Gallareta púrpura	LC	LC	No Incluida
Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola dorsirrojiza	LC	LC	No Incluida
Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari orejicastaño	LC	LC	No Incluida
Ramphastidae	<i>Pteroglossus inscriptus</i>	Arasari letreado	LC	LC	No Incluida
Ramphastidae	<i>Pteroglossus pluricinctus</i>	Arasari bifajeado	LC	LC	No Incluida
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina azuliblanca	LC	LC	No Incluida
Thraupidae	<i>Ramphocelus carbo</i>	Tangara concho de vino	LC	LC	No Incluida
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán campestre	LC	LC	Apéndice II
Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador grisáceo	LC	LC	No Incluida
Thraupidae	<i>Sporophila angolensis</i>	Semillero menor	LC	LC	No Incluida
Thraupidae	<i>Sporophila crassirostris</i>	Semillero piquigrande	LC	LC	No Incluida
Furnariidae	<i>Synallaxis cherriei</i>	Colaespina golicastaña	NT	EN	No Incluida
Thraupidae	<i>Tachyphonus rufus</i>	Tangara filiblanca	LC	LC	No Incluida
Thraupidae	<i>Tangara mexicana</i>	Tangara mexicana	LC	LC	No Incluida

Familia	Nombre científico	Nombre común	UICN 2019	Lista Roja (ECU)	CITES 2019
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azuleja	LC	LC	No Incluida
Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara palmera	LC	LC	No Incluida
Tityridae	<i>Tityra cayana</i>	Titira colinegra	LC	LC	No Incluida
Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	Mirlo piquinegro	LC	LC	No Incluida
Tyrannidae	<i>Tyrannulus elatus</i>	Tiranolete coroniamarillo	LC	LC	No Incluida
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Avefría sureña	LC	LC	No Incluida
Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdiamarillo	LC	LC	No Incluida
Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Espiguero negriazulado	LC	LC	No Incluida

Elaborado por: COSTECAM, 2020

De acuerdo a la información obtenida, una especie en peligro (*Synallaxis cherriei*) fue registrada en el sitio de muestreo PM2 (DDV MDC60), en un remanente de bosque que facilita la conectividad entre zonas de bosque más extensas y mejor conservadas localizadas hacia los lados este y oeste, respecto del primer trayecto de ingreso del DDV hacia la plataforma MDC60.

### Endemismo

Entre las especies encontradas no se han evidenciado especies endémicas ya sea a nivel de país o a nivel de zona biogeográfica.

### Migración

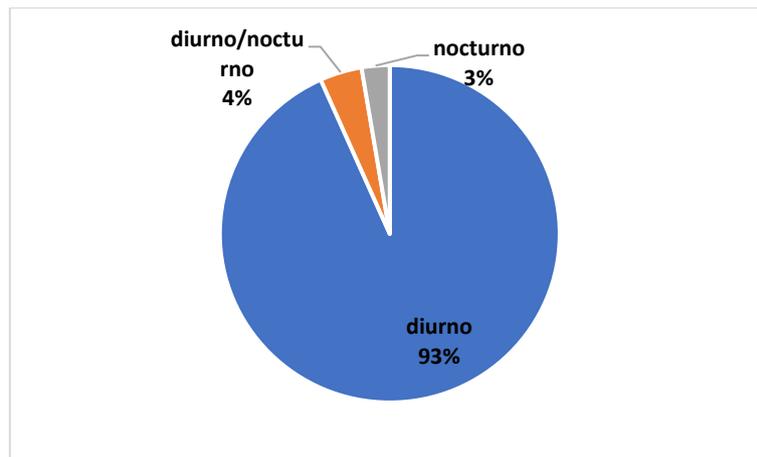
Se encontraron dos especies migratorias correspondientes a *Vireo flavoviridis* (Vireo Verdiamarillo) y *Contopus virens* (Pibí Oriental), que son especies migratorias boreales; es decir que migran desde el norte del continente (regiones templadas) hasta el sur (trópicos) luego de su periodo de anidación, para pasar el invierno del norte en zonas cálidas, esto ocurre aproximadamente de noviembre a abril, épocas en que son avistadas en estas zonas.

### Hábito o patrón de actividad

El patrón de actividad de las aves encontradas en la zona de estudio, corresponden a tres tipos (Figura 3.2.50)

- Diurno: En el cual constan el mayor número de especies (70 especies) abarcando el 93% del total de especies encontradas.
- Nocturno: Donde constan dos especies *M. choliba* y *G. brasiliensis*, representando el 3% del total.
- Diurno/Nocturno: Representada por tres especies *V. chilensis*, *O. guttata* y *O. gujanensis* que abarcan el 4% del total de especies encontradas.

**Figura 3.2.50 Patrón de actividad de las aves en el área de estudio**

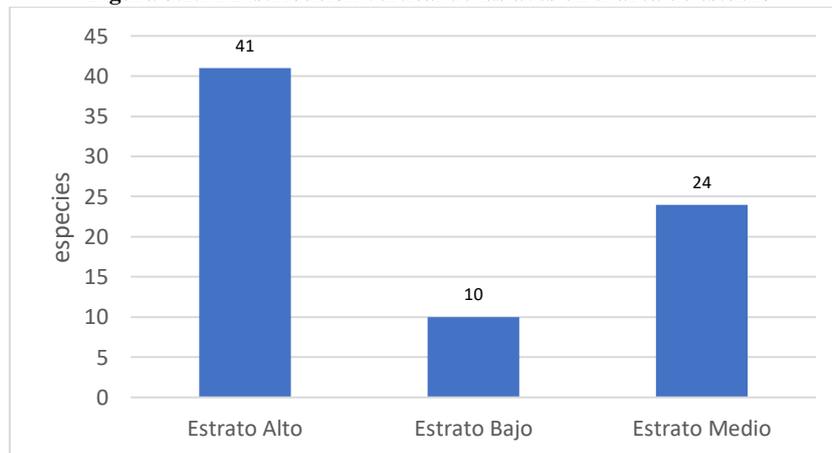


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Distribución vertical

Se determinó que 41 especies de las 75 encontradas (55% de las especies), corresponden a especies de estrato alto o que se localizaron en el dosel o sobre este; otras 24 especies de las 75 registradas (32% de las especies), se distribuyeron en el estrato medio o por debajo del dosel; mientras que, 10 especies de las 75 encontradas (13% de las especies) se distribuyeron en el estrato bajo o a nivel del suelo (Figura 3.2.51).

**Figura 3.2.51 Distribución vertical de las aves en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

La presencia de aves en los tres estratos refleja que los remanentes de bosque nativo ofrecen condiciones favorables para el desarrollo y mantenimiento de las especies; es decir, los remanentes de bosque nativo conservan todos los estratos donde las especies de aves obtienen su alimento para su mantenimiento y desarrollo.

### Especies indicadoras

En cuanto a especies indicadoras se pueden resaltar a ocho especies que reúnen condiciones que pueden darles la condición de especies sensibles (Tabla 3.2.40). *Synallaxis cherriei*, es la especie principal que se puede considerar como especie indicadora, pues a más de estar incluida en las listas rojas de aves internacional y de Ecuador, tiene un requerimiento de hábitat exclusivo para bordes de bosque secundario, lo que puntualmente hace que su presencia sea escasa y utilice solo los recursos que este hábitat lo brinda, su presencia fue determinada en el sitio de muestreo PM2 (DDV a la plataforma MDC60). *Phaethornis hispidus*, *Phaethornis malaris*, *Pteroglossus*

*pluricinctus*, *Pteroglossus castanotis*, *Pteroglossus inscriptus*, tienen requerimientos de hábitat que están caracterizados por bordes e interiores de bosque, con presencia recursos florales y recursos arbóreos que brinden frutos y semillas grandes, si bien es cierto no los hace exclusivos de un área, sí los condiciona a estar presentes en sitios con recursos adecuados para ellos; estas especies fueron registradas en las zonas con remanentes de bosque nativo mejor conservados o cerca de estos; así estuvieron presentes en los sitios de muestreo: PM1, PM2, PM3 y PM4.

*Ara ararauna* la especie presente en el PM1 (plataforma MDC60) fue una especie encontrada de paso por el sitio (en pleno vuelo), que se sabe que durante sus recorridos (extensos) puede ocasionalmente realizar algún tipo de parada para forrajear o descansar y su principal requerimiento son las perchas altas de árboles maduros, por lo que la ausencia de recursos arbóreos adecuados podría afectar su ruta. *Amazona farinosa* es una especie que con su condición de especie Casi Amenazada y sus requerimientos de hábitat son afines a los bosques ya sean en el interior o bordes y merece atención para garantizar los recursos adecuados en su hábitat; esta especie fue observada en el PM7, en una pequeña zona con vegetación arbórea, cercana al DDV de ingreso a la plataforma MDC70 .

**Tabla 3.2.40 Aves indicadoras de hábitat mejor conservado en el área de estudio**

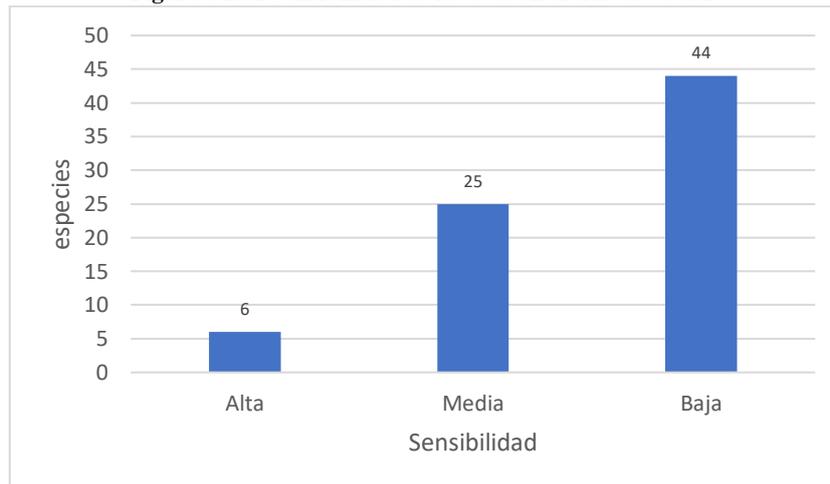
Nombre Científico	Nombre Común	Sitio de muestreo
<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azuliamarillo	PM1
<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño Barbiblanco	PM1
<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari Orejicastaño	PM2
<i>Pteroglossus inscriptus</i>	Arasari Letreado	PM2
<i>Synallaxis cherriei</i>	Colaespina Golicastaña	PM2
<i>Phaethornis malaris</i>	Ermitaño Piquigrande	PM3
<i>Pteroglossus pluricinctus</i>	Arasari Bifajeado	PM4
<i>Amazona farinosa</i>	Amazona Harinosa	PM7

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Especies sensibles

Se determina que existen seis especies de sensibilidad Alta, 25 de sensibilidad Media y 44 de sensibilidad Baja (Figura 3.2.52). Dentro del grupo de especies sensibles (sensibilidad alta), se incluyen a las especies *Accipiter superciliosus*, *Phaethornis malaris*, *Odontophorus gujanensis*, *Dendrocolaptes picumnus*, *Pteroglossus castanotis* y *Pteroglossus pluricinctus* las cuales están asociadas a remanentes de bosque mejor conservado ubicados en los sitios de muestreo PM2, PM3 y PM4. Por otra parte, las especies de sensibilidad media y sensibilidad baja, se identificaron en todos los sitios de muestreo. El detalle de sensibilidad de las especies se encuentra en Anexo Biótico-Ornitofauna.

**Figura 3.2.52 Sensibilidad de las aves en el sitio de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

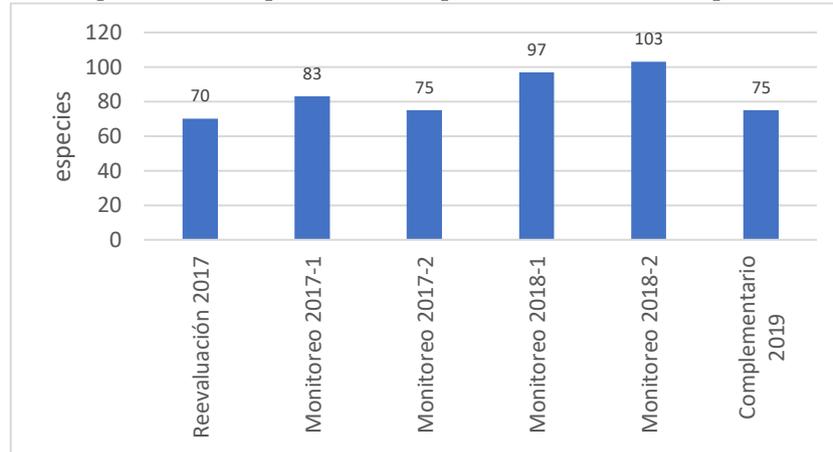
### Uso de la avifauna

Respecto al uso de la avifauna, de lo que se pudo recabar, los lugareños suelen capturar a las especies de la familia Psittacidae para uso recreativo (como mascota), las especies principalmente usadas con este fin son: *Amazona farinosa* (Amazona Harinosa), *Amazona amazónica* (Amazona Alinaranja), *Aratinga wedelli* (Perico Cabecioscuro) y *Pionus menstruus* (Loro cabeciazul). Se menciona de manera especial a *Aratinga wedelli* como una especie destructiva de los sembríos del maíz, por lo que también es cazada si se la ve en los cultivos. Se menciona también las especies que son cazadas con fines alimenticios *Odontophorus gujanensis* (Corcovado Carirrojo) y *Ortalis guttata* (Chachalaca Jaspeada).

#### 3.2.7.12.5 Comparación con estudios previos

##### Diversidad

A través de estudios como la Reevaluación MDC, 2017 (con información generada en agosto de 2016), monitoreos bióticos periódicos en 2017 y 2018, y al que se suma el presente estudio complementario, se evidencia que la riqueza de especies presenta una significativa variación entre un estudio y otro. El estudio que registró una mayor riqueza de especies corresponde al monitoreo de 2018 segundo semestre, donde se obtuvo 103 especies; seguido del monitoreo biótico 2018 del primer semestre, con 97 especies contabilizadas y monitoreo biótico 2017 primer semestre, con 83 especies (Figura 3.2.53). Los demás estudios (en el que se incluye el presente estudio complementario) evidencian los más bajos registros de especies; por lo tanto, se puede decir que, la riqueza más baja está asociada a unas 70 o 75 especies en el área definida para el proyecto.

**Figura 3.2.53 Comparación de la riqueza de aves con estudios previos**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

El presente proyecto prevé muy leves impactos sobre la comunidad de aves ocasionados por la implantación del DDV y plataforma MDC60, así como por la ampliación de la plataforma MDC16 en zonas alteradas y con escasa vegetación arbórea nativa. Los efectos acumulativos se relacionan con un incremento en los niveles de ruido y migración de especies por la construcción y mayor tránsito vehicular, resultado de la interacción con los efectos ocasionados por la plataforma MDC20 en operación, la cual se localiza entre unos 150 a 1800 metros de las facilidades propuestas (MDC60 y MDC16). Comparativamente se determinó una riqueza de 32 especies de aves en la Revaluación MDC (2017), respecto a 27 especies registradas en el área donde se prevé adecuar el DDV a la plataforma MDC60 y 23 especies en una zona próxima a la plataforma MDC16.

### 3.2.7.12.6 Conclusiones

- Las especies registradas dentro del área del proyecto representa una pequeña muestra de la avifauna reportada para el piso zoogeográfico Tropical Oriental con el 10,71% (n=75 spp) de representatividad sobre las 700 especies que presenta el piso; mientras que, si se lo compara con el total de aves registradas en el Ecuador la riqueza de especies registrada tan solo representa el 4,44% de las 1691 especies actualmente descritas; a pesar de las cifras registradas en avifauna, estas presentan una gran adaptabilidad a los hábitats alterados identificados en el muestreo. Estadísticamente, la diversidad registrada presenta una alta entropía y poca dominancia de especies; no obstante, con base al registro de especies y abundancias se establece que la diversidad real es baja, tomando en consideración que las aves en zonas mejor conservadas configuran comunidades con un número mucho más grande de especies. Comparativamente, el sitio de muestreo PM4-Plataforma MDC16 fue el más diverso en comparación con otros dos sitios de muestreo cuantitativo, donde de manera evidente se pudo constatar que las condiciones de hábitat fueron más bajas para la presencia de un mayor número de especies.
- La especie dominante fue *Psarocolius angustifrons* (Oropéndola Dorsirrojiza) ya que se encuentra presente en PM-1 MDC60, PM-2 DDV MDC60, PM-4 MDC16, PM-5 MDC80, PM-6 MDC3 y PM-7 MDC-70 y DDV, cabe mencionar que para los puntos de muestreo cuantitativos la captura fue baja. Otras especies dominantes fueron *Phaethornis hispidus* (Ermitaño Barbiblanco) en PM-1 MDC60 y *Phaethornis malaris* (Ermitaño Piquigrande) PM-3 Sureste MDC16, los lugares mencionados corresponden a bosque secundario y zonas de cultivos. Comparativamente, la curva de abundancia de especies con el índice de dominancia de Simpson no reflejan una consistente dominancia estadística, pues una importante uniformidad es claramente visible en el ensablaje o

conjunto de datos obtenidos para el área de estudio, donde también se aprecia poca riqueza de especies en toda la gráfica de la curva de abundancia.

- En relación de la curva de acumulación, esta alcanzó un buen nivel de ajuste para el esfuerzo y técnica de transectos aplicada en el estudio de las aves. Asimismo, el índice de Chao1 determinó que con el esfuerzo de muestreo empleado se alcanzó un muy cercano registro respecto al umbral de especies estimadas por este estadístico (22 spp versus 23 spp); así, solo unas pocas especies representadas en un 5% podrían ser registradas con un esfuerzo adicional de muestreo que modificaría de manera poco significativa las inferencias sobre la composición y estructura de la comunidad de aves.
- Entre los sitios de muestreo cuantitativo se determina que existen diferencias a nivel de diversidad beta, debido a la baja similaridad entre los sitios. Valdría suponer que la estructura y composición de hábitat determina que ciertas especies estén mayormente presentes en un solo tipo de hábitat o punto; por lo que más allá de la ordenación binaria de datos, se considera que las especies en los sitios de muestreo corresponden a una misma comunidad; y que, sobre la diferencias identificadas el grado de alteración en el hábitat ejerce una fuerte influencia.
- La presencia de ocho gremios tróficos sugiere que la comunidad de aves dispone de una oferta importante de recursos (refugio y alimento) en los hábitats alterados; por lo que, estos hábitats presentan interés ecológico para el mantenimiento de estas especies. Por otra parte, casi la totalidad de especies presentan un bajo interés desde el punto de vista de la conservación, ya que corresponden a especies generalistas bien adaptadas a la perturbación; mientras que, únicamente una especie en peligro (*Synallaxis cherriei*) fue registrada en uno de los remanentes de bosque nativo que presenta mejores condiciones para la conectividad con otras áreas de bosque que se extienden de manera paralela respecto a los márgenes del Río Napo; por lo cual, es necesario direccionar esfuerzos a futuro para determinar si los remanentes con cobertura boscosa nativa pueden ser usadas como refugio para esta especie catalogada como especie amenazada, o en su defecto confirmar que su presencia obedece a movimientos entre zonas mejor conservadas. Bajo este mismo enfoque de seguimiento, las especies indicadoras de hábitat mejor conservado: *Ara ararauna*, *Phaethornis hispidus*, *Pteroglossus castanotis*, *Pteroglossus incriptus*, *Phaethornis malaris*, *Pteroglossus pluricinctus* y *Amazona farinosa* deben ser incluidas en el seguimiento prioritario a futuro, en los remanentes de bosque nativo evaluados.
- Respecto a la sensibilidad, algunas especies de aves son considerablemente más vulnerables a las perturbaciones humanas que otras. En el presente estudio se puede evidenciar que un importante número de especies presentan sensibilidad baja y son capaces de adaptarse y colonizar zonas alteradas, en menor número las especies se registraron especies de sensibilidad media, pudiendo soportar cambios ambientales no severos en áreas de bosque en buen estado de conservación y/o en bordes de bosque. En menor número se registraron especies consideradas en sensibilidad alta que prefieren hábitats en buen estado de conservación, sean bosques maduros o intervenidos de regeneración antigua y dependiendo de sus rangos de acción, también pueden adaptarse a remanentes de vegetación madura poco intervenidos. En todo caso, queda evidenciado que para la comunidad de aves, los hábitats alterados en la zona del proyecto son de importancia ecológica para su mantenimiento y cualquier cambio en sus poblaciones puede indicar impactos asociados a la perturbación antrópica.
- A través del muestreo cualitativo se determinó un importante registro de especies, en zonas boscosas, en borde de bosque y en zonas abiertas, lo que evidencia la gran

capacidad de adaptación; y donde fue también evidente la relativa similaridad —en términos cualitativos— entre sitios de estudio (diversidad beta), lo que sugiere que las comunidades de especies difieren por aspectos relacionados al grado de intervención sobre el hábitat, más que por aspectos inherentes a la composición de especies.

- Factores como el esfuerzo de muestreo realizado, escala temporal y espacial, como de intermitencia y recurrencia de impactos pueden incidir en el registro de especies al comparar información histórica y del presente estudio, lo que limita efectuar una inferencia concluyente. No obstante, se determinan impactos acumulativos leves asociados a un incremento en los niveles de ruido y migración de especies que se suman a los efectos ocasionados por la plataforma MDC20 en operación desde años atrás.

### 3.2.7.13 Herpetofauna

El Ecuador presenta una singular importancia desde el punto de vista florístico y faunístico, tanto a niveles de diversidad como de endemismo, ya sea por la variedad de hábitats, ecosistemas o especies; por lo que la conservación de su biodiversidad constituye una prioridad nacional e internacional (Duellman 1978, Coloma et al. 2000-2009, Josee 2001, Guevara y Campos 2003, Ron 2004-2008, Coloma 2005-2009, UICN 2008, Ron et al. 2008).

Los anfibios, frecuentemente se ven asociados a ambientes húmedos (McDiarmid 1994). Debido al poco control fisiológico sobre las temperaturas corporales o la pérdida de agua por evaporación, y los varios estadios de su vida bifásica, éstos son sensibles a modificaciones acuáticas, terrestres y atmosféricas (Duellman y Trueb 1994).

La alta diversidad de los anfibios del Ecuador parece ser producto de la complejidad histórica y la heterogeneidad ambiental que caracteriza el paisaje.

Por su parte, los reptiles (serpientes, lagartijas, tortugas, anfisbénidos, caimanes y cocodrilos), cuya representatividad es mayor en regiones más cálidas del planeta, dependen mucho del ambiente externo para mantener la temperatura de su cuerpo (pocas especies se adaptan a regiones con condiciones climáticas extremas con bajas temperaturas).

### 3.2.7.14 Sitios de muestreo

En la Tabla 3.2.41 se presenta información de los sitios de muestreo de la herpetofauna, en los que se incluye el detalle de las coordenadas referenciales, métodos y vegetación circundante.

**Tabla 3.2.41 Sitios de muestreo de anfibios y reptiles en el área de estudio**

Sitios de muestreo	Fecha	Código		COORDENADAS UTM WGS84-18S		Técnica	Dimensión <sup>a</sup>	Hábitat
				X	Y			
MDC60	03, 04/Dic	PM1-REV	PI	297683	9953234	Transectos de registro de Encuentros Visuales	500 m	Remanente de bosque secundario por el cual cruza un pequeño estero
			PF	297643	9952751			
	05/Dic	PM1	PI	297695	9952695	Caminata o recorrido libre	300 m	pastizal
			PF	297707	9952397			
DDV MC60	05,06/ Dic	PM2-REV	PI	297292	9954153	Transectos de registro de Encuentros Visuales	500 m	Pequeño parche de rastrojo entre pastizal y cultivos de maíz y cacao
			PF	297423	9953737			
	07/Dic	PM2	PI	297314	9954414	Caminata o recorrido libre	300 m	Cultivos de maíz y cacao
			PF	297518	9953947			

Sitios de muestreo	Fecha	Código		COORDENADAS UTM WGS84-18S		Técnica	Dimensión <sup>a</sup>	Hábitat
				X	Y			
Sureste MDC16	07,08/ Dic	PM3- REV	PI	297440	9955673	Transectos de registro de Encuentros Visuales	500 m	Remanente de bosque secundario, por el cual atraviesa un estero
			PF	297942	9955733			
MDC16	09/Dic	PM4	PI	297227	9956022	Caminata o recorrido libre	300 m	Remanente de bosque secundario y rastrojo
			PF	297222	9956322			
MDC80	09/Dic	PM5	PI	297200	9958952	Caminata o recorrido libre	300 m	franja de bosque secundario, entre cultivo de palma y cultivo de maíz
			PF	297202	9959233			
MDC3	09/Dic	PM6	PI	298456	9959949	Caminata o recorrido libre	150 m	potrero, pastizal
			PF	298440	9959813			
MDC70 y DDV	10/Dic	PM7	PI	298622	9961446	Caminata o recorrido libre	300 m	Pastizal, cultivos de cacao, pequeña parte pantanosa moretal
			PF	298430	9961278			

<sup>a</sup> Corresponde a una referencia cartográfica lineal basada en las coordenadas tomadas con un navegador GPS en campo para aproximar la trayectoria y/o ubicación de los muestreos realizados

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.15 Metodología

#### 3.2.7.15.1 Muestreo cuantitativo

**Transectos de registro de Encuentros Visuales (REV):** Los transectos terrestres son efectivos en el monitoreo de ranas terrestres y arbóreas dentro de bosques maduros (Pearman et al., 1995).

Esta es una de las técnicas de inventario más comúnmente usadas ya que puede ser utilizada para medir la composición de especies, estimar la abundancia relativa, la asociación de hábitats y la actividad diaria (Lips *et al.*, 2001). Esta técnica permite registrar en un corto período la mayor cantidad de especies tanto como sea posible. Los REVs fueron seleccionados tomando en cuenta el hábitat para lograr obtener la mayor cantidad de registros. Durante este lapso se capturó toda la herpetofauna activa o visible dentro de los límites de cada REV, desde el nivel del suelo hasta aproximadamente tres metros de alto en la vegetación. La metodología aplicada incluyó capturas diurnas y nocturnas, de anfibios y reptiles en tres puntos de muestreo utilizando los códigos (PM1, PM2 Y PM3). Para los REVs nocturnos, la unidad de muestreo se define como un recorrido de 240 minutos que equivale a cuatro horas a través de un sendero lineal con aproximadamente 500 metros de longitud y cuatro metros de banda, los recorridos matutinos iniciaron a partir de las 09h00-13h00 horas, y en la noche desde las 19h00 aproximadamente hasta las 23h00. Se implementó para este estudio un solo transecto de 500 metros por punto, en total se realizaron tres puntos de muestreo cuantitativo.

### 3.2.7.15.2 Muestreo cualitativo

Durante el trabajo de campo se desarrolló entrevistas a los colonos que más tiempo han vivido en la zona de estudio, con el objetivo de determinar la presencia o ausencia de especies no registradas en el inventario.

**Caminatas o recorridos libres:** Esta técnica es apropiada para estudios de herpetofauna de hábitos ocultos, consiste en caminatas a través de un área determinada o hábitat por un período de tiempo predeterminado de dos horas (Tabla 3.2.42), buscando anfibios y reptiles de modo sistemático, en microhábitats, como son: hojarasca, troncos caídos, raíces y árboles tablares, entre los principales sustratos (Valencia et al. 2008).

Las identificaciones fueron realizadas utilizando bibliografía especializada (Ávila-Pires 2001, Campbell y Lamar 2004, Lynch y Duellman 1997, Pérez-Santos y Moreno 1991, Peters y Orejas Miranda 1970, Peters y Donoso Barros 1970, Ron et al., 2013, Torres-Carvajal et al., 2013, Ortega-Andrade et al., 2010).

Los individuos capturados fueron mantenidos temporalmente en fundas plásticas para anfibios y de tela para reptiles, cuidando que los mismos tuvieran las condiciones necesarias que aseguren su supervivencia. Para cada espécimen se tomaron datos como: hora de captura, tipo de vegetación donde fue capturado, sustrato, actividad y condiciones climáticas. Para facilitar el trabajo de identificación se fotografió un individuo de cada especie para obtener un catálogo con referencias visuales de los anfibios y reptiles presentes.

### 3.2.7.15.3 Esfuerzo de muestreo

En Tabla 3.2.42 se detalla las horas de esfuerzo por metodologías para el muestreo de la herpetofauna. Es importante precisar que los sitios de muestreo se toman como esfuerzo para propósitos de análisis estadístico.

**Tabla 3.2.42 Esfuerzo de muestreo para anfibios y reptiles en el área de estudio**

Sitios de muestreo	Código	Tipo de muestreo	Horario	Horas por días	Número de días	Horas esfuerzo método
MDC60	PM1-REV	Cuantitativo o REV	09h00-13h00 19h00-23h00	8	2	16
	PM1	Cualitativo recorrido	14h00-16h00	2	1	2
DDV MC60	PM2-REV	Cuantitativo o REV	09h00-13h00 19h00-23h00	8	2	16
	PM2	Cualitativo recorrido	14h00-16h00	2	1	2
Sureste MDC16	PM3-REV	Cuantitativo o REV	09h00-13h00 19h00-23h00	8	2	16
MDC16	PM4	Cualitativo recorrido	10h30-12h30	2	1	2
MDC80	PM5	Cualitativo recorrido	13h30-15h30	2	1	2

Sitios de muestreo	Código	Tipo de muestreo	Horario	Horas por días	Número de días	Horas esfuerzo método
MDC3	PM6	Cualitativo recorrido	16h00-18h00	2	1	2
MDC70	PM7	Cualitativo recorrido	11h00-13h00	2	1	2
<b>Total esfuerzo (expresado en horas/REV; horas/recorrido)</b>						<b>60</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Los transectos de Registro de Encuentros Visuales (REV) son efectivos en el monitoreo de ranas terrestres y arbóreas dentro de bosques maduros (Pearman *et al.*, 1995) y a lo largo de riachuelos en zonas neotropicales.

Ya que la detectabilidad de los anfibios es tan dependiente de las condiciones climáticas ambientales (y por lo tanto es potencialmente variable de un día a otro), es importante contar con varios (por lo menos 3) ejemplos, o réplicas, de cada uno de los hábitats principales para poder confiar en que los datos son representativos del área completa (Lips *et al.*, 2001). De acuerdo con lo anteriormente mencionado se realizó una réplica de tres días de cada transecto en cada punto de muestreo seleccionado.

### 3.2.7.16 Análisis de datos

Considerando el alcance del presente estudio de línea base se efectuaron cómputos con la ayuda de diferentes paquetes informáticos disponibles en la Web; estos corresponden a: Past 4.06b (Hammer *et al.*, 2001) y Estimates 9.1.0 (Colwell, 2013).

#### 3.2.7.16.1 Riqueza y abundancia

##### Riqueza

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

##### Abundancia

En cuanto a la abundancia relativa, se determina como la proporción de individuos de una especie obtenidos en un determinado sitio ( $n_i/N$ , donde  $n_i$  es el número de individuos de una especie y  $N$  el número total de individuos del sitio) (Moreno y Halfpeter, 2000).

Se analiza la abundancia relativa ( $P_i$ ) y la riqueza específica en cada sitio tratando de comparar el nivel de estructura como van fluctuando estas variables dependientes. La curva abundancia-diversidad es una herramienta empleada para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y seminaturales (Magurran 1989), se basa en el cálculo de la abundancia relativa ( $P_i$ ) dividiendo el número de individuos de la especie  $i$  para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica.

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

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

### **3.2.7.16.2 Curva de abundancia de especies**

De acuerdo a Magurran, 2004, las especies están graficadas en secuencia desde la más abundante hasta la menos abundante a lo largo de la horizontal (o eje  $x$ ). Con el fin de facilitar la comparación entre diferentes conjuntos de datos o ensamblajes, a menudo se utilizan abundancias proporcionales o porcentuales. Esto simplemente significa que la abundancia de todas las especies juntas se designa como 1.0 o 100% y que la abundancia relativa de cada especie se expresa como proporción o porcentaje del total.

Una ventaja de una curva de abundancia de especies es que se muestran claramente patrones contrastantes de riqueza de especies. Otra es que cuando hay relativamente pocas especies, toda la información relativa a sus abundancias relativas es claramente visible, mientras que sería ineficaz mostrarla en un formato de histograma. Además, las curvas de abundancia de especies resaltan las diferencias en la uniformidad entre los conjuntos. Las curvas de abundancia de especies son un método particularmente efectivo para ilustrar cambios a través de la sucesión o después de un impacto ambiental. De hecho, a menudo se recomienda que lo primero que un investigador debe hacer con los datos de abundancia de especies es trazarlos como un gráfico de curva de abundancia de especies.

La forma de la gráfica de curva de abundancia de especies se usa a menudo para inferir qué modelo de abundancia de especies describe mejor los datos. Las curvas con pendientes empinadas significan ensamblajes con alta dominancia, como las que se pueden encontrar en una distribución geométrica o de series logarítmicas, mientras que las pendientes menos profundas implican una uniformidad más alta consistente con un modelo logarítmico normal o incluso con un modelo de palo roto. Sin embargo, las curvas de los diferentes modelos rara vez se han ajustado formalmente a los datos empíricos.

### **3.2.7.16.3 Índice de diversidad de Shannon**

Este índice refleja igualdad, mientras más uniforme es la distribución de las especies que componen la comunidad, mayor es el valor. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre al predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de  $S$ , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988) (Moreno, 2001).

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\ln P_i)$$

Dónde:

$P_i$  Proporción con que cada especie aporta al total de individuos

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

#### 3.2.7.16.4 Índice de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influenciado por la importancia de las especies dominantes. Su fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde:

$p_i$  = Proporción de individuos de la  $i$  especie.

Por otra parte, el índice de diversidad de Simpson es una de las medidas de diversidad más significativas y robustas disponibles. En esencia, captura la varianza de la distribución de la abundancia de especies. Se lo expresa de dos maneras en relación a D que es el índice de dominancia de Simpson (Jost & Gonzáles-Oreja, 2012):

- Complementario o de Gini-Simpson: (1-D)
- Recíproco o inverso del índice de Simpson: (1/D)

Donde:

D = Índice de Dominancia de Simpson

En este índice de diversidad los valores de la medida aumentarán a medida que el ensamblaje se vuelve más uniforme.

#### 3.2.7.16.5 Curva de acumulación de especies

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

#### 3.2.7.16.6 Índice de Chao1

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

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

Dónde:

S Número de especies de la muestra.

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

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

### **3.2.7.16.7 Índice de similitud de Jaccard**

Este índice estadístico mide la similitud, disimilitud o distancias entre comunidades o estaciones de muestreo a partir de matrices de presencia-ausencia. Estas distancias se denominan euclidianas y serán expresadas en términos porcentuales usando el coeficiente de similitud de Jaccard (Lennon et al. 2001) mediante el software estadístico Past 1.82b

Su fórmula es:

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

Dónde:

a: número de especies en la estación A

b: número de especies en la estación B

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

### **3.2.7.17 Aspectos ecológicos**

#### **3.2.7.17.1 Nicho Trófico**

Es el conjunto de las interrelaciones de los organismos con los factores ecológicos, que desempeña una especie en la naturaleza y determina donde pueden vivir (Carabias et al., 2009).

Tanto anfibios como reptiles constituyen un eslabón importante en la estructura trófica, permitiendo el flujo de energía dentro del ecosistema. A nivel trófico ranas, lagartijas y serpientes de pequeño a mediano tamaño son la base de la alimentación de otros animales como de algunas aves y mamíferos. Todos los anfibios y reptiles son depredadores; los anfibios y lagartijas de pequeño a medio tamaño se alimentan de insectos y otros invertebrados (moluscos y babosas).

La caracterización de cada especie corresponde a información analizada en Duellman 1978; Méndez-Guerrero, 2011; Vitt y De la Torre, 1996.

Se utilizó la siguiente clasificación:

- Insectívoros Generalistas
- Insectívoros especialistas
- Omnívoro
- Herbívoro
- Carnívoro

#### **3.2.7.17.2 Modos reproductivos**

Una manera de repartir los recursos en comunidades de anuros es a través de diferencias es el modo reproductivo. El modo reproductivo se refiere a la combinación de sitio de ovoposición y modo de desarrollo (Duellman 1978 y Crump 1974). Los anfibios son organismos más conspicuos y mejor estudiados que los reptiles, el análisis sobre aspectos reproductivos se limita solo a este grupo.

Los anfibios son organismos más conspicuos y mejor estudiados que los reptiles, el análisis sobre aspectos reproductivos se limita solo a este grupo. Para este estudio se acogen los 11 modos reproductivos identificados por Duellman (1978) en la Amazonía ecuatoriana.

**Modo 1.-** Los huevos son depositados en cuerpos de agua loticos o lenticos, con el desarrollo de los renacuajos en el agua, las puestas grandes con huevos pequeños.

**Modo 2.-** Huevos y larvas con desarrollo en huecos de árboles llenos de agua. Las agrupaciones de huevos son moderadas en tamaño; huevos y recién nacidos son pequeños.

**Modo 3.-** Huevos depositados en nidos con forma de tazón. Agrupaciones de huevos grandes; los huevos y recién nacidos son pequeños.

**Modo 4.-** Huevos depositados en la vegetación por encima de aguas lenticas, agrupaciones de huevos son moderadamente pequeñas, huevos ligeramente mayores que aquellos depositados en el agua, los individuos recién nacidos caen al agua para completar su desarrollo

**Modo 5.-** Huevos depositados en vegetación por encima de aguas loticas, agrupaciones son pequeñas: huevos y recién nacidos son moderadamente grandes y los recién nacidos caen al arroyo.

**Modo 6.-** Huevos suspendidos en nido de espuma sobre el agua. Agrupaciones de huevos son moderadamente grandes; huevos y recién nacidos son pequeños.

**Modo 7.-** Huevos depositados sobre el suelo; renacuajos recién nacidos llevados en la espalda de los adultos. Agrupaciones de huevos son pequeñas: huevos y recién nacidos son relativamente grandes.

**Modo 8.-** Huevos depositados en nidos de espuma sobre la tierra. Las posturas son moderadamente pequeñas y los huevos relativamente grandes, los renacuajos completan su desarrollo dentro del nido de espuma.

**Modo 9.-** Huevos depositados en tierra y con desarrollo directo en pequeñas copias de los adultos, sin larvas acuáticas. Las puestas son pequeñas sin embargo los huevos son grandes.

**Modo 10 (ovíparo).**- Especies que depositan sus huevos en el medio externo donde completan su desarrollo embrionario antes de la eclosión.

**Modo 11 (ovovivíparo).**- Son las especies que presentan un tipo de desarrollo embrionario en el que el organismo pone huevos, pero estos permanecen dentro del cuerpo de la hembra hasta que el embrión esté completamente desarrollado. La eclosión puede inmediatamente antes del parto o inmediatamente después de la puesta.

### **3.2.7.17.3 Hábito o patrón de actividad**

Los anfibios por sus aspectos biológicos (morfología, obtención de alimento y apareamiento) son bastante activos en la noche (aunque algunos de ellos presentan actividad diurna), esta tendencia se encuentra marcada especialmente por la estacionalidad. Así, se puede escuchar a varios anfibios vocalizar después o durante lluvias. En el caso de los reptiles, es común ser observados durante el día, para regular su calor corporal y alimentarse; aunque varias especies presentan hábitos nocturnos (Díaz-Paniagua y Rivas-Carballo, 1987).

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

- Diurnos
- Nocturnos
- Diurno-nocturno

#### **3.2.7.17.4 Distribución vertical**

El análisis de la distribución vertical de los anfibios y reptiles registrados en el área del proyecto se basó en una división del bosque en tres estratos (Duellman, 1989 y Duellman, 1990).

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

- Suelo: que comprende la zona más baja del bosque, formada por la hojarasca y el estrato en descomposición del bosque (Baja 0 a 1 m).
- Sotobosque: que comprende la zona intermedia del bosque que va el metro de altura hasta los 10 metros (Media  $>1$  a  $<4$  m).
- Dosel: Formado por las zonas de mayor altura en el bosque que va desde los 10 metros hasta la zona emergente del bosque (Alta  $>4$ m).

#### **3.2.7.17.5 Estado de conservación**

Se determina la amenaza actual evaluando el estado de conservación de las especies utilizando las fuentes sobre el tema, como las listas rojas a nivel internacional como nacional, (UICN 2019, Ron et al., 2019 y Carrillo et al., 2005). Además, se revisó los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres CITES 2019.

A continuación, se describe cada una de las categorías de acuerdo a la UICN, en orden de mayor a menor amenaza:

**En peligro crítico (CR).** Cuando la especie enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**En peligro (EN).** Cuando la especie enfrenta un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Vulnerable (VU).** Cuando la especie enfrenta un riesgo alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Casi amenazada (NT).** Cuando la especie está cerca de calificar o es probable que califique para la categoría de amenaza en el futuro próximo.

**Datos insuficientes (DD).** Cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación de su estado de conservación; sin embargo, no es una categoría de amenaza. Indica que se requiere más información sobre esta especie.

**Preocupación menor (LC).** Para especies comunes y de amplia distribución.

**No evaluada (NE).** Para especies que no han sido cometidas a los parámetros de la UICN, principalmente por falta de información o por omisión. Su estado de conservación puede ser cualquiera de los mencionados anteriormente.

Dentro de esta categoría también se incluye información de las especies protegidas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES, Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, 2019), de la cual Ecuador es país miembro. Las categorías que utiliza la CITES son:

**Apéndice I.** Para especies en peligro de extinción. Existe prohibición absoluta de comercialización, tanto para animales vivos, muertos, como de alguna de sus partes.

**Apéndice II.** Para especies no amenazadas, pero que podrían serlo si su comercio no es controlado, o para especies generalmente no comercializadas, pero que requieren protección y no deben ser traficadas libremente.

**Apéndice III.** Para especies de comercio permitido, siempre y cuando a la autoridad administrativa del país de origen certifique que la exportación no perjudica la supervivencia de la especie y que los animales fueron obtenidos legalmente.

#### **3.2.7.17.6 Especies indicadoras**

Los anfibios merecen atención sustancial por parte de la comunidad conservacionista. Son considerados como valiosos indicadores de calidad ambiental y juegan múltiples papeles funcionales dentro de los ecosistemas acuáticos y terrestres (Blaustein y Wake, 1990).

Para valorar la importancia de las especies y determinar cuáles son los taxones clasificables como bioindicadores de la calidad ambiental se toma en cuenta el grado de amenaza, en el que se encuentra la especie, siguiendo las categorías que se encuentran en el libro rojo de anfibios y reptiles del Ecuador.

La clasificación de las especies según el valor de conservación obtenido establece como especies prioritarias a aquellas de escasa representación o reducida población en el medio. Sobre ellas se deberán de imponer las medidas encaminadas a su conservación (Belamendia, 2010).

Los anfibios son un grupo altamente sensibles al cambio, pero no todas responderán de la misma manera a determinado cambio, aunque este se manifieste de igual manera sobre ellas.

Es de esperar que las especies que se verán más afectadas sean aquellas con requerimientos de hábitat muy específicos, un rango de tolerancia climática restringido o umbrales de tolerancia que se espera sean superados al ocurrir los cambios esperados, especies dependientes de interacciones interespecíficas que se verán modificadas, o con poca capacidad de dispersión, por lo tanto son considerados como valiosos indicadores de la calidad ambiental y juegan múltiples papeles funcionales dentro de los ecosistemas acuáticos y terrestres (Blaustein & Wake, 1990).

Además, los parámetros de especies endémicas, grado de conservación (nacional e internacional; UICN, 2019) y uso de las especies por la población y calidad del paisaje para determinar la sensibilidad de las especies; también se usaron los criterios de (Duellman, 1978; y, Menéndez-Guerrero, 2001).

#### **3.2.7.17.7 Especies sensibles**

Existe poca información acerca de la sensibilidad de la herpetofauna, por este motivo se considera a las especies raras y su estado de conservación que merezcan un enfoque de gestión para su preservación, como una aproximación a la sensibilidad; ya que son las de menor abundancia; y en términos de gestión de los impactos, las que mayor prioridad presentan para mantener sus poblaciones.

#### **3.2.7.17.8 Uso de la herpetofauna**

Para determinar el uso de la herpetofauna que es utilizada o tiene algún tipo de interacción con los habitantes de la zona estudiada, se recurrió a encuestas realizadas a campesinos locales.

### **3.2.7.18 Resultados**

### 3.2.7.18.1 Análisis general

Para este estudio se registraron en los puntos cuantitativos y cualitativos un total de 44 especies (33 anfibios y 11 reptiles), las mismas que pertenecen a dos órdenes, 12 familias; 7 familias de anfibios y 5 familias de reptiles y 22 géneros (Tabla 3.2.43).

**Tabla 3.2.43 Anfibios y reptiles registrados en el área de estudio**

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo común sudamericano
		<i>Rhinella marina</i>	Sapo de la caña
	Centrolenidae	<i>Teratohylal midas</i>	Rana de cristal del Aguarico
	Dendrobatidae	<i>Ameerega bilinguis</i>	Rana venenosa ecuatoriana
	Hylidae	<i>Boana boans</i>	Rana gladiadora
		<i>Boana cinerascens</i>	Rana granosa
		<i>Boana lanciformis</i>	Rana lanceolada
		<i>Boana punctata</i>	Rana punteada
		<i>Dendropsophus brevifrons</i>	Rana arbórea de Crump
		<i>Dendropsophus parviceps</i>	Ranita caricorta
		<i>Dendropsophus rhodopeplus</i>	Ranita bandeada
		<i>Osteocephalus fuscifacies</i>	Rana de casco del Napo
		<i>Osteocephalus planiceps</i>	Rana de casco arbórea
		<i>Phyllomedusa palliata</i>	Rana mono jaguar
		<i>Phyllomedusa tomoptera</i>	Rana mono verde naranja
		<i>Scinax cruentomma</i>	Rana de lluvia del río Aguarico
		<i>Scinax garbei</i>	Rana de lluvia trompuda
	<i>Scinax ruber</i>	Rana de lluvia listada	
	Leptodactylidae	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Rana terrestre del Napo
		<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Sapo-rana terrestre común
		<i>Lithodytes lineatus</i>	Rana terrestre rayada
	Microhylidae	<i>Chiasmocleis bassleri</i>	Rana de hojarasca de hocico puntón
	Strabomantidae	<i>Niceforina nigrovittata</i>	Rana gorda amazónica
		<i>Oreobates quixensis</i>	Sapito bocón amazónico
		<i>Pristimantis acuminatus</i>	Cutín puntiagudo
		<i>Pristimantis altamazonicus</i>	Cutín amazónico
		<i>Pristimantis carvalhoi</i>	Cutín de Carvalho
<i>Pristimantis kichwarum</i>		Cutín kichwua	
<i>Pristimantis lanthanites</i>		Cutín metálico	
<i>Pristimantis luscombei</i>		Cutín de Loreto	
<i>Pristimantis martiae</i>		Cutín de Martha	
<i>Pristimantis peruvianus</i>		Cutín del Perú	
<i>Pristimantis variabilis</i>		Cutín variable	
Squamata	Colubridae	<i>Dipsas catesbyi</i>	Caracolera de Catesby
		<i>Imantodes cenchoa</i>	Cordoncillo común
		<i>Leptodeira annulata</i>	Serpiente ojos de gato anillada
	Iguanidae	<i>Anolis bombiceps</i>	Anolis de labios azules
		<i>Anolis fuscoauratus</i>	Anolis esbelto
		<i>Anolis punctatus</i>	Anolis manchado
		<i>Anolis scyphus</i>	Anolis de escamas doradas

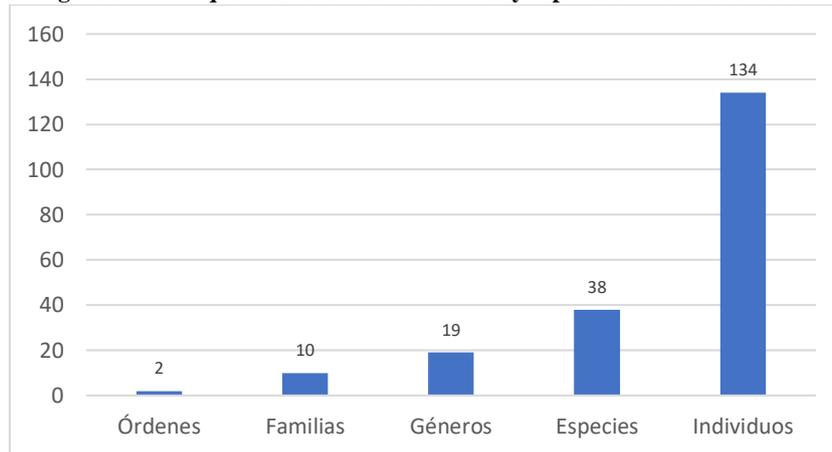
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
		<i>Anolis trachyderma</i>	Anolis de piel áspera
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	Salamanquesa de Trinidad
	Teiidae	<i>Tupinambis cuzcoensis</i>	Tegué de la selva
	Viperidae	<i>Bothrops atrox</i>	Equis del oriente

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Riqueza de los puntos cuantitativos

De acuerdo al estudio realizado en tres puntos de muestreo cuantitativos, se obtuvo como resultado un total de 38 especies (28 anfibios y 10 reptiles), las que pertenecen a dos órdenes, 10 familias, 19 géneros y 134 individuos (Figura 3.2.54).

**Figura 3.2.54 Riqueza taxonómica de anfibios y reptiles en el área de estudio**

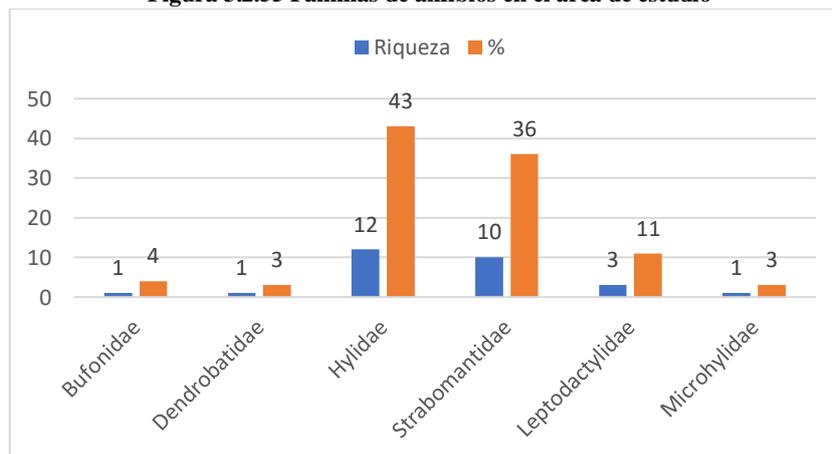


Elaborado por: COSTECAM, 2020

Se registraron 10 familias entre anfibios y reptiles, de las cuales seis pertenecen al orden Anura y cuatro al orden Squamata.

En los anfibios, a nivel de familias la más representativa dentro de este orden fue la de las ranas arborícolas Hylidae con 12 especies, representando al 43% del total de registros de anfibios, seguida por la familia de las ranas de la familia Strabomantidae con 10 especies, representando al 36%. La familia Leptodactylidae registró tres especies, representando al 11%. Mientras que, las familias Bufonidae, Dendrobatidae y Microhylidae registraron una sola especie (4%) respectivamente (Figura 3.2.55).

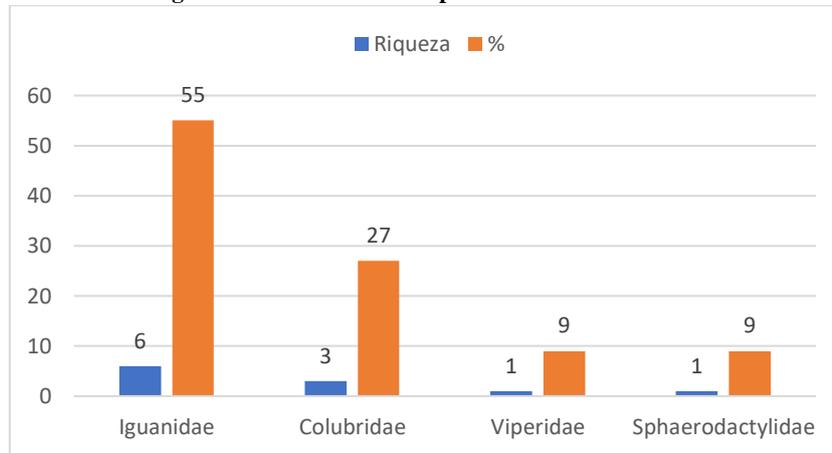
**Figura 3.2.55 Familias de anfibios en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

En los reptiles, la familia más abundante fue Iguanidae con seis especies que representan al 55% del total de registros, le sigue la familia Colubridae con tres especies que representan al 27%. Mientras que, las familias Sphaerodactylidae y Viperidae solo registraron una especie cada una representando al 9% respectivamente del total de registros (Figura 3.2.56).

**Figura 3.2.56 Familias de reptiles en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

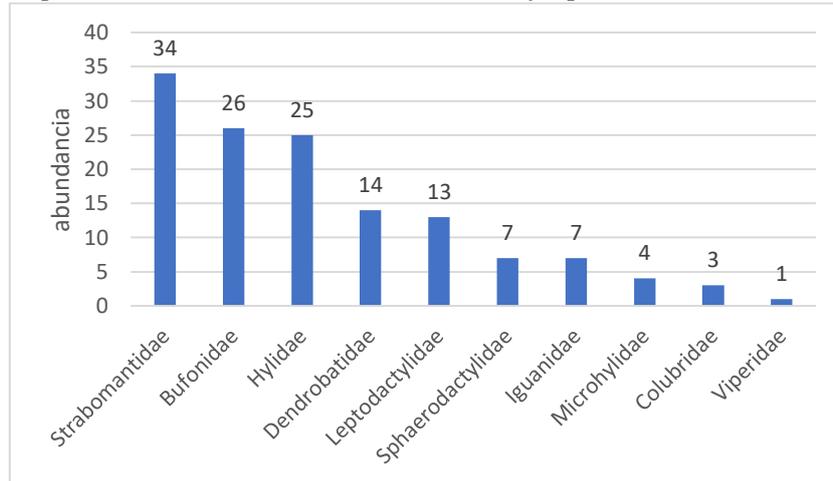
### Abundancia

En lo correspondiente a la abundancia de la herpetofauna registrada en el área de estudio, los anfibios fueron los más abundantes con respecto a los reptiles, ya que representaron al 86% del total (116 ind.). Mientras que los reptiles representaron el 14% (18 ind.).

La familia más abundante fue Strabomantidae con 34 individuos que representaron al 25% del total de registros de herpetofauna, seguida de la familia Bufonidae con 26 individuos que representaron el 20%. La familia Hylidae con 25 individuos representó al 19%. La familia Dendrobatidae con 14 individuos representó el 11%; la familia de las ranas terrestres Leptidactylidae con 10 individuos representó el 8%. Mientras que, las familias Sphaerodactylidae e Iguanidae, con siete individuos cada una, representaron al 5% respectivamente. La familia Microhylidae con cuatro individuos representó al 3%; Colubridae con tres individuos representó al 2%; y la familia Viperidae con un individuo representó el 1%.

La abundancia determinada en zonas con presencia de bosque nativo evidencian la dominancia de algunos taxones sobre la estructura de la comunidad de herpetofauna. En la Figura 3.2.57 se presentan los datos de abundancia por familias.

**Figura 3.2.57 Abundancia de familias de anfibios y reptiles en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

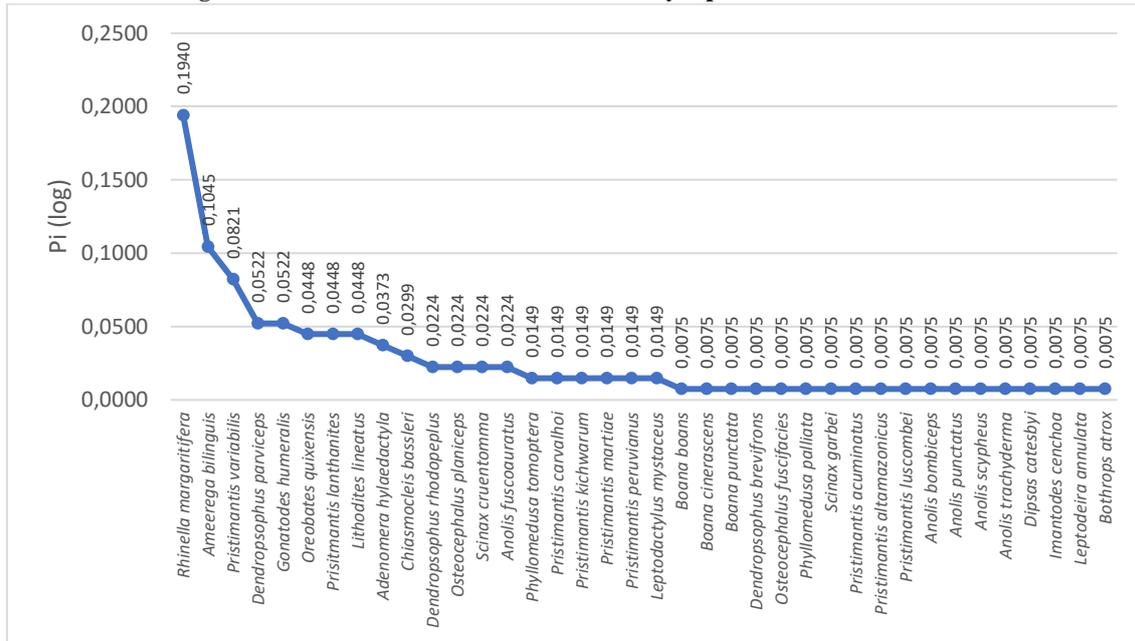
### Curva de abundancia de especies

Dentro del estudio se registró un total de 18 especies raras, es decir, que solo registraron un solo individuo las cuales representaron al 47% del total, entre las cuales tenemos: *Boana boans*, *B. cinerascens*, *B. punctata*, *Dendropsophus brevifrons*, *Osteocephalus fuscifacies*, *Phyllomedusa palliata*, *Scinax garbei*, *Pristimantis acuminatus*, *P. altamazonicus*, *P. luscombei*, *Anolis bombiceps*, *Anolis punctatus*, *Anolis scypheus*, *Anolis trachyderma*, *Dipsas catesbyi*, *Imantodes cenchoa*, *Leptodeira annulata* y *Bothrops atrox* ( $\pi=0,0075$ ).

Las especies que fueron poco comunes (6-10 ind.) representaron al 34% y fueron las siguientes: *Adenomera hylaedactyla*, *Lithodites lineatus*, *Chiasmocleis bassleri*, *Dendropsophus rhodopeplus*, *Osteocephalus planiceps*, *Scinax cruentomma*, *Anolis fuscoauratus*, *Phyllomedusa tomoptera*, *Pristimantis carvalhoi*, *Pristimantis kichwarum*, *Pristimantis martiae*, *Pristimantis peruvianus* y *Leptodactylus mystaceus*.

Las especies que fueron comunes dentro del estudio y fueron las siguientes: *Dendropsophus parviceps*, *Gonatodes humeralis*, *Oreobates quixensis*, y *Pristimantis lanthanites* que representaron al 11%

Mientras que, las especies que fueron abundantes (+10 ind.): *Rhinella margaritifera*, *Ameerega bilinguis* y *Pristimantis variabilis* representaron al 8%. *Rhinella margaritifera* fue la más abundante con 24 individuos con un  $\pi=0,19$ . En la Figura 3.2.58, se presenta la curva de abundancia de herpetofauna en el área de estudio, donde unas pocas especies son dominantes y marcan la tendencia más abrupta de la curva, frente a un buen número de especies, cuyas abundancias se ajustan a una curva más suave que sugiere entropía.

**Figura 3.2.58 Curva de abundancia de anfibios y reptiles en el área de estudio**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de Diversidad

De acuerdo a los resultados obtenidos para el área de estudio, la diversidad de Shannon es 3,08. Sobre este resultado contrasta la presencia de 21 especies con similar abundancia respecto a un total de 38 registros; asimismo, desde el punto de vista de la uniformidad o equidad, esta alcanzó un 84%, en relación a la diversidad máxima hipotética (3,63), lo que sugiere una importante heterogeneidad.

El índice de Simpson fue de 0,07 que evidencia muy poca dominancia de especies coincidiendo con la tendencia o patrón en la curva de abundancia de especies, donde se aprecia una importante uniformidad en todo el ensamblaje o conjunto de datos obtenido para el área de estudio; por lo que, se puede decir que no existe dominancia estadística. Por otra parte, contrasta el índice de diversidad de Gini Simpson (0,93) que expresa su proximidad a la máxima diversidad posible con el número de especies registradas en toda el área de estudio, por su cercanía a 1.

A pesar que unas pocas especies presentan un alto número de individuos, esto no parece significativo en el contexto de la riqueza de especies y las abundancias registradas, ya que en su gran mayoría presentan uniformidad; esto igualmente se aprecia en la baja dominancia obtenida con el estadístico de Simpson, lo que sugiere una importante diversidad estadística para la zona objeto de estudio expresada por el índice de Shannon y Gini Simpson (Tabla 3.2.44).

**Tabla 3.2.44 Índices de diversidad de anfibios y reptiles en el área de estudio**

Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	38
Número de individuos	134
Índice de Shannon (ln)	3,08
Especies (S) con similar abundancia	21
Índice de equidad (%)	84
Diversidad máxima hipotética	3,63
Simpson dominancia (D)	0,07

Estadísticos	Resultados
Gini Simpson (1-D)	0,93

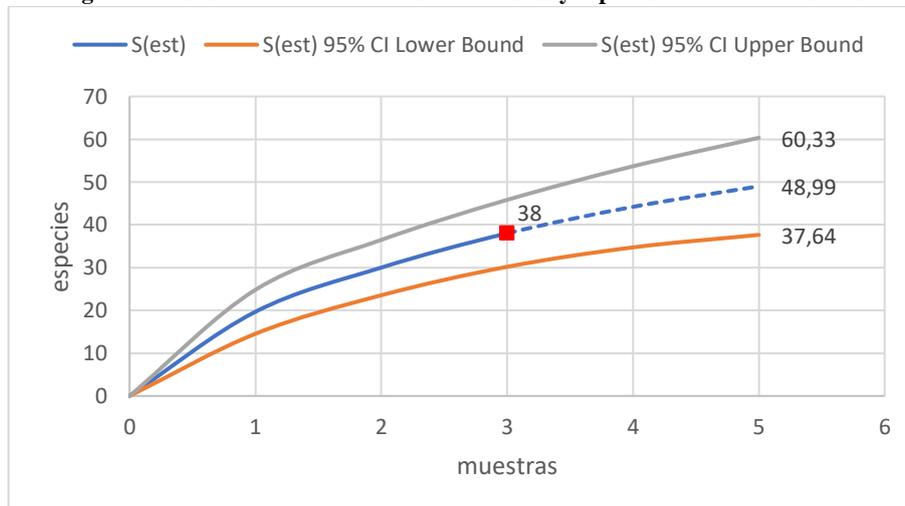
Elaborado por: COSTECAM, 2020

Con base a los resultados de riqueza y abundancia, ambos índices de diversidad ofrecen una consistente precisión respecto a la diversidad de la herpetoofauna en el área objeto de estudio; debido a que se registró una importante riqueza de especies (38) y abundancia (134 individuos), donde se enfocan Shannon y Simpson, respectivamente. No obstante, el uso del estadístico Simpson es más robusto para determinar la diversidad, ya que este es más sensible a la marcada abundancia registrada.

### Curva de acumulación de especies

La tendencia para el incremento de especies se mantiene levemente en la curva de acumulación de especies, donde no observa una saturación o estabilización de la misma (Figura 3.2.59). Esto nos indica que ampliando el esfuerzo de muestreo a otras áreas o en otras épocas al año se llegara a recabar más registros de especies. En la curva de acumulación se visualiza la extrapolación (línea entrecortada) a partir de tres sitios de muestreo cuantitativo.

**Figura 3.2.59 Curva de acumulación de anfibios y reptiles en el área de estudio**

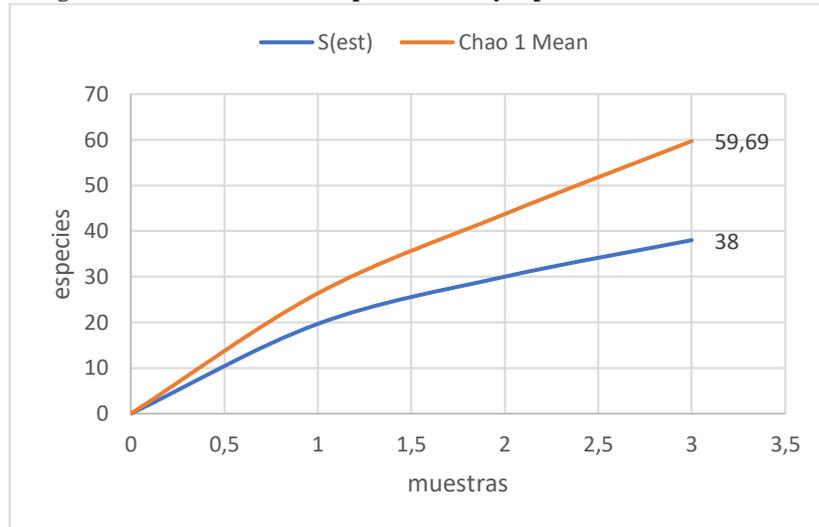


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de Chao 1

De acuerdo a los resultados obtenidos para el estimador de Chao 1, las especies esperadas serían 59, en contraste con la riqueza obtenida (38 spp.) mediante el esfuerzo de muestreo que corresponde al 64% de la riqueza total esperada (Figura 3.2.60). Este resultado refleja que se realizó un muestreo aceptable para determinar la riqueza de especies en el área de estudio; y por otra parte, que factores de temporalidad y escala espacial pueden ser la causa en que un porcentaje de especies no hayan sido registradas en los muestreos realizados; asimismo, por el análisis conjunto entre anfibios y reptiles, cuyas comunidades presentaron diferente composición y estructura.

**Figura 3.2.60 Índice de Chao1 para anfibios y reptiles en el área de estudio**

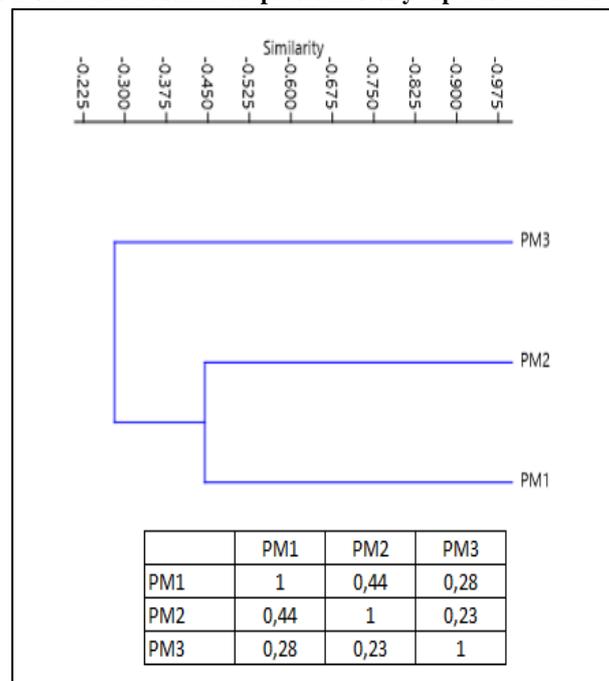


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de similitud de Jaccard

De acuerdo a los resultados obtenidos en el dendrograma de Jaccard, entre puntos de monitoreo se registró el 44% de similitud entre los puntos de muestreo PM1 y PM2; siguiendo la similitud entre los puntos PM1 y PM3 con el 28%. Mientras que entre los puntos PM2 y PM3 alcanzaron una similitud del 23%; es decir, la similitud no alcanzó el 50% en ningún punto de muestreo (Figura 3.2.61), por lo cual, se infiere que estas diferencias obedecen a los diferentes niveles de intervención sobre los hábitats, como por factores a escala de microhábitats, sobre todo en el sitio de muestreo PM3 que refleja la menor similitud con los otros dos sitios de muestreo.

**Figura 3.2.61 Índice de similitud para anfibios y reptiles en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.18.2 Análisis cuantitativo por sitio de muestreo

#### PM1 – Plataforma MDC60

#### Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron un total de 21 especies (18 anfibios y tres reptiles), repartidas en dos órdenes, nueve familias y 16 géneros. El orden más representativo fue Anura con cinco familias, de las cuales las familias más representativas fueron las familias Hylidae y Strabomantidae con seis especies cada una, seguida por la familia Leptodactylidae con tres especies. Las demás familias solo registraron una especie, mientras que, las familias de reptiles registraron una especie cada una (Tabla 3.2.45).

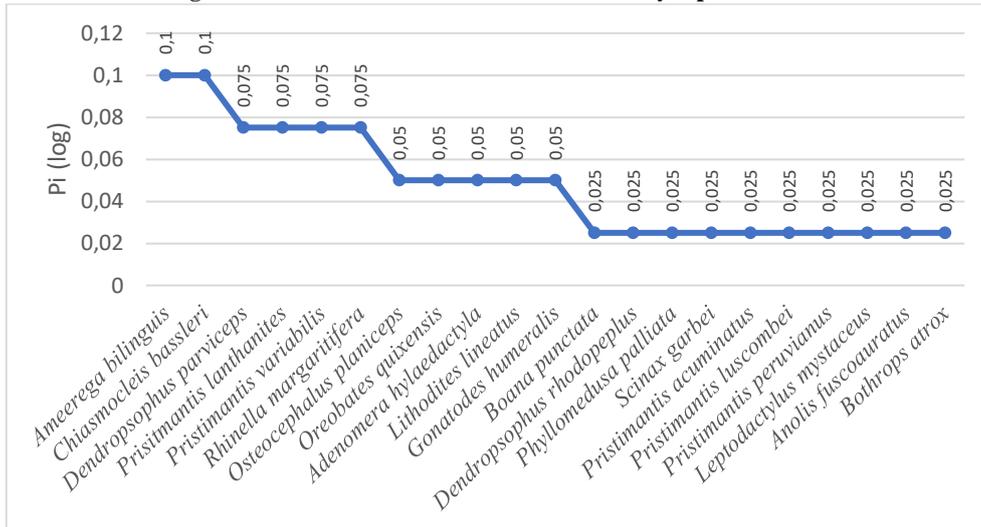
**Tabla 3.2.45 Anfibios y reptiles registrados en PM1**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo común Sudamericano
	Dendrobatidae	<i>Ameerega bilinguis</i>	Rana venenosa ecuatoriana
	Hylidae	<i>Boana punctata</i>	Rana punteada
		<i>Dendropsophus rhodopeplus</i>	Ranita bandeada
		<i>Dendropsophus parviceps</i>	Ranita caricorta
		<i>Osteocephalus planiceps</i>	Rana de casco arbórea
		<i>Phyllomedusa palliata</i>	Rana mono jaguar
		<i>Scinax garbei</i>	Rana de lluvia trompuda
	Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Sapo bocón
		<i>Pristimantis acuminatus</i>	Cutín puntiagudo
		<i>Pristimantis lanthanites</i>	Cutín metálico
		<i>Pristimantis luscombei</i>	Cutín de Loreto
		<i>Pristimantis peruvianus</i>	Cutín del Perú
		<i>Pristimantis variabilis</i>	Cutín variable
	Leptidactylidae	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Rana terrestre del Napo
		<i>Lithodites lineatus</i>	Rana terrestre rayada
		<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Sapo-rana terrestre común
	Microhylidae	<i>Chiasmocleis bassleri</i>	Rana de hojarasca de hocico puntón
Squamata-sauria	Iguanidae	<i>Anolis fuscoauratus</i>	Anolis esbelto
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	Salamanquesa
Squamata-serpentes	Viperidae	<i>Bothrops atrox</i>	Equis del oriente

Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### Abundancia

Se acumularon un total de 40 individuos, de los cuales la rana venenosa *Ameerega bilinguis*, y *Chiasmocleis bassleri* fueron las más abundantes, ya que registraron cuatro individuos ( $p_i = 0,1$ ) cada una; mientras que, las especies raras *Boana punctata*, *Dendropsophus rhodopeplus*, *Phyllomedusa palliata*, *Scinax garbei*, *Pristimantis acuminatus*, *P. luscombei*, *P. peruvianus*, *Leptodactylus mystaceus*, *Anolis fuscoauratus* y *Bothrops atrox* ( $p_i = 0.025$ ) representaron el 52% de los registros para este punto (Figura 3.2.62).

**Figura 3.2.62 Curva de abundancia de anfibios y reptiles en PM1**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

De acuerdo a los resultados obtenidos para este punto, la diversidad de Shannon es 2,9. Sobre este resultado contrasta la presencia de 18 especies con similar abundancia respecto a un total de 21 registros; asimismo, desde el punto de vista de la uniformidad o equidad, esta alcanzó un 95%, en relación a la diversidad máxima hipotética (3,04), lo que sugiere una importante heterogeneidad.

El índice de Simpson fue de 0,06 y evidencia muy poca dominancia de especies coincidiendo con la tendencia o patrón en la curva de abundancia, donde se aprecia una importante uniformidad en todo el ensamblaje o conjunto de datos obtenido para este sitio de muestreo; por lo que, se puede decir que no existe dominancia estadística. Este resultado contrasta con el índice de diversidad de Gini Simpson (0,94) que expresa su proximidad a la máxima diversidad posible, por su cercanía a 1 (Tabla 3.2.46).

Ambos estadísticos que refieren a la diversidad (Shannon y Gini Simpson) sugieren que el sitio de muestreo presenta una importante diversidad; y que, comparativamente, corresponde al sitio más diverso en relación a los demás sitios muestreados cuantitativamente.

**Tabla 3.2.46 Índices de diversidad de anfibios y reptiles en PM1**

Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	21
Número de individuos	40
Índice de Shannon (ln)	2,90
Especies (S) con similar abundancia	18
Índice de equidad (%)	95
Diversidad máxima hipotética	3,04
Simpson dominancia (D)	0,06
Gini Simpson (1-D)	0,94

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### PM2 – DDV plataforma MDC60

#### Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron un total de 18 especies (13 anfibios y cinco reptiles), repartidas en dos órdenes, ocho familias y 14 géneros. El orden más representativo fue Anura con cinco familias, de las cuales la familia más representativa fue Strabomantidae con cinco especies, seguida por la familia Hylidae con cuatro especies y Leptodactylidae con dos especies. Las demás familias solo registraron una especie. Para los reptiles la familia Colubridae fue la más representativa con tres especies registradas en este punto; mientras que, las familias Iguanidae y Sphaerodactylidae solo registraron una especie respectivamente (Tabla 3.2.47).

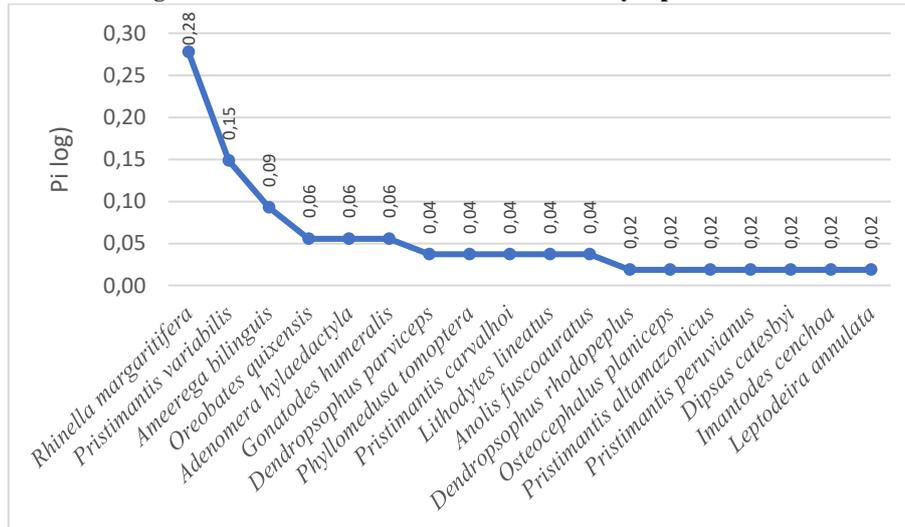
**Tabla 3.2.47 Anfibios y reptiles registrados en PM2**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo común sudamericano
	Dendrobatidae	<i>Ameerega bilinguis</i>	Rana venenosa ecuatoriana
	Hylidae	<i>Dendropsophus parviceps</i>	Ranita caricorta
		<i>Dendropsophus rhodopeplus</i>	Ranita bandeada
		<i>Osteocephalus planiceps</i>	Rana de casco arbórea
		<i>Phyllomedusa tomoptera</i>	Rana mono verde naranja
	Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Sapito bocón amazónico
		<i>Pristimantis altamazonicus</i>	Cutín amazónico
		<i>Pristimantis carvalhoi</i>	Cutín de Carvalho
		<i>Pristimantis peruvianus</i>	Cutín del Perú
		<i>Pristimantis variabilis</i>	Cutín variable
Leptodactylidae	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Rana terrestre del Napo	
	<i>Lithodytes lineatus</i>	Rana terrestre rayada	
Squamata-sauria	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	Salamanquesa de Trinidad
	Iguanidae	<i>Anolis fuscoauratus</i>	Anolis esbelto
Squamata-serpentes	Colubridae	<i>Dipsas catesbyi</i>	Caracolera de Catesby
		<i>Imantodes cenchoa</i>	Cordoncillo común
		<i>Leptodeira annulata</i>	Serpiente ojos de gato anillada

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Abundancia

Se acumularon un total de 51 individuos, de los cuales el sapo común sudamericano *Rhinella margaritifera* fue el más abundante, ya que registró 15 individuos ( $p_i = 0,28$ ); mientras que, las especies raras *Dendropsophus rhodopeplus*, *Osteocephalus planiceps*, *Pristimantis altamazonicus*, *Pristimantis peruvianus*, *Dipsas catesbyi*, *Imantodes cenchoa* y *Leptodeira annulata* ( $p_i = 0,02$ ) representaron el 39% de los registros para este punto (Figura 3.2.63).

**Figura 3.2.63 Curva de abundancia de anfibios y reptiles en PM2**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

De acuerdo a los resultados obtenidos para este punto el índice de Shannon es 2,46. Sobre este resultado contrasta la presencia de 11 especies con similar abundancia respecto a un total de 18 registros; asimismo, desde el punto de vista de la uniformidad o equidad, esta alcanzó un 85%, en relación a la diversidad máxima hipotética (2,89).

El índice de Simpson fue de 0,12 y evidencia una importante dominancia de especies que claramente coincide con la tendencia o patrón en la curva de abundancia, donde se aprecia una marcada pendiente que permite identificar un grupo importante de especies dominantes; esta comparación permite inferir que pese a la presencia de un grupo dominante de especies no existe una consistente dominancia estadística, ya que un buen número de especies presenta uniformidad en sus abundancias; este resultado contrasta con el índice de diversidad de Gini Simpson (0,88) que expresa una importante diversidad, pero algo distante al valor 1 o máxima diversidad posible para este sitio de muestreo (Tabla 3.2.48).

Ambos estadísticos que refieren a la diversidad (Shannon y Gini Simpson) sugieren una importante diversidad para el sitio de muestreo; no obstante, comparativamente, este sitio de muestreo es el que menor diversidad presentó en relación a los otros dos sitios de muestreo (PM1 y PM3).

**Tabla 3.2.48 Índices de diversidad de anfibios y reptiles en PM2**

Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	18
Número de individuos	54
Índice de Shannon (ln)	2,46
Especies (S) con similar abundancia	11
Índice de equidad (%)	85
Diversidad máxima hipotética	2,89
Simpson dominancia (D)	0,12
Gini Simpson (1-D)	0,88

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### PM3 – Sureste MDC16

#### Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron un total de 20 especies (15 anfibios y cinco reptiles), repartidas en dos órdenes, siete familias y 13 géneros. El orden más representativo fue Anura con cinco familias, de las cuales la familia más representativa fue Hylidae con siete especies, le sigue la familia Strabomantidae con cuatro especies, y la familia Leptodactylidae con dos especies. Las demás familias solo registraron una especie cada una, mientras que, para los reptiles la familia más representativa fue Iguanidae con cuatro especies y la familia Sphaerodactylidae solo registro una especie (Tabla 3.2.49).

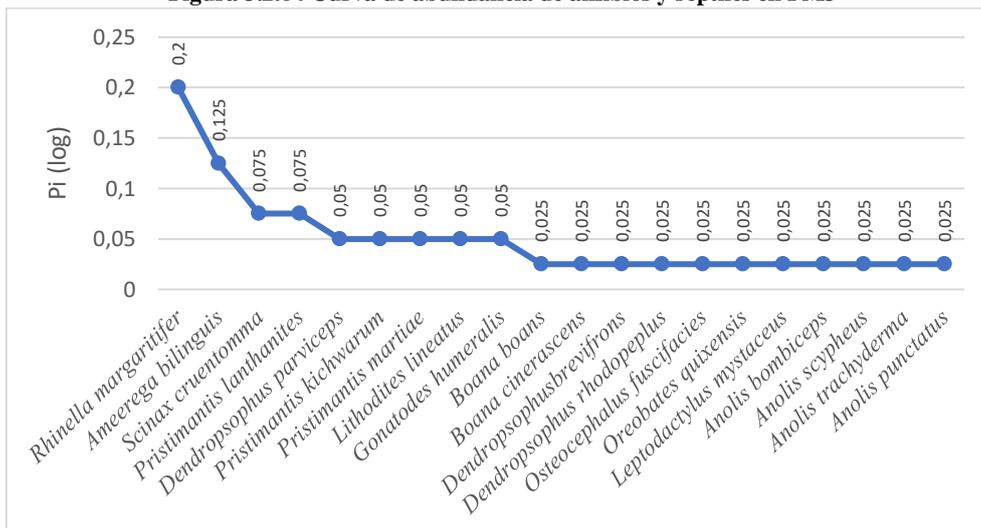
**Tabla 3.2.49 Anfibios y reptiles registrados en PM3**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
ANURA	Bufonidae	<i>Rhinella margaritifer</i>	Sapo común sudamericano
	Dendrobatidae	<i>Ameerega bilinguis</i>	Rana venenosa ecuatoriana
	Hylidae	<i>Boana boans</i>	Rana gladiadora
		<i>Boana cinerascens</i>	Rana granosa
		<i>Dendropsophus brevifrons</i>	Rana arbórea de Crump
		<i>Dendropsophus parviceps</i>	Ranita caricorta
		<i>Dendropsophus rhodopeplus</i>	Ranita bandeada
		<i>Osteocephalus fuscifacies</i>	Rana de casco del Napo
		<i>Scinax cruentomma</i>	Rana de lluvia del río Aguarico
	Strabomantidae	<i>Oreobates quixensis</i>	Sapito bocón amazónico
		<i>Pristimantis kichwarum</i>	Cutín kichwua
		<i>Pristimantis lanthanites</i>	Cutín metálico
		<i>Pristimantis martiae</i>	Cutín de Martha
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Sapo-rana terrestre común
		<i>Lithodites lineatus</i>	Rana terrestre rayada
Squamata-sauria	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes humeralis</i>	Salamanquesa
	Iguanidae	<i>Anolis bombiceps</i>	Anolis de labios azules
		<i>Anolis scypheus</i>	Anolis de escamas doradas
		<i>Anolis trachyderma</i>	Anolis de piel áspera
		<i>Anolis punctatus</i>	Anolis manchado

Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### Abundancia

Se acumularon un total de 51 individuos, de los cuales el sapo común sudamericano *Rhinella margaritifera* fue el más abundante, ya que registró ocho individuos ( $\pi= 0,28$ ); mientras que, las especies raras: *Boana boans*, *B. cinerascens*, *Dendropsophus brevifrons*, *D. rhodopeplus*, *Osteocephalus fuscifacies*, *Oreobates quixensis*, *Leptodactylus mystaceus*, *A. bombiceps*, *A. scypheus*, *A. trachyderma* y *A. punctatus* ( $\pi= 0.025$ ) representaron el 55% de los registros para este punto (Figura 3.2.64).

**Figura 3.2.64 Curva de abundancia de anfibios y reptiles en PM3**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

De acuerdo a los resultados obtenidos para este punto, el índice de Shannon es 2,73. Sobre este resultado contrasta la presencia de 15 especies con similar abundancia respecto a un total de 20 registros; asimismo, desde el punto de vista de la uniformidad o equidad, esta alcanzó un 91%, en relación a la diversidad máxima hipotética (2,99), lo que sugiere una importante heterogeneidad.

El índice de Simpson fue de 0,09 que evidencia poca dominancia de especies que coinciden con la tendencia o patrón en la curva de abundancia, donde se aprecia una importante uniformidad en todo el ensamblaje o conjunto de datos obtenido para este sitio de muestreo; por lo que, se puede decir que no existe dominancia estadística. Este resultado contrasta con el índice de diversidad de Gini Simpson (0,91) que expresa su proximidad a la máxima diversidad posible, por su cercanía a 1 (Tabla 3.2.50).

Comparativamente, este sitio de muestreo alcanzó el segundo puesto en cuanto a diversidad se refiere, con relación a otros dos sitios de muestreo cuantitativo; tanto en el índice de diversidad de Shannon, como en el índice de diversidad de Simpson (Gini Simpson).

**Tabla 3.2.50 Índices de diversidad de anfibios y reptiles en PM3**

Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	20
Número de individuos	40
Índice de Shannon (ln)	2,73
Especies (S) con similar abundancia	15
Índice de equidad (%)	91
Diversidad máxima hipotética	2,99
Simpson dominancia (D)	0,09
Gini Simpson (1-D)	0,91

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.18.3 Análisis cualitativo por sitio de muestreo

De acuerdo al estudio realizado se registraron un total de ocho especies, seis familias y ocho géneros. La familia con más registros fue la de las ranas arborícolas Hylidae con tres especies, mientras que, las demás familias solo registraron una.

#### **PM1 – Plataforma MDC60**

En este punto se registraron cuatro especies, dos órdenes y cuatro géneros, las cuales son típicas de zonas alteradas, identificadas en zonas boscosas.

#### **PM2 – Plataforma DDV MDC60**

En este punto se registraron cuatro especies, dos órdenes y cuatro géneros, las cuales son típicas de zonas alteradas, identificadas en zonas boscosas..

#### **PM4 – Plataforma MDC16**

En este punto se registraron cuatro especies, dos órdenes y cuatro géneros, las cuales son típicas de zonas alteradas.

#### **PM5 – Plataforma MDC80**

En este punto se registraron cinco especies, dos órdenes y cinco géneros, las cuales son especies de áreas intervenidas.

#### **PM6 – Plataforma MDC3**

En este punto se registraron cuatro especies, dos órdenes y cuatro géneros, las cuales son típicas de zonas alteradas.

#### **PM7 – Plataforma MDC70 y DDV**

En este punto se registraron 4 especies, dos órdenes y ocho géneros, las cuales son típicas de zonas alteradas.

En la Tabla 3.2.51 se presenta la información de las especies registradas a través del muestreo cualitativo, en los siete sitios de estudio, con el propósito de complementar la información de los muestreos cuantitativos.

**Tabla 3.2.51 Anfibios y reptiles registrados en puntos cualitativos**

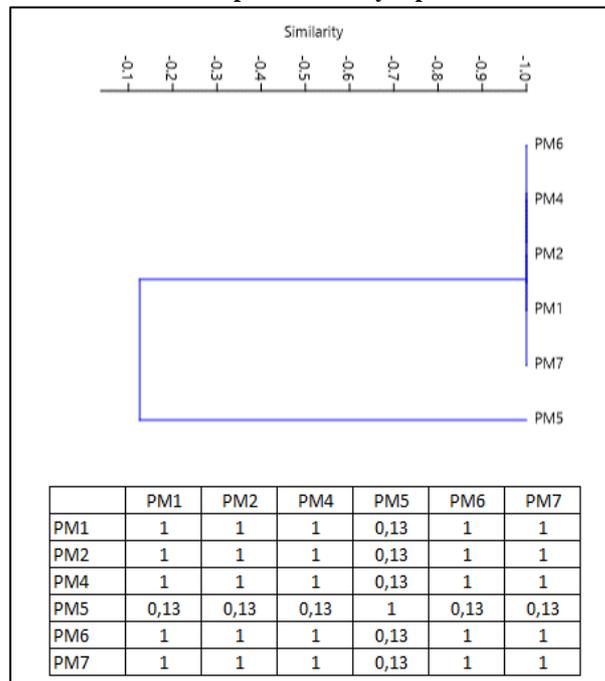
Orden	Familia	Especies	PM1	PM2	PM4	PM5	PM6	PM7
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	X	X	X		X	X
	Centrolenidae	<i>Teratohylal midas</i>				X		
	Dendrobatidae	<i>Ameerega bilinguis</i>				X		
	Hylidae	<i>Boana lanciformis</i>				X		
		<i>Scinax ruber</i>	X	X	X	X	X	X
		<i>Dendropsophus brevifrons</i>	X	X	X		X	X
Strabomantidae	<i>Niceforina nigrovittata</i>				X			
Squamata-Sauria	Teiidae	<i>Tupinambis cuzcoensis</i>	X	X	X		X	X

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de similitud de Jaccard

Con base a los registros cualitativos de presencia/ausencia, se determinó que PM1, PM2, PM4, PM6 y PM7 tienen una similitud de especies del 100% y el punto PM5 alcanzó 13% de similitud sin compartir especies respecto a los otros puntos de muestreo (Figura 3.2.65). Estos resultados soportan el asidero de que las especies registradas en los diferentes sitios de muestreo corresponden a una misma comunidad.

**Figura 3.2.65 Índice de similitud para anfibios y reptiles en muestreos cualitativos**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### 3.2.7.18.4 Aspectos ecológicos

##### Nicho trófico

La Figura 3.2.66 nos indica que el grupo trófico, insectívoro generalista, con 34 especies, fue el más dominante de las especies registradas con el 77% del total de registros. Le siguen las especies insectívoras especialistas con cuatro especies representaron al 9%. Las especies carnívoras generalistas registraron tres especies, representando al 7%. Las especies omnívoras con dos especies representaron al 5%. Por último, las especies carnívoras especialistas representada por una especie representó al 2% del total de registros del área de estudio.

Entre las familias de anfibios y reptiles que tienen dieta insectívora generalista se encuentran los anfibios de las familias: Strabomantidae con 11 especies, Hylidae con 12 especies Leptodactylidae tres especies, Centrolenidae y Microhylidae con una especie cada una. Para los reptiles la familia Iguanidae con cinco especies, y la familia Sphaerodactylidae con una. La dieta de estas especies consiste en una gran variedad de artrópodos.

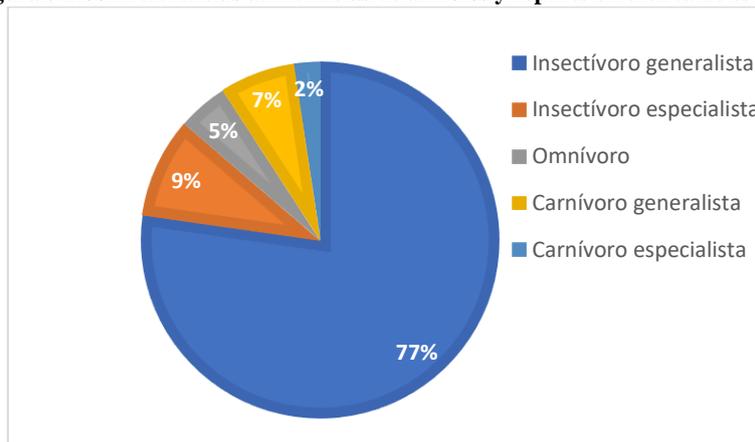
Los Insectívoros Especialistas estuvieron representados principalmente por especies de las familias: Hylidae con dos especies, Dendrobatidae y Bufonidae con una especie respectivamente. De acuerdo a los estudios de Parmelee (1999) y Menéndez (2001) se puede decir que las especies registradas de las familias Bufonidae y Dendrobatidae son fundamentalmente mirmecófagas, dada su preferente consumo de hormigas; *Boana cinerascens* de la familia Hylidae tiene preferencia por especies del orden Orthoptera (Menéndez-Guerrero 2001).

Los Carnívoros especialistas están representados por una especie de ofidio del género *Dipsas*, la cual es especialista en el consumo de moluscos y presentan una mandíbula especializada para el consumo de caracoles y babosas (Pizzatto et al. 2008),

Entre las especies carnívoras generalistas tenemos los ofidios de las familias Viperidae y Colubridae respectivamente: *Bothrops atrox*, *Imantodes cenchoa* y *Leptodeira annulata*.

Las especies omnívoras estuvieron representadas por dos especies, una de la familia Bufonidae y otra de la familia Teiidae. El Tegúes de la selva *Tupinambis cuzcoensis* basa su dieta en casi todo tipo de invertebrados, como grandes insectos y sus larvas, moluscos, lombrices, cien pies y ocasionalmente se alimenta de ranas y lagartijas; además existen reportes que también pueden cazar pequeños mamíferos y aves (Pazmiño-Otamendi et al. 2019)

**Figura 3.2.66 Preferencias alimenticias de anfibios y reptiles en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Especies de hábitos especialista y generalistas se localizaron al interior de las zonas con mayor presencia de bosque nativo, en los sitios de muestreo PM1, PM2 y PM3; por lo que, su presencia está asociada a cualquier remanente de bosque disponible en el área de influencia del proyecto.

### Modos reproductivos

Duellman (1978), reconoce 11 modos reproductivos para los anfibios, de estos, se reconocen ocho modos reproductivos para el área de estudio; mientras que los reptiles presentaron un modo de reproducción:

**Modo 1.**-Los huevos son depositados en cuerpos de agua lóticos o lénticos, con el desarrollo de los renacuajos en el agua, las puestas grandes con huevos pequeños, aquí se agrupan 11 especies: *Rhinella marina*, *R. margaritifera*, *Boana cinerascens*, *B. lanciformis*, *B.punctata*, *Osteocephalus fuscifacies*, *O. planiceps*, *Scinax cruentomma*, *S. garbei*, *S. ruber* y *Chiasmocleis bassleri*.

**Modo 3.** Huevos depositados en nidos con forma de tazón. Agrupaciones de huevos grandes; los huevos y recién nacidos son pequeños, en este modo reproductivo tenemos una especie de la familia Hylidae (*Boana boans*).

**Modo 4.** Huevos depositados en la vegetación por encima de aguas lénticas, agrupaciones de huevos son moderadamente pequeñas, huevos ligeramente mayores que aquellos depositados en el agua, los recién nacidos caen al agua para completar su desarrollo. En este modo se registró cinco especies de la familia Hylidae (*Dendropsophus brevifrons*, *D. parviceps*, *D. rhodopeplus*, *Phyllomedusa tomoptera* *Phyllomedusa palliata*).

**Modo 5.** Huevos depositados en vegetación por encima de aguas lóaticas, agrupaciones son pequeñas: huevos y recién nacidos son moderadamente grandes y los recién nacidos caen al arroyo. Una especie de Centrolenidos se registraron bajo este modo reproductivo: *Teratohyla midas*.

**Modo 6.-**Huevos suspendidos en nido de espuma sobre el agua. Agrupaciones de huevos son moderadamente grandes; huevos y recién nacidos son pequeños. En este modo reproductivo se registró dos especies: *Leptodactylus mystaceus* y *Lithodytes lineatus*.

**Modo 7.** Huevos depositados sobre el suelo; renacuajos recién nacidos llevados en la espalda de los adultos. Agrupaciones de huevos son pequeñas: huevos y recién nacidos son relativamente grandes. Se registró una especie: *Ameerega bilinguis*.

**Modo 8.** Huevos depositados en nidos de espuma sobre tierra. Las posturas son moderadamente pequeñas y los huevos relativamente grandes; los renacuajos completan su desarrollo dentro del nido de espuma. En este modo de reproducción tenemos una especie: *Adenomera hylaedactya*.

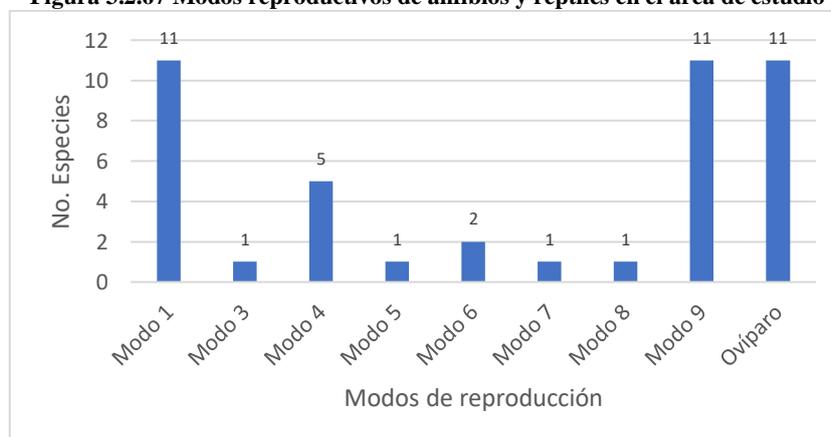
**Modo 9.-**Huevos depositados en tierra y con desarrollo directo en pequeñas copias de los adultos, sin larvas acuáticas. Las puestas son pequeñas sin embargo los huevos son grandes. Se registró 10 especies con este modo reproductivo: *Niceforina nigrovittata*, *Oreobates quixensis*, *Pristimantis acuminatus*, *P. altamazonicus*, *P. carvalhoi*, *P. kichwarum*, *P. lanthanites*, *P. martiae*, *P. luscombei*, *P. peruvianus*, *P. variabilis*.

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

Se identificó 11 especies con este modo reproductivo: *Anolis bombiceps*, *Anolis fuscoauratus*, *Anolis punctatus*, *Anolis scypheus*, *Anolis trachyderma*, *Gonatodes humeralis*, *Tupinambis cuzcoensis*, *Dipsas catesbyi*, *Imantodes cenchoa*, *Leptodeira annulata*, *Bothrops atrox*.

En la Figura 3.2.67 se presenta los modos reproductivos de anfibios y reptiles registrados en el estudio.

**Figura 3.2.67 Modos reproductivos de anfibios y reptiles en el área de estudio**



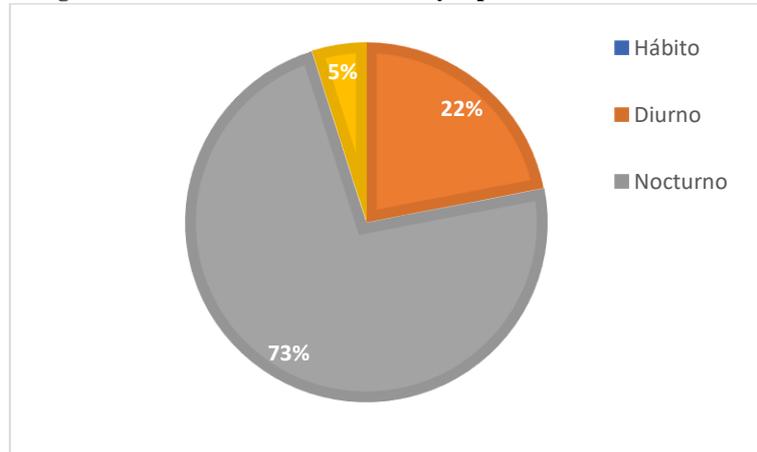
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Hábito o patrón de actividad

En el presente estudio el 73% de las especies registradas son de hábitos nocturnos (Hylidae, Strabomantidae, Leptodactylidae, Microhylidae, Bufonidae, Centrolendia y Colubridae); el 22% de las especies tiene hábitos diurnos (Strabomantidae, Dendrobatidae, Sphaerodactylidae,

Iguanidae y Teiidae); el 5% de los registros presenta hábitos diurno nocturno de la familia Bufonidae y Viperidae (Figura 3.2.68).

**Figura 3.2.68 Actividad de los anfibios y reptiles en el área de estudio**



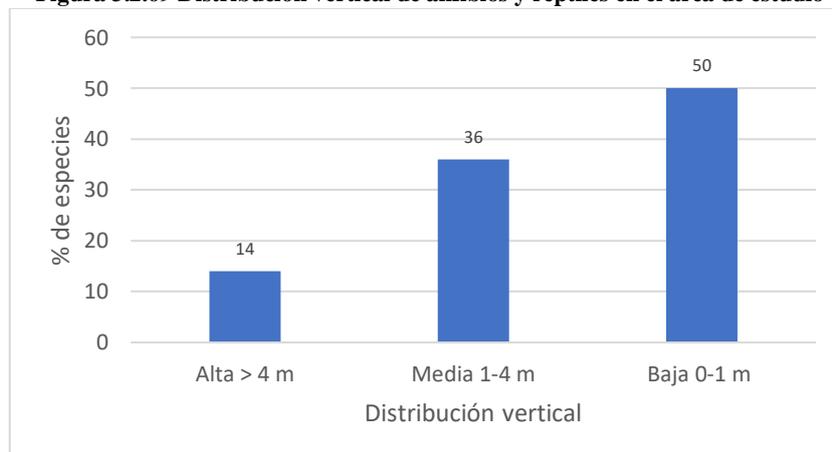
Elaborado por: COSTECAM, 2020

El 41% de estas especies tienen hábitos terrestres, mientras que, el 30% son de hábitos arborícolas, las demás se encuentran en proporciones menores.

### Distribución vertical

De acuerdo a los resultados obtenidos en el área de estudio, la concentración de las especies en el estrato bajo del bosque, es decir las especies que se encuentran ocultándose en la hojarasca o perchando en hojas de herbáceas en alturas inferiores a un metro, representaron el 50% de los registros. Dentro de esta clasificación se registraron 22 especies Strabomantidae (8 sp), Leptodactylidae (3 sp.) Hylidae y Bufonidae. Las familias Microhylidae, Sphaerodactylidae, Colubridae y Viperidae solo registraron una especie respectivamente (Figura 3.2.69).

**Figura 3.2.69 Distribución vertical de anfibios y reptiles en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

El estrato medio del bosque estuvo representado por el 36% de las especies registradas pertenecientes a las siguientes familias: Hylidae, Strabomantidae, Iguanidae y Colubridae.

Finalmente, el estrato alto del bosque estuvo representado por el 14% de las especies, la mayor parte representada por individuos de la familia Hylidae, Centrolenidae y dos de la familia Iguanidae que utilizan las ramas y hojas del dosel alto para vocalizar, perchar o dormir.

### Estado de conservación

De acuerdo a los criterios de conservación propuestos por Ron et al. (2019), una especie de la familia Strabomantidae se encuentra en la categoría de Casi Amenazada (NT), dos especies de la familia Hylidae, una de la familia Strabomantidae se encuentran en la categoría de Datos Insuficientes (DD); mientras que, la mayor parte de las especies se encuentran en categoría de Preocupación Menor (LC) representando así al 72% de la herpetofauna registrada para el área de estudio.

Para los reptiles, según la Lista Roja del Ecuador (Carrillo et al., 2005), una especie de a familia Iguanidae se encuentra en la categoría de Datos Insuficientes (DD).

Según el Estatus de Conservación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2019) ocho especies no se encuentran evaluadas (Bufonidae Hylidae, Leptodactylidae, Iguanidae y Boidae). Las demás especies se encuentran en la categoría de Preocupación menor

De acuerdo a la Convención Internacional para el Tráfico de Especies de Flora y Fauna (CITES 2019) se registra una especie de la familia Dendrobatidae, dentro del Apéndice II del CITES. En la Tabla 3.2.52 se detallan las especies y sus estatus de conservación.

**Tabla 3.2.52 Estado de conservación de anfibios y reptiles en el área de estudio**

Especies	Libro rojo	UICN 2019	CITES 2019
<i>Rhinella marina</i>	LC	LC	
<i>Rhinella margaritifera</i>	LC	LC	
<i>Teratohyla midas</i>	LC	LC	
<i>Ameerega bilinguis</i>	LC	LC	II
<i>Boana boans</i>	LC	LC	
<i>Boana cinerascens</i>	LC	LC	
<i>Boana lanciformis</i>	LC	LC	
<i>Boana punctata</i>	LC	LC	
<i>Dendropsophus brevifrons</i>	LC	LC	
<i>Dendropsophus rhodopeplus</i>	LC	LC	
<i>Dendropsophus parviceps</i>	LC	LC	
<i>Osteocephalus fuscifacies</i>	DD	LC	
<i>Osteocephalus planiceps</i>	LC	LC	
<i>Phyllomedusa palliata</i>	DD	LC	
<i>Phyllomedusa tomoptera</i>	LC	LC	
<i>Scinax cruentomma</i>	LC	LC	
<i>Scinax garbei</i>	LC	LC	
<i>Scinax ruber</i>	LC	LC	
<i>Niceforina nigrovittata</i>	LC	LC	
<i>Oreobates quixensis</i>	LC	LC	
<i>Pristimantis acuminatus</i>	LC	LC	
<i>Pristimantis altamazonicus</i>	LC	LC	
<i>Pristimantis carvalhoi</i>	DD	LC	
<i>Pristimantis kichwarum</i>	LC	LC	
<i>Pristimantis lanthanites</i>	LC	LC	
<i>Pristimantis martiae</i>	NT	LC	



Especies	Libro rojo	UICN 2019	CITES 2019
<i>Pristimantis luscombei</i>	LC	LC	
<i>Pristimantis peruvianus</i>	LC	LC	
<i>Pristimantis variabilis</i>	LC	LC	
<i>Adenomera hylaedactyla</i>	LC	LC	
<i>Lithodites lineatus</i>	LC	LC	
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	LC	LC	
<i>Chiasmocleis bassleri</i>	LC	LC	
<i>Anolis bombiceps</i>	DD	NE	
<i>Anolis fuscoauratus</i>	LC	NE	
<i>Anolis punctatus</i>	LC	NE	
<i>Anolis scypheus</i>	LC	NE	
<i>Anolis trachyderma</i>	LC	NE	
<i>Gonatodes humeralis</i>	LC	NE	
<i>Tupinambis cuzcoensis</i>	LC	NE	
<i>Dipsas catesbyi</i>	LC	LC	
<i>Imantodes cenchoa</i>	LC	NE	
<i>Leptodeira annulata</i>	LC	NE	
<i>Bothrops atrox</i>	LC	LC	

Ron et al., 2019; Carrillo et al., 2005: VU=Vulnerable; NT= Casi Amenazada; DD= Datos Insuficientes; NE= No Evaluada y LC= Preocupación Menor. CITES 2019: Apéndice II= Especies no amenazadas que pueden serlo si su comercio no es controlado, o especies generalmente no comercializadas, pero que requieren protección y no deben ser traficadas libremente

Elaborado por: COSTECAM, 2020

De acuerdo a la información y para propósitos del presente estudio, no existen especies que sugieran considerar acciones de conservación específicas para el mantenimiento de sus poblaciones en los planes de manejo ambiental, ya que se consideran en su gran mayoría fuera de categorías de amenaza significativa.

### Especies indicadoras

Se considera a las especies de la familia Aromatidae y Dendrobatidae como especies que hábitat lugares con bajo grado de alteración; de igual manera, a especies de la familia Centrolenidae que están relacionadas con cuerpos de agua, como lo sugiere Pearman (1997) y Vitt et al. (1998), una buena calidad ambiental en ecosistemas forestales tropicales, puede estar determinada por la presencia y una abundancia representativa de especies de lagartijas umbrófilas de la familia Gymnophthalmidae.

Como especies indicadoras de hábitats con poco grado de alteración tenemos a: *Ameerega bilinguis*, *Phyllomedusa palliata*, *Teratohya midas*; mientras que especies que son indicadoras de hábitats alterados y que se adaptan a sitios con esas características tenemos a: *Boana boans*, *Boana lanciformis*, *Adenomera hylaedactyla* las mismas que se adaptan fácilmente a lugares con alto grado de alteración.

En relación a hábitats con poco grado de alteración, la especie *Ameerega bilinguis* fue registrada en los sitios de muestreo PM1, PM2, PM3 y PM5; mientras que, las especies *Phyllomedusa palliata* y *Teratohya midas* se registraron en los sitios de muestreo PM1 y PM5, respectivamente. Por otra parte, las especies asociadas a hábitats alterados *Boana boans* y *Boana lanciformis* se

registraron en los sitios de muestreo PM3 y PM5, respectivamente; y la especie *Adenomera hylaedactyla* se registró en los sitios de muestreo PM1 y PM2.

### Especies sensibles

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio se identificó a las especies *Osteocephalus fuscifacies*, *Anolis bombiceps*, *Pristimantis carvalhoi* (bajo el criterio de datos deficientes) y *Pristimantis martiae* (casi amenazada) como las especies raras o con menos individuos determinadas en los sitios de muestreo; además a las especies *Ameerega bilinguis*, *Phyllomedusa palliata*, *Teratophya midas* presentes en habitats con poco grado de alteración; por lo que, los sitios de muestreo PM2-DDV de la vía de acceso a la plataforma MDC60, PM3-Sureste de la plataforma MDC16 y PM5-Plataforma MDC80 son considerados sitios sensibles. Dos de los tres sitios están localizados sobre fragmentos de bosque nativo que presentan una relativa conectividad, y por tanto, las mejores condiciones para albergar a estas especies en el hábitat heterogéneo existente sobre el área de influencia del proyecto; mientras que, el sitio PM5 corresponde a un remanente de bosque aislado cercano a la plataforma MDC80.

### Uso de la herpetofauna

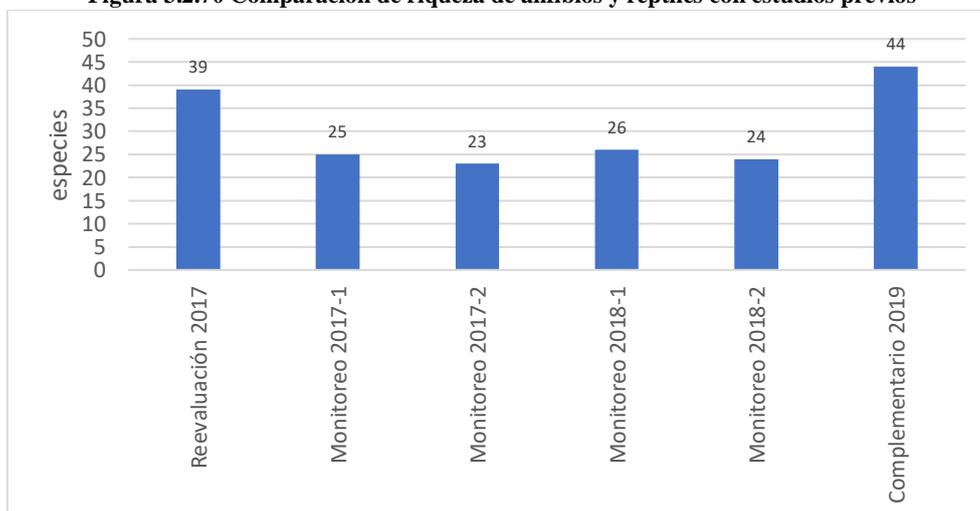
De acuerdo a las entrevistas realizadas a personas cercanas a área de influencia del proyecto, se conoció que dentro de los anfibios y reptiles registrados en el área de estudio, ninguna de las especies es utilizada en alguna actividad económica o alimenticia por parte de las poblaciones locales y trabajadores locales.

#### 3.2.7.18.5 Comparación con estudios previos

##### Diversidad

A través de estudios como la Reevaluación MDC, 2017 (con información generada en agosto de 2016), monitoreos bióticos periódicos en 2017 y 2018, y al que se suma el presente estudio complementario, se evidencia que la riqueza de especies presenta una significativa variación entre un estudio y otro. El estudio que registró una mayor riqueza de especies corresponde al presente estudio complementario, donde se obtuvo 44 especies; seguido de la Reevaluación MDC, 2017, con 39 especies contabilizadas (Figura 3.2.70). Los estudios relacionados con el monitoreo biótico periódico evidencian los más bajos registros de especies; por lo tanto, se puede decir que, la riqueza más baja está asociada a unas 23 especies en el área definida para el proyecto.

**Figura 3.2.70 Comparación de riqueza de anfibios y reptiles con estudios previos**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Probablemente los impactos acumulativos ocurran en un nivel bajo para especies pequeñas de anfibios y reptiles que se desplazan en hábitats muy localizados ocasionados por la implantación del DDV y plataforma MDC60, así como por la ampliación de la plataforma MDC16 en zonas alteradas y con escasa vegetación arbórea nativa. Los impactos acumulativos se relacionan con un mayor flujo vehicular que pueden afectar a la respiración cutánea de la herpetofauna por la caída de polvo, así como por el atropellamiento accidental de especies de baja movilidad, que se suman a los efectos existentes por las operaciones de la plataforma MDC20, localizada entre unos 150 a 1800 metros de las facilidades propuestas (MDC60 y MDC16). La riqueza de especies determinada en la Revaluación MDC (2017) reporta 26 especies en un remanente de bosque de la plataforma MDC20; mientras que, en el presente estudio se determinó 18 especies de herpetofauna en un remanente de bosque junto al DDV de la plataforma MDC60 y 20 especies para un remanente cercano a la plataforma MDC16.

### 3.2.7.18.6 Conclusiones

- En el presente estudio se registró un total de 44 especies de herpetofauna (33 anfibios y 11 reptiles). Sobre esta riqueza de especies se determinó una alta entropía y poca dominancia de especies a través de los índices de diversidad y que también es consistente, lo que sugiere una importante diversidad estadística. En un contexto comparativo, este número de especies se encuentra muy por debajo de la media en cuanto a riqueza de especies para bosque húmedo tropical en la región amazónica —182 de anfibios (Ron et al., 2019) y 154 reptiles (Torrez-Carvajal et al., 2020)— lo que refleja una baja diversidad en términos más reales. El sitio de muestreo PM1 (plataforma MDC60) fue el más diverso, seguido del sitio de muestreo PM3 (Sureste MDC16), ya que al parecer ambos sitios presentaron mejores condiciones para el refugio de anfibios y reptiles a escala de microhábitat (zonas más proclives a la inundación que generan mejores condiciones de humedad), en comparación con el sitio PM3 (DDV MDC60), cuyo remanente de bosque nativo fue menos proclive a la inundación observado durante el muestreo.
- La especie dominante fue *Dendropsophus brevifrons* (Rana arbórea de Crump) ya que se encuentra presente PM-1 MDC60, PM-2 DDV MDC60, PM-3 Sureste MDC16, PM-4 MDC16, PM-6 MDC3 y PM-7 MDC70 y DDV, cabe mencionar que para los puntos de muestreo cuantitativos las especies dominantes fueron *Ameerega bilineata* (Rana Venenosa Ecuatoriana) en PM-1 MDC60 y *Rhinella margaritifera* (Sapo Común Sudamericano) en PM-2 DDV MDC60, PM-3 Sureste MDC16 los sitios mencionados corresponden a bosque secundario, zonas de cultivos.
- La curva de acumulación y el índice Chao 1 no presentan una tendencia a estabilizarse, esto significa que se ha logrado un muestreo aceptable en una zona alterada y severamente fragmentada, así, un 36% de especies esperadas por el estadístico Chao 1 no fueron registradas por factores asociados a la escala temporal y espacial que pueden incidir de manera más significativa en un hábitat heterogéneo. Por otra parte, la diversidad beta entre puntos de monitoreo no pasa del 50%; a pesar de este resultado, se considera que las especies corresponden a la misma comunidad y que sobre esta incide el grado de alteración del hábitat en los diferentes sitios muestreados.
- La presencia dominante de especies insectívoro-generalistas sobre otros gremios sugiere un alto nivel de alteración en la comunidad de herpetofauna, la cual responde a las condiciones del hábitat existente. Por otra parte, se puede inferir un alto nivel de adaptación de las especies de anfibios al hábitat existente, pues ocho de 11 modos reproductivos conocidos para los anfibios se reportan en el presente estudio; esta condición es menos evidente en los reptiles por su forma de reproducción.

- Las especies registradas corresponden en casi su totalidad a especies de baja preocupación en términos de conservación, ya que están asociadas a hábitats alterados y con gran capacidad de resiliencia a la perturbación. No obstante, una especie catalogada como casi amenazada (*Pristimantis martiae*) se registró únicamente en el sitio de muestreo PM3, correspondiente a una zona boscosa importante más proclive a la inundación, en comparación con los otros sitio de muestreo. A pesar de que se resgistró especies y taxones indicadores de buena calidad de buena calidad de hábitat, estas son catalogadas mayormente como especies de baja sensibilidad y unas pocas como se mediana sensibilidad, coincidiendo con la baja calidad ecológica del hábitat heterogéneo en la zona del proyecto.
- En el muestreo cualitativo se determinó unas pocas especies que corresponden a una misma comunidad, dado el alto grado de similaridad (diversidad beta cualitativa). Únicamente, el sitio de muestreo PM5 (plataforma MDC80) presentó una fuerte disimilitud, probalemente por las condiciones presentes en los alrededores del remanente de bosque evaluado, donde se evidenciáron trabajos de preparación del suelo para la siembra de un monocultivo, lo que pudo incidir en una fuerte reducción de las condiciones de humedad requeridas para estas especies.
- Comparativamente, el presente estudio es el que registró la mayor riqueza de especies en relación a los registros históricos realizados en el área, lo que evidencia que con el esfuerzo destinado al estudio complementario se generó una importante base de información respecto a la riqueza de especies en el bloque MDC. Por otra parte, se determinaron potenciales impactos acumulativos que pueden afectar a la respiración cutánea de la herpetofauna por la caída de polvo, así como por el atropellamiento accidental de especies de baja movilidad debido al incremento o mayor flujo o tránsito vehicular que se suma a los efectos existentes por la operación de la plataforma MDC20.

### 3.2.7.19 Entomofauna

Los insectos son considerados como el grupo de animales más numeroso que habita el planeta. Por encontrarse bajo la línea ecuatorial, por su gran variedad de micro climas y pisos geográficos, el Ecuador es un país que alberga una gran diversidad de insectos, pero es poco lo que se sabe de ellos en comparación con otros grupos de fauna (Barragán et al., 2009). La información que existente de invertebrados se ve reflejada en colecciones científicas como la QCAZ de Quito, una de las colecciones de insectos más completas en el Ecuador, en esta colección existen 1902 especímenes provenientes de 320 especies y seis subespecies (Donoso et al., 2009).

De entre los grupos de insectos, los Coleopteros son utilizados en distintos estudios de impacto ambiental por su amplia distribución, historia natural, biología y principalmente por su respuesta a cambios antrópicos (Chamorro et al., 2018). Dentro del grupo de Coleopteros los escarabajos copronecrófagos (Scarabaeinae) para el Ecuador registran 220 especies, este es un número representativo en comparación con la diversidad de este grupo en el Neotrópico (Chamorro et al., 2018).

Se han realizado distintos estudios en los bosques amazónicos de las regiones orientales y nororiental del Ecuador (Lodge y Cantrell, 1995; Burnham, 2004; Muñoz, 2016), en estos se han encontrado valores elevados de diversidad tanto de insectos como de otros grupos de flora y fauna, siendo considerada como una importante región con las más altas cifras de diversidad en el Ecuador (Bass *et al.*, 2010). Estos estudios para el grupo de insectos son relativamente pocos en comparación con otros, y a pesar que se han encontrado valores altos de diversidad, se ha notado también una disminución en la misma (Barragán et al., 2009).

Actualmente, la diversidad y abundancia de estos invertebrados se ha visto reducida por acciones antrópicas, impactos en su hábitat e incremento de la temperatura consecuencia del cambio climático (Del-Val & Sáenz-Romero, 2017) es por esto que estos estudios son necesarios para entender mejor como cambios en el medio se ven reflejados en las comunidades de insectos.

### 3.2.7.20 Sitios de muestreo

El área de estudio corresponde al piso zoo geográfico Tropical oriental. La altura de este piso va desde los 0 a 800 a msnm, este piso ocupa aproximadamente el 50% del territorio ecuatoriano. Pose un clima cálido húmedo con temperaturas anuales superiores a los 26 grados centígrados. Por su origen y composición, los suelos dominantes son aluviales, coluviales y lateríticos, ocupan el 90% de la llanura oriental (Albuja et al., 1980).

Los muestreos se realizaron en la Parroquia Unión Milagreña, Cantón la Joya de los Sachas, Provincia de Orellana. Los sitios de muestreo abarcaron dos formaciones vegetales; una natural: “Bosque siempreverde de tierras bajas del Napo-Curaray” y otra perturbada o de “Intervención” determinadas por el Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (MAE, 2013). En la Tabla 3.2.53 se presenta la ubicación de cada sitio de muestreo con las coordenadas referenciales:

**Tabla 3.2.53 Sitios de muestreo de insectos en el área de estudio**

Sitio de muestreo	Fecha	Código	COORDENADAS UTM WGS84-18S		Técnica	Dimensión <sup>a</sup>	Hábitat
			X	Y			
MDC60	03, 04/Dic	PM1-Trampa-I	297672	9952869	Pitfall	300 m	Bosque Secundario
		PM1-Trampa-F	297680	9953011			
	05/Dic	PM1-Recorrido-I	297684	9952483	Observación directa	85 m	Potrero-plantaciones
		PM1-Recorrido-F	297701	9952576			
DDV MDC60	05,06/ Dic	PM2-Trampa-I	297017	9954340	Pitfall	300 m	Bosque Natural
		PM2-Trampa-F	297079	9954252			
	07/Dic	PM2-Recorrido-I	297367	9954223	Observación directa	300 m	Bosque Secundario y plantaciones
		PM2-Recorrido-F	297483	9953944			
Sureste MDC16	07,08/ Dic	PM3-Trampa-I	297911	9955579	Pitfall	300 m	Bosque Secundario
		PM3-Trampa-F	298012	9955524			
	09/Dic	PM3-Recorrido-I	297553	9955978	Observación directa	300 m	Borde de bosque
		PM3-Recorrido-F	297809	9955843			
MDC16	09/Dic	PM4-Recorrido-I	297199	9956101	Observación directa	100 m	Bosque Secundario
		PM4-Recorrido-F	297295	9956090			
MDC80	09/Dic	PM5-Recorrido-I	297463	9959047	Observación directa	180 m	plantaciones y pastizal
		PM5-Recorrido-F	297646	9959034			
MDC3	10/Dic	PM6-Recorrido-I	298481	9959929	Observación directa	100 m	Remanente de Bosque junto a plataforma
		PM6-Recorrido-F	298522	9959847			
MDC70	10/Dic	PM7-Recorrido-I	298766	9961626	Observación directa	130 m	Plantaciones de Cacao y pastizal
		PM7-Recorrido-F	298754	9961500			

<sup>a</sup> Corresponde a una referencia cartográfica lineal basada en las coordenadas tomadas con un navegador GPS en campo para aproximar la trayectoria y/o ubicación de los muestreos realizados

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.21 Metodología

#### 3.2.7.21.1 Muestreo cuantitativo

Para los muestreos cuantitativos se utilizaron trampas vivas pitfall. El muestreo cuantitativo consistió en el registro de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Familia Scarabaeidae; Subfamilia Scarabaeinae).

Para la captura de escarabajos se estableció un transecto, donde se colocaron 10 estaciones con dos trampas vivas pitfall por estación, estas se colocaron cada 30 m de distancia aproximadamente para mantener la independencia de 25 m sugerida por Digweed et al. (1995). Estas trampas consistieron en tarrinas de plástico con tapa de 120 mm de diámetro por 140 mm de profundidad, con orificios de ingreso laterales. De manera intercalada se colocaron 10 trampas cebadas con heces (excremento humano) y 10 trampas cebadas con carroña (pescado en descomposición). Este

tipo de trampas permitió capturar los especímenes vivos con la finalidad identificarlos, contabilizarlos, fotografiarlos y posteriormente liberarlos (Halfpter y Fávila, 1993).

### 3.2.7.21.2 Muestreo cualitativo

El muestreo cualitativo se basó en el registro de los diferentes grupos de invertebrados terrestres (insectos fáciles de detectar en campo), en el sitio mismo destinado para la implantación de las facilidades, en este se realizaron recorridos de observación directa y barridos con red entomológica —*active visual surveys* (Motgomery et al., 2021)— por los diferentes hábitats y micro hábitats existentes. Se recorrió por los lugares registrando la presencia/ausencia de las familias de insectos existentes diferenciándolas por morfoespecies.

### 3.2.7.21.3 Esfuerzo de muestreo

El periodo de permanencia de las trampas pitfall fue de 48 horas, por cada punto, luego de este tiempo las trampas fueron retiradas. En la Tabla 3.2.54 y en la Tabla 3.2.55, se indica el esfuerzo realizado para muestreos cuantitativos y cualitativos. Es importante precisar que los sitios de muestreo se toman como esfuerzo para propósitos de análisis estadístico.

**Tabla 3.2.54 Esfuerzo de muestreo cuantitativo de insectos en el área de estudio**

Sitio de muestreo	Tipo de trampa	Número de trampas	Tiempo de permanencia de trampas ( horas)	Total horas
MDC60	Pitfall	20	48	960
Sureste MDC16	Pitfall	20	48	960
DDV MDC60	Pitfall	20	48	960
<b>Total esfuerzo</b>				<b>2880</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

**Tabla 3.2.55 Esfuerzo de muestreo cualitativo de insectos en el área de estudio**

Sitio de muestreo	Personas en observación directa	Horario	Tiempo recorrido por punto (horas)	Total horas
MDC60	1	14h00-16h00	2	2
DDV MDC60	1	14h00-16h00	2	2
Sureste MDC16	1	10h00-12h00	2	2
MDC16	1	12h40-14h40	2	2
MDC80	1	15h00-17h00	2	2
MDC3	1	10h00-12h00	2	2
MDC70	1	14h00-16h00	2	2
<b>Total esfuerzo</b>				<b>14</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.22 Análisis de datos

El análisis de información se apoyó en el programa Past versión 3.19 (Hammer y Harper, 2018) y EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2005).

A continuación, se presentan las descripciones de los análisis realizados.

#### 3.2.7.22.1 Riqueza

Número total de especies y de individuos registrados en cada sitio, y proporción de individuos de cada especie, para expresar la presencia o ausencia de especies y el grado de frecuencia o encuentro de cada una (Moreno 2001).

### **3.2.7.22.2 Abundancia**

En cuanto a la abundancia relativa, se determina como la proporción de individuos de una especie obtenidos en un determinado sitio ( $n_i/N$ , donde  $n_i$  es el número de individuos de una especie y  $N$  el número total de individuos del sitio) (Moreno y Halffer, 2000).

### **3.2.7.22.3 Curva de abundancia de especies**

De acuerdo a Magurran, 2004, las especies están graficadas en secuencia desde la más abundante hasta la menos abundante a lo largo de la horizontal (o eje x). Con el fin de facilitar la comparación entre diferentes conjuntos de datos o ensamblajes, a menudo se utilizan abundancias proporcionales o porcentuales. Esto simplemente significa que la abundancia de todas las especies juntas se designa como 1.0 o 100% y que la abundancia relativa de cada especie se expresa como proporción o porcentaje del total.

Una ventaja de una curva de abundancia de especies es que se muestran claramente patrones contrastantes de riqueza de especies. Otra es que cuando hay relativamente pocas especies, toda la información relativa a sus abundancias relativas es claramente visible, mientras que sería ineficaz mostrarla en un formato de histograma. Además, las curvas de abundancia de especies resaltan las diferencias en la uniformidad entre los conjuntos. Las curvas de abundancia de especies son un método particularmente efectivo para ilustrar cambios a través de la sucesión o después de un impacto ambiental. De hecho, a menudo se recomienda que lo primero que un investigador debe hacer con los datos de abundancia de especies es trazarlos como un gráfico de curva de abundancia de especies.

La forma de la gráfica de curva de abundancia de especies se usa a menudo para inferir qué modelo de abundancia de especies describe mejor los datos. Las curvas con pendientes empinadas significan ensamblajes con alta dominancia, como las que se pueden encontrar en una distribución geométrica o de series logarítmicas, mientras que las pendientes menos profundas implican una uniformidad más alta consistente con un modelo logarítmico normal o incluso con un modelo de palo roto. Sin embargo, las curvas de los diferentes modelos rara vez se han ajustado formalmente a los datos empíricos.

### **3.2.7.22.4 Índice de diversidad de Shannon**

El índice de Shannon-Wiener toma en cuenta los dos componentes de la diversidad de una localidad: número de especies y número de individuos por especie (Franco-López et al., 1985; Magurran, 1988). Este índice refleja igualdad: mientras más uniforme es la distribución de las especies que componen una comunidad, mayor es el valor; por lo tanto, el índice asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Magurran, 1988). Adquiere valores que van de cero, cuando hay una sola especie, hasta el logaritmo de  $S$ , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001).

### **3.2.7.22.5 Índice de Simpson**

El índice de Simpson indica la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una comunidad infinita pertenezcan a la misma especie (Magurran, 2004). El índice es igual al cuadrado del número de individuos de una especie dividido para el cuadrado del número total de individuos en la muestra.

La fórmula del Índice de Simpson es:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde:

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra (Moreno, 2001).

Por otra parte, el índice de diversidad de Simpson es una de las medidas de diversidad más significativas y robustas disponibles. En esencia, captura la varianza de la distribución de la abundancia de especies. Se lo expresa de dos maneras en relación a  $D$  que es el índice de dominancia de Simpson (Jost & González-Oreja, 2012):

- Complementario o de Gini-Simpson:  $(1-D)$
- Recíproco o inverso del índice de Simpson:  $(1/D)$

Donde:

$D$  = Índice de Dominancia de Simpson

En este índice de diversidad los valores de la medida aumentarán a medida que el ensamblaje se vuelve más uniforme.

#### **3.2.7.22.6 Curva de acumulación de especies**

Es una representación gráfica de la forma en que las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento del número de individuos. Es por esto que en una gráfica de curvas de acumulación, el eje  $Y$  es definido por el número de especies acumuladas y  $X$  por el número de unidades de muestreo o incremento del número de individuos. Cuando una curva es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos muestreados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies (Halffter, 2005).

#### **3.2.7.22.7 Índice de Chao1**

El Índice de Chao1 es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Moreno, 2001).  $S$  es el número de especies en una muestra,  $a$  es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (número de “singletons”) y  $b$  es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de “doubletons”) (Colwell, 1997; Colwell y Coddington, 1994).

La fórmula del Índice de Chao1 es:

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

#### **3.2.7.22.8 Índice de similitud de Jaccard**

El índice de similitud de Jaccard mide el grado de similitud entre dos conjuntos, independientemente de cual sea el tipo de elementos. Es decir, la cardinalidad de la intersección de ambos conjuntos dividida por la cardinalidad de su unión (Moreno, 2001).

La fórmula del Índice de similitud de Jaccard es:

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

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B (Moreno, 2001).

### 3.2.7.23 Aspectos ecológicos

#### 3.2.7.23.1 Nicho Tráfico

En general, los insectos como grupo comen cualquier sustancia alimenticia, pero cada especie tiene hábitos alimenticios distintos. Pueden comer desde hojas o carne hasta madera en descomposición, cadáveres o heces. Se utilizó el libro de Escarabajos del Ecuador 2011 (Carvajal, 2011), además de otras referencias disponibles en la literatura donde se relaciona a los insectos con las preferencias alimenticias para generar una clasificación de este aspecto ecológico; estas referencias corresponden a autores como: Büning, 1979, Willmer, 2011, Gregory, 1983, Otálora et al., 2015, Odum & Heald, 1975, Galante, 2008, Vodka, 2009, Graca et al., 2002:

**Insectos herbívoros (o fitófagos).**- Se alimentan de distintas partes de las plantas como hojas, tallos, flores, frutos, granos, raíces o savia. Pueden alimentarse a la superficie de la planta o en el interior. Ejemplo, insecto palo, mariposa.

**Insectos polinizadores.**- Es un vector animal (agente biótico) que traslada polen de la antera (órgano masculino de la flor) al estigma (órgano femenino) permitiendo que se efectúe la unión del gameto masculino en el grano de polen con el gameto femenino del óvulo. Ejemplo, abejas, pollillas.

**Insectos carnívoros.**- Se alimentan de otros insectos o bien los parasitan. Ejemplo, libélula, mantis religiosa.

**Insectos saprófagos (o detritívoros).**- Se alimentan de materias vegetales o animales en descomposición, como hojarasca, excrementos, troncos caídos, raíces muertas, frutos caídos. Ejemplo, escarabajo rinoceronte, termita, mosca del estiércol.

**Insectos necrófagos (o carroñeros).**- Cuando se nutren de cadáveres. Ejemplo, mosca de la carne, mosca verde, escarabajo enterrador.

**Insectos coprófagos.**- Se alimentan de excrementos de animales. Ejemplo, escarabajo pelotero.

**Insectos hematófagos.**- Algunas especies de insectos se nutren de sangre. Ejemplo, mosquito, tábano.

**Insectos omnívoros.**- Se alimentan tanto de animales como de plantas. Por ejemplo, grillos, avispas y ciertas hormigas.

#### 3.2.7.23.2 Estado de conservación

Se analizaron todas las especies encontradas en los muestreos de acuerdo con la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza UICN, en el caso de especies no registradas en la UICN se las ha designado con la categoría de no evaluada “NE”.

A continuación, se describe cada una de las categorías de acuerdo a la UICN, en orden de mayor a menor amenaza:

**En peligro crítico (CR).** Cuando la especie enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**En peligro (EN).** Cuando la especie enfrenta un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Vulnerable (VU).** Cuando la especie enfrenta un riesgo alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Casi amenazada (NT).** Cuando la especie está cerca de calificar o es probable que califique para la categoría de amenaza en el futuro próximo.

**Datos insuficientes (DD).** Cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación de su estado de conservación; sin embargo, no es una categoría de amenaza. Indica que se requiere más información sobre esta especie.

**Preocupación menor (LC).** Para especies comunes y de amplia distribución.

#### **3.2.7.23.3 Hábito o patrón de actividad**

Generalmente define a los principales picos de actividad de las especies; así, diurnas se considera la actividad diaria que realiza la especie; nocturna está especialmente adaptada a la oscuridad y en ciertos casos hay especies que presentan dos tipos de actividad. Para la determinación del hábito de los insectos se utilizó (Carvajal et al., 2011) y (MHN, 2017).

#### **3.2.7.23.4 Especies indicadoras**

En general especies de la subfamilia Scarabaeinae son individuos utilizados como especies indicadoras, esto debido a que tanto su presencia como sus distintas especies presentes en un determinado sector, es sinónimo de presencia de otros grupos de fauna, principalmente mamíferos (Rodríguez, 2015).

De lo indicado en el párrafo anterior, se considera a todas las especies de escarabajos peloteros registrados como especies indicadoras; no obstante, bajo el criterio de costo-efectividad, se recomienda priorizar el seguimiento a aquellas especies que presentan facilidad en su determinación taxonómica, ya que esto facilitará la determinación de fluctuaciones a nivel poblacional.

#### **3.2.7.23.5 Especies sensibles**

No existe una base de información local para describir la sensibilidad de las especies de insectos en el Ecuador, debido al número elevado de especies y distribución amplia que presentan varios taxones bien extendidos en bosques húmedos de tierras bajas como montañas. Así, la aproximación más cercana al nivel de sensibilidad con propósitos de seguimiento en el presente proyecto, obedece al criterio de rareza o poca presencia de individuos de Coleoptera en el hábitat heterogéneo, sobre el que confluye el criterio de mayor sensibilidad. Adicionalmente, el criterio de sensibilidad se apoya también en otra información publicada disponible de la especie o taxones generales respecto a la presión antrópica que sugiera una mayor consideración con el propósito de mantener sus poblaciones, como lo describe Carvajal et al., 2011 respecto al tráfico de Coleopteros.

#### **3.2.7.23.6 Uso del recurso**

Se refiere al tipo de uso que está sometida las especies de insectos del estudio sean de uso comercial, artesanal cultural, ritual que afecten a la disminución de las poblaciones de la entomofauna del área de estudio.

### **3.2.7.24 Resultados**

### 3.2.7.24.1 Análisis general

#### Riqueza

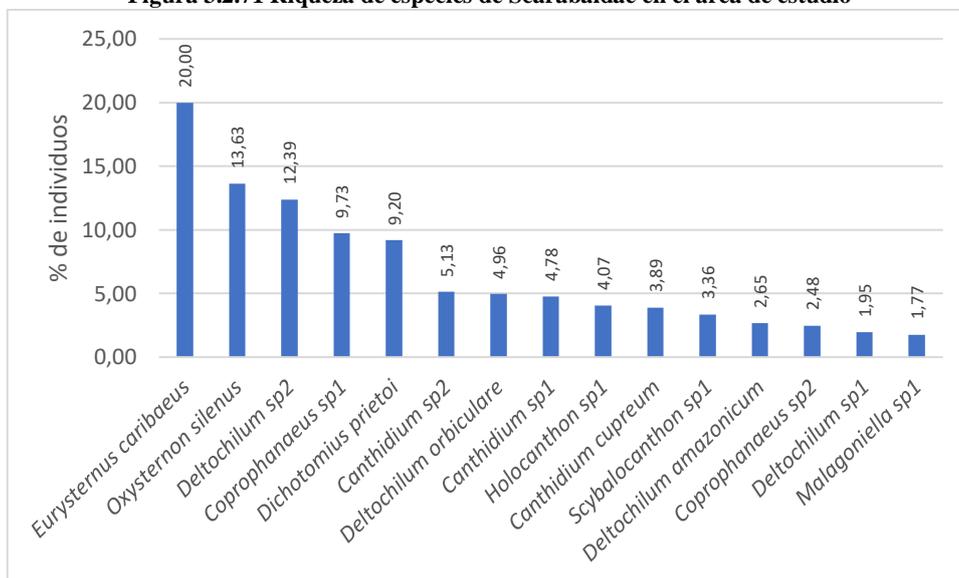
Se presenta el número de órdenes familias y especies encontradas en todos los puntos de muestreo es decir en toda el área de estudio. La riqueza de órdenes en el área de estudio fue de siete órdenes. La riqueza de familias fue de 36 familias y finalmente la riqueza de especies en el área de estudio fue de 104 especies. El listado completo de especies se presenta en el Anexo Biótico-Entomofauna

#### Abundancia

Con base en la información de los trampeos de coleópteros, se presenta información del muestreo cuantitativo sobre el número total de individuos capturados para el área de estudio. En el área de estudio se encontraron 565 individuos representantes de la familia Scarabaeidae y orden Coleoptera. Para una mejor visualización de los resultados y un mejor entendimiento se expresó el número de individuos en porcentaje.

Dentro del área de estudio, como un análisis cuantitativo general de la familia Scarabaeidae, se obtuvo que *Eurysternus caribaeus* fue la especie que mayor porcentaje de individuos presentó (20%), seguido de las especies *Oxysternon silenus* y *Deltochilum* sp2 con 13,63% y 12,39% respectivamente. Las especies con menor porcentaje fueron *Deltochilum* sp1 y *Malagioniella* sp1 con 1,95% y 1,77% respectivamente (Figura 3.2.71).

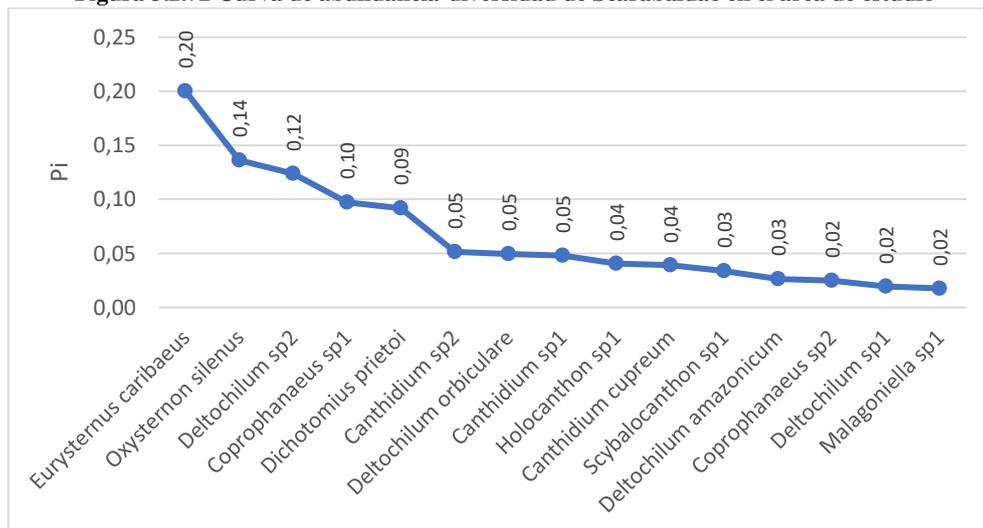
**Figura 3.2.71 Riqueza de especies de Scarabaidae en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### Curva de abundancia de especies

La familia Scarabaeidae en el área de estudio está representada por 15 especies (Figura 3.2.72). De estas, las más abundantes corresponden a *Eurysternus caribaeus*, *Oxysternon silenus*, *Deltochilum* sp2, *Coprophanæus* sp1 y *Dichotomius prietoi* con un Pi que oscila entre 0,09 a 0,20. Las especies menos representadas corresponden a *Coprophanæus* sp2, *Deltochilum* sp1 y *Malagioniella* sp, con un Pi equivalente a 0,02 cada una.

**Figura 3.2.72 Curva de abundancia-diversidad de Scarabaeidae en el área de estudio**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de Diversidad

El valor del índice de Shannon para toda el área de estudio fue de 2,45; donde 11 especies presentan similar abundancia de un total de 15 registros. Este análisis contrasta con la uniformidad de un 90% de especies con similares abundancias con relación a la diversidad máxima hipotética (2,70); esto refleja una importante entropía en la comunidad de escarabajos peloteros.

El valor obtenido por el índice de Simpson (D) fue de 0,10, cuyo valor expresa escasa dominancia de especies bien reflejada en la tendencia o patrón de la curva de abundancia, donde el ensamblaje o conjunto de datos obtenido para el área de estudio presenta una importante uniformidad, por lo que se puede decir que no existe dominancia estadística. Este resultado contrasta con el índice de diversidad de Gini Simpson (0,9) que expresa su proximidad a la máxima diversidad posible, por su cercanía al valor 1. En cuanto a escarabajos peloteros se refiere, se infiere que la composición y estructura de la comunidad presenta una importante entropía. En la Tabla 3.2.56 se presenta los cómputos para los índices de diversidad.

**Tabla 3.2.56 Índices de diversidad de Scarabaeidae en el área de estudio**

Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	15
Número de individuos	565
Índice de Shannon (ln)	2,45
Especies (S) con similar abundancia	11
Índice de equidad (%)	90
Diversidad máxima hipotética	2,70
Simpson dominancia (D)	0,10
Gini Simpson (1-D)	0,9

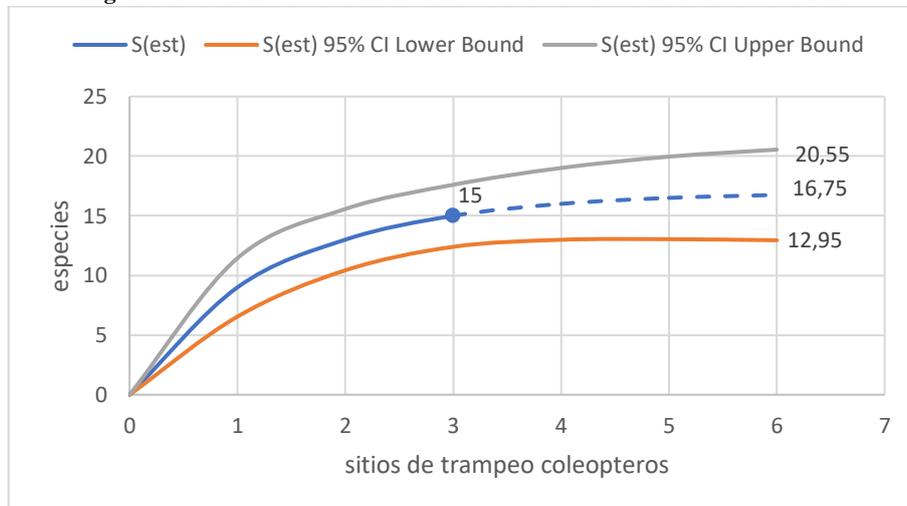
Elaborado por: COSTECAM, 2020

Comparativamente, el índice de Simpson presenta mayor precisión para una inferencia teórica sobre la diversidad de escarabajos peloteros en comparación con el índice de Shannon, ya que este último es más sensible a los datos de riqueza de especies. Esta apreciación se soporta en el importante registro de abundancia obtenida, sobre el que el índice de Simpson enfatiza su aplicación.

### Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies (Scarabaeidae), donde se muestra una extrapolación, evidencia que el esfuerzo realizado para la captura de coleopteros alcanzó un buen ajuste, y es el reflejo de la riqueza de especies existente en las zonas con bosque nativo (Figura 3.2.73). En la curva de acumulación se visualiza la extrapolación (línea entrecortada) a partir de tres sitios de muestreo cuantitativo (trampeo coleopteros).

**Figura 3.2.73 Curva de acumulación de Scarabaeidae en el área de estudio**

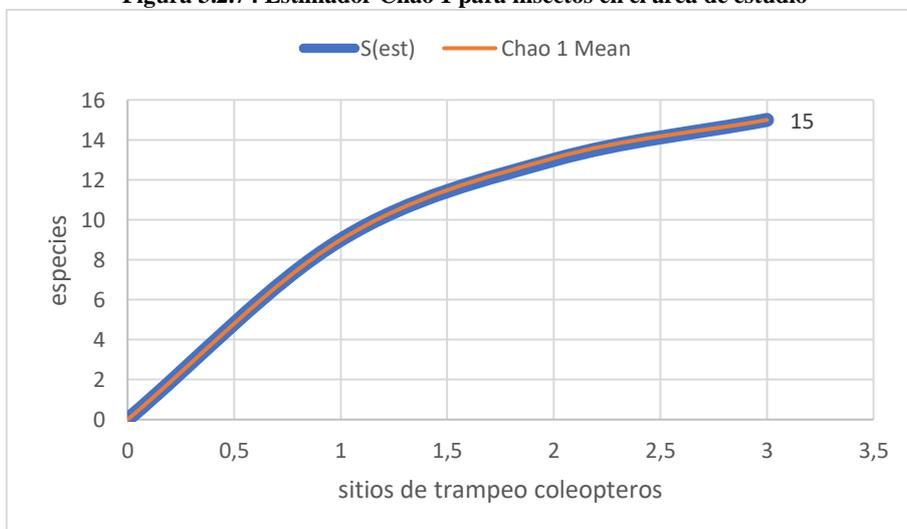


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de Chao 1

De acuerdo a la aplicación del estadístico de Chao 1 se evidencia que con el esfuerzo de trapeo direccionado a la familia Scarabaeidae se logró alcanzar el número de especies esperadas por este estadístico (Figura 3.2.74). Este resultado evidencia que el esfuerzo realizado fue óptimo porque se capturó el 100% de las especies esperadas. Por otra parte, es importante indicar que, este estimador se basa en la información proveniente de los resultados obtenidos en el muestreo para predecir la riqueza; por lo tanto, no debe ser inferido como un dato absoluto, tomando en cuenta que existe la posibilidad de incrementar el registro de más especies.

**Figura 3.2.74 Estimador Chao 1 para insectos en el área de estudio**

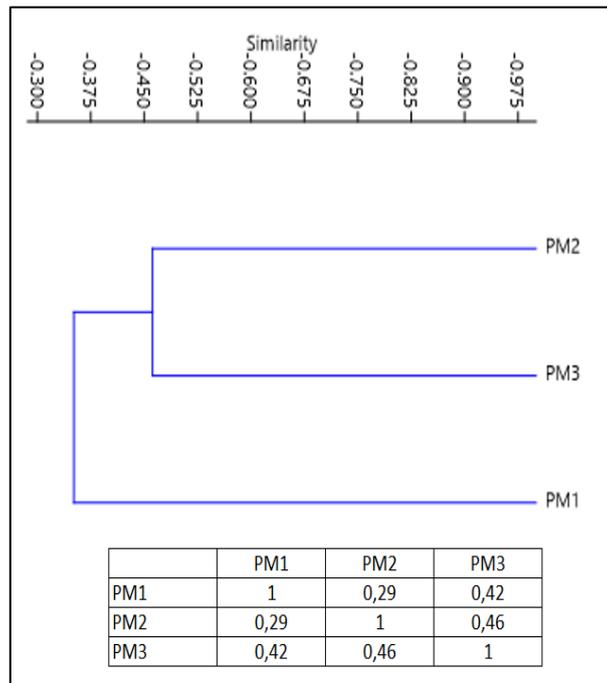


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de similitud de Jaccard

Para el análisis del índice de similitud de Jaccard en los puntos de muestreo cuantitativos para la captura de especies de la familia Scarabaeidae, se determinó que los sitios de muestreo PM2-DDV MDC60 y PM3-Sureste MDC16 son los más similares, pese a que este conglomerado solo alcanza un 46%. Por otra parte, el sitio PM1-MDC60 fue el menos similar en relación a los otros dos sitios de muestreo cuantitativo (Figura 3.2.75). A pesar que la similitud no superó el 50%, se considera que las especies registradas en los sitios de muestreo corresponden a una misma comunidad; y que, factores relacionados a la intervención en los hábitats estudiados pueden ser la causa en las diferencias encontradas entre los sitios evaluados.

**Figura 3.2.75 Similitud de Jaccard para tres sitios de muestreo cuantitativo de Scarabaeidae en el área de estudio**



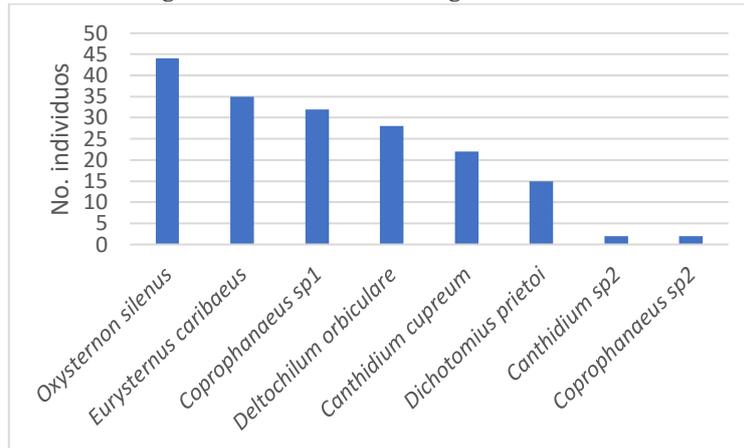
Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### 3.2.7.24.2 Análisis cuantitativo por sitio de muestreo

##### **PM1 – Plataforma MDC60**

##### **Riqueza**

El punto de muestreo Plataforma MCD60 presenta una riqueza de ocho especies (Tabla 3.2.76), de las cuales *Oxysternon silenus*, *Eurysternus caribaeus* y *Coprophanæus* sp1 son las que mayormente configuran la estructura de la comunidad.

**Figura 3.2.76 Scarabaeidae registrados en PM1**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Abundancia

El punto de muestreo PM1-Plataforma MCD60 presenta una abundancia de 180 individuos del orden Coleoptera. En la Tabla 3.2.57 se indican las especies encontradas en el punto de muestreo Plataforma MCD60, correspondientes a la familia Scarabaeidae del orden Coleoptera:

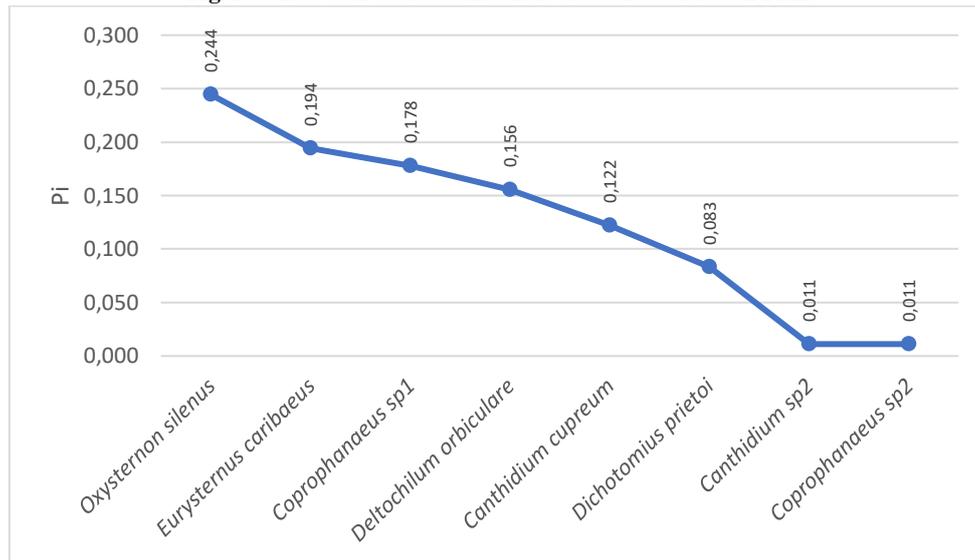
**Tabla 3.2.57 Abundancia de Scarabaeidae en PM1**

Orden	Familia	Especie	No. individuos
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Coprophanaeus sp1</i>	32
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius prietoi</i>	15
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Coprophanaeus sp2</i>	2
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Eurysternus caribaeus</i>	35
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum orbiculare</i>	28
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthidium cupreum</i>	22
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthidium sp2</i>	2
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Oxysternon silenus</i>	44
<b>Total</b>			<b>180</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

La especie con mayor número de individuos, es decir una mayor abundancia fue *Oxysternon silenus* con 44 individuos (Pi: 0,244), seguido de *Eurysternus caribaeus* con 35 individuos colectados (Pi: 0,194), y de *Coprophanaeus sp1* con 32 especies (Pi: 0,178). Finalmente, dos especies contaron con solo dos individuos o proporción de individuos (Pi) de 0,01 correspondientes a *Canthidium sp2* y *Coprophanaeus sp2* (Figura 3.2.77).

**Figura 3.2.77 Curva de abundancia de Scarabaeidae en PM1**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

El valor del índice de Shannon para el punto de muestreo Plataforma MCD60 (PM1) fue de 1,82; mientras que, el valor obtenido por el índice de Simpson (D) fue de 0,17. Ambos resultados expresan; por una parte, una importante entropía, ya que seis especies presentaron una similar abundancia de un total de ocho registros; y por otra parte, una baja dominancia de especies en el ensamblaje o conjunto de datos obtenido para este sitio de muestreo; por lo tanto, se puede decir que no existe una consistente dominancia estadística; asimismo, el índice de diversidad de Gini Simpson (1-D) permite inferir una importante diversidad estadística para este sitio de estudio por su cercanía al valor 1, o de máxima diversidad posible.

Comparativamente, este sitio de muestreo fue el menos diverso de todos los sitios en los que se aplicó técnicas de estudio cuantitativo, desde el resultado del índice de Shannon; y el segundo menos diverso desde la aplicación del índice de diversidad de Gini Simpson. Sobre este contraste, se considera que el dato de diversidad de Gini Simpson se ajusta con mayor precisión a la diversidad del sitio por ser más robusto y sensible a la marcada abundancia de especies registradas. En la Tabla 3.2.58 se presenta los cálculos para los índices de diversidad.

**Tabla 3.2.58 Índices de diversidad de Scarabaeidae en PM1**

Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	8
Número de individuos	180
Índice de Shannon (ln)	1,82
Especies (S) con similar abundancia	6
Índice de equidad (%)	87
Diversidad máxima hipotética	2,07
Simpson dominancia (D)	0,17
Gini Simpson (1-D)	0,82

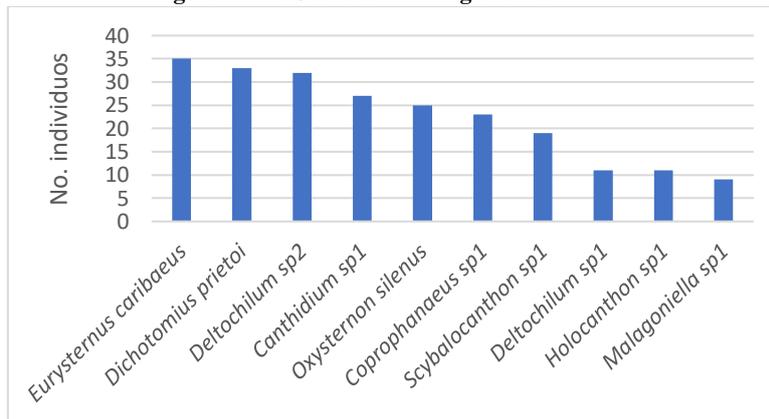
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### PM2 – DDV plataforma MDC60

#### Riqueza

El punto de muestreo PM2-DDV plataforma MDC60 presenta una riqueza de 10 especies (Figura 3.2.78), de las cuales *Eurysternus caribaeus*, *Dichotomius prietoi* y *Deltochilum sp2* son las que mayormente configuran la estructura de la comunidad.

**Figura 3.2.78 Scarabaeidae registrados en PM2**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Abundancia

El punto de muestreo PM2-DDV plataforma MDC60 presenta una abundancia de 225 individuos del orden Coleoptera. En la Tabla 3.2.59 se indican las especies encontradas en el punto de muestreo DDV plataforma MDC60, correspondientes a la familia Scarabaeidae del orden Coleoptera:

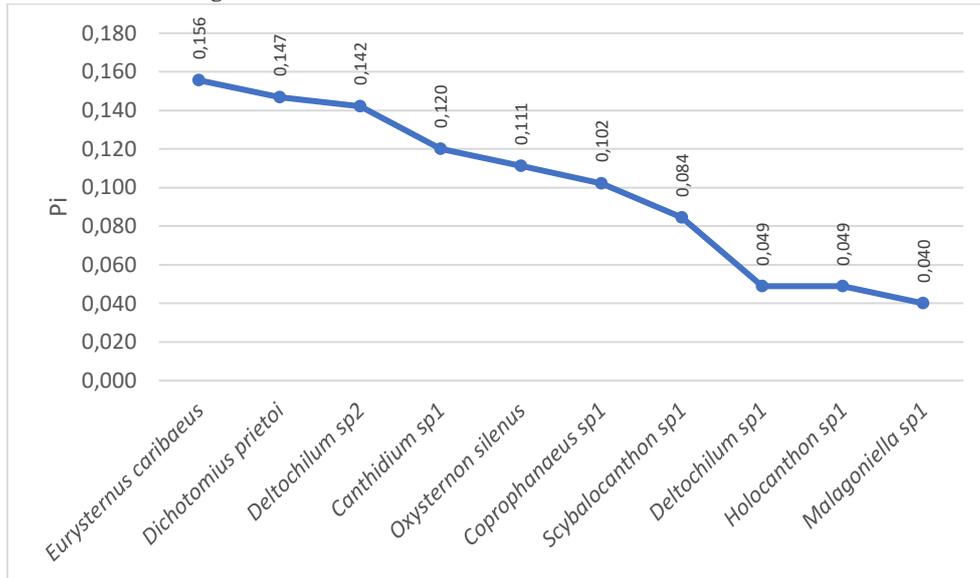
**Tabla 3.2.59 Abundancia de Scarabaeidae en PM2**

Orden	Familia	Especie	No. individuos
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Oxysternon silenus</i>	25
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Scybalocanthon sp1</i>	19
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Holocanthon sp1</i>	11
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Malagoniella sp1</i>	9
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum sp2</i>	32
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthidium sp1</i>	27
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Eurysternus caribaeus</i>	35
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius prietoi</i>	33
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Coprophanaeus sp1</i>	23
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum sp1</i>	11
<b>Total</b>			<b>225</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

La especie con mayor número de individuos, es decir una mayor abundancia fue: *Eurysternus caribaeus* con 35 individuos (Pi: 0,156), seguido de *Dichotomius prietoi* con 33 individuos colectados (Pi: 0,147), y de *Deltochilum sp2* con 32 individuos (Pi: 0,142). Finalmente, una especie contó con solo nueve individuos o proporción de individuos (Pi) de 0,040, correspondiente a *Malagoniella sp1* (Figura 3.2.79).

**Figura 3.2.79 Curva de abundancia de Scarabaeidae en PM2**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

El valor del índice de Shannon para el punto de muestreo DDV plataforma MDC60 (PM2) fue de 2,21; mientras que, el valor obtenido por el índice de Simpson (D) fue de 0,11. Ambos resultados expresan; por una parte, una considerable entropía, ya que nueve especies presentaron una similar abundancia de un total de 10 registros; y por otra parte, una baja dominancia de especies en el ensamblaje o conjunto de datos obtenido para este sitio de muestreo; por lo tanto, se puede decir que no existe una consistente dominancia estadística; asimismo, el índice de diversidad de Gini Simpson (1-D), permite inferir una considerable diversidad estadística para el sitio de muestreo por su cercanía al valor 1, o de máxima diversidad posible.

Comparativamente este sitio de muestreo corresponde al sitio más diverso en comparación con los sitios PM1 y PM3, tanto por el índice de diversidad de Shannon, como por el índice de diversidad de Gini Simpson. En la Tabla 3.2.60 se presentan los cálculos para los índices de diversidad.

**Tabla 3.2.60 Índices de diversidad de Scarabaeidae en PM2**

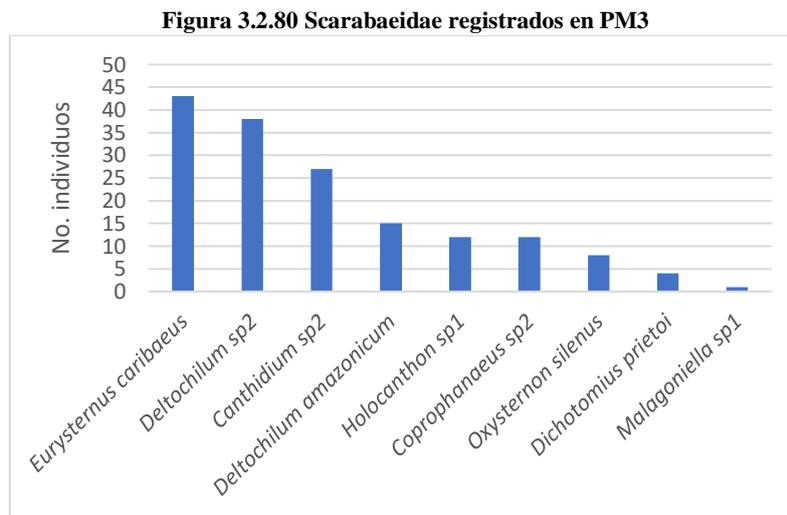
Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	10
Número de individuos	225
Índice de Shannon (ln)	2,21
Especies (S) con similar abundancia	9
Índice de equidad (%)	96
Diversidad máxima hipotética	2,30
Simpson dominancia (D)	0,11
Gini Simpson (1-D)	0,88

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### PM3 – Sureste MDC16

#### Riqueza

El punto de muestreo: Sureste MDC16, presenta una riqueza de nueve especies (Figura 3.2.80), de las cuales *Eurystemus caribaeus* y *Deltochilum sp2* son las que mayormente configuran la estructura de la comunidad.



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Abundancia

El punto de muestreo PM3-Sureste MDC16 presenta una abundancia de 160 individuos del orden Coleoptera. En la Tabla 3.2.61 se indican las especies encontradas en el punto de muestreo Sureste MDC16, correspondientes a la familia Scarabaeidae del orden Coleoptera:

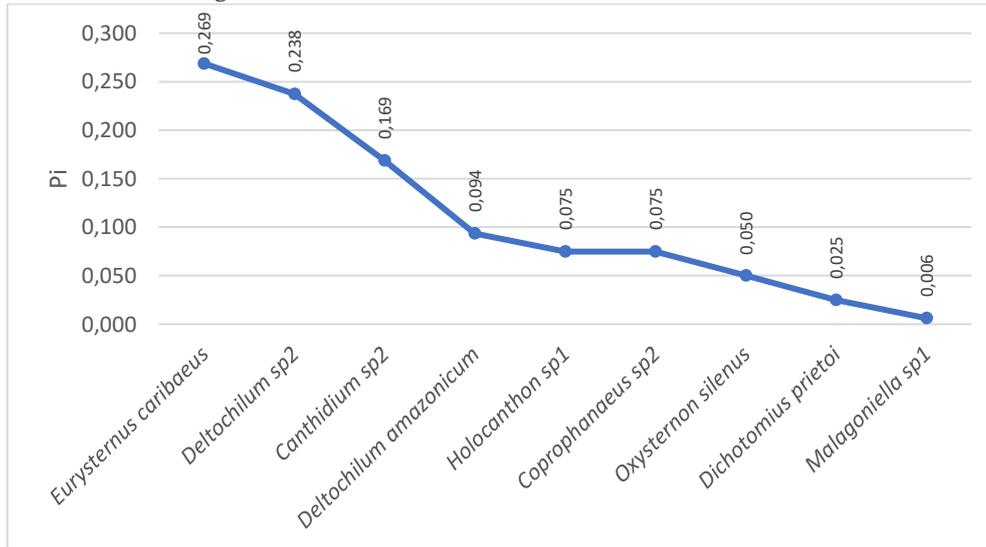
**Tabla 3.2.61 Abundancia de Scarabaeidae en PM3**

Orden	Familia	Especie	No. individuos
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum amazonicum</i>	15
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius prietoi</i>	4
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Coprophanaeus sp2</i>	12
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Eurystemus caribaeus</i>	43
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Oxystemon silenus</i>	8
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Holocanthon sp1</i>	12
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Malagoniella sp1</i>	1
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthidium sp2</i>	27
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum sp2</i>	38
<b>Total</b>			<b>160</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

La especie con mayor número de individuos es decir una mayor abundancia fue: *Eurystemus caribaeus* con 43 individuos (Pi: 0,269), seguido de *Deltochilum sp2* con 38 individuos (Pi: 0,238). Finalmente, una especie contó con un solo individuo o proporción de individuos (Pi) de 0,006 correspondiente a *Malagoniella sp1* (Figura 3.2.81).

**Figura 3.2.81 Curva de abundancia de Scarabaeidae en PM3**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

El valor del índice de Shannon para el punto Sureste MDC16 (PM3) fue de 1,87; mientras que, el valor obtenido por el índice de Simpson (D) fue de 0,18. Ambos resultados sugieren una moderada entropía, ya que seis especies presentaron una similar abundancia de un total de nueve registros; y por otra parte, una baja dominancia de especies en el ensamblaje o conjunto de datos obtenido para este sitio de muestreo; por lo tanto, se puede decir que no existe una consistente dominancia estadística; por otra parte, el estadístico de Gini Simpson (1-D) permite inferir una considerable diversidad para el sitio de estudio, por su proximidad máxima diversidad posible para este conjunto de datos.

Comparativamente este sitio de estudio presentó el segundo lugar, en cuanto a diversidad se refiere, respecto a los sitios de muestreo PM1 y PM2 para el índice de Shannon; y el menos diverso desde la aplicación del índice de diversidad de Gini Simpson. Sobre este contraste, se considera que el dato de diversidad de Gini Simpson se ajusta con mayor precisión a la diversidad del sitio por ser más robusto y sensible a la marcada abundancia de especies registradas. En la Tabla 3.2.62 se presenta los cómputos para los índices de diversidad.

**Tabla 3.2.62 Índices de diversidad de Scarabaeidae en PM3**

Estadísticos	Resultados
Riqueza de especies (S)	9
Número de individuos	160
Índice de Shannon (ln)	1,87
Especies (S) con similar abundancia	6
Índice de equidad (%)	85
Diversidad máxima hipotética	2,19
Simpson dominancia (D)	0,18
Gini Simpson (1-D)	0,82

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### **3.2.7.24.3 Análisis cualitativo por sitio de muestreo**

#### **PM1 – Plataforma MDC60**

En lo que respecta el análisis cualitativo del punto de muestreo PM1-Plataforma MDC60, se observaron 18 morfoespecies, agrupadas en seis órdenes y 13 familias.

#### **PM2 – DDV MDC60**

Para el punto de muestreo PM2-DDV de MDC60, en lo que respecta en análisis cualitativo, se observaron 19 morfoespecies divididas en siete órdenes y 16 familias.

#### **PM3 – Sureste MDC16**

Para el punto de muestreo PM3-Sureste MDC16, se observaron 17 morfoespecies agrupadas en cinco órdenes y 14 familias.

#### **PM4 – MDC16**

Para el punto de muestreo PM4-MDC16, se observaron 17 morfoespecies agrupadas en siete órdenes y 17 familias.

#### **PM5 – Plataforma MDC80**

En lo que respecta el análisis cualitativo del punto de muestreo Plataforma MDC80, se observaron 15 morfoespecies divididas en siete órdenes y 13 familias.

#### **PM6 – Plataforma MDC3**

En lo que respecta el análisis cualitativo del punto de muestreo Plataforma MDC3, se observaron 11 morfoespecies divididas en seis órdenes y 9 familias.

#### **PM7 – Plataforma MDC70 y DDV**

En lo que respecta el análisis cualitativo del punto de muestreo Plataforma MDC70, se observaron nueve morfoespecies divididas en cuatro órdenes y nueve familias. En la Tabla 3.2.63, se presenta el listado de especies de insectos registrados en el muestreo cualitativo.

**Tabla 3.2.63 Insectos registrados en el muestreo cualitativo**

Orden	Familia	Nombre científico	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	
Blattodea	Blattidae	Blattidae sp1				X	X			
		<i>Periplaneta americana</i>		X				X		
	Termitidae	Termitidae sp1		X		X				
Coleoptera	Carabidae	Carabidae sp1		X						
	Cerambycidae	Cerambycidae sp1		X						
	Curculionidae	Curculionidae sp1			X		X			
	Erotylidae	Erotylidae sp1	X			X	X			
	Scarabaeidae	Scarabaeidae sp2			X					
Diptera	Calliphoridae	Calliphoridae sp1				X				
	Culicidae	Culicidae sp1		X	X		X	X	X	
	Ephydriidae	Ephydriidae sp1				X				
	Muscidae	Muscidae sp1	X		X					X
		Muscidae sp2	X							
	Tachinidae	Tachinidae sp1		X	X	X	X	X	X	
		Tachinidae sp2							X	
Tipulidae	Tipulidae sp1		X	X						
Hemiptera	Cicadellidae	Cicadellidae sp1				X				
		Cicadellidae sp2	X							
		Cicadellidae sp3	X							
	Coreidae	Coreidae sp1		X						
		Coreidae sp2		X			X			
	Membracidae	Membracidae sp1	X	X		X				
		Membracidae sp2		X						
	Pentatomidae	Pentatomidae sp1			X					
	Reduviidae	Reduviidae sp1				X		X		
Scutelleridae	Scutelleridae sp1			X						
	Scutelleridae sp2					X				
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>			X				X	
	Braconidae	Braconidae sp1			X					
	Formicidae	Formicidae sp1		X	X		X		X	
		Formicidae sp2							X	
		<i>Paraponera clavata</i>	X		X	X	X	X		
Ichneumonidae	Ichneumonidae sp1	X		X						
Lepidoptera	Geometridae	Geometridae sp1		X						
	Heliconidae	Heliconidae sp1	X							
	Hesperiidae	Hesperiidae sp1	X							
		Hesperiidae sp2	X							
	Lycaenidae	Lycaenidae sp1				X	X		X	
	Nymphalidae	<i>Anartia amathea</i>			X					
		<i>Anartia jatrophae</i>	X		X					
<i>Caligo eurilochus</i>								X		
<i>Morpho helenor</i>						X				
Nymphalidae sp1		X		X						

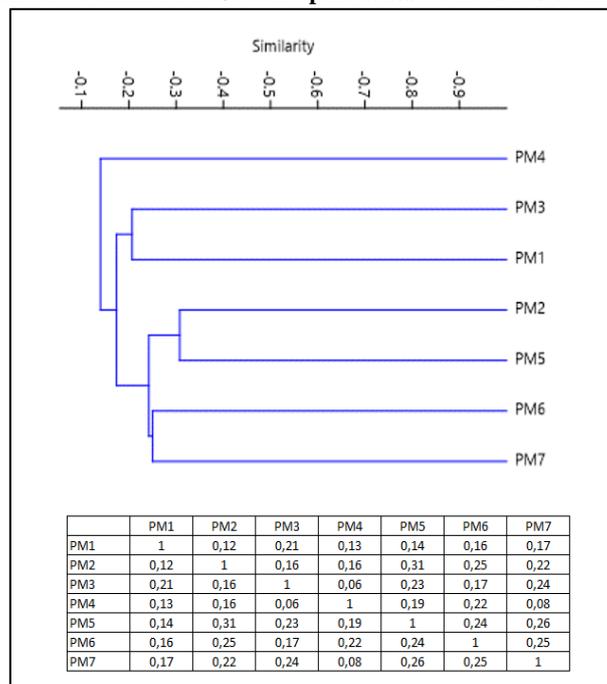
Orden	Familia	Nombre científico	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
		Nymphalidae sp2		X			X		
	Papilionidae	Papilionidae sp1				X			
	Pieridae	Pieridae sp1	X	X	X		X	X	X
		Pieridae sp2	X		X				
	Sphingidae	Sphingidae sp1				X			
Orthoptera	Acrididae	Acrididae sp1	X	X		X		X	X
	Eumastacidae	Eumastacidae sp1	X						
	Gryllidae	Gryllidae sp1	X	X			X	X	X
		Gryllidae sp2	X						
		Gryllidae sp3				X			
	Phasmatodea	Phasmatodea sp1		X			X		
		Phasmatodea sp2				X		X	
<b>Total</b>			<b>18</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>9</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de Jaccard

Conforme a al índice de similitud de Jaccard, existen tres sitios que presentan mayor similitud, los cuales corresponden a los puntos de muestreo PM2-PM5 con el 31%, PM6-PM7 con el 25% de especies compartidas y PM1-PM3 comparten el 21% (Figura 3.2.82). El punto PM7 se observa que esta distante de los dos puntos de muestreo, y por lo tanto no conforma un grupo. En ningún caso se determinó similitudes mayores al 50%, por lo cual, se infiere que las diferencias entre los sitios estudiados obedecen a las condiciones de alteración en el hábitat y la oferta de recursos que estos proporcionan a la comunidad de insectos.

Figura 3.2.82 Índice de similitud de Jaccard para sitios de muestreo cualitativo de insectos



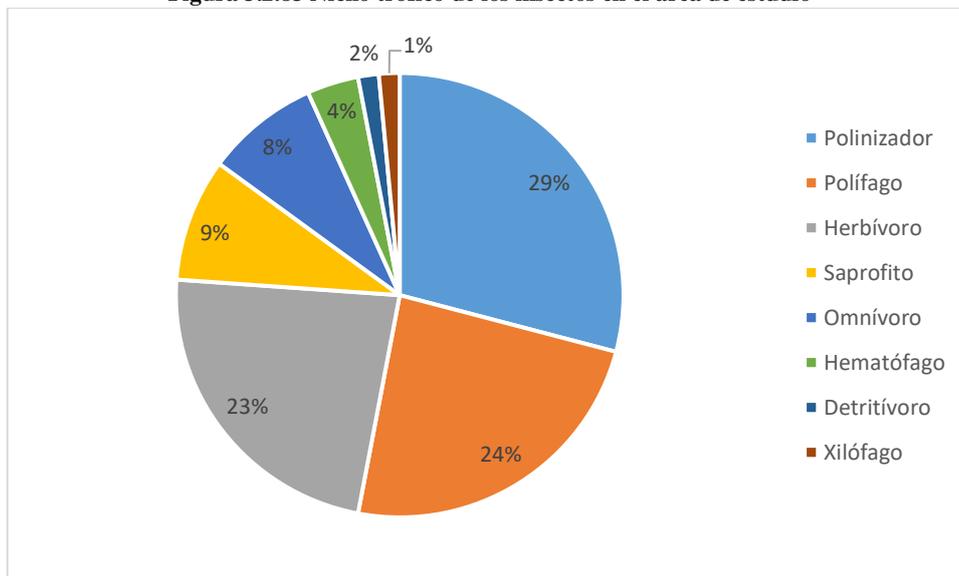
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.24.4 Aspectos ecológicos

#### Nicho trófico

Del total de individuos colectados en área de estudio se obtuvo que un 29% son de nicho trófico de tipo polinizador, seguido de polípagos con un 24%, Herbívoros con 23%. Otros nichos tróficos representados por los saprofitos, omnívoros, hematófago, detritívoro y xilófago son menos conspicuos en el área de estudio (Figura 3.2.83). La presencia de estas variadas formas de aprovechar alimento para las especies de escarabajos peloteros evidencia que en los remanentes de vegetación nativa existen condiciones favorables para el mantenimiento y desarrollo de estas especies, a pesar de la intervención sobre el hábitat.

**Figura 3.2.83 Nicho trófico de los insectos en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### Estado de conservación

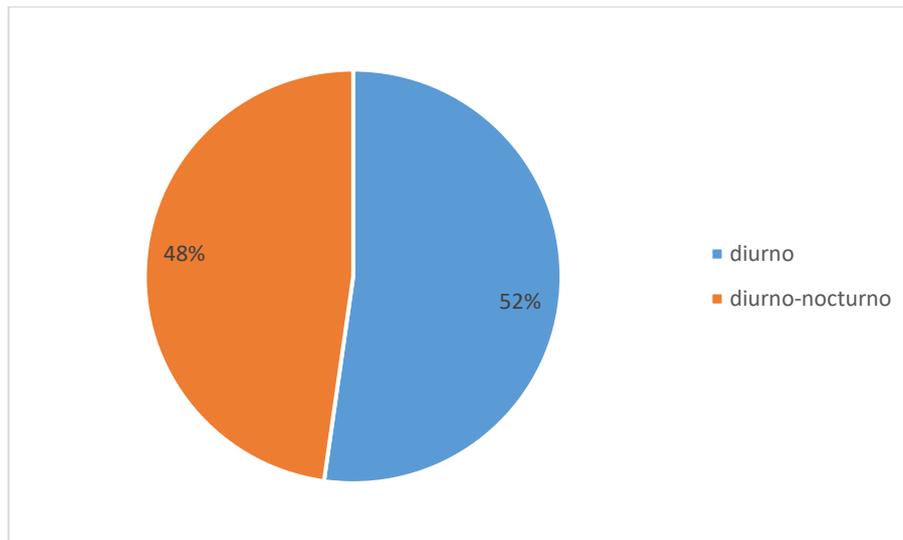
Para todas las especies colectadas en el área de estudio, exceptuando una, la información de su estado de conservación se le categoriza como no evaluada (NE), lo que significa que para estas especies no ha sido aún determinado su estado de conservación por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

La especie *Dichotomius prietoi* encontrada en los puntos de muestreo: Sureste MDC16 y DDV MC60, se encuentra categorizada como: Preocupación menor (LC), lo que significa que esta especie no se encuentra en peligro o amenazada. Especies dentro de esta categoría por lo general son taxones abundantes y de amplia distribución (IUCN, 2019).

#### Hábito o patrón de actividad

Dentro del área de estudio el hábito o patrón de actividad de todos los individuos colectados fueron dos: individuos de hábitos diurnos e individuos de hábitos diurnos-nocturno. En total el 48% de individuos del área de estudio son de hábito diurno-nocturno y el 52% de individuos son de hábito diurno (Figura 3.2.84).

**Figura 3.2.84 Patrones de actividad de los insectos en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### **Especies indicadoras**

Dentro de los Coleopteros, *Canthidium cupreum* es considerada como una especie generalista; mientras que, *Oxysternon silenus* está asociada exclusivamente a bosques en estadios tempranos en regeneración (Noriega et al., 2007). De la misma manera *Eurysternus caribaeus* es una especie común (Carvajal et al., 2011) que también está presente en bosques secundarios y a menudo presenta una significativa abundancia en la comunidad de escarabajos peloteros.

Como se abordó en la parte metodológica, todas las especies de escarabajos peloteros corresponden a especies indicadoras; no obstante, las especies *Canthidium cupreum*, *Deltochilum amazonicum*, *Deltochilum orbiculare*, *Dichotomius prietoi*, *Eurysternus caribaeus* y *Oxysternon silenus* ofrecen facilidades para su determinación taxonómica, por lo tanto, deben ser consideradas como prioritarias en el programa de monitoreo ambiental para determinar posibles fluctuaciones poblacionales que sugieran cambio relacionados a impactos ambientales.

Las especies *Dichotomius prietoi*, *Eurysternus caribaeus* y *Oxysternon silenus* fueron registradas en los sitios de muestreo PM1, PM2 y PM3; mientras que, las especies *Canthidium cupreum* y *Deltochilum orbiculare* fueron registradas en el sitio de muestreo PM1 y *Deltochilum amazonicum* únicamente en el sitio de muestreo PM3.

### **Especies sensibles**

Las especies de colepteros presentaron importantes números de individuos por lo cual son considerados como especies generalistas bien adaptadas al hábitat heterogéneo, por lo cual, se consideran de baja sensibilidad; no obstante, y pese a que los escarabajos corresponden a especies generalistas, se consideran a los géneros y especies: *Coprophanaeus*, *Deltochilum amazonicum*, *Deltochilum orbiculare*, *Dichotomius prietoi*, *Eurysternus caribaeus*, *Holocanthon*, *Malagoniella*, *Oxysternon silenus* como especies sensibles, dado que son objeto de tráfico de biodiversidad.

Estas especies fueron presentes en los sitios de muestreo PM1, PM2 y PM3, donde existe una mayor superficie de bosque nativo a manera de remanentes que mantienen una relativa cercanía lo que puede favorecer los movimientos o el flujo de especies entre estas zonas boscosas; por lo que, para el presente estudio, estas zonas deben ser consideradas de sensibilidad alta.

### Uso de la entomofauna

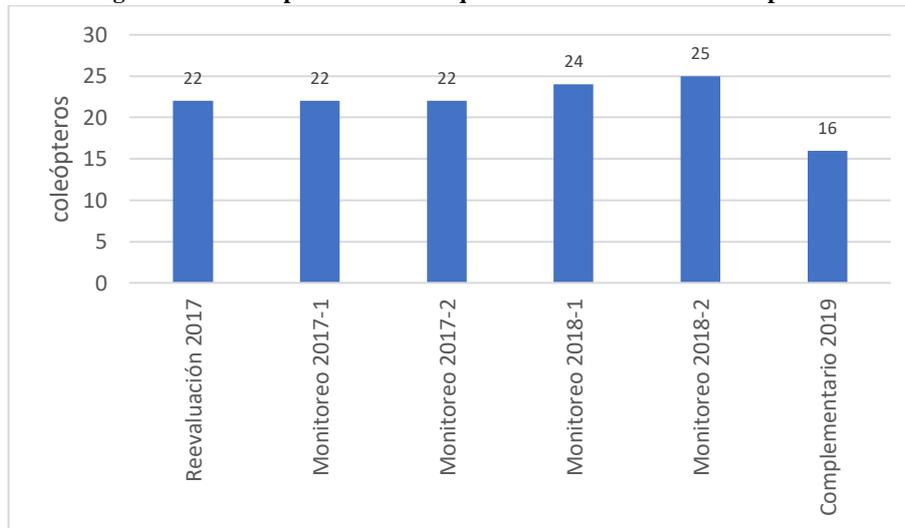
Las especies de insectos registrados no se encuentran en la alimentación de los habitantes de las poblaciones aledañas. Tampoco tienen algún uso comercial, artesanal, cultural o ritual que afecten y disminuyan las poblaciones de entomofauna en las áreas de estudio.

#### 3.2.7.24.5 Comparación con estudios previos

##### Diversidad

La riqueza de insectos terrestres es comparable a nivel de escarabajos (Scarabaeidae), sobre lo cual se aprecia un patrón o tendencia similar en varios estudios realizados en el área del proyecto, a excepción del presente estudio complementario, donde se determinó la riqueza de especies más baja de 16 especies de escarabajos peloteros registrados por muestreos cuantitativos y cualitativos. Por otra parte, el monitoreo biótico 2018 del segundo semestre alcanzó el mayor conteo de especies (n=25), seguido del monitoreo 2018 primer semestre, con 24 especies contabilizadas (Figura 3.2.85).

**Figura 3.2.85 Comparación de la riqueza de insectos con estudios previos**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Debido a que se prevé la implantación del DDV y plataforma MDC60, así como de la ampliación de la plataforma MDC16 en áreas modificadas o alteradas, que comprenden pastizales y vegetación proveniente de la sucesión natural, se prevé un leve impacto acumulado sobre la comunidad de insectos. Estos impactos se relacionan con una reducción en la disponibilidad de hábitat terrestre que se suman a los efectos provocados por la operación de la plataforma MDC20, localizada entre unos 150 a 1800 metros de las facilidades propuestas (MDC60 y MDC16). En el estudio de la Revaluación MDC (2017) se determinó 12 especies de escarabajos peloteros; mientras que, en el presente estudio se determinó 10 especies en un remanente de bosque junto al DDV de la plataforma MDC60 y nueve especies registradas en un remanente de bosque cercano a la plataforma MDC16. Ambos resultados provienen de estudios bajo la aplicación de trampas pitfall para escarabajos peloteros.

#### 3.2.7.24.6 Conclusiones

- En el presente estudio se encontraron un total de 104 especies; de estas, 15 se agrupan en la familia Scarabaeidae, donde se contabilizó la mayor abundancia; por lo cual se efectuaron los análisis estadísticos para inferir atributos sobre la composición y estructura de la comunidad de escarabajos peloteros, siguiendo el tradicional esquema de estudio sobre un taxón de

especies bioindicadoras. En cuanto a la diversidad sobre el área de estudio se refiere, se determinó una alta entropía y poca dominancia de acuerdo a los índices de diversidad. La curva de abundancia de especies no presenta un abrupto declive de las abundancias de las especies, denotando una relativa uniformidad en la estructura de la comunidad de escarabajos peloteros. Comparativamente, el sitio de muestreo PM2 (DDV MDC60) fue el sitio más diverso en comparación con otros dos sitios de muestreo que presentaron una muy similar diversidad; esto posiblemente debido a que la vegetación nativa predominaba en el sitio de muestreo PM2, y como indica Basset (1992) la vegetación de estos bosques tropicales brindan diversos gradientes que permiten la diversificación y estratificación de los organismos.

- La especie dominante fue *Oxysternon silenus* (Escarabajo) ya que se encuentra presente PM-1 MDC60 y *Eurysternus caribaeus* (Escarabajo) en PM-2 DDV MDC60 y PM-3 Sureste MDC16 los sitios mencionados corresponden a bosque secundario.
- En la curva de acumulación (Scarabaeidae), se muestra la extrapolación que evidencia que el esfuerzo realizado para la captura de coleopteros alcanzó un buen ajuste, y es el reflejo de la riqueza de especies existente en la zonas con bosque nativo. Esta apreciación fue corroborada con el estadístico de Chao 1, cuyo estimador evidenció que con el esfuerzo de trapeo direccionado a la familia Scarabaeidae se logró alcanzar el número de especies esperadas por este estadístico, por lo que el esfuerzo realizado fue óptimo (100%). Por otra parte, la diversidad beta para el muestreo cuantitativo refleja menos del 50% de similaridad entre tres sitios de muestreo, donde las diferencias se asocian con la calidad de los hábitats evaluados, más que a diferencias entre poblaciones.
- El nicho trófico de los insectos registrados fue variado y evidencia una gran adaptación al hábitat disponible en el área del proyecto; sobre lo que contrasta el hecho de que no existen registros completos de especies endémicas o nativas para el Ecuador de insectos en general y de igual manera existe muy poca información publicada de su categoría de amenaza o estado de conservación, por lo que se pueden efectuar pocas inferencias sobre el estado de amenaza de las especies registradas.
- Las especies de escarabajos peloteros *Canthidium cupreum*, *Oxysternon silenus* y *Eurysternus caribaeus*, colectadas en los tres puntos de muestreo cuantitativo, sugieren importante alteración en el hábitat disponible.
- La mayoría de las especies encontradas en los muestreos cualitativos fueron identificadas a nivel de familia y separadas por morfoespecies. La poca similitud entre los registros cualitativos por sitio evidencian diferencias entre conglomerados de especies, no obstante se considera que esto responde al grado de intervención sobre el hábitat, como en efecto se observó en las observaciones en cada sitio.
- Los registros de especies de escarabajos peloteros obtenidos en el presente estudio corresponden a los registros más bajos en comparación con la información histórica, donde se infiere que el avance en la frontera agrícola, colonización y desarrollo de proyectos extractivos han jugado un rol importante en la disminución de la riqueza de este taxón. Por otra parte, se prevén leves impactos acumulativos que se relacionan con una reducción en la disponibilidad de hábitat terrestre por la interacción con la operación de la plataforma MDC20 desde años atrás.

### **3.2.7.25 Ictiofauna**

En la Amazonía, los peces han evolucionado ocupando casi todo nicho acuático imaginable, la cuenca del Amazonas contiene la mayor diversidad de peces que cualquier otra en el planeta, con más de 3.000 especies conocidas (Val, 2019). Se ha mencionado varios factores que han contribuido en la increíble diversificación de la ictiofauna amazónica, tales como: el levantamiento de los Andes, las fluctuaciones estacionales de los niveles de agua, el tamaño de la cuenca hidrográfica y su interacción por medio de conexiones con el Norte y el Sur, entre otras (Val, 2019).

En el Ecuador, la región amazónica corresponde al 46,7% del territorio nacional y contiene la mayor biodiversidad de peces del país. La lista de Barriga (2012), sugiere la existencia de 948 especies de peces de agua dulce e intermareales para el Ecuador, lo que representa el 7,3% de las especies de agua dulce del mundo y el 17% de las especies del neotrópico. De esas, 824 especies son estrictamente de agua dulce y 36% son endémicas (Barriga, 2012).

La riqueza de peces en los ríos amazónicos del Ecuador es tan importante, que por ejemplo, en la cuenca del Napo se conoce que habitan unas 500 especies en 225 géneros, cifras que exceden a las reportadas en cualquier otro sistema hidrográfico en el mundo; más aún, la zona Ictiohidrográfica Napo-Pastaza, que abarca otras cuencas afines, es la más diversa, con 680 especies (Barriga, 2012).

En cuanto a la Ecología de los peces de nuestro país, es evidente que el campo de estudio es muy amplio; en este sentido, hay algunos estudios realizados, principalmente en distribución y abundancia, y otros en ecología trófica, pero aún falta mucho por investigar (Barriga, 2012; Escobar-Camacho, 2015; Silva et al, 2017; Valdiviezo-Rivera, 2018).

En el presente estudio se caracteriza las poblaciones ictiofaunísticas de los cuerpos de agua que atraviesan el área de estudio, donde se pretende conocer el estado de calidad de agua mediante el uso de peces como un indicador biológico, a través del uso de índices estadísticos y biológicos, además de la condición de conservación alrededor del proyecto.

### **3.2.7.26 Sitios de Muestreo**

La Tabla 3.2.64 detalla las características principales y la ubicación de los cuerpos de agua muestreados de la ictiofauna.

**Tabla 3.2.64 Sitios de muestreo de peces en el área de estudio**

Fecha	Sitio de Muestreo	Código	Cuerpo de agua	COORDENADAS UTM WGS84-18S		Altitud m.s.n.m	Metodología	Tipo de vegetación	Descripción
				X	Y				
03/Dic	MDC70 Plataforma 70	PMIC-1	Estero s/n3	298165	9960945	268	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	Pastizal-cultivo	Ancho de 3 a 6m, profundidad de 0,80 a 1 m, agua turbia, sin orilla, sustrato hojarasca y fango, sin corriente, vegetación riparia, cultivo de plátano, cacao y café.
03/Dic	MDC70 Plataforma 70	PMIC-2	Rio Lucas	298572	9961474	263	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	Bosque secundario -pastizal	Ancho de 0,30 a 2,5 m, profundidad de 0,30 a 0,80 cm, corriente moderada, color turbio, sustrato hojarasca y lodo, sin orilla, bosque muy intervenido cerca de pastizales. A 50 m de la carretera.
03/Dic	MDC80 Plataforma 80	PMIC-3	Estero s/n4	297512	9958881	265	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	Cultivo	Ancho de 0,30 a 0,60 cm, sin orilla, semitransparente, sin flujo, sustrato fango y lodo, dentro de un cultivo de palmas. Se encuentra a 100 m de la carretera.
04/Dic	MDC60 Plataforma 60	PMIC-4	Estero s/n2 (estacional)	297377	9953777	267	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	Bosque secundario -cultivo	Ancho 1 m, profundidad 0,30 cm, color transparente, sustrato hojarasca, sin corriente, sin orilla, bosque intervenido rodeado de palmas.
04/Dic	MDC60 Plataforma 60	PMIC-5	Rio Napo	297464	9952065	258	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	Bosque secundario	Ancho de 70 a 100 m, profundidad de 1 a 15 m, color turbio café debido a la sedimentación, flujo moderado sin orilla, corriente lenta, sustrato arenoso-lodoso. Se encuentra junto a la desembocadura del Río Yanayacu, presencia de vegetación intervenida (inga edulis) guabilla, platanillo, vegetación ribereña nativa, conformada por arbustos y árboles, constante lluvia durante el muestreo.

Fecha	Sitio de Muestreo	Código	Cuerpo de agua	COORDENADAS UTM WGS84-18S		Altitud m.s.n.m	Metodología	Tipo de vegetación	Descripción
				X	Y				
04/Dic	MDC16 Plataforma 16 (Ampliación)	PMIC-6	Estero s/n5 (estacional)	297335	9955969	278	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	Bosque secundario- cultivo	Cuerpo de agua estacional, Ancho de 1 a 2m, profundidad de 0,30 a 0,50 cm, abundante sedimento, color semitransparente, sin flujo, mal olor, sin orilla, sustrato lodo y abundante hojarasca, bosque intervenido rodeado de vegetación de ribera.
05/Dic	MDC3 Plataforma 3	PMIC-7	Rio Lucas	298602	9959595	274	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	Bosque secundario- cultivo	De 1 m de ancho y de 0,50 a 1 m de profundidad, agua cristalina y semicristalina, corriente baja a moderada, sustrato fango y hojarasca, sin orilla y sin olor, bosque intervenido rodeado de palmas. Se presume que en el cuerpo de agua se arrojó algún tipo de químico o sustancia ya que se encontró peces muertos.
05/Dic	Sureste MDC16	PMIC-8	Rio Pimampiro	298291	9955575	256	Red de arrastre, atarraya anzuelos	Bosque secundario	Ancho de 6 a 8 m, agua turbia, sin orilla, abundante sedimento y hojarasca, flujo lento, vegetación circundante: vegetación ribereña nativa bosque intervenido y abundante ortiga. Ubicado cerca de un bosque secundario y extensiones de pastizales.
06/Dic	MDC60 Plataforma Nueva	PMIC-9	Estero s/n1	297743	9952824	271	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	Bosque secundario	Ancho de 5 a 6 m, profundidad de 0,50 a 1 m, color turbio, corriente lenta sin orilla, sustrato fango y hojarasca, bosque secundario, guarumo, platanillo, helechos.
06/Dic	MDC60 Plataforma Nueva	PMIC-10	Rio Huamayacu	297183	9952258	250	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	Bosque secundario	Ancho 25 m, profundidad de 2 a 4m, color turbio, sustrato arena-fango, sin orilla, flujo lento (navegable), vegetación intervenida.

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.27 Metodología

#### 3.2.7.27.1 Fase de campo muestreo cuantitativo

La metodología utilizada está fundamentada en la aplicación de técnicas de muestreo en períodos cortos, basados en el sistema de evaluaciones ecológicas rápidas propuesto por el convenio Ramsar (2010). Esta metodología proporciona información cuantitativa necesaria para determinar la composición y estado de conservación de la ictiofauna local (Ramsar, 2010). La metodología del actual estudio presenta como principal antecedente su aplicación en estudios pioneros de la diversidad ictiofaunística para el Ecuador (Barriga, 1989, 1991, 2007; Barriga y Olalla, 1983).

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

**Red de Arrastre:** Malla rectangular de cuatro metros de largo, 1,80 metros de ancho y 0,02 metros de abertura de malla. Para su manejo se necesita de dos personas las cuales sostengan a la red de los extremos y realicen el arrastre en el tramo de cauce seleccionado, inmediatamente y en conjunto las dos personas deben levantar la red hacia la orilla. El arrastre se realiza abarcando la mayor parte del ancho del cauce, con el fin de capturar todos los individuos posibles distribuidos en la columna de agua. Este proceso se realizó con una frecuencia de 10 veces por punto de muestreo, abarcando un área de 100 metros.

**Atarraya:** Red de tres metros de diámetro en forma cónica circular, en cuyos bordes posee una línea de plomos, con una cuerda en la parte superior la cual se amarra a la muñeca del pescador para poder lanzarla desde el borde del río, procurando que el lanzamiento adquiriera la forma de un disco cubriendo la mayor área posible y encerrando los peces del área cubierta. Se realizó 10 lanzamientos en las zonas libres de vegetación de los cauces.

**Caña de Pescar con Anzuelos:** Dispositivos de varias dimensiones (de 1 a 12 los más pequeños y de 1/0 a 4/0 los más grandes) de acero inoxidable, estos dispositivos se enganchan al paladar, boca o en su cuerpo de los peces, para lo cual deben llevar algún tipo de carnada o cebo para atraer a la presa. (Andraka et al., 2013). Los anzuelos se amarraron a un nylon de poliamida marca Araty® de 0,45 mm, con una resistencia en peso de 11,6 kg o 25,6 libras.

#### 3.2.7.27.2 Fase de gabinete

Los especímenes capturados fueron registrados fotográficamente y devueltos a su hábitat. En ningún punto se colectó individuos, ya que éstos fueron identificados in situ mediante la utilización de bibliografía referente a otros estudios en sectores aledaños, así como también literatura especializada para la ictiofauna de esta zona Ictiohidrográfica.

Se utilizaron claves taxonómicas para la identificación de la ictiofauna registrada (Barriga R., 1994), listado de especies intermareales (Barriga R., 2012). Los especímenes muestreados fueron identificados en base a comparación morfológica.

#### 3.2.7.27.3 Esfuerzo de muestreo

La Tabla 3.2.65 presenta el número de horas en las que se realizó el muestreo de cada uno de los puntos de ictiofauna con las diferentes artes de pesca. Es importante precisar que los sitios de muestreo se toman como esfuerzo para propósitos de análisis estadístico.

**Tabla 3.2.65 Esfuerzo de muestreo de peces en el área de estudio**

Sector	Sitio de muestreo	Código	Cuerpo de agua	Metodología	Horario	Horas por Día	Número de Días	Total Horas
Norte	MDC70 Plataforma 70	PMIC-1	Estero s/n	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	07h30-10h30	3	1	3
Norte	MDC70 Plataforma 70	PMIC-2	Rio Luca (estero s/n)	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	11h00-14h00	3	1	3
Sur	MDC80 Plataforma 80	PMIC-3	Estero s/n	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	14h40-17h40	3	1	3
Sur	MDC60 Plataforma 60	PMIC-4	Estero s/n (estacional)	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	11h20-14h20	3	1	3
Norte	MDC60 Plataforma 60	PMIC-5	Rio Napo	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	07h00-10h00	3	1	3
Sur	MDC16 Plataforma 16 (Ampliación)	PMIC-6	Estero s/n (estacional)	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	15h00-18h00	3	1	3
Norte	MDC3 Plataforma 3	PMIC-7	Estero s/n (Rio Lucas)	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	14h30-17h30	3	1	3
Sur	Sureste MDC16	PMIC-8	Rio Quinchayacu	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	09h00-12h00	3	1	3
Sur	MDC60 Plataforma Nueva	PMIC-9	Estero s/n	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	12h00-15h00	3	1	3
Sur	MDC60 Plataforma Nueva	PMIC-10	Rio Huamayacu	Red de arrastre, atarraya, anzuelos	08h00-11h00	3	1	3
<b>Total esfuerzo</b>								<b>30</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.28 Análisis de datos

El procesamiento de la información consideró el análisis de riqueza, abundancia, diversidad (Shannon y Simpson), dominancia relativa, curva de acumulación de especies, índice de Chao 1 y coeficiente de similitud de Jaccard en los puntos de muestreo para los peces.

Considerando el alcance del presente estudio de línea base se efectuaron cómputos con la ayuda de diferentes paquetes informáticos disponibles en la Web; estos corresponden a: Past 4.06b (Hammer et al., 2001) y Estimates 9.1.0 (Colwell, 2013).

#### 3.2.7.28.1 Riqueza

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

#### 3.2.7.28.2 Abundancia Total

La abundancia constituye el número de individuos capturados y o registrados en cada uno de los puntos de muestreo y a su vez, en cada área analizada (Halffer et al. 2001).

### **3.2.7.28.3 Abundancia Relativa (Pi)**

En cuanto a la abundancia relativa, se determina como la proporción de individuos de una especie obtenidos en un determinado sitio ( $n_i/N$ , donde  $n_i$  es el número de individuos de una especie y  $N$  el número total de individuos del sitio) (Moreno y Halffter, 2000)

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

Dónde:

$n_i$  = el número de individuos de la especie  $i$ , dividido para el número total de individuos de la muestra ( $N$ ).

### **3.2.7.28.1 Curva de abundancia de especies**

De acuerdo Magurran, 2004, las especies están graficadas en secuencia desde la más abundante hasta la menos abundante a lo largo de la horizontal (o eje  $x$ ). Con el fin de facilitar la comparación entre diferentes conjuntos de datos o ensamblajes, a menudo se utilizan abundancias proporcionales o porcentuales. Esto simplemente significa que la abundancia de todas las especies juntas se designa como 1.0 o 100% y que la abundancia relativa de cada especie se expresa como proporción o porcentaje del total.

Una ventaja de una curva de abundancia de especies es que se muestran claramente patrones contrastantes de riqueza de especies. Otra es que cuando hay relativamente pocas especies, toda la información relativa a sus abundancias relativas es claramente visible, mientras que sería ineficaz mostrarla en un formato de histograma. Además, las curvas de abundancia de especies resaltan las diferencias en la uniformidad entre los conjuntos. Las curvas de abundancia de especies son un método particularmente efectivo para ilustrar cambios a través de la sucesión o después de un impacto ambiental. De hecho, a menudo se recomienda que lo primero que un investigador debe hacer con los datos de abundancia de especies es trazarlos como un gráfico de curva de abundancia de especies.

La forma de la gráfica de curva de abundancia de especies se usa a menudo para inferir qué modelo de abundancia de especies describe mejor los datos. Las curvas con pendientes empinadas significan ensamblajes con alta dominancia, como las que se pueden encontrar en una distribución geométrica o de series logarítmicas, mientras que las pendientes menos profundas implican una uniformidad más alta consistente con un modelo logarítmico normal o incluso con un modelo de palo roto. Sin embargo, las curvas de los diferentes modelos rara vez se han ajustado formalmente a los datos empíricos.

### **3.2.7.28.2 Índice de diversidad de Shannon**

Su capacidad discriminadora es pobre, tiene una moderada sensibilidad al tamaño muestral, pone énfasis en la uniformidad o equitabilidad de las especies (Magurran, 1989). Su expresión de cálculo es:

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

Dónde:

$H'$  = Contenido de la información de la muestra o índice de diversidad.

$\sum$  = sumatoria

$P_i$  = proporción de individuos de la especie  $i$  con respecto al número total de individuos de la muestra ( $N$ ).

$\ln(p_i)$  = logaritmo natural de  $p_i$

### 3.2.7.28.3 Índice de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influenciado por la importancia de las especies dominantes. Su fórmula se expresa de la siguiente manera::

$$D = \sum p_i^2$$

Dónde:

$p_i$  = proporción de individuos de la  $i$  especie.

Por otra parte, el índice de diversidad de Simpson es una de las medidas de diversidad más significativas y robustas disponibles. En esencia, captura la varianza de la distribución de la abundancia de especies. Se lo expresa de dos maneras en relación a  $D$  que es el índice de dominancia de Simpson (Jost & González-Oreja, 2012):

- Complementario o de Gini-Simpson:  $(1-D)$
- Recíproco o inverso del índice de Simpson:  $(1/D)$

Donde:

$D$  = Índice de Dominancia de Simpson

En este índice de diversidad los valores de la medida aumentarán a medida que el ensamblaje se vuelve más uniforme.

### 3.2.7.28.4 Curva de acumulación de especies

Permite establecer la representatividad del muestreo y estimar la riqueza de especies del área evaluada. Este análisis permite comparar los valores de riqueza observados, con los valores estimados, a partir de los estimadores no paramétricos (Moreno, 2001).

### 3.2.7.28.5 Índice de Chao1

Es un estimador no paramétrico del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra. Se requiere determinar cuántas especies están representadas por solo un individuo en la muestra (singletons), y cuántas especies están por exactamente dos individuos (doubletons), (Chao, 1984), (Chao & Lee, 1992). Utiliza la siguiente fórmula:

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

Dónde:

$S_{obs}$  = Número de especies observadas en la muestra

$F$  = Especies representadas por un individuo en la muestra

$G$  = Especies representadas por dos individuos en la muestra.

### 3.2.7.28.6 Índice de similitud de Jaccard

El índice de Jaccard expresa la semejanza entre dos muestras al considerar la composición de las especies registradas al relacionar el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos muestreos. El rango de este índice va desde cero, cuando no hay especies compartidas, hasta el 100% cuando los dos puntos de muestreos comparten exactamente las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies.

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

Dónde:

a= número de especies en el sitio A

b= número de especies en el sitio B

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas

### 3.2.7.29 Aspectos ecológicos

#### 3.2.7.29.1 Nicho Trófico

Es el papel alimenticio de un animal dentro de su ecosistema; es decir, la relación de él con todos los recursos disponibles (García, 1983). Las relaciones tróficas en las poblaciones de peces manifiestan la interdependencia entre seres de similar o diferente comunidad acuática; su trascendencia se basa en que la disponibilidad alimentaria es un factor que limita el desarrollo de una población, determinando sus interrelaciones como depredador o competencia e incluso los patrones de ocupación de espacio (Grosman & J.R. González Castelain y E.J. Usunoff, 2002).

Las comunidades de peces incluyen diferentes niveles tróficos:

**Omnívoro:** Se alimentan de toda clase de sustancias orgánicas, tanto vegetales como animales.

**Insectívoro:** Se denomina insectívoro o entomófago a cualquier organismo depredador de invertebrados, principalmente de insectos, pero también de arácnidos, caracoles y gusanos.

**Detritívoro:** También llamados saprófagos, obtienen su alimentación de detritos o materia orgánica en descomposición. Los detritívoros constituyen una parte importante de los ecosistemas porque contribuyen a la descomposición y al reciclado de los nutrientes.

**Carnívoro:** Es un organismo que obtiene sus energías y requerimientos nutricionales a través de una dieta que consiste principal o exclusivamente del consumo de carne, ya sea mediante la depredación o consumo de carroña.

Para la determinación del nicho trófico de las especies registradas, el estudio se basó en fuentes bibliográficas, así como el uso de guías ilustradas de ictiofauna regional (Tufiño P. y Ramiro-Barrantes A., 2013) (Maldonado-Ocampo y otros, 2005).

#### 3.2.7.29.2 Especies en categoría de amenaza

Para conocer el estado de conservación de las especies ícticas registradas se revisó el listado de especies de la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (UICN, 2020), Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2019), y la Lista Roja Nacional de Peces de Agua Dulce de Ecuador (Aguirre et al., 2019).

A continuación, se describe cada una de las categorías de acuerdo a la UICN, en orden de mayor a menor amenaza:

**En peligro crítico (CR).** Cuando la especie enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**En peligro (EN).** Cuando la especie enfrenta un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Vulnerable (VU).** Cuando la especie enfrenta un riesgo alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Casi amenazada (NT).** Cuando la especie está cerca de calificar o es probable que califique para la categoría de amenaza en el futuro próximo.

**Datos insuficientes (DD).** Cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación de su estado de conservación; sin embargo, no es una categoría de amenaza. Indica que se requiere más información sobre esta especie.

**Preocupación menor (LC).** Para especies comunes y de amplia distribución.

#### **3.2.7.29.3 Distribución Vertical**

Con base a la publicación del Valdiviezo-Rivera et al. (2018), se consideró la siguiente clasificación para el análisis de la distribución en la columna vertical de peces dulceacuícolas:

- **Estrato superficial:** Ocupado por especies pequeñas, de color plateado y boca orientada hacia arriba.
- **Estrato medio:** Ocupado por peces mayormente plateados, de formas aerodinámicas y con boca terminal.
- **Estrato bentónico:** Ocupado por especies que habitan en el fondo de los cuerpos de agua, de colores pardos, perfiles dorsales arqueados y la boca en posición ventral.

Es importante puntualizar que esta clasificación pretende ofrecer un detalle más aproximado de la ocupación de las especies de peces en la columna de agua en el proyecto, respecto de otra información general usada a escala mundial; esto, supeditado a la poca información disponible sobre aspectos ecológicos de los peces del Ecuador.

#### **3.2.7.29.4 Especies Indicadoras**

Los autores Carignan y Villard (2001) sugieren dos criterios cuantitativos para la selección de especies indicadoras: (1) Diferencias en la frecuencia de ocurrencia de una especie en áreas con diferente grado de perturbación humana; es decir, si una especie es significativamente más frecuente en un área relativamente no perturbada, esta podría considerarse una especie "positiva" frente a una especie frecuentemente registrada en un área moderadamente o fuertemente perturbada; y (2) Especialización de hábitat, ya que las especies restringidas a menos tipos de hábitat son más susceptibles a extirpación regional por actividades humanas.

Los criterios anteriores ofrecen un uso general de aplicación sobre diferentes grupos de animales; por lo tanto, fueron utilizados en la selección de especies indicadoras de la ictiofauna, en cuanto a la frecuencia de ocurrencia de especies en los 10 sitios de muestreo.

#### **3.2.7.29.5 Especies Sensibles**

El grado de sensibilidad de la Ictiofauna en un área particular no resulta fácil de precisar, ya que la dinámica de los ecosistemas acuáticos requiere de estudios intensos y complejos para establecer

el estado de conservación en que se encuentre. Además, los peces presentan distribuciones confinadas a ambientes específicos que dificultan el cálculo del área de ocupación real de las especies (Mojica, Usma, Álvarez-León, & Laso, 2012).

Para establecer el grado de sensibilidad de la ictiofauna registrada, se consideraron cinco categorías aplicadas para la determinación de especies en la elaboración del libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (Mojica, Usma, Álvarez-León, & Laso, 2012), las cuales se detallan a continuación:

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

Estos criterios han sido ampliamente reconocidos internacionalmente ya que proveen un método rápido y comprensible para resaltar especies importantes.

#### **3.2.7.29.6 Especies endémicas**

El endemismo es un concepto comúnmente usado para identificar a taxones nativos o grupos biológicos con área de distribución restringida (Noguera-Urbano, 2017). La importancia del endemismo radica en la necesidad de conocer y proteger los atributos biológicos e historia evolutiva que representan los taxones endémicos y sus patrones biogeográficos. El endemismo toma un valor ecológico e histórico, si se considera que define zonas geográficas donde hay taxones integrados espacio-temporalmente (Nelson & Platnick 1981; Stattersfield et al. 1998; Morrone 2009).

En las zonas ictiohidrográficas de la región oriental habitan 125 especies consideradas como endémicas locales; no obstante, para determinar si las especies registradas en el presente estudio corresponden a especies endémicas, se revisó el listado presentado en el Anexo 1 de la publicación: Lista de peces de agua dulce e intermareales del Ecuador (Barriga, 2012).

#### **3.2.7.29.7 Especies migratorias**

El fenómeno de la migración de peces según lo citan (Zapata y Usma, 2013), conlleva un cierto rango de movimientos periódicos dentro de sus ciclos biológicos, generalmente estimulados por procesos de reproducción, alimentación o búsqueda de refugio. Esto principalmente para encontrar las mejores condiciones (recursos) y que sean aptos para completar su ciclo de desarrollo.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, especialmente las distancias recorridas, clasificaron las migraciones de los peces en tres grupos: migraciones cortas (desplazamientos de carácter local menores a 100km.), medianas (desplazamientos de distancia entre 100-500km.) y grandes (desplazamientos extensos mayores a 500km) (Zapata & Usma, 2013). Especies sugeridas para futuros monitoreos.

Se determina como especies de peces sugeridas para futuros monitoreos con relación a su abundancia y rango de distribución local o al presentar la mayor cantidad de información ecológica registrada, fijando antecedentes útiles para el control de la ictiofauna en monitoreos posteriores.

### 3.2.7.29.8 Uso del recurso

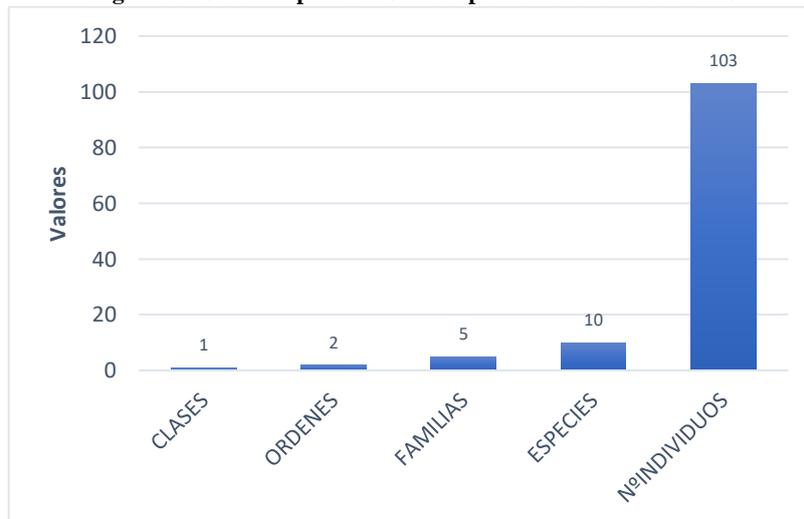
Tomando en cuenta la información proporcionada por los pobladores del sector, se determina si el recurso de ictiofauna registrado es utilizado en consumo o comercialización. Con relación al recurso hídrico, se determina si los cuerpos de agua presentan usos, como bebedero de ganado, riego agrícola o para usos domésticos.

### 3.2.7.30 Resultados

Los resultados que se presentan a continuación corresponden al muestreo de peces en 10 cuerpos de agua importantes situados en el área del proyecto. Se observa que en el área existen actividades antrópicas, deforestación, ganadería, agricultura y asentamiento de poblaciones humanas, cercanas a los cuerpos de agua.

Es así como, durante el muestreo, se obtuvo un total de 103 individuos (abundancia obtenida), pertenecientes a una clase, dos órdenes, cinco familias y 10 especies de peces (Figura 3.2.86).

**Figura 3.2.86 Principales taxones de peces en el área de estudio**

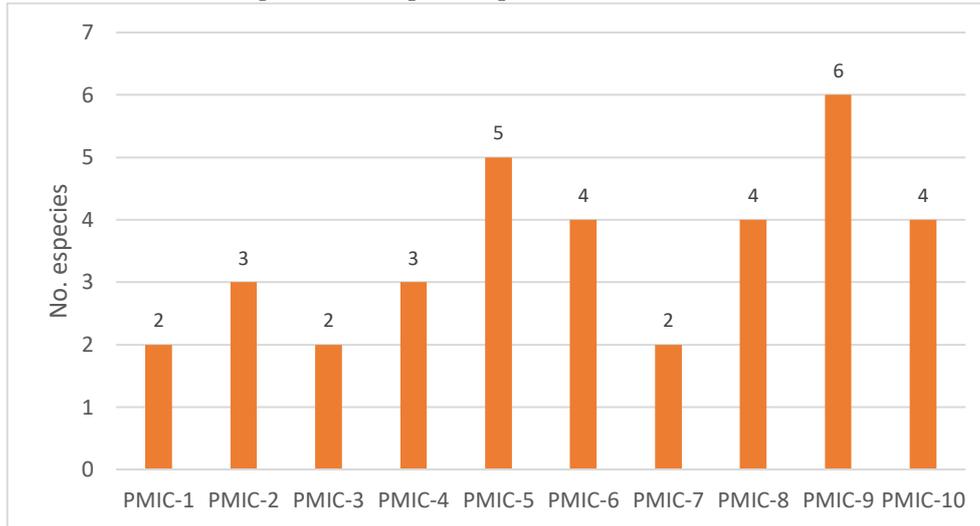


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.30.1 Análisis general

#### Riqueza

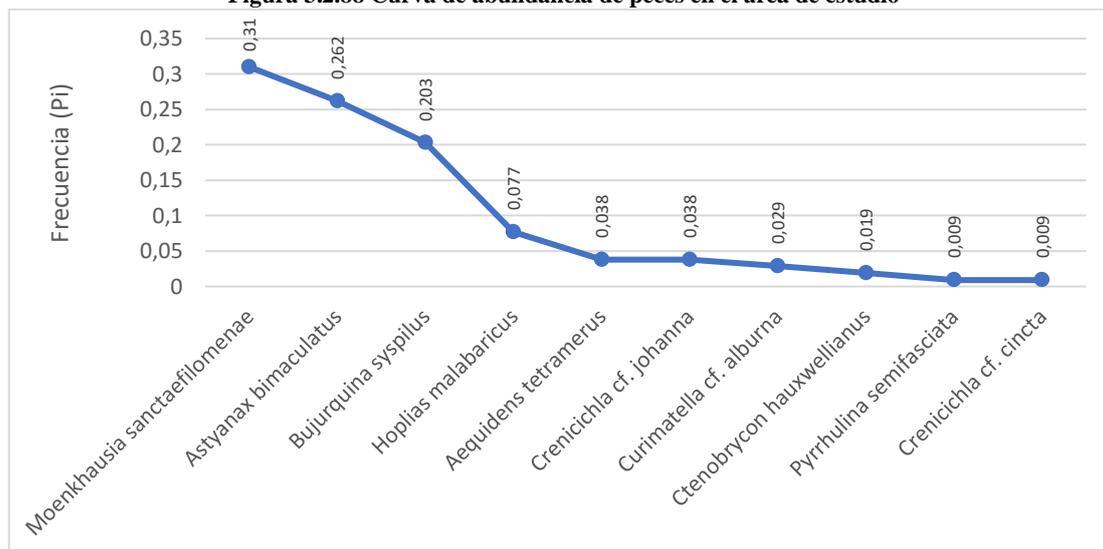
En la Figura 3.2.87 se observa que la mayor riqueza se concentra en el punto PMIC-9 con seis especies. Mientras que, los puntos PMIC-1, PMIC-3 y PMIC-7 presentan la más baja riqueza con solo dos especies cada uno.

**Figura 3.2.87 Riqueza de peces en el área de estudio**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de las especies, se determinó que de los 103 individuos capturados, la especie *Moenkhausia sanctaefilomenae* “Sardinita” fue la más abundante al presentar un 31,06% (n=32;  $P_i = 0,31$ ); seguida de la especie *Astyanax bimaculatus* “Sardina” que exhibió un 26,21% (n=27;  $P_i = 0,262$ ). Mientras que, el resto de especies registraron entre uno y 21 individuos; es decir, valores de  $P_i$  de 0,203 o inferiores (Figura 3.2.88).

**Figura 3.2.88 Curva de abundancia de peces en el área de estudio**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de Diversidad

Desde un análisis para el área de estudio, el índice de Shannon fue de 1,75, donde resalta la presencia de cinco especies con similares abundancias de un total de 10 registros. Este resultado contrasta con una equidad del 76% en relación a la diversidad máxima hipotética (2,30) que sugiere una importante heterogeneidad en la composición y estructura de la comunidad de peces.

El índice de Simpson (D) corresponde a 0,21 lo que expresa una importante dominancia de especies coincidiendo con la tendencia o patrón en la curva de abundancia; no obstante, la agrupación de especies dominantes son menos conspicuas que el grupo de especies con una

abundancia uniforme en todo el ensablaje o conjunto de datos obtenido para toda el área de estudio; por lo que, se puede decir que no existe una consistente dominancia estadística; este resultado contrasta con el índice de diversidad de Gini Simpson (1-D) que permite inferir una considerable diversidad de peces en los cuerpos de agua presentes en el área de estudio, a pesar que su resultado está algo distante del valor 1 o de la máxima diversidad posible para el conjunto de datos. Es importante acotar que esta inferencia de la diversidad se basa en el uso de los estadísticos. En la Tabla 3.2.66, se presentan los datos de los estadísticos de diversidad.

**Tabla 3.2.66 Índice de diversidad para peces en el área de estudio**

<b>Estadísticos</b>	<b>Resultados</b>
Riqueza de especies (S)	10
Número de individuos	103
Índice de Shannon (ln)	1,75
Especies (S) con similar abundancia	5
Índice de equidad (%)	76
Diversidad máxima hipotética	2,30
Simpson dominancia (D)	0,21
Gini Simpson (1-D)	0,79

Elaborado por: COSTECAM, 2020

De acuerdo a los datos de riqueza y abundancia, el índice de Simpson es más preciso para una inferencia teórica respecto a la diversidad de peces en el área de estudio por ser más sensible a los registros de abundancia, en comparación con el índice de Shannon que es más sensible a la riqueza, en el presente caso contrasta el registró de 10 especies.

Por otra parte, para el caso particular del análisis por sitio de muestreo, los pocos registros obtenidos limitaron el cómputo del índice de Shannon y Simpson debido a los sesgos bien conocidos asociados a inferencias con pocos datos, lo que a escala espacial probablemente evidencia una gradiente de alteraciones en el ambiente acuático; ya que, los datos de riqueza de especies y número de individuos corroboran la existencia de una pobre diversidad en los sitios evaluados (Tabla 3.2.67).

**Tabla 3.2.67 Riqueza de peces y número de individuos en sitios de muestreo**

<b>Código</b>	<b>Riqueza</b>	<b>No. individuos</b>
PMIC-1	2	3
PMIC-2	3	5
PMIC-3	2	6
PMIC-4	3	4
PMIC-5	5	7
PMIC-6	4	11
PMIC-7	2	3
PMIC-8	4	10
PMIC-9	6	9
PMIC-10	4	45

Elaborado por: COSTECAM, 2020

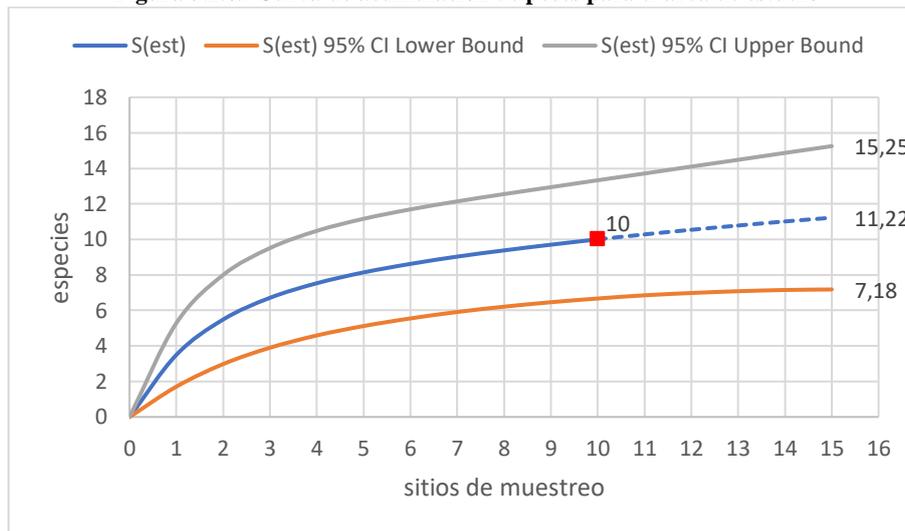
### **Curva de acumulación de especies**

La valoración de la calidad de los inventarios mediante el estudio de las curvas de acumulación de especies, o curvas de colecta, es una aproximación más correcta al problema ya que da

fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilita su comparación, también una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables. Dependiendo, de la forma de la curva, ésta puede mostrar que se han alcanzado o no el número máximo de especies del sitio.

Al observar la curva de acumulación de especies, ésta se encuentra poco a poco acercándose a alcanzar la asíntota, por lo que se necesitaría verificar con muy pocos monitoreos a fin de inventariar la mayoría de la riqueza local de los peces del sector (Figura 3.2.89). En la curva de acumulación se visualiza la extrapolación (línea entrecortada) a partir de 10 sitios de muestreo cuantitativo.

**Figura 3.2.89 Curva de acumulación de peces para el área de estudio**

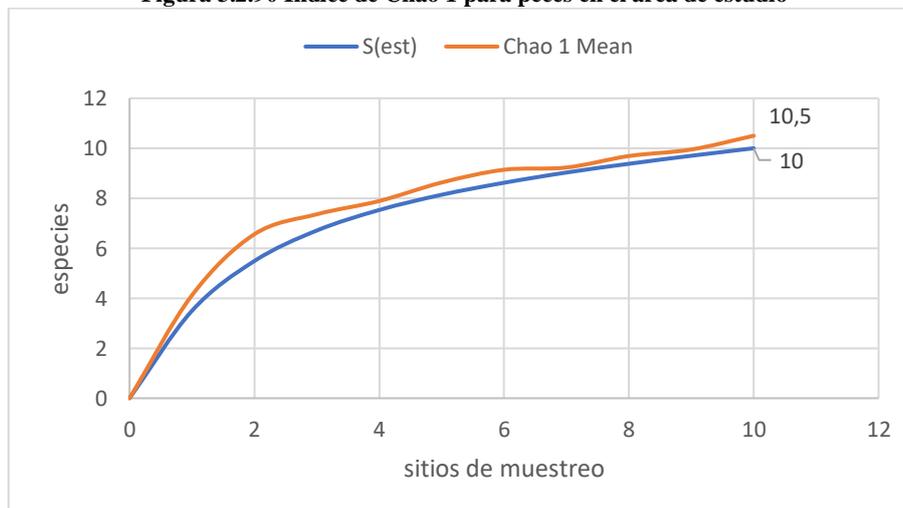


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de Chao 1

La Figura 3.2.90 muestra el estimador de riqueza (Chao 1), donde se observa la aparición progresiva de las especies y el inicio de asíntota. De acuerdo al esfuerzo realizado, se determina que el esfuerzo fue óptimo, ya que se determinó cerca del 100% de especies registradas (10) versus 10,5 especies esperadas por este estadístico, usando las técnicas de muestreo con redes de arrastre, atarraya, caña de pescar con anzuelos y red mano.

**Figura 3.2.90 Índice de Chao 1 para peces en el área de estudio**

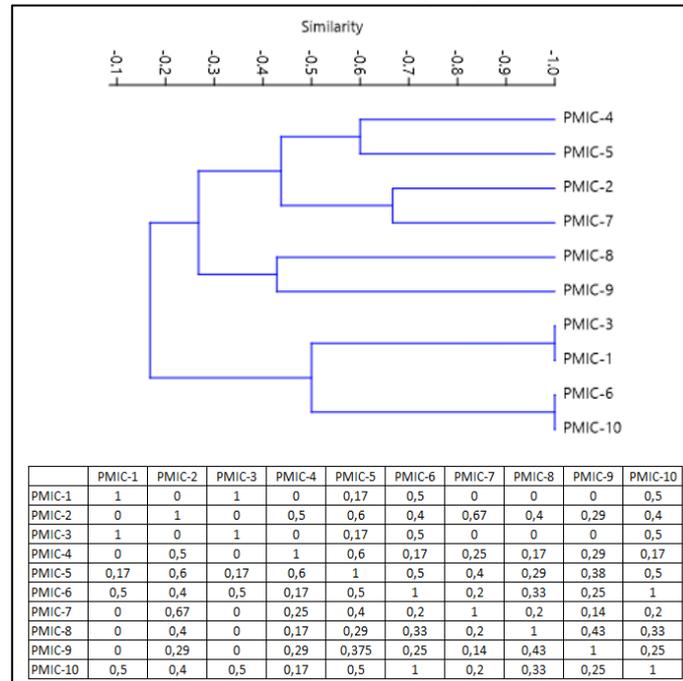


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de similitud de Jaccard

Con base a los 10 puntos muestreados se puede observar que comparten una similitud o similaridad de un 100% entre los PMIC-1 y PMIC-3, seguidos de los puntos PMIC-6 y PMIC-10 que comparten una similitud o similaridad de un 100% también; siendo estos los más destacados (Figura 3.2.91). El resultado de la similitud refleja un alto grado de dinamismo de las comunidades de peces locales, pero también podrían reflejar cambios en las condiciones del medio acuático a causa de la época o algún otro factor.

**Figura 3.2.91 Índice de similitud de Jaccard para peces en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.30.2 Análisis cuantitativo por puntos de muestreo

#### PMIC-1 estero S/N3

En el PMIC-1 se registró un total de tres individuos (abundancia) agrupados en una clase, un orden, dos familias y dos especies (riqueza) de peces. La familia más abundante fue Characidae con dos individuos de la especie *Moenkhausia sanctaefilomenae*. Mientras que, con un individuo se registró a la especie *Hoplias malabaricus* de la familia Erythrinidae. La Tabla 3.2.68 detalla el registro de las especies de peces encontradas.

**Tabla 3.2.68 Peces registrados en PMIC-1**

Clase	Orden	Familia	Especie	PMIC-1	Nombre común	Pi	%Pi
Actinopterygii	Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	1	Guanchiche	0,333	33,33
		Characidae	<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	2	Sardinita	0,666	66,66
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>1</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

Es importante indicar que los pocos registros limitan efectuar una curva de abundancia con solo dos especies; no obstante, en el análisis de abundancia de las especies, se determinó que de los tres individuos capturados, *Moenkhausia sanctaefilomenae* “Sardinita” fue la más abundante al presentar un 66,66% (n=2;  $P_i=0,666$ ); seguida de *Hoplias malabaricus* “Guanchiche” que exhibió un 33,33% (n=1;  $P_i=0,333$ ) del total de individuos presentes en el punto de muestreo.

### Índices de diversidad

Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMIC-1 presenta una paupérrima diversidad, ya que se obtuvo únicamente el registro de tres individuos correspondientes a dos especies.

### PMIC-2 Río Lucas

En el PMIC-2 se registró un total de cinco individuos (abundancia) agrupados en una clase, dos órdenes, dos familias y tres especies (riqueza) de peces. Las familias más abundantes fueron Characidae con dos individuos de la especie *Astyanax bimaculatus*, seguido de la especie *Bujurquina sypilus* de la familia Cichlidae con dos individuos también. Mientras que, con un individuo se registró a la especie *Crenicichla cf. johanna* de la familia Cichlidae. La Tabla 3.2.69, detalla el registro de las especies de peces encontradas.

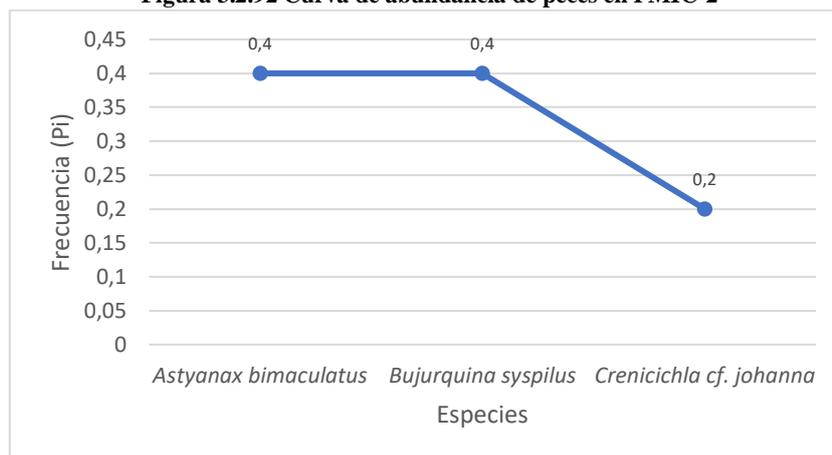
Tabla 3.2.69 Peces registrados en PMIC-2

Clase	Orden	Familia	Especie	PMIC-2	Nombre común	Pi	% Pi
Actinopterygii	Characiformes	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	2	Sardina	0,4	40
	Cichliformes	Cichlidae	<i>Bujurquina sypilus</i>	2	Vieja	0,4	40
			<i>Crenicichla cf. johanna</i>	1	Chuti	0,2	20
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>		<b>1</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de las especies, se determinó que, de los cinco individuos capturados, *Astyanax bimaculatus* “Sardina” con un 40% (n=2;  $P_i=0,4$ ), seguida de *Bujurquina sypilus* “Vieja” con un 40% (n=2;  $P_i=0,4$ ) fueron las más abundantes. Mientras que, *Crenicichla cf. johanna* “Chuti” exhibió un 20% (n=1;  $P_i=0,2$ ) del total de individuos presentes en el punto (Figura 3.2.92).

**Figura 3.2.92 Curva de abundancia de peces en PMIC-2**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMIC-2 presenta una diversidad pobre, ya que se obtuvo únicamente el registro de cinco individuos correspondientes a tres especies.

### PMIC-3 estero S/N4

En el PMIC-3 se registró un total de seis individuos (abundancia) agrupados en una clase, un orden, dos familias y dos especies (riqueza) de peces. Las familias más abundantes fueron Erythrinidae con tres individuos de la especie *Hoplias malabaricus*, seguido de la especie *Moenkhausia sanctaefilomenae* de la familia Characidae con tres individuos también. La Tabla 3.2.70, detalla el registro de las especies de peces encontradas.

**Tabla 3.2.70 Peces registrados en PMIC-3**

Clase	Orden	Familia	Especie	PMIC-3	Nombre común	Pi	% Pi
Actinopterygii	Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	3	Guanchiche	0,5	50
		Characidae	<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	3	Sardinita	0,5	50
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>		<b>1</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

Es importante indicar que los pocos registros limitan efectuar una curva de abundancia con solo dos especies; no obstante, en el análisis de abundancia de las especies, se determinó que de los seis individuos capturados, *Hoplias malabaricus* “Guanchiche” con un 50% (n=3; Pi= 05), seguida de *Moenkhausia sanctaefilomenae* “Sardinita” con un 50% (n=3; Pi= 05) fueron igualmente abundantes del total de individuos presentes en el punto de muestreo.

### Índices de diversidad

Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y

abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMIC-3 presenta una diversidad pobre, ya que se obtuvo únicamente el registro de seis individuos correspondientes a dos especies.

#### PMIC-4 estero S/N2 (estacional)

En el PMIC-4 se registró un total de cuatro individuos (abundancia) agrupados en una clase, dos órdenes, tres familias y tres especies (riqueza) de peces. La familia más abundante fue Characidae con dos individuos de la especie *Astyanax bimaculatus*. Mientras que, con un individuo se registró a la especie *Crenicichla cf. johanna* de la familia Cichlidae y con un individuo también a la especie *Curimatella cf. alburna* de la familia Curimatidae. La Tabla 3.2.71 detalla el registro de las especies de peces encontrados.

**Tabla 3.2.71 Peces registrados en PMIC-4**

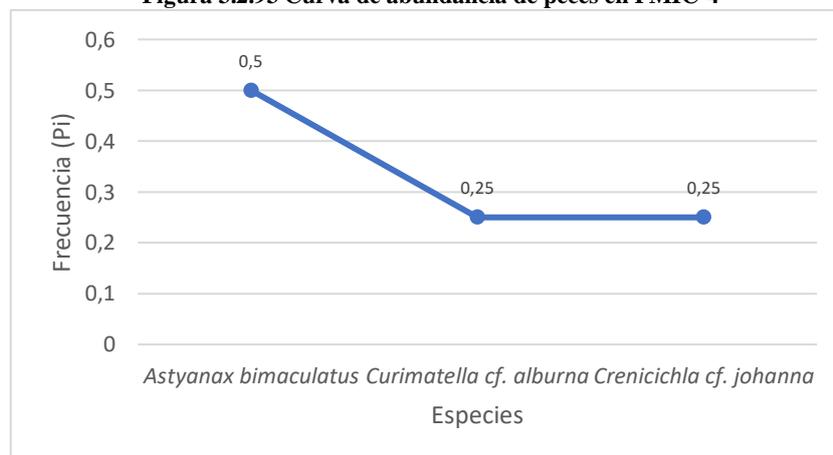
Clase	Orden	Familia	Especie	PMIC-4	Nombre común	Pi	% Pi
Actinopterygii	Characiformes	Curimatidae	<i>Curimatella cf. alburna</i>	1	Boquiche	0,25	25
		Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	2	Sardina	0,5	50
	Cichliformes	Cichlidae	<i>Crenicichla cf. johanna</i>	1	Chuti	0,25	25
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		<b>1</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de las especies, se determinó que de los cuatro individuos capturados, *Astyanax bimaculatus* “Sardina” con un 50% (n=2;  $P_i = 0,5$ ) fue la más abundante. Mientras que, *Curimatella cf. alburna* “Boquiche” con un 25% (n=1;  $P_i = 0,25$ ), seguida de *Crenicichla cf. johanna* “Chuti” con un 25% (n=1;  $P_i = 0,25$ ) fueron más bajas del total de individuos presentes en el punto de muestreo (Figura 3.2.93).

**Figura 3.2.93 Curva de abundancia de peces en PMIC-4**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### Índices de diversidad

Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMIC-4 presenta una diversidad pobre, ya que se obtuvo únicamente el registro de cuatro individuos correspondientes a tres especies.

### PMIC-5 Río Napo

En el PMIC-5 se registró un total de siete individuos (abundancia) agrupados en una clase, dos órdenes, tres familias y cinco especies (riqueza) de peces. La familia más abundante fue Characidae con dos individuos de la especie *Astyanax bimaculatus*, seguida de dos individuos de la especie *Moenkhausia sanctaefilomenae*. Mientras que, con un individuo se registró a las familias restantes. La Tabla 3.2.72 detalla el registro de las especies de peces encontrados.

**Tabla 3.2.72 Peces registrados en PMIC-5**

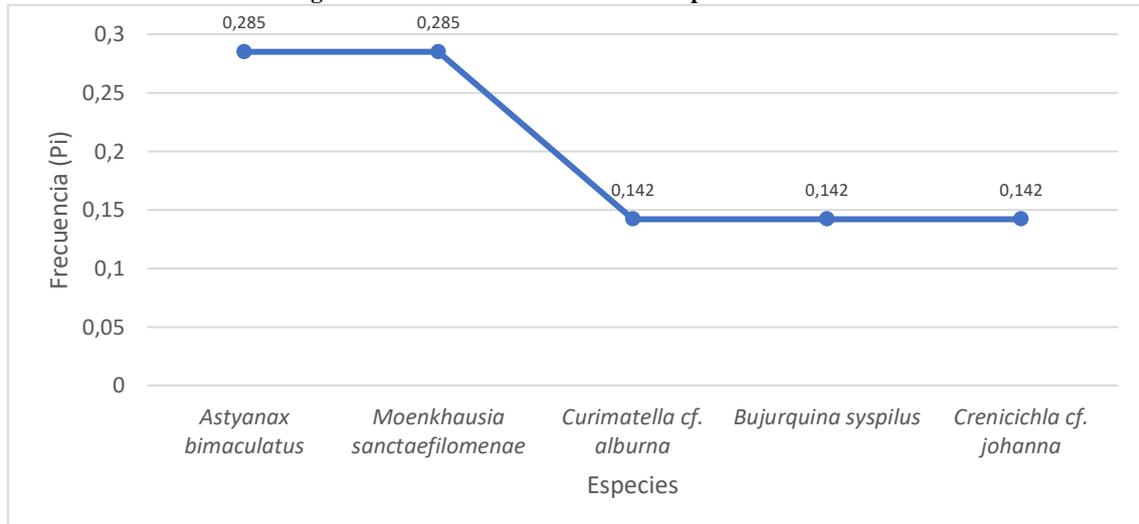
Clase	Orden	Familia	Especie	PMIC-5	Nombre común	Pi	% Pi
Actinopterygii	Characiformes	Curimatidae	<i>Curimatella cf. alburna</i>	1	Boquiche	0,142	14
		Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	2	Sardina	0,285	29
			<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	2	Sardinita	0,285	29
	Cichliformes	Cichlidae	<i>Bujurquina sypilus</i>	1	Vieja	0,142	14
			<i>Crenicichla cf. johanna</i>	1	Chuti	0,142	14
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>		<b>1</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de las especies, se determinó que de los siete individuos capturados, *Astyanax bimaculatus* “Sardina” con un 29% (n=2; Pi= 0,285) seguida de *Moenkhausia sanctaefilomenae* “Sardinita” con un 29% (n=2; Pi= 0,285) fueron las más abundantes. Mientras que, el resto de especies registraron un individuo; es decir, valores de Pi de 0,142 (Figura 3.2.94).

**Figura 3.2.94 Curva de abundancia de peces en PMIC-5**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMIC-5 presenta una diversidad baja, ya que se obtuvo únicamente el registro de siete individuos correspondientes a cinco especies.

### PMIC-6 estero S/N5 (estacional)

En el PMIC-6 se registró un total de 11 individuos (abundancia) agrupados en una clase, dos órdenes, tres familias y cuatro especies (riqueza) de peces. La familia más abundante fue Cichlidae con seis individuos de la especie *Bujurquina sypilus*. Mientras que, con uno a dos individuos se registró a las familias restantes. La Tabla 3.2.73, detalla el registro de las especies de peces encontrados.

**Tabla 3.2.73 Peces registrados en PMIC-6**

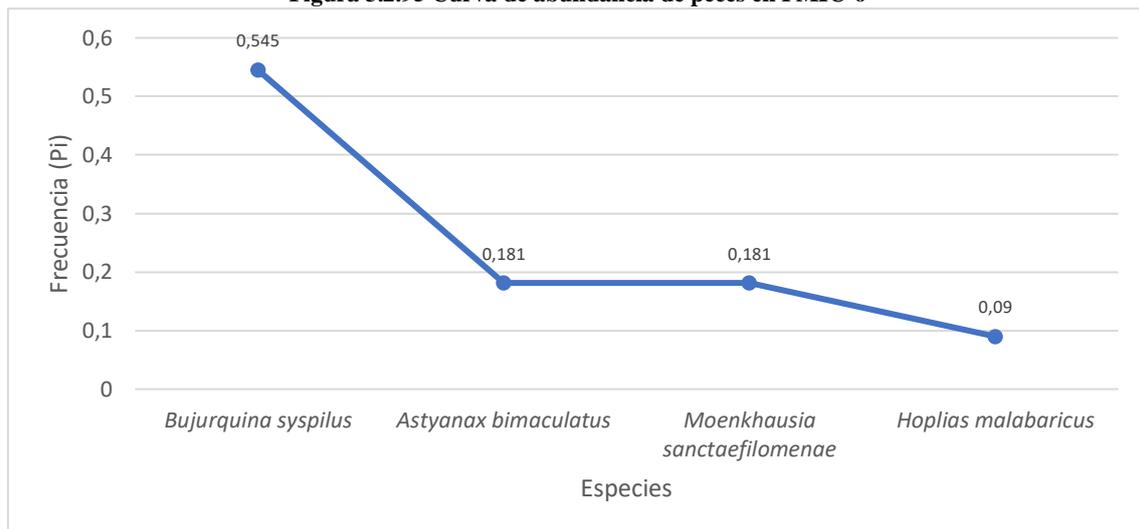
Clase	Orden	Familia	Especie	PMIC-6	Nombre común	Pi	% Pi
Actinopterygii	Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	1	Guanchiche	0,09	9,09
		Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	2	Sardina	0,181	18,18
	<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>		2	Sardinita	0,181	18,18	
	Cichliformes	Cichlidae	<i>Bujurquina sypilus</i>	6	Vieja	0,545	54,54
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>11</b>		<b>1</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de las especies, se determinó que de los 11 individuos capturados, *Bujurquina sypilus* “Vieja” con un 54,54% (n=6; Pi= 0,545) fue la más abundante. Mientras que, el resto de especies registraron de uno a dos individuos; es decir, valores de Pi de 0,181 o inferiores (Figura 3.2.95).

**Figura 3.2.95 Curva de abundancia de peces en PMIC-6**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMIC-6 presenta una diversidad baja, donde resalta una especie dominante *Bujurquina sypilus* (6 ind.) respecto a otras tres especies registradas.

### PMIC-7 Río Lucas

En el PMIC-7 se registró un total de tres individuos (abundancia) agrupados en una clase, un orden, una familia y dos especies (riqueza) de peces. La familia más abundante fue Cichlidae con dos individuos de la especie *Bujurquina sypilus*. Mientras que, con un individuo se registró a la especie *Crenicichla cf. johanna* de la familia Cichlidae. La Tabla 3.2.74, detalla el registro de las especies de peces encontrados.

**Tabla 3.2.74 Peces registrados en PMIC-7**

Clase	Orden	Familia	Especie	PMIC-7	Nombre común	Pi	% Pi
Actinopterygii	Cichliformes	Cichlidae	<i>Bujurquina sypilus</i>	2	Vieja	0,666	66,66
			<i>Crenicichla cf. johanna</i>	1	Chuti	0,333	33,33
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>1</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

Es importante indicar que los pocos registros limitan efectuar una curva de abundancia con solo dos especies; no obstante, en el análisis de la curva de abundancia de las especies, se determinó que de los tres individuos capturados, *Bujurquina sypilus* “Vieja” fue la más abundante al presentar un 66,66% (n=2; Pi= 0,666); seguida de *Crenicichla cf. johanna* “Chuti” que exhibió un 33,33% (n=1; Pi=0,333) del total de individuos presentes en el punto de muestreo.

### Índices de diversidad

Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMIC-7 presenta una diversidad pobre, ya que se obtuvo únicamente el registro de tres individuos correspondientes a dos especies.

### PMIC-8 Río Pimampiro

En el PMIC-8 se registró un total de 10 individuos (abundancia) agrupados en una clase, dos órdenes, dos familias y cuatro especies (riqueza) de peces. La familia más abundante fue Cichlidae con cinco individuos de la especie *Bujurquina sypilus*. Mientras que, con uno a tres individuos se registró a las familias restantes. La Tabla 3.2.75 detalla el registro de las especies de peces encontrados.

**Tabla 3.2.75 Peces registrados en PMIC-8**

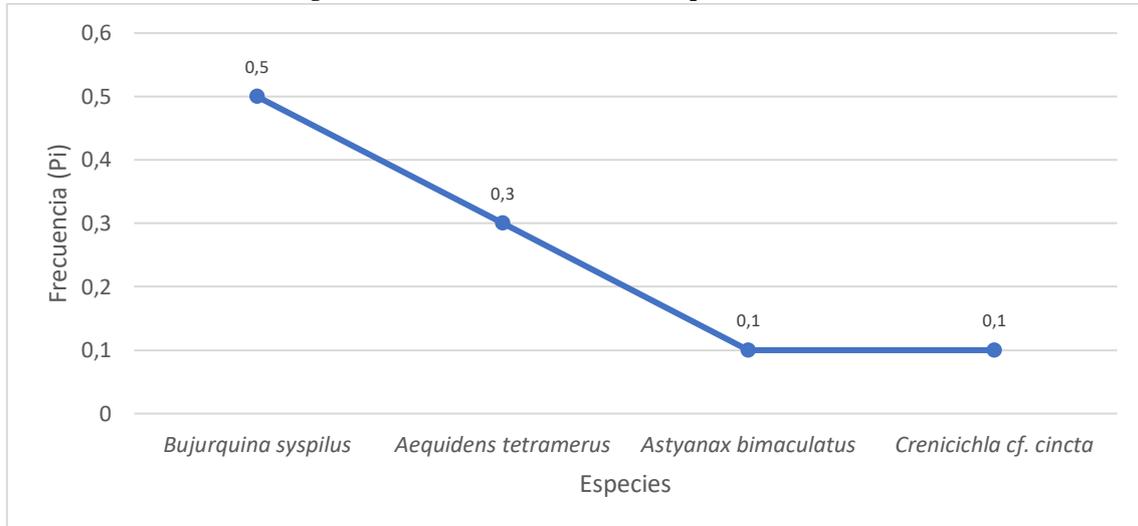
Clase	Orden	Familia	Especie	PMIC-8	Nombre común	Pi	% Pi
Actinopterygii	Characiformes	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	1	Sardina	0,1	10
			<i>Aequidens tetramerus</i>	3	Vieja	0,3	30
	Cichliformes	Cichlidae	<i>Bujurquina sypilus</i>	5	Vieja	0,5	50
			<i>Crenicichla cf. cincta</i>	1	Chuti	0,1	10
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>10</b>		<b>1</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de las especies, se determinó que de los 10 individuos capturados, *Bujurquina sypilus* “Vieja” con un 50% (n=5;  $P_i = 0,5$ ) fue la más abundante. Mientras que, el resto de especies registraron de uno a tres individuos; es decir, valores de  $P_i$  de 0,3 o inferiores (Figura 3.2.96).

**Figura 3.2.96 Curva de abundancia de peces en PMIC-8**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMIC-8 presenta una diversidad baja, ya que se obtuvo únicamente el registro de 10 individuos correspondientes a cuatro especies.

### PMIC-9 estero S/N1

En el PMIC-9 se registró un total de nueve individuos (abundancia) agrupados en una clase, dos órdenes, cuatro familias y seis especies (riqueza) de peces. La familia más abundante fue Characidae con tres individuos de la especie *Astyanax bimaculatus*. Mientras que, con uno a dos individuos se registró a las familias restantes. La Tabla 3.2.76, detalla el registro de las especies de peces encontrados.

**Tabla 3.2.76 Peces registrados en PMIC-9**

Clase	Orden	Familia	Especie	PMIC-9	Nombre común	$P_i$	% $P_i$
Actinopterygii	Characiformes	Curimatidae	<i>Curimatella cf. alburna</i>	1	Boquiche	0,111	11,11
		Lebiasinidae	<i>Pyrrhulina semifasciata</i>	1	Sardina	0,111	11,11
		Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	3	Sardina	0,333	33,33
			<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>	2	Sardina	0,222	22,22
	Cichliformes	Cichlidae	<i>Aequidens tetramerus</i>	1	Vieja	0,111	11,11
			<i>Bujurquina sypilus</i>	1	Vieja	0,111	11,11

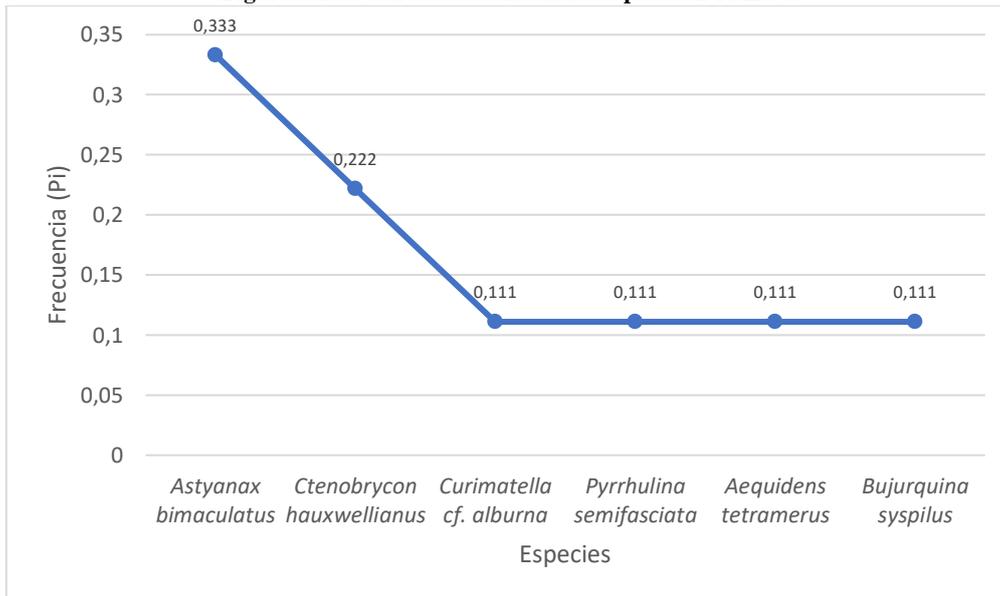
Clase	Orden	Familia	Especie	PMIC-9	Nombre común	Pi	% Pi
1	2	4	6	9		1	100%

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de las especies, se determinó que de los nueve individuos capturados, *Astyanax bimaculatus* “Sardina” con un 33,33% (n=3;  $P_i = 0,333$ ) fue la más abundante. Mientras que, el resto de especies registraron de uno a dos individuos; es decir, valores de  $P_i$  de 0,222 o inferiores (Figura 3.2.97).

Figura 3.2.97 Curva de abundancia de peces en PMIC-9



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMIC-9 presenta una diversidad baja, ya que se obtuvo únicamente el registro de nueve individuos correspondientes a seis especies.

### PMIC-10 Río Huamayacu

En el PMIC-10 se registró un total de 45 individuos (abundancia) agrupados en una clase, dos órdenes, tres familias y cuatro especies (riqueza) de peces. La familia más abundante fue Characidae con 23 individuos de la especie *Moenkhausia sanctaefilomenae*. Mientras que, con uno a 15 individuos se registró a las familias restantes. La Tabla 3.2.77, detalla el registro de las especies de peces encontrados.

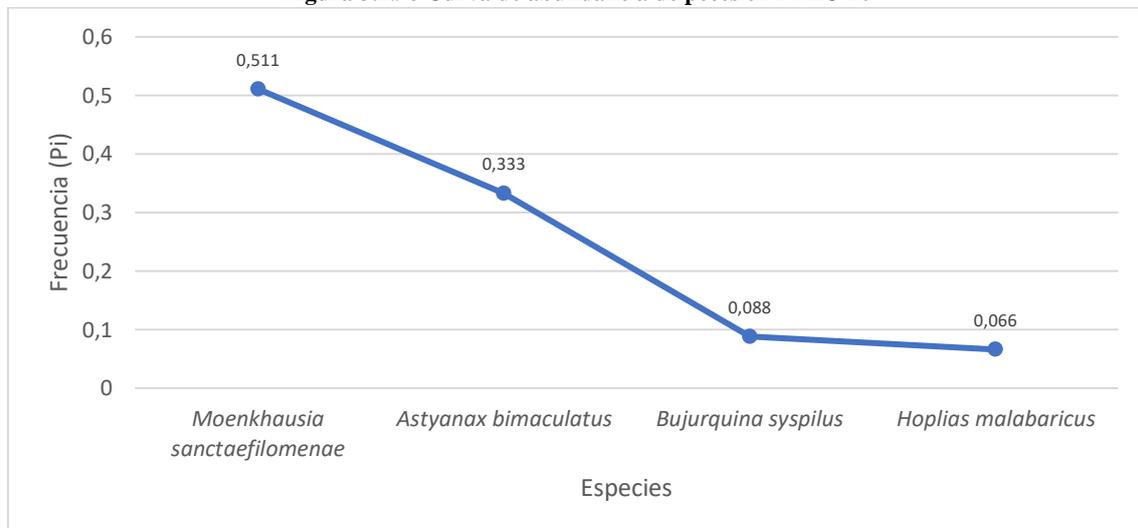
**Tabla 3.2.77 Peces registrados en PMIC-10**

Clase	Orden	Familia	Especie	PMIC-10	Nombre común	Pi	% Pi
Actinopterygii	Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	3	Guanchiche	0,066	6,666
		Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	15	Sardina	0,333	33,33
			<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	23	Sardinita	0,511	51,11
	Cichliformes	Cichlidae	<i>Bujurquina sypilus</i>	4	Vieja	0,088	8,888
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>45</b>		<b>1</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de las especies, se determinó que de los 45 individuos capturados, *Moenkhausia sanctaefilomenae* “Sardinita” con un 51,11% (n=23; Pi= 0,511) fue la más abundante. Mientras que el resto de especies registraron de uno a 15 individuos; es decir, valores de Pi de 0,333 o inferiores (Figura 3.2.98).

**Figura 3.2.98 Curva de abundancia de peces en PMIC-10**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMIC-10 presenta una diversidad baja, donde resalta una especie dominante *Moenkhausia sanctaefilomenae* (23 ind.) respecto a otras tres especies registradas.

#### 3.2.7.30.3 Aspectos ecológicos

Las comunidades ícticas se ven determinadas por el funcionamiento del ecosistema donde viven. La biología y actividad de los peces, que a su vez depende de la abundancia de las poblaciones y del nivel trófico del sistema que ocupan, modifica los patrones de funcionamiento de las comunidades de organismos acuáticos (Granado, 2002).

Se suele considerar que el alimento de los peces proviene de dos fuentes: una autóctona, que depende de la productividad acuática y se origina en las plantas acuáticas, bien sea algas o plantas

superiores y en las cadenas tróficas que se derivan de éstas; y, otra de origen externo o alóctono, que se deriva de los ecosistemas terrestres circundantes (bosques ribereños) y termina siendo aportada al medio acuático (Galvis, y otros, 2006).

Con base en lo antes mencionado, en los 10 puntos de muestreo de la ictiofauna se encontraron Characiformes y Cichliformes carnívoros, omnívoros y detritívoros.

### Nicho trófico

Para determinar la composición trófica de la ictiofauna de los cuerpos de agua muestreados, se usó bibliografía correspondiente a hábitos alimenticios de las especies de peces encontradas o taxas afines para establecer los gremios tróficos (Tabla 3.2.78).

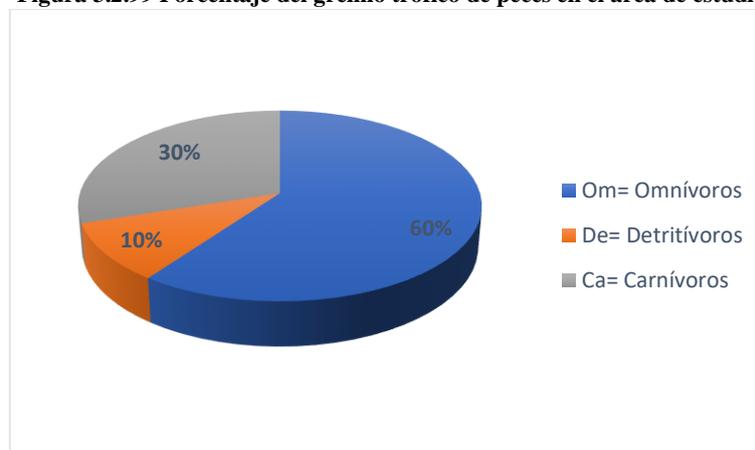
**Tabla 3.2.78 Nicho trófico de los peces en el área de estudio**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nicho trófico
Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Guanchiche	Carnívora
	Curimatidae	<i>Curimatella cf. alburna</i>	Boquiche	Detritívoro
	Lebiasinidae	<i>Pyrrhulina semifasciata</i>	Sardina	Omnívoro
	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	Sardina	Omnívoro
		<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>	Sardina	Omnívoro
		<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	Sardinita	Omnívoro
Cichliformes	Cichlidae	<i>Aequidens tetramerus</i>	Vieja	Omnívoro
		<i>Bujurquina sypsilus</i>	Vieja	Omnívoro
		<i>Crenicichla cf. cincta</i>	Chuti	Carnívoro
		<i>Crenicichla cf. johanna</i>	Chuti	Carnívoro
<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>		

Elaborado por: COSTECAM, 2020

De las 10 especies de peces registradas en los 10 puntos de muestreo, seis especies son omnívoras y representan un 60%; seguidas de tres especies carnívoras con el 30% y una especie detritívora con el 10% (Figura 3.2.99).

**Figura 3.2.99 Porcentaje del gremio trófico de peces en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

La mayoría de las especies de peces registradas son omnívoras, es decir se alimentan de todo lo disponible en el medio acuático como: macroinvertebrados, crustáceos, perifiton, plantas acuáticas, etc.; por lo tanto, se puede notar que los ambientes acuáticos evaluados ofrecen una buena oferta de recursos para las especies, pero también evidencian que el ecosistema acuático es

alterado, ya que existe un dominio en especies omnívoras sobre otros nichos tróficos más especializados.

### Especies en categoría de amenaza (UICN, NACIONAL, CITES)

Según la UICN (2019), ocho especies representadas poseen la categoría de No Evaluado (NE), a excepción de las especies *Bujurquina sypsilus* y *Crenicichla cf. cincta* que presentan la categoría de Preocupación Menor (LC). Para la Lista Roja Nacional (2019) se registraron 10 especies que poseen la categoría de No Evaluado (NE); mientras que, para CITES (2019) ninguna de las 10 especies registradas aplica (Tabla 3.2.79).

**Tabla 3.2.79 Estado de conservación de los peces en el área de estudio**

Clase	Orden	Familia	Especie	Estado de conservación			Puntos de muestreo
				UICN (2019)	CITES	LISTA ROJA NACIONAL (2019)	
Actinopterygii	Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	NE	N/A	NE	PMIC-1, PMIC-3, PMIC-6 y PMIC-10
		Curimatidae	<i>Curimatella cf. alburna</i>	NE	N/A	NE	PMIC-4, PMIC-5 y PMIC-9
		Lebiasinidae	<i>Pyrrhulina semifasciata</i>	NE	N/A	NE	PMIC-9
		Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	NE	N/A	NE	PMIC-2, PMIC-4, PMIC-5, PMIC-6, PMIC-8, PMIC-9 y PMIC-10
			<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>	NE	N/A	NE	PMIC-9
			<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	NE	N/A	NE	PMIC-1, PMIC-3, PMIC-5, PMIC-6 y PMIC-10
	Cichliformes	Cichlidae	<i>Aequidens tetramerus</i>	NE	N/A	NE	PMIC-8 y PMIC-9
			<i>Bujurquina sypsilus</i>	LC	N/A	NE	PMIC-2, PMIC-5, PMIC-6, PMIC-7, PMIC-8, PMIC-9 y PMIC-10
			<i>Crenicichla cf. cincta</i>	LC	N/A	NE	PMIC-8

Clase	Orden	Familia	Especie	Estado de conservación			Puntos de muestreo
				UICN (2019)	CITES	LISTA ROJA NACIONAL (2019)	
			<i>Crenicichla cf. johanna</i>	NE	N/A	NE	PMIC-1, PMIC-4, PMIC-5 y PMIC-7
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>				

**SIMBOLOGÍA: UICN (2019):** No Evaluado (NE), Datos Deficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En peligro de Extinción (EN), En Peligro Crítico (CR), Extinto en la naturaleza (EW) y Extinto (EX).

**CITES:** No Aplica (N/A).

**LISTA ROJA NACIONAL DE PECES (2019):** No Evaluado (NE), Datos Deficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En peligro de Extinción (EN), En Peligro Crítico (CR), Extinto en la naturaleza (EW) y Extinto (EX).

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Distribución vertical de las especies

Las especies *Hoplias malabaricus*, *Pyrrhulina semifasciata*, *Moenkhausia sanctaefilomenae* y *Aequidens tetramerus* se encuentran en el estrato superficial de la columna de agua. Mientras que, *Curimatella cf. alburna*, *Astyanax bimaculatus*, *Ctenobrycon hauxwellianus* y *Bujurquina sypilus* se encuentran en el estrato medio de la columna de agua, alimentándose de fango, frutos podridos, hojas caídas, insectos o carroña (hábitos carnívoros, omnívoros y detritívoros).

Finalmente, *Crenicichla cf. cincta* y *Crenicichla cf. johanna* son de estrato bentónico, se adhieren al sustrato pedregoso y al fondo. Sus características morfológicas son adaptadas al tipo de ecosistema en donde se desarrollan, pues la presencia de corrientes rápidas y pendientes pronunciadas que se conforman en el fondo del cauce de los ríos, les han obligado a adaptarse a estas adversidades y desarrollarse adecuadamente.

### Especies Indicadoras

Dentro del muestreo realizado se determinó que las especies *Astyanax bimaculatus* y *Bujurquina sypilus* son las que mayor frecuencia de ocurrencia presentan en los 10 cuerpos de agua evaluados, todos expuestos a descargas provenientes de diversas actividades antrópicas. Desde el punto de vista costo-efectividad, la selección de estas especies puede focalizar el seguimiento en los cuerpos de agua más próximos a los sitios de intervención por la implantación y operación de plataformas del proyecto y de cuerpos de agua de mayor envergadura que se extienden en una mayor amplitud en la zona de influencia del proyecto.

La Tabla 3.2.80 detalla el tipo de hábitat al cual se restringen las especies de peces indicadores seleccionados para el presente estudio.

**Tabla 3.2.80 Peces indicadores de hábitat en el área de estudio**

Especie	Nombre común	Criterio de selección	Hábitat
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Sardina	Frecuencia de ocurrencia en siete de 10 sitios: PMIC-2,	Es una especie forrajera, que sirve de alimento a peces de mayor tamaño. Habita en ríos, riachuelos y lagunas, bien adaptadas para vivir tanto en aguas

Especie	Nombre común	Criterio de selección	Hábitat
		PMIC-4, PMIC-5, PMIC-6, PMIC-8, PMIC-9, PMIC-10	correntosas como estancadas. Se alimenta de insectos, larvas, algas, zooplancton, detritus, escamas de peces, semillas y material vegetal. Es una especie migratoria, Considerada como oportunista, ya que es atraída por la actividad de alimentación de otros peces. Posee potencial ornamental por su color llamativo y su comportamiento pacífico y gregario.
<i>Bujurquina sypilus</i>	Vieja	Frecuencia de ocurrencia en siete de 10 sitios: PMIC-2, PMIC-5, PMIC-6, PMIC-7, PMIC-8, PMIC-9, PMIC-10	Viven principalmente en el interior del bosque. Los miembros del género <i>Bujurquina</i> son de hábitos omnívoros, alimentándose de peces, invertebrados acuáticos y terrestres, material vegetal, algas y detritos. Son muy adaptables y su dieta varía según la disponibilidad de alimento en cada temporada. Son altamente demandados como peces ornamentales debido a sus atractivos colores y es popular en la pesca de subsistencia.

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Sensibilidad de las Especies

Todas las especies de peces presentan algún grado de sensibilidad a los cambios de los cuerpos de agua, sin embargo en este muestreo no se registró ninguna especie de sensibilidad alta. Por otra parte, siete especies presentan sensibilidad media, debido a que son más tolerantes a alteraciones provocadas en el ambiente acuático asociado a las actividades antrópicas. Finalmente, tres especies son de sensibilidad baja porque se considera que son adaptadas a la contaminación (Tabla 3.2.81).

Tabla 3.2.81 Sensibilidad de los peces en el área de estudio

Especie	Sensibilidad			Criterio
	Alta	Media	Baja	
<i>Hoplias malabaricus</i>			X	Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica
<i>Curimatella cf. alburna</i>		X		Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica
<i>Pyrrhulina semifasciata</i>		X		Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica
<i>Astyanax bimaculatus</i>			X	Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica
<i>Ctenopoma huxwellianus</i>		X		Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>		X		Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica
<i>Aequidens tetramerus</i>		X		Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica
<i>Bujurquina sypilus</i>			X	Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica

Especie	Sensibilidad			Criterio
	Alta	Media	Baja	
<i>Crenicichla cf. cincta</i>		X		Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica
<i>Crenicichla cf. johanna</i>		X		Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica
<b>10</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Especies endémicas

Son aquellas que habitan en un determinado sitio o región y que no están presentes fuera del mismo. En el actual estudio no se registró ninguna especie endémica regional.

### Especies migratorias

Las especies ícticas registradas en la zona de estudio presentan exclusivamente migraciones locales que se basan principalmente en movimientos dentro de la columna de agua en busca de alimento. Mientras en la época de desove la gran mayoría de las hembras se movilizan a ciénagas y afluentes, como consecuencia de la protección ofrecida por la vegetación acuática y también porque las larvas se alimentan del zooplankton abundante en este medio ambiente (Nugra F., 2018).

### Especies sugeridas para futuros monitoreos

Se ve necesario mantener a las especies *Hoplias malabaricus*, *Curimatella cf. alburna*, *Pyrrhulina semifasciata*, *Astyanax bimaculatus*, *Ctenobrycon hauxwellianus*, *Moenkhausia sanctaefilomenae*, *Aequidens tetramerus*, *Bujurquina sypilus*, *Crenicichla cf. cincta* y *Crenicichla cf. johanna* ya que son las especie que más individuos y frecuencia presentan, además de tener una sensibilidad baja-media, lo que se podría relacionar ampliamente con las condiciones medianamente favorables en algunos de los cuerpos de agua existentes en la zona.

### Uso del Recurso

Es conocida la importancia de los peces como una fuente de proteína animal; durante el levantamiento de información se platicó con los pobladores de la zona, quienes manifestaron que realizan actividades de pesca de forma eventual, empleando como arte de pesca anzuelos, obteniendo los peces para su consumo personal. En general, los cuerpos de agua son utilizados como fuente de agua para la hidratación del ganado, riego, etc.

**Tabla 3.2.82 Uso de los peces en el sector**

Especie	Nombre común	Uso
<i>Hoplias malabaricus</i>	Guanchiche	Alimento
<i>Curimatella cf. alburna</i>	Boquiche	Alimento
<i>Pyrrhulina semifasciata</i>	Sardina	
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Sardina	
<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>	Sardina	

Especie	Nombre común	Uso
<i>Moenkhausia sanctaeflomenae</i>	Sardinita	
<i>Aequidens tetramerus</i>	Vieja	Alimento
<i>Bujurquina sypilus</i>	Vieja	Alimento
<i>Crenicichla cf. cincta</i>	Chuti	
<i>Crenicichla cf. johanna</i>	Chuti	
<b>10</b>		

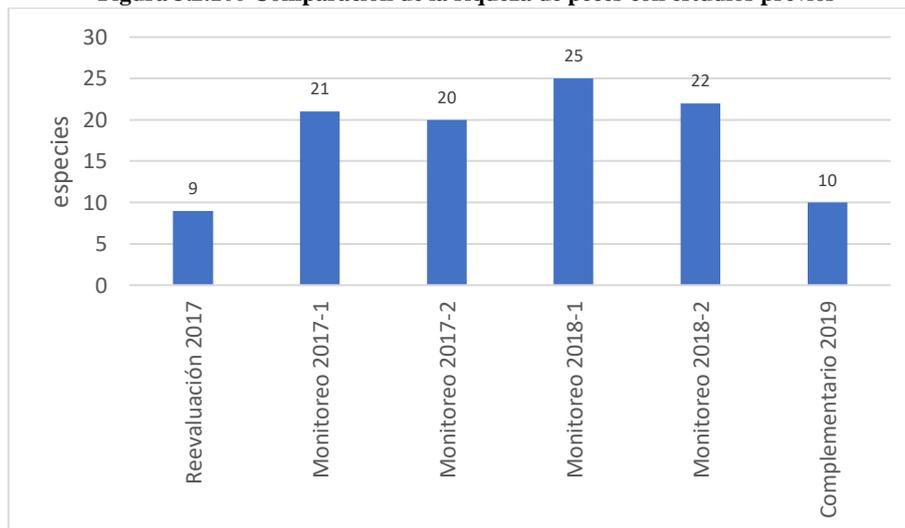
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.30.4 Comparación con estudios previos

#### Diversidad

La riqueza de especies determinada para el área de proyecto a través de seis estudios (en el que se incluye el presente estudio complementario) evidencia una variabilidad en la presencia de especies probablemente asociada a la temporada menos lluviosa y la dominada por lluvias intensas. El monitoreo biótico del primer semestre registró la mayor riqueza de especies; mientras que los demás monitoreos bióticos (realizados en 2017 y parcialmente en 2018) evidencian poca variabilidad en el número de especies. Los registros más bajos en riqueza de especies corresponden al estudio de reevaluación 2017 (donde se evaluó cinco cuerpos de agua) y el presente estudio complementario con nueve y 10 especies para 10 sitios de muestreo, respectivamente (Figura 3.2.100).

**Figura 3.2.100 Comparación de la riqueza de peces con estudios previos**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Se prevé un bajo impacto acumulativo sobre las comunidades de peces por efecto de la implantación del DDV y plataforma MDC60 y ampliación de la plataforma MDC16, estas actividades pueden interactuar con los efectos que provoca la operación de la plataforma MDC20 desde años anteriores, ya que esta se localiza en el área de influencia del proyecto propuesto. La acumulación de impactos obedece a que la implantación del DDV y plataforma MDC60, así como por la ampliación de la plataforma MDC16 pueden incrementar la alteración de las condiciones físico químicas del ecosistema acuático por un mayor volumen de descargas asociadas a la construcción y operación, lo que también puede implicar un mayor nivel de presión en la calidad del hábitat de especies bentónicas y una alteración sustancial del recurso agua por derrame

hibrocarbúrico, ante una posible contingencia. Las especies registradas en un cuerpo cercano a la plataforma MDC20 en la Revaluación MDC (2017) registró únicamente a tres especies versus tres especies identificadas en un estero contiguo al sitio destinado para la adecuación del DDV que conducirá a la plataforma MDC60 y cuatro especies registradas en un cuerpo de agua junto a la plataforma MDC16.

### 3.2.7.30.5 Conclusiones

- En toda el área del proyecto se registró 10 especies de peces representa una mínima muestra de la fauna reportada en el piso zoogeográfico Tropical Oriental con un 1,45% de representatividad sobre las 691 especies existentes en este piso; y a su vez con el 1,05% de la ictiofauna de agua dulce e intermareales del Ecuador (n= 948 spp). En la estructura de la comunidad de peces, se pudo determinar que especies generalistas son las más abundantes, por lo tanto, reflejan una significativa alteración en la comunidad y en el ecosistema acuático, a consecuencia de continuos impactos por el desarrollo de cultivos, deforestación, ganadería, agricultura, asentamientos de poblaciones humanas cercanas a los cuerpos de agua y desarrollo de proyectos extractivos.
- Desde un punto de vista estadístico, se determinó dominancia de especies para el área de estudio, lo que también confirma el grado de alteración en la comunidad de peces a consecuencia de los cambios o alteración existente en todos los cuerpos de agua; esta consideración es muy evidente en el punto de muestreo PMI-10 (Río Huamayacu) que, por ser uno de los cuerpos de agua más amplio y bien extendido, recibe descargas de diferentes poblados y de diferentes actividades, lo que ha ocasionado que existan dos especies (*Moenkhausia sanctaefilomenae* y *Astyanax bimaculatus*) que concentran la mayor cantidad de individuos en relación a otras dos especies con un número de individuos marcadamente inferior; esto evidencia que estas dos especies son las mejor adaptadas al ecosistema acuático alterado. Otros cuerpos de agua más pequeños en amplitud (esteros) parecen mantener mejores comunidades de peces, pero esto no cambia la inferencia de las pobres condiciones ecológicas del ecosistema acuático.
- Las especies dominantes fueron *Moenkhausia sanctaefilomenae* “Sardinita” se encuentra presente en PMIC-1 (estero S/N3) MDC60, PMIC-3 (estero S/N4) y PMIC-10 MDC60 (Río Huamayacu); *Astyanax bimaculatus* “Sardina” se localizan en PMIC-2 MDC60 (Río Lucas), PMIC-4 MDC60 (estero S/N2), PMIC-5 MDC60 (Río Napo), PMIC-9 MDC60 (estero S/N1); *Bujurquina sypilus* “Vieja” en PMIC-6 MDC16 (estero S/N5) PMIC-7 MDC3 (Río Lucas), PMIC-8 Sureste MDC16 (Río Pimampiro), los sitios mencionados se encuentran de manera contigua a remanentes de bosque secundario, zonas de cultivos y pastizal.
- Al observar la curva de acumulación, está se encuentra poco a poco acercándose a alcanzar la asíntota, se evidencia un muestreo consistente con el esfuerzo destinado al levantamiento de información de peces. La cantidad de puntos de muestreo y técnicas de estudio son consistentes con los resultados obtenidos por el estimador de Chao 1, lo que soporta que las inferencias realizadas sobre la comunidad de peces y condiciones del ecosistema acuáticos son cercanos a la realidad, en el momento y sitios caracterizados. En el análisis de la diversidad beta, se determinó una similitud en las especies de peces entre cuatro sitios evaluados cuantitativamente; por lo tanto, se trata de una misma comunidad; y por otra parte, las diferencias entre un sitio y otro pueden tener un asidero con el nivel de impacto existente sobre el ecosistema acuático.
- Las poblaciones ícticas características de esta zona han desarrollado estructuras, hábitos alimenticios y varios aspectos ecológicos adaptados a este tipo de hábitat para así

aprovechar de mejor manera los recursos existentes en este tipo de sistemas. Las especies registradas demuestran una fuerte vinculación y el importante rol de la vegetación de la ribera con las comunidades ícticas, al proporcionar refugio y fuente de ingreso alimenticio, es decir se alimentan de todo lo disponible en el medio acuático como: macroinvertebrados, crustáceos, perifiton, plantas acuáticas, etc.; por lo tanto, se puede notar que los ambientes acuáticos evaluados ofrecen una buena oferta de recursos para las especies, pero también evidencian que el ecosistema acuático es alterado, ya que existe un dominio en especies omnívoras sobre otros nichos tróficos más especializados.

- La fauna íctica está constituida principalmente por especies comunes en el área de estudio, las cuales se han adaptado a alteraciones de su hábitat, en su mayoría de especies están catalogadas con una sensibilidad media y baja, por sus requerimientos moderadamente aceptables de la calidad de agua y niveles de oxígeno tolerantes para desarrollarse, esto denota aún que el estado de conservación de los cuerpos de agua poco a poco se va deteriorando.
- Respecto a la categoría de amenaza la mayoría de especies no se encuentran evaluadas, si embargo solo dos especies *Bujurquina sypilus*, *Crenicichla cf. Cincta* están evaluadas como preocupación menor (LC) esto quiere decir que las especies comunes y de amplia distribución.
- Al considerar las especies de peces que se han encontrado en el presente estudio, las cuales corresponden a especies ícticas generalistas y que se han adaptado a las condiciones biológicas y características físico-químicas existentes de los cuerpos de agua. Estas características físico-químicas de los cuerpos de agua están influenciadas por la presencia de varias actividades antrópicas, como son la agricultura y la presencia de comunidades. Cuando se realizó el análisis de los cuerpos de agua, el parámetro que estuvo fuera de los límites máximos permisibles fue el DQO, lo que indica que existe una alta cantidad de materia orgánica en estos cuerpos de agua, lo cual puede ser el resultado de la presencia de las actividad antrópicas mencionadas. El hecho que el DQO esté alto, indica que estos cuerpos de agua presentan un nivel de alteración, y que las especies ícticas registradas poseen características que les han permitido adaptarse a estas condiciones y mantener sus poblaciones. Por tal motivo, las especies *Moenkhausia sanctaefilomenae* y *Astyanax bimaculatus*, son las que presentaron la mayor cantidad de individuos y estas especies, al parecer, son las que están mejor adaptadas a las condiciones existentes. Es importante indicar, que en los análisis realizados, el parámetro relacionado a la presencia de hidrocarburos en los cuerpos de agua, no presentó valores superiores a los límites máximos permisibles, lo que indica que aunque existe una afectación en el área por la actividad petrolera, no es la única que causa impactos.
- De acuerdo a información de registros anteriores, el presente estudio tiene una menor riqueza de especies, lo que evidencia que los impactos generados por las actividades antrópicas en la zona han afectado cambios a los hábitats en estos bosques tropicales. En otro ámbito, se determinó impactos acumulativos que se relacionan con la alteración de las condiciones físico-químicas del ecosistema acuático por un mayor volumen de descargas asociadas a la construcción y operación del proyecto, lo que también puede implicar un mayor nivel de presión en la calidad del hábitat de especies bentónicas y una alteración sustancial del recurso agua por derrame hidrocarbúrico, ante una posible contingencia.

### 3.2.7.31 Macroinvertebrados acuáticos

El monitoreo de la calidad del agua incorpora el uso de organismos como base para la detección de contaminación. Los macroinvertebrados bentónicos son ampliamente utilizados como bioindicadores (Resh, 2008), porque evidencian las condiciones de los ríos y su colecta es fácil y no requiere equipos costosos (Alba-Tercedor, 1996); debido a que son sésiles o con limitada capacidad de desplazamiento que les impide escapar de la contaminación (Gaufin, 1973). Adicionalmente, grupos de macroinvertebrados exhiben diferentes grados de tolerancia a la contaminación, lo que permite utilizarlos exitosamente como indicadores de la calidad del agua (Fong y Nou, 2001).

La estructura de las comunidades lólicas, en general, están controladas por muchos factores como: interacciones abióticas entre especies (depredación, competencia, parasitismo, etc.), como también por factores abióticos (temperatura, velocidad del agua, descarga, etc.) (Townsend, 1989; Poff, 1992; Death & Winterbourn, 1995; Ramírez & Pringle, 1998; Miserendino, 2001).

Para el estudio de macroinvertebrados acuáticos, se estudiaron 10 puntos de muestreo, en los cuales se analizaron parámetros de riqueza, abundancia, diversidad y estado de conservación. La colecta de macroinvertebrados acuáticos se la realizó mediante la técnica de colección con Red de patada o “kicknet”.

### 3.2.7.32 Sitios de muestreo

El monitoreo biótico se desarrolló en 10 cuerpos de agua dentro del área de influencia del proyecto. Se utilizó la metodología de Red de patada o “kicknet”, ya que todos los cuerpos de agua muestreados presentaron aguas profundas (Roldán, 2003). Se realizaron transectos de 100 m, procurando realizar caminatas para escoger los sitios más apropiados para el muestreo y en donde se identifiquen los diversos hábitats para poder obtener un análisis completo de los cuerpos de agua.

En la Tabla 3.2.83, se presentan los sitios de muestreo establecidos dentro del área de influencia del proyecto, incluyendo los datos más relevantes en cuanto a su ubicación geográfica y características de cada zona valorada.

**Tabla 3.2.83 Sitios de muestreo de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio**

Fecha	Sitio de muestreo	Código	Cuerpo de agua	COORDENADAS UTM WGS84-18S		Altitud ms.n.m	Descripción
				X	Y		
03/Dic	MDC70 Plataforma 70	PMB-1	Estero s/n3	298165	9960945	268	Estero de 3 a 6 m de ancho y 0,80 a 1 m de profundidad, agua turbia, sin orilla, sustrato hojarasca y fango, sin corriente, vegetación riparia, cultivo de plátano, cacao y café.
03/Dic	MDC70 Plataforma 70	PMB-2	Rio Lucas	298572	9961474	263	De 0,30 a 2,5 m de ancho y de profundidad 0,30 a 0,80 cm, corriente moderada, color turbio, sustrato hojarasca y lodo, sin orilla, bosque muy intervenido cerca de pastizales. 50m de la carretera.

Fecha	Sitio de muestreo	Código	Cuerpo de agua	COORDENADAS UTM WGS84-18S		Altitud ms.n.m	Descripción
				X	Y		
03/Dic	MDC80 Plataforma 80	PMB-3	Estero s/n4	297512	9958881	265	Estero de 0,30 a 0,60 cm de ancho y 0,80 de profundidad, sin orilla, semitransparente, sin flujo, sustrato fango y lodo, dentro de un cultivo de palmas. Se encuentra a 100 m de la carretera.
03/Dic	MDC60 Plataforma 60	PMB-4	Estero s/n2 (estacion al)	297377	9953777	267	Estero de 1 m de ancho y 0,30 cm de profundidad, color transparente, sustrato hojarasca, sin corriente, sin orilla, bosque intervenido rodeado de palmas
04/Dic	MDC60 Plataforma 60	PMB-5	Rio Napo	297464	9952065	258	Ancho de 70 a 100 m, profundidad de 1 a 15 m, color turbio color café debido a la sedimentación, flujo moderado sin orilla, corriente lenta, sustrato arenoso-lodoso. Se encuentra junto a la desembocadura del Río Yanayacu, presencia de vegetación intervenida guabilla, platanillo, vegetación ribereña nativa, conformada por arbustos y árboles, constante lluvia durante el muestreo.
04/Dic	MDC16 Plataforma 16 (Ampliación)	PMB-6	Estero s/n5 (estacion al)	297335	9955969	278	Cuerpo de agua estacional, Ancho de 1 a 2m, profundidad de 0,30 a 0,50 cm, abundante sedimento, color semitransparente, sin flujo, mal olor, sin orilla, sustrato lodo y abundante hojarasca, bosque intervenido rodeado de vegetación de ribera.
04/Dic	MDC3 Plataforma 3	PMB-7	Rio Lucas	298602	9959595	274	De 1 m de ancho y 0,50 a 1 m de profundidad, agua cristalina y semicristalina, corriente baja a moderada, sustrato fango y hojarasca, sin orilla y sin olor, bosque intervenido rodeado de palmas. Se presume que en el cuerpo de agua se arrojó algún tipo de químico o sustancia ya que se encontró peces muertos.

Fecha	Sitio de muestreo	Código	Cuerpo de agua	COORDENADAS UTM WGS84-18S		Altitud ms.n.m	Descripción
				X	Y		
05/Dic	Sureste MDC16	PMB-8	Rio Pimampiro	298291	9955575	256	De 6 a 8 m de ancho y 2 m de profundidad, agua turbia, sin orilla, abundante sedimento y hojarasca, flujo lento, vegetación circundante: vegetación ribereña nativa bosque intervenido y abundante ortiga. Ubicado cerca de un bosque secundario y extensiones de pastizales.
05/Dic	MDC60 Plataforma Nueva	PMB-9	Estero s/n1	297743	9952824	271	Estero de 5 a 6 m de ancho y profundidad de 0,50 a 1 m, color turbio, corriente lenta sin orilla, sustrato fango y hojarasca, bosque secundario, guarumo, platanillo, helechos
06/Dic	MDC60 Plataforma Nueva	PMB-10	Rio Huamaya cu	297183	9952258	250	De 25 m de ancho y 2 a 4m de profundidad, color turbio, sustrato arena-fango, sin orilla, flujo lento (navegable), vegetación intervenida.

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.33 Metodología

#### 3.2.7.33.1 Muestreo cuantitativo

##### **Captura en Red de patada (kicknet)**

Existe una diversidad de formas para recolectar macroinvertebrados acuáticos. La selección de los métodos varía según el tipo de estudio, el cuerpo de agua, hábitat de interés, entre otros. Por ello, es importante conocer las ventajas y limitaciones de los diferentes métodos. Al momento de valorar el estado ecológico de los ríos se establece que los métodos utilizados deben garantizar que la información suministrada sea de calidad y comparabilidad equivalentes para las comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Para el presente estudio se utilizó una Red de patada o “kicknet”, ya que permite realizar un análisis, además de ser de fácil aplicación, permitiendo abarcar la mayor cantidad de hábitats y taxas presentes en el sistema hídrico.

La importancia de un muestreo cuantitativo es que se puede obtener representación de todos los taxones relativamente abundantes, estimar su densidad para cada punto de muestreo y calcular los índices de diversidad para cada estación (Barbour et al., 1999). Se realizó un muestreo durante 10 minutos en cada punto, donde se colocó el marco sobre el fondo de la corriente y se removió el material del fondo, esta operación se repitió tres veces en cada sitio (tres repeticiones en cada punto de muestro). El material obtenido se depositó en una bandeja de loza blanca para su limpieza y posterior recolección en frascos de 500 ml con alcohol al 70%, para su traslado e identificación en el laboratorio.

La identificación de los especímenes de macroinvertebrados requirió el uso de equipos y materiales como: estereomicroscopio, cajas petri y pinzas entomológicas. Para analizar las

muestras obtenidas de los cuerpos de agua, se identificó a los especímenes por orden, familia y género con la ayuda de las guías fotográficas de varias publicaciones e información de claves (Roldán, 1988; Carrera y Fierro, 2001; Fernández y Domínguez, 2001; Merritt y Cummins, 1996). Las muestras permitieron realizar análisis de cada punto de muestreo (cuerpo de agua); posteriormente, estas muestras fueron debidamente etiquetadas para su depósito en el museo correspondiente.

### 3.2.7.33.2 Esfuerzo de muestreo

En la Tabla 3.2.84, se detalla el esfuerzo empleado para el monitoreo de macroinvertebrados acuáticos, en el que se sumaría el tiempo de aplicación de la técnica con Red de patada o “kicknet” más el tiempo de limpieza de muestras en la bandeja de losa, previo a colocar las muestras en frascos de 500 ml. Por otra parte, es importante precisar que los sitios de muestreo se toman como esfuerzo para propósitos de análisis estadístico

**Tabla 3.2.84 Esfuerzo de muestreo de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio**

Sitio de muestreo	Código	Cuerpo de agua	Metodología	Horario	Horas por día	Número de días	Total horas
MDC70 Plataforma 70	PMB-1	Estero s/n	Red de patada (kicknet)	07h10-09h10	2	1	2
MDC70 Plataforma 70	PMB-2	Rio Luca (estero s/n)	Red de patada (kicknet)	09h40-11h40	2	1	2
MDC80 Plataforma 80	PMB-3	Estero s/n	Red de patada (kicknet)	12h50-14h50	2	1	2
MDC60 Plataforma 60	PMB-4	Estero s/n (estacional)	Red de patada (kicknet)	16h00-18h00	2	1	2
MDC60 Plataforma 60	PMB-5	Rio Napo	Red de patada (kicknet)	07h00-09h00	2	1	2
MDC16 Plataforma 16 (Ampliación)	PMB-6	Estero s/n (estacional)	Red de patada (kicknet)	11h00-13h00	2	1	2
MDC3 Plataforma 3	PMB-7	Estero s/n (Rio Lucas)	Red de patada (kicknet)	15h00-17h00	2	1	2
Sureste MDC16	PMB-8	Rio Quinchayacu	Red de patada (kicknet)	09h00-11h00	2	1	2
MDC60 Plataforma Nueva	PMB-9	Estero s/n	Red de patada (kicknet)	15h00-17h00	2	1	2
MDC60 Plataforma Nueva	PMB-10	Rio Huamayacu	Red de patada (kicknet)	08h00-10h00	2	1	2
<b>Total esfuerzo</b>							<b>20</b>

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.34 Análisis de datos

El procesamiento de la información obtenida se realizó a través del análisis de riqueza, abundancia y diversidad para la evaluación de los macroinvertebrados acuáticos en los diferentes puntos de muestreo dentro del área de estudio.

Considerando el alcance del presente estudio de línea base se efectuaron cómputos con la ayuda de diferentes paquetes informáticos disponibles en la Web; estos corresponden a: Past 4.06b (Hammer et al., 2001) y Estimates 9.1.0 (Colwell, 2013).

#### 3.2.7.34.1 Riqueza

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

#### 3.2.7.34.1 Abundancia

La abundancia constituye el número de individuos capturados y o registrados en cada uno de los puntos de muestreo y a su vez, en cada área analizada (Halffer et al. 2001).

#### **Abundancia Relativa**

En cuanto a la abundancia relativa, se determina como la proporción de individuos de una especie obtenidos en un determinado sitio ( $n_i/N$ , donde  $n_i$  es el número de individuos de una especie y N el número total de individuos del sitio) (Moreno y Halffter, 2000).

La abundancia relativa, también conocida como  $P_i$  se calcula así:

$$P_i = n_i / N;$$

Dónde:

$n_i$  = número de individuos de una especie.

N = número total de individuos en el sitio, considerando todas las especies.

#### 3.2.7.34.1 Curva de abundancia de especies

Las especies se ordenan desde la más abundante a la menos abundante a lo largo de la horizontal (o eje x) en un solo gráfico. A menudo se utilizan abundancias proporcionales o porcentuales. Esto simplemente significa que la abundancia de todas las especies juntas se designa como 100% y que la abundancia relativa de cada especie se expresa como proporción o porcentaje del total (Magurran, 2004). Los gráficos de curva de abundancia permiten identificar patrones en la riqueza de especies, tales como dominancia y uniformidad.

#### 3.2.7.34.2 Índice de diversidad de Shannon

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

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

### **3.2.7.34.3 Índice de Simpson**

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influenciado por la importancia de las especies dominantes. Su fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$D = \sum p_i^2$$

Dónde:

$p_i$  = proporción de individuos de la especie  $i$  con respecto al número total de individuos del sistema.

Por otra parte, el índice de diversidad de Simpson es una de las medidas de diversidad más significativas y robustas disponibles. En esencia, captura la varianza de la distribución de la abundancia de especies. Se lo expresa de dos maneras en relación a D que es el índice de dominancia de Simpson (Jost & González-Oreja, 2012):

- Complementario o de Gini-Simpson: (1-D)
- Recíproco o inverso del índice de Simpson: (1/D)

Donde:

D = Índice de Dominancia de Simpson

En este índice de diversidad los valores de la medida aumentarán a medida que el ensamblaje se vuelve más uniforme.

### **3.2.7.34.4 Curva de acumulación de especies**

La curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Es por esto que, en una gráfica de curvas de acumulación, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades muestrales (es decir, aumente el esfuerzo), no se incrementará el número de especies, por lo que se asocia con un buen muestreo (Villareal et al., 2004).

### **3.2.7.34.5 Índice de Chao 1**

Es un estimador del número de especies en una comunidad, basado en el número de especies raras en la muestra. “S” es el número de especies en una muestra, “a” es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (número de singletons) y “b” es el número de especies representadas exactamente por dos individuos en la muestra (número de doubletons) (Moreno, C., 2001).

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

### **3.2.7.34.6 Índice de similitud de Jaccard**

La fórmula a continuación expresa el cómputo para la obtención de este estadístico que permite efectuar un análisis de la diversidad beta:

$$I_j = c/a + b - c$$

Donde a es el número de especies presentes en el sitio A; b es el número de especies presentes en el sitio B y c es el número de especies presentes en ambos sitios A y B.

El intervalo de valores para este índice va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

### 3.2.7.35 Aspectos ecológicos

En base a la interpretación de los resultados obtenidos con el muestreo de macroinvertebrados acuáticos, se evaluaron los siguientes aspectos ecológicos:

#### 3.2.7.35.1 Nicho Trófico

Determinado por el papel que juegan cada una de las especies de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados, en la dinámica fluvial de acuerdo con las características alimenticias (Roldán, 2003).

De acuerdo a su fuente de alimento, los macroinvertebrados acuáticos se clasifican en cuatro categorías tróficas generales (omnívoros, detritívoros, herbívoros y carnívoros); sin embargo, de acuerdo a la forma como lo obtienen, pueden clasificarse en grupos más específicos como raspadores, trituradores, filtradores, colectores, etc. (Cummins et al., 2005).

- Detritívoros (De): se alimentan de detritus (materia orgánica muerta) e incluyen fragmentadores (desmenuzadores), filtradores y recogedores (recolectores).
- Carnívoros (Ca): se alimentan de otros animales e incluyen a los depredadores, parasitoides y parásitos.
- Herbívoros (He): se alimentan de plantas vasculares acuáticas o algas filamentosas; incluyen a fragmentadores (desmenuzadores), filtradores y raspadores.
- Omnívoros (Omn): se alimentan de microorganismos.

#### 3.2.7.35.2 Indicadores de calidad de agua

##### **Índice BMWP**

Es un método simple de puntaje para todos los grupos de macroinvertebrados acuáticos identificados hasta nivel de familia y que requiere datos cualitativos (presencia/ausencia). El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con su tolerancia a la contaminación orgánica (Tabla 3.2.85). La suma de los puntajes de todas las familias en un sitio dado (o sitio de muestreo) da el puntaje total. BMWP/Col es una variación de este índice aplicado a la fauna macrobentónica de Antioquia – Colombia (Roldán, 1999).

**Tabla 3.2.85 Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col (Roldán, 2003)**

Familias	Puntaje
Anomalopsychidae – Atriplectididae – Blepharoceridae – Calamoceratidae – Ptilodactylidae – Chordodidae – Gomphidae – Hydridae – Lampyridae – Lymnessiidae – Odontoceridae – Oligoneuriidae – Perlidae – Polythoridae – Psephenidae	10
Ampullariidae – Dytiscidae – Ephemeridae – Euthyplociidae – Gyrinidae – Hydraenidae – Hydrobiosidae – Leptophlebiidae – Philopotamidae – Polycentropodidae – Polymitarcydae – Xiphocentronidae	9

Familias	Puntaje
Gerridae – Hebridae – Helicopsychidae – Hydrobiidae – Leptoceridae – Lestidae – Palaemonidae – Pleidae – Pseudothelpusidae – Saldidae – Simuliidae – Veliidae – Trichodactylidae	8
Baetidae – Caenidae – Calopterygidae – Coenagrionidae – Corixidae – Dixidae – Dryopidae – Glossosomatidae – Hyalellidae – Hydroptilidae – Hydropsychidae – Leptohyphidae – Naucoridae – Notonectidae – Planariidae – Psychodidae – Scirtidae	7
Aeshnidae – Ancyliidae – Corydalidae – Elmidae – Libellulidae – Limmichidae – Lutrochidae – Megapodagrionidae – Sialidae – Staphylinidae	6
Belastomatidae – Gelastocoridae – Mesoveliidae – Nepidae – Planorbidae – Pyralidae – Tabanidae – Thiaridae	5
Chrysomelidae – Stratiomidae – Haliplidae – Empididae – Dolichopodidae – Sphaeriidae – Lymnaeidae – Hydrometridae – Curculionidae – Noteridae	4
Ceratopogonidae – Glossiphoniidae – Cyclobdellidae – Hydrophilidae – Physidae – Tipulidae	3
Culicidae – Chironomidae – Muscidae – Sciomyzidae – Syrphidae	2
Tubificidae	1

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Una vez obtenidos los puntajes, se aplica el índice BMWP; es decir, a cada familia se le otorga un valor, se suman los valores que adquirió y este valor permite conocer el grado de contaminación de las aguas de la muestra analizada (Tabla 3.2.86). El análisis se basa en los siguientes criterios para valorar el hábitat, de acuerdo con el valor del índice BMWP obtenido (Zamora, 2007):

**Tabla 3.2.86 Categorías de calificación, aguas naturales, clasificadas según Índice BMWP**

Clase	Rango	Calidad	Características
I	121-	Muy Buena	Aguas muy limpias
II	101-120	Buena	Agua limpias
III	61-100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas
IV	36-60	Dudosa	Aguas contaminadas
V	16-35	Crítica	Aguas muy contaminadas
VI	< 15	Muy Crítica	Agua fuertemente contaminadas

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### **3.2.7.35.1 Especies indicadoras**

Debido a que no existe información específica para clasificar a morfoespecies como especies indicadoras, se considera como especie indicadora a la morfoespecie registrada con el valor más alto (o mejor puntuada) para el índice de BMWP en cada punto de muestreo para propósitos de seguimiento en monitoreos a futuro.

### **3.2.7.35.2 Sensibilidad**

De acuerdo a Carrera y Fierro (2001), se puede efectuar un análisis de sensibilidad de las diferentes familias de marcoinvertebrados, a través de la expresión de un índice calculado de la relación entre familias registradas en el estudio y la presencia de estas en cada punto de muestreo. Para este análisis se toma como base los puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos dados por el índice BMWP/Col (detallado en un acápite anterior).

**Tabla 3.2.87 Sensibilidad de macroinvertebrados en la calidad de agua**

Rango*	Calidad de agua*	Criterio de agrupación para sensibilidad**
101 - 145	Muy buena	Sensibilidad alta
61 - 100	Buena	
36 - 60	Regular	Sensibilidad media
16 - 35	Mala	Sensibilidad baja
0 - 15	Muy mala	

\*Fuente: Tomado de Carrera y Fierro, 2001 (pág. 45)  
 \*\* Criterio de agrupación lógica en el presente estudio para determinar la sensibilidad en una escala de: alta, media y baja

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### 3.2.7.35.3 Distribución en la columna de agua

En ecosistemas acuáticos, la estratificación depende sobre todo de la luz y del agua. Los macroinvertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie, en el fondo o nadar libremente; de ahí que reciban diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación. Los estratos tomados en cuenta son los siguientes:

- Neuston: Se refiere a los organismos que viven sobre las superficies del agua caminando, patinando o brincando (Roldán, 2003).
- Necton: Está conformado por todos aquellos organismos que nadan libremente en el agua (Roldán, 2003).
- Bentos: Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de los ríos, lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos, resto de vegetación y sustratos similares (Roldán, 2003).

### 3.2.7.35.4 Estado de Conservación

El estado de conservación de los macroinvertebrados acuáticos será verificado mediante La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, 2019 y en las listas del Convenio sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2019).

A continuación, se describe cada una de las categorías de acuerdo a la UICN, en orden de mayor a menor amenaza:

**En peligro crítico (CR).** Cuando la especie enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**En peligro (EN).** Cuando la especie enfrenta un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Vulnerable (VU).** Cuando la especie enfrenta un riesgo alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Casi amenazada (NT).** Cuando la especie está cerca de calificar o es probable que califique para la categoría de amenaza en el futuro próximo.

**Datos insuficientes (DD).** Cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación de su estado de conservación; sin embargo, no es una categoría de amenaza. Indica que se requiere más información sobre esta especie.

**Preocupación menor (LC).** Para especies comunes y de amplia distribución.

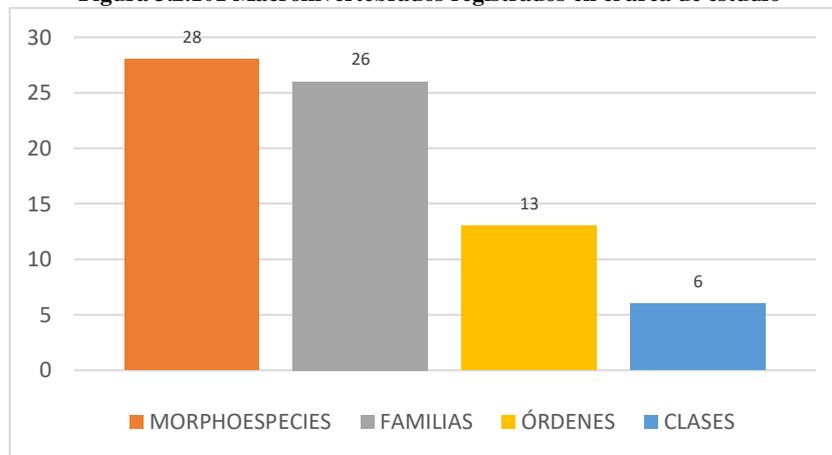
### 3.2.7.36 Resultados

#### 3.2.7.36.1 Análisis general

##### Riqueza

Para el presente estudio se tomó en cuenta 10 cuerpos de agua, los cuales se encuentran dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto, obteniéndose así: 170 individuos agrupados en, seis clases, 13 órdenes 26 familias y 28 morfoespecies (Figura 3.2.101).

**Figura 3.2.101 Macroinvertebrados registrados en el área de estudio**



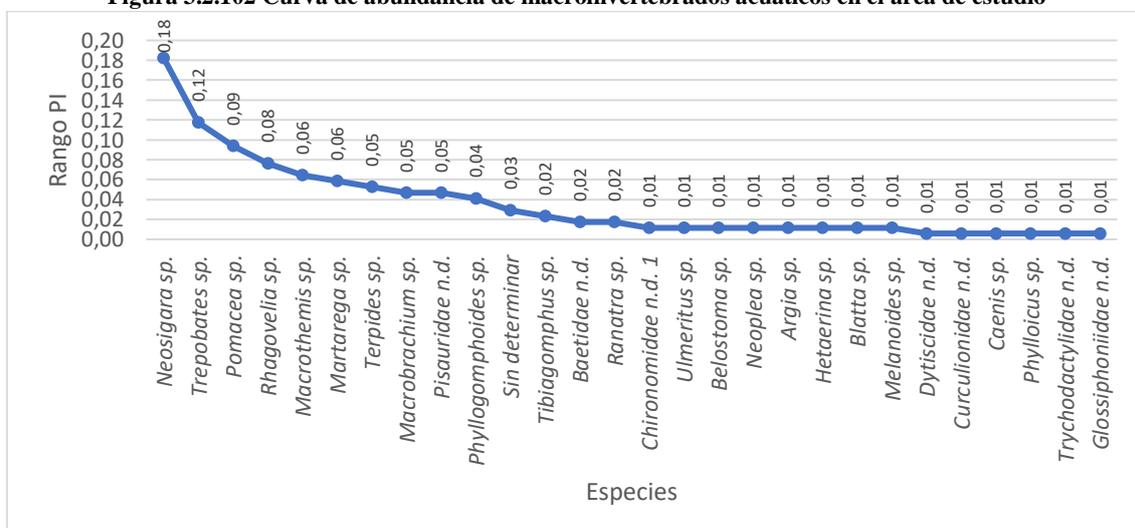
Elaborado por: COSTECAM, 2020

##### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia, se determinó que la morfoespecie con mayor abundancia fue “chinche acuático” *Neosigara* sp., con 31 individuos ( $P_i=0,18$ ), seguida de la morfoespecie “Patinador” *Trepobates* sp., con 20 individuos ( $P_i=0,12$ ); mientras que el resto de especies (26) registraron  $P_i=0,09$ ; es decir, a partir de la abundancia de estas especies, la curva empezó a mostrar un descenso (

Figura 3.2.102).

**Figura 3.2.102 Curva de abundancia de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de Diversidad

Según el índice de diversidad de Shannon-Wiener aplicado al área de estudio, este corresponde a un valor de 2,83. Este resultado se ve influenciado por la presencia de 16 especies con similares abundancias de un total de 28 registros. En este mismo contexto de análisis, la equidad alcanzó un 76% en relación a la diversidad máxima hipotética (3,33) que sugiere una importante heterogeneidad en la composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados.

El índice de Simpson (D) corresponde a 0,08 lo que expresa una muy poca dominancia de especies que coinciden con la tendencia no abrupta en el patrón en la curva de abundancia de especies que, como consecuencia, permiten inferir uniformidad de abundancias en todo el ensamblaje o conjunto de datos obtenido para toda el área de estudio; por lo que, se puede decir que no existe dominancia estadística; este resultado contrasta con el índice de diversidad de Gini Simpson (1-D) que permite inferir una importante diversidad estadística para el área de estudio, por su cercanía a 1 o a la máxima diversidad posible para el conjunto de datos analizados. Es importante acotar que esta inferencia de la diversidad se basa en el uso de los estadísticos (Tabla 3.2.88).

**Tabla 3.2.88 Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio**

<b>Estadísticos</b>	<b>Resultados</b>
Riqueza de especies (S)	28
Número de individuos	170
Índice de Shannon (ln)	2,83
Especies (S) con similar abundancia	16
Índice de equidad (%)	85
Diversidad máxima hipotética	3,33
Simpson dominancia (D)	0,08
Gini Simpson (1-D)	0,92

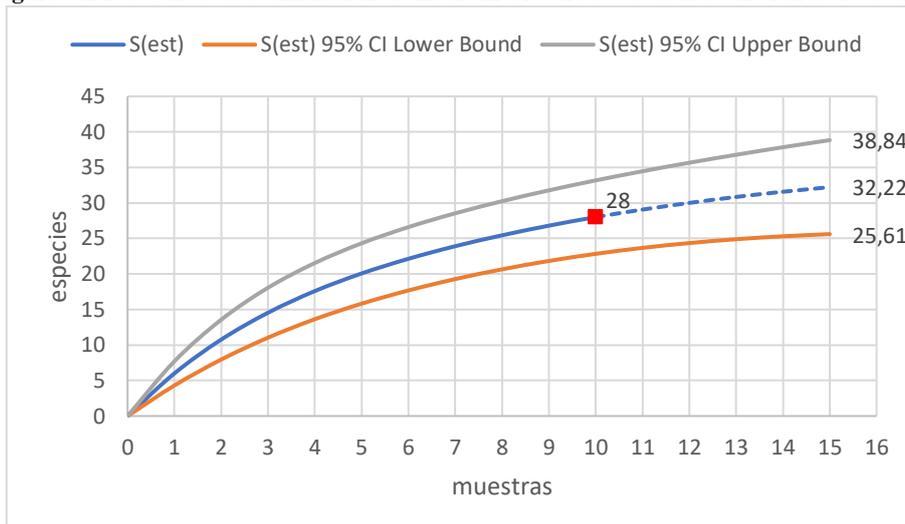
Elaborado por: COSTECAM, 2020

Los resultados de riqueza y abundancia obtenidos permiten determinar que los índices de diversidad de Shannon y Simpson ofrecen una consistente precisión para inferir teóricamente la diversidad de macroinvertebrados en el área de estudio; debido a que se registró una importante riqueza de especies y abundancia, donde son más sensibles los índices de Shannon y Simpson, respectivamente.

### Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies realizada para toda el área de estudio sugiere que la misma tiene una tendencia hacia la asíntota o estabilización; sin embargo, como en todo inventario, la tendencia hacia la estabilización puede ser mejorada en la medida que se aumenten las unidades de muestreo (Figura 3.2.103). Los registros obtenidos son muestra fiel para la caracterización de los cuerpos de agua en el área de estudio definida para el proyecto. En la curva de acumulación se visualiza la extrapolación (línea entrecortada) a partir de 10 sitios de muestreo cuantitativo.

**Figura 3.2.103 Curva de acumulación de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio**

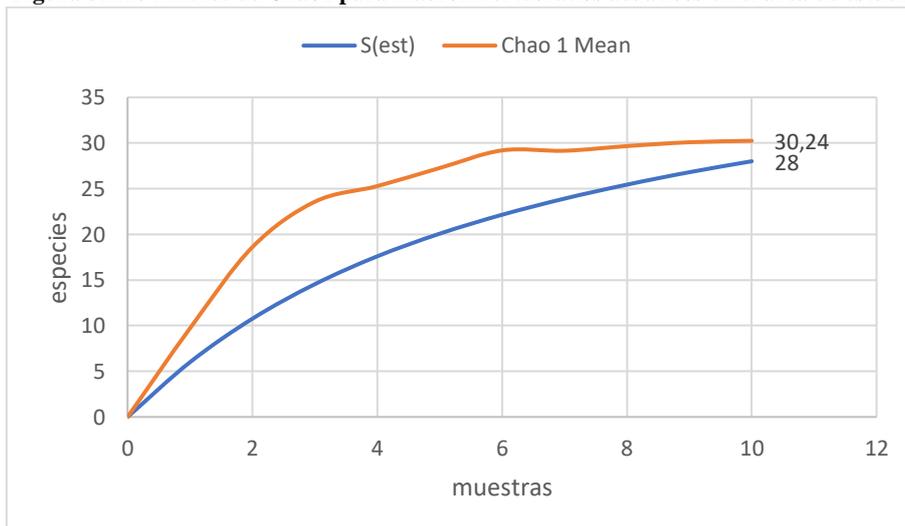


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de Chao 1

El número de especies estimadas por el índice no paramétrico de Chao 1 fue de 30,24 morfoespecies; de lo cual, con el esfuerzo realizado se registró 28 especies, o el 93,3%. Este porcentaje alcanzado sugiere un muestreo óptimo para el área evaluada, y al igual que la curva de acumulación, evidencia que con unos pocos muestreos adicionales probablemente se logre determinar la riqueza estimada por este estadístico (Figura 3.2.104).

**Figura 3.2.104 Índice de Chao1 para macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio**

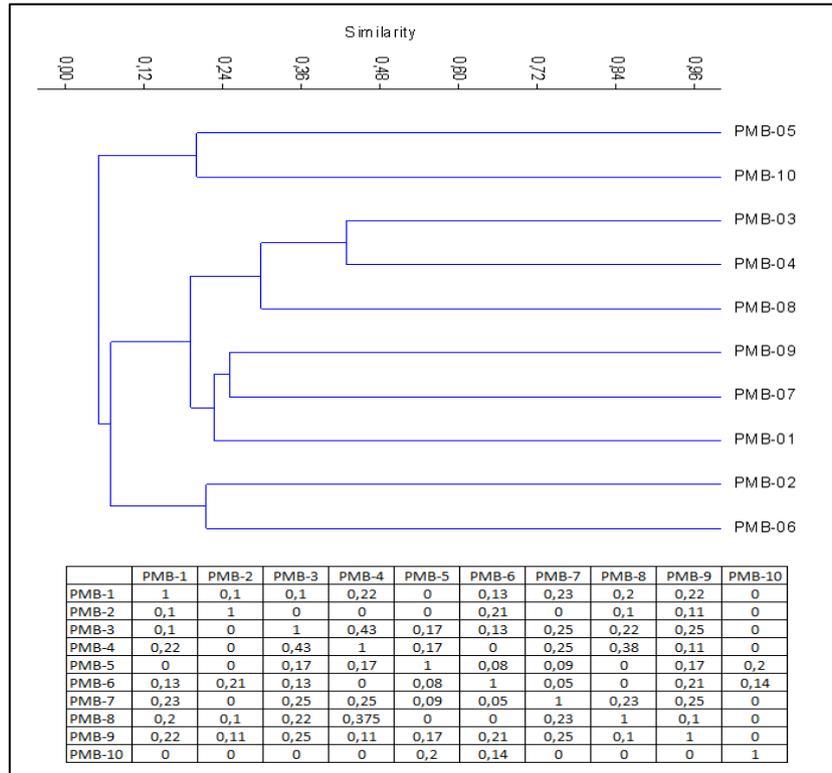


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índice de similitud de Jaccard

En la Figura 3.2.105 se puede observar una relativa similitud entre los sitios de muestreo cuantativo, pues en ningún caso se supera el 50%; así, la mayor similitud ocurre entre los conglomerados PM3-PM4 con el 43% seguido de PM4-PM8 con el 38%. El resto de conglomerados presentan una similitud que no supera el 25%. Estos resultados pueden deberse a las condiciones específicas de variabilidad en las condiciones del ecosistema acuático, en cada punto de muestreo y no por diferencias entre comunidades de macroinvertebrados.

**Figura 3.2.105 Clúster de sitios de muestreo de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

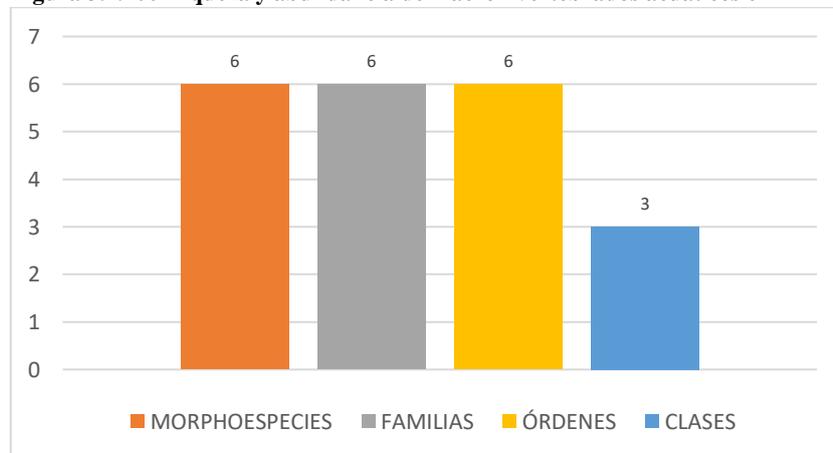
### 3.2.7.36.2 Análisis cuantitativo por sitio de muestreo

#### **PMB-1 – Estero sin nombre 3**

#### **Riqueza y Abundancia**

En el PMB-01 se registraron 13 individuos pertenecientes a tres clases, seis órdenes, seis familias y seis morfoespecies (Figura 3.2.106).

**Figura 3.2.106 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-1**



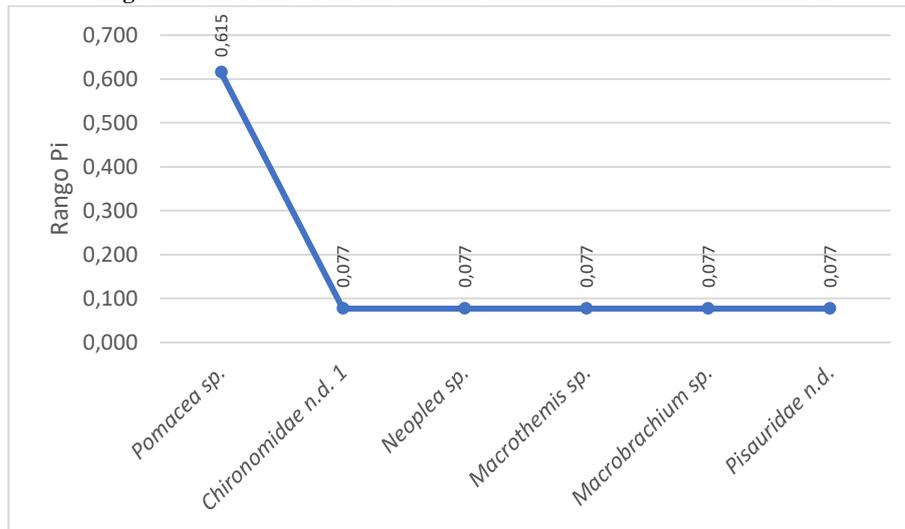
Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### **Curva de abundancia de especies**

En el análisis de la curva de abundancia de especies, se observó que de los 13 individuos registrados “Caracol” *Pomacea* sp., con ocho individuos ( $P_i = 0,61$ ), fue considerada como la más

dominante; seguido de *Chironomidae* n.d., *Neoplea* sp., *Macrothemis* sp., *Macrobrachium* sp., y *Pisauridae* n.d., representados con un individuo respectivamente (Figura 3.2.107).

**Figura 3.2.107 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-1**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

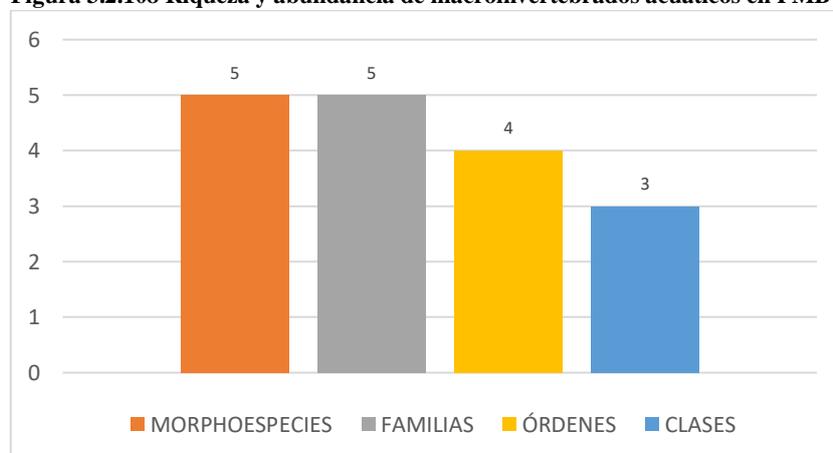
Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMB-1 presenta poca diversidad, ya que se obtuvo únicamente el registro de seis morfoespecies.

### PMB-2 – Río Lucas

#### Riqueza y Abundancia

En el PMB-02 se registraron 10 individuos pertenecientes a tres clases, cuatro órdenes, cinco familias y cinco morfoespecies (Figura 3.2.108).

**Figura 3.2.108 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-2**



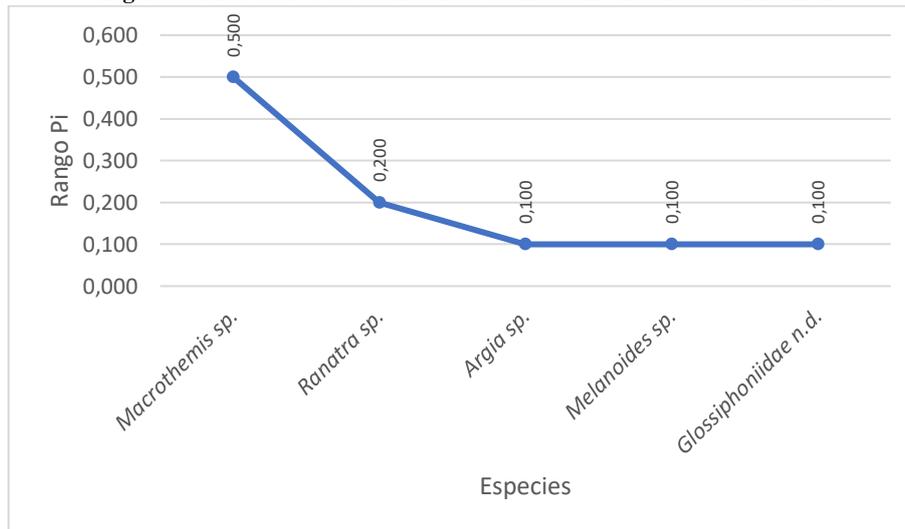
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de especies, se observó que de los 10 individuos registrados, “Libélula” *Macrothemis* sp., con cinco individuos ( $P_i = 0,50$ ), fue considerada como la más dominante; seguido de *Ranatra* sp., con dos individuos ( $P_i = 0,20$ ). Le siguen las especies

*Argia* sp., *Melanoides* sp., y *Glossiphoniidae* n.d., representados con un individuo respectivamente (Figura 3.2.109).

**Figura 3.2.109 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-2**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

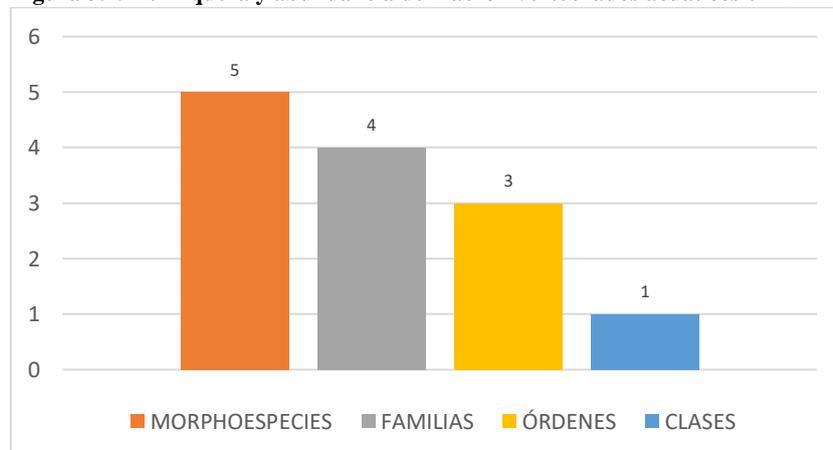
Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMB-2 presenta poca diversidad, ya que se obtuvo únicamente el registro de cinco morfoespecies.

### PMB-3 – Estero S/N 4

#### Riqueza y Abundancia

En el PMB-3 se registraron 12 individuos pertenecientes a una clase, tres órdenes, cuatro familias y cinco morfoespecies (Figura 3.2.110).

**Figura 3.2.110 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-3**

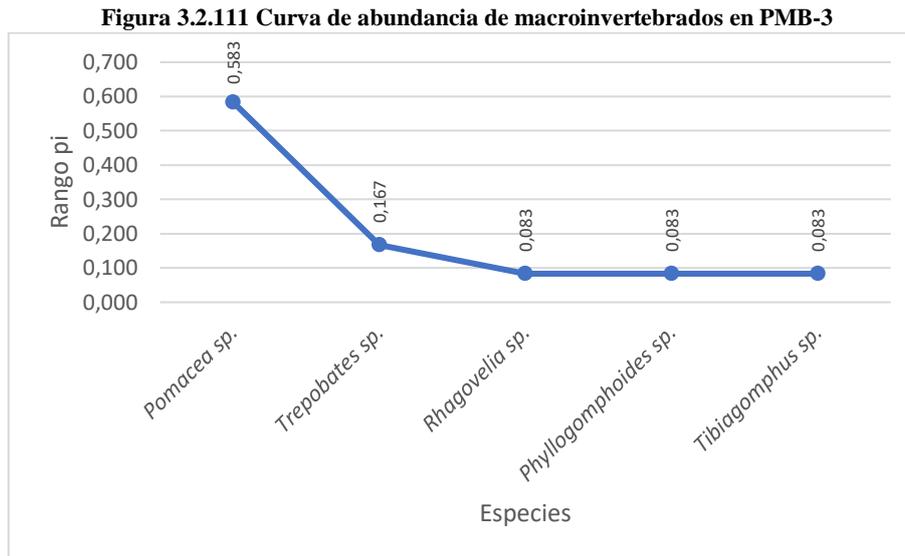


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de especies, se observó que de los 12 individuos registrados “Caracol” *Pomacea* sp., con siete individuos ( $P_i = 0,58$ ), fue considerada como la más dominante; seguido de *Trepobates* sp., con dos individuos ( $P_i=0,16$ ). Le siguen *Rhagovelia*

sp., *Phyllogomphoides* sp., y *Tibiagomphus* sp., representados con un individuo respectivamente (Figura 3.2.111).



Elaborado por: COSTECAM, 2020

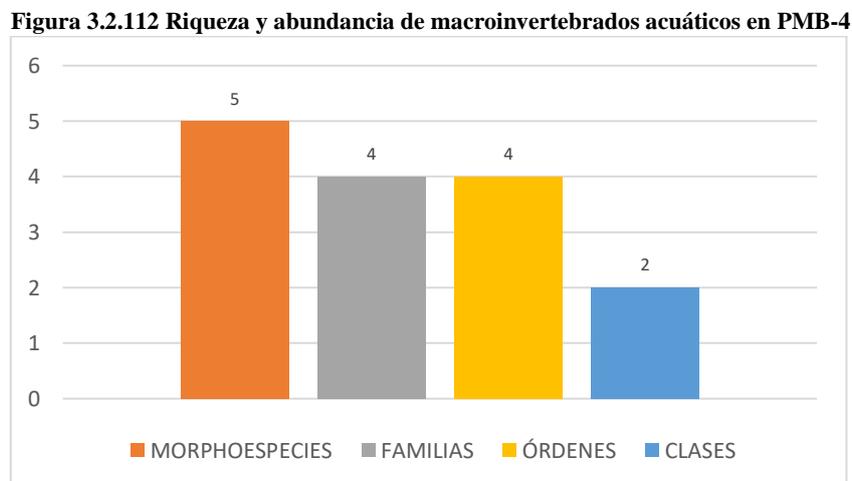
### Índices de diversidad

Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMB-3 presenta poca diversidad, ya que se obtuvo únicamente el registro de cinco morfoespecies.

### PMB-4 – Estero S/N 2

#### Riqueza y Abundancia

En el PMB-04 se registraron nueve individuos pertenecientes a dos clases, cuatro órdenes, cuatro familias y cinco morfoespecies (Figura 3.2.112).



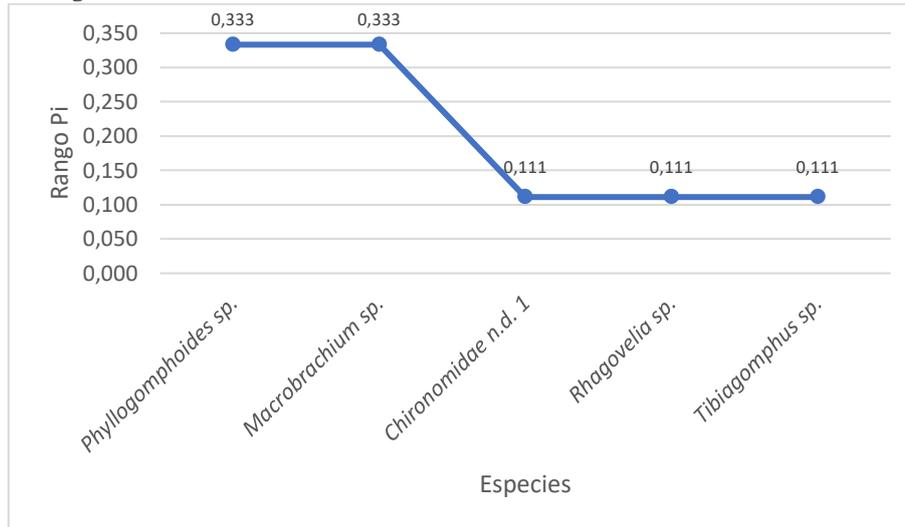
Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de especies, se observó que de los nueve individuos registrados “Caballito del diablo” *Phyllogomphoides* sp., y *Macrobrachium* sp., con tres individuos ( $Pi = 0,33$ ) respectivamente, fueron consideradas como las más dominantes; seguido

de *Chironomidae* n.d., *Rhagovelia* sp., y *Tibiagomphus* sp., representados con un individuo respectivamente (Figura 3.2.113).

**Figura 3.2.113 Curva de abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-4**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

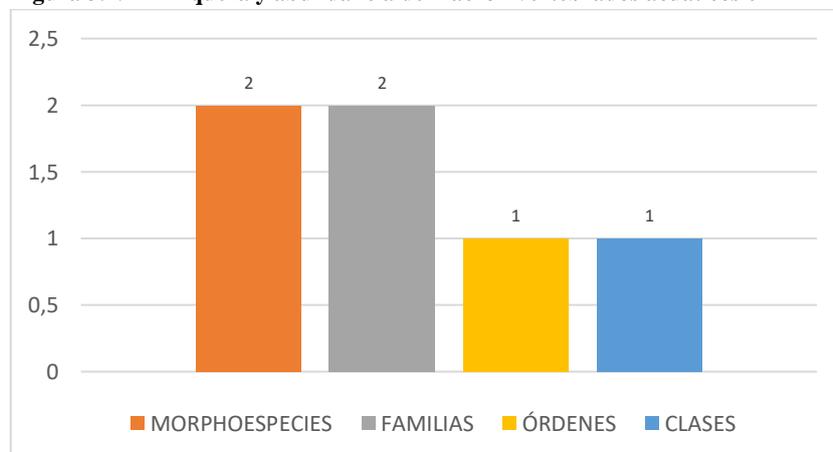
Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMB-4 presenta poca diversidad, ya que se obtuvo únicamente el registro de cinco morfoespecies.

### PMB-5 – Río Napo

#### Riqueza y Abundancia

En el PMB-05 se registraron tres individuos pertenecientes a una clase, un orden, dos familias y dos morfoespecies (Figura 3.2.114).

**Figura 3.2.114 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-5**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

Es importante indicar que los pocos registros limitan efectuar una curva de abundancia con solo dos especies; no obstante, en el análisis de abundancia de especies, se observó que de los tres

individuos registrados “Patinador” *Rhagovelia* sp., con tres individuos ( $P_i = 0,66$ ), fue considerada como la más dominante; seguido de *Martarega* sp., con un individuo.

### Índices de diversidad

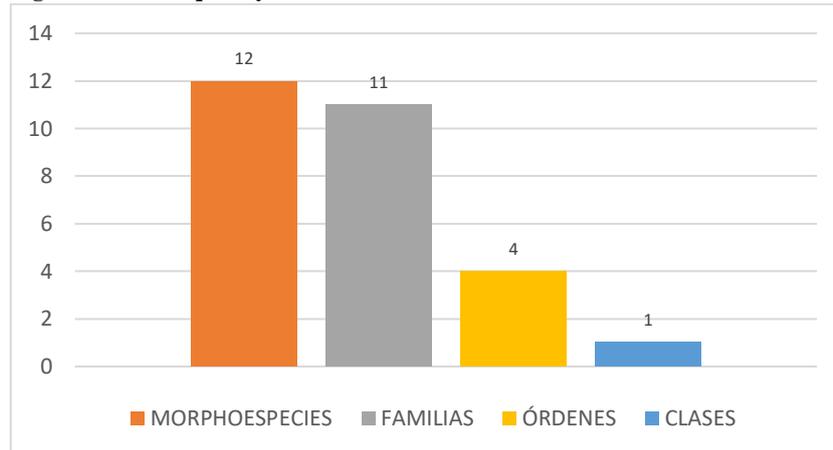
Debido al escaso número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMB-5 presenta una paupérrima diversidad, ya que se obtuvo únicamente el registro de dos morfoespecies.

### PMB-6 – Estero S/N 5

#### Riqueza y Abundancia

En el PMB-06 se registraron 54 individuos pertenecientes a una clase, cuatro órdenes, 11 familias y 12 morfoespecies (Figura 3.2.115).

**Figura 3.2.115 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-6**

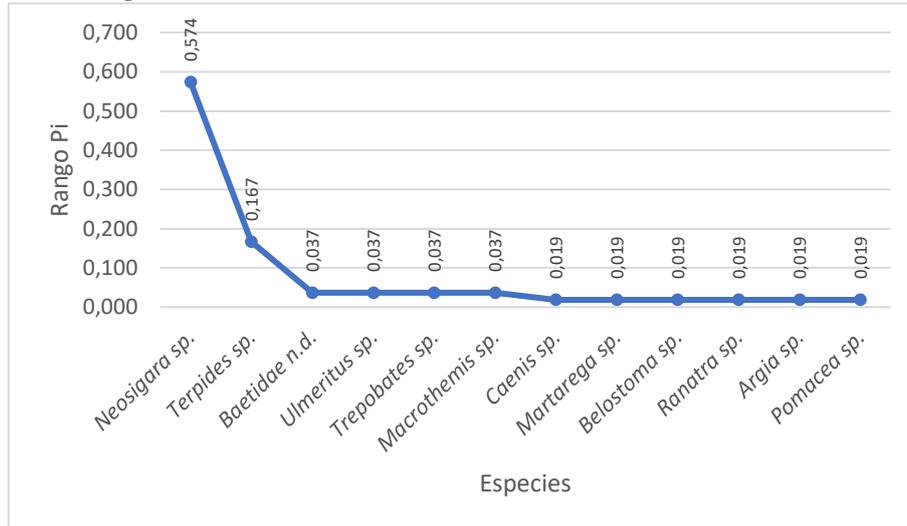


Elaborado por: COSTECAM, 2020

#### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de especies, se observó que de los 54 individuos registrados “Chinche de agua” *Neosigara* sp., con 31 individuos ( $P_i = 0,57$ ), fue considerada como la más dominante; seguida de “Efímera” *Terpides* sp., con nueve individuos ( $P_i = 0,16$ ). Le siguen las especies *Baetidae* n.d., *Ulmeritus* sp., *Trepobates* sp., y *Macrothemis* sp., con dos individuos respectivamente. Con un solo individuo se registraron a las especies *Caenis* sp., *Martarega* sp., *Belostoma* sp., *Ranatra* sp., *Argia* sp., *Pomacea* sp., respectivamente (Figura 3.2.116).

Figura 3.2.116 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-6



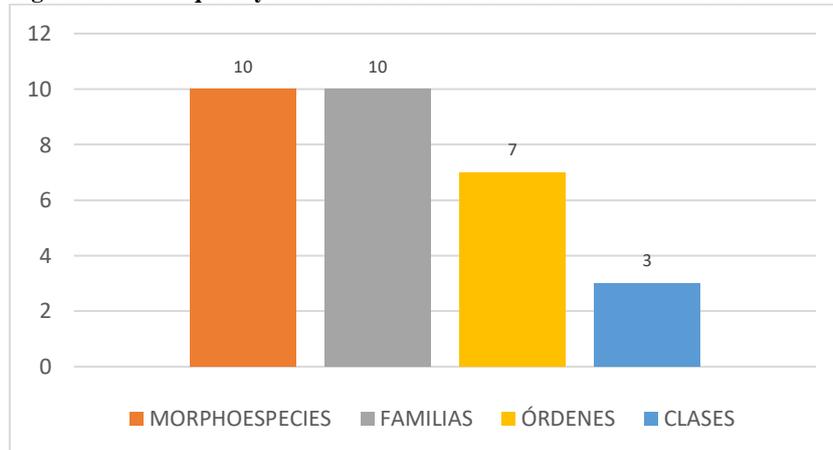
Elaborado por: COSTECAM, 2020

**PMB-7 – Río Lucas**

**Riqueza y Abundancia**

En el PMB-07 se registraron 31 individuos pertenecientes a tres clases, siete órdenes, 10 familias y 10 morfoespecies (Figura 3.2.117).

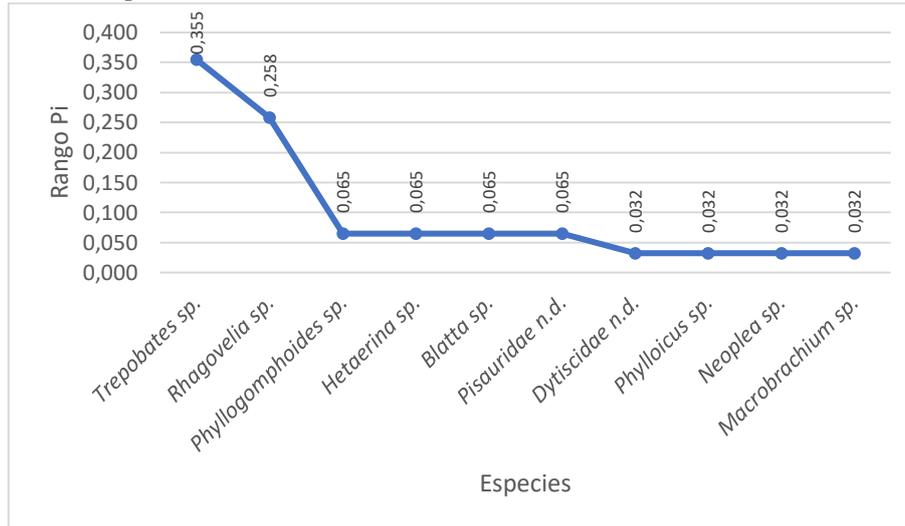
Figura 3.2.117 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-7



Elaborado por: COSTECAM, 2020

**Curva de abundancia de especies**

En el análisis de la curva de abundancia de especies, se observó que de los 31 individuos registrados “Patinador” *Trepobates* sp., con 11 individuos ( $P_i = 0,35$ ), fue considerada como la más dominante; seguido de *Rhagovelia* sp., con ocho individuos ( $P_i=0,25$ ). Con dos individuos se registraron a *Phyllogomphoides* sp., *Hetaerina* sp., *Blatta* sp., y Pisauridae n.d. con  $P_i= 0,065$  respectivamente. Finalmente, las siguientes especies: *Dytiscidae* n.d., *Phylloicus* sp., *Neoplea* sp., y *Macrobrachium* sp., están representados con un individuo respectivamente (Figura 3.2.118).

**Figura 3.2.118 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-7**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad PMB-6 y PMB-7

Según el índice de diversidad de Shannon-Wiener aplicado a los puntos de muestreo que presentaron 10 o más registros de especies (PMB-6 y PMB-7) sugieren poca entropía en cuanto a la abundancia y riqueza de especies; así como una significativa dominancia en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados, dado los resultados del índice de Simpson (D) y la evidente tendencia en las curvas de abundancia de especies de las Figura 3.2.116 y Figura 3.2.118, de lo cual se puede decir que no existe una consistente dominancia estadística debido a que un buen número de especies presentan uniformidad en sus abundancias. Estos resultados permiten inferir que los puntos de muestreo con mayor riqueza de especies son poco diversas y probablemente sugieran el nivel o grado de impactos a escala espacial puntual (microhábitat), dada la muy pobre diversidad que está asociada a cuerpos de agua alterados (Tabla 3.2.89)

**Tabla 3.2.89 Diversidad de macroinvertebrados acuáticos por sitio de muestreo**

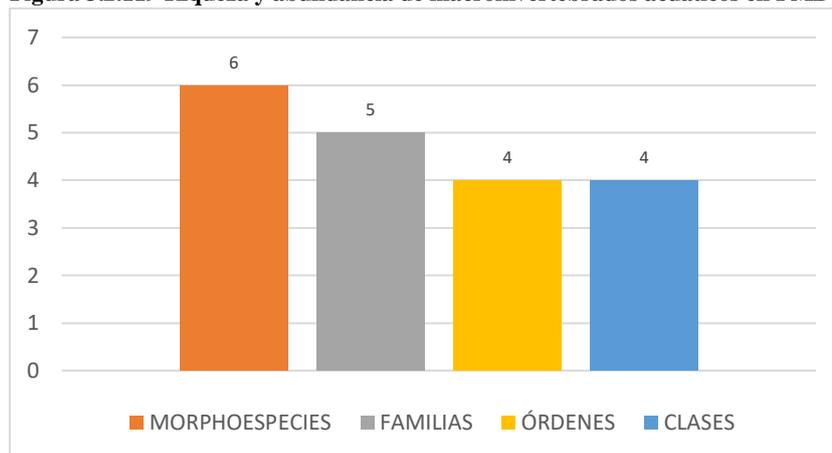
Estadísticos	PMB-6	PMB-7
Riqueza de especies (S)	12	10
Número de individuos	54	31
Índice de Shannon (ln)	1,54	1,86
Especies (S) con similar abundancia	4,70	6,47
Índice de equidad (%)	62	81
Diversidad máxima hipotética	2,48	2,30
Simpson dominancia (D)	0,36	0,21
Gini Simpson (1-D)	0,63	0,78

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### PMB-8 – Río Pimampiro

#### Riqueza y Abundancia

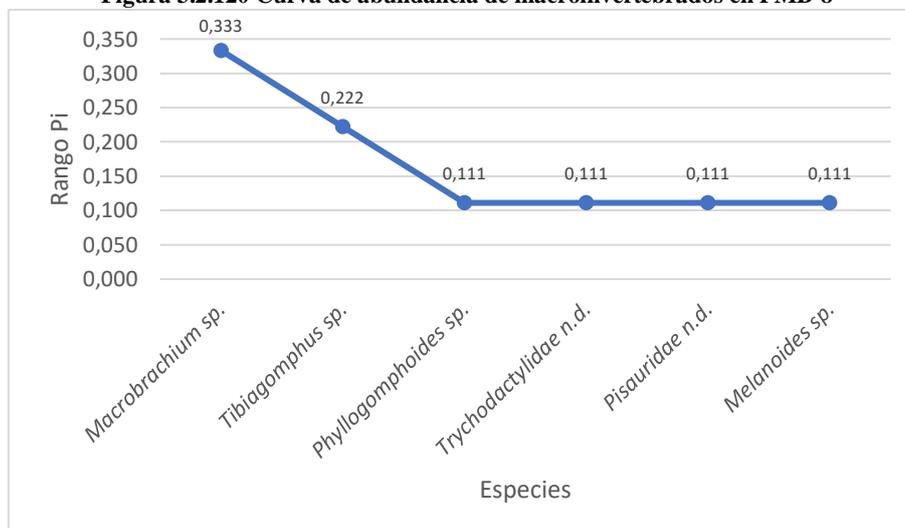
En el PMB-8 se registraron nueve individuos pertenecientes a cuatro clases, cuatro órdenes, cinco familias y seis morfoespecies (Figura 3.2.119).

**Figura 3.2.119 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-8**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de especies, se observó que de los nueve individuos registrados “Camarón de río” *Macrobrachium* sp., con tres individuos ( $P_i = 0,33$ ), fue considerada como la más dominante; seguido de *Tibiogomphus* sp., con dos individuos ( $P_i = 0,22$ ). Con un solo individuo se registraron a las especies: *Phyllogomphoides* sp., *Trychodactylidae* n.d., *Pisauridae* n.d., y *Melanoides* sp. (Figura 3.2.120).

**Figura 3.2.120 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-8**


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

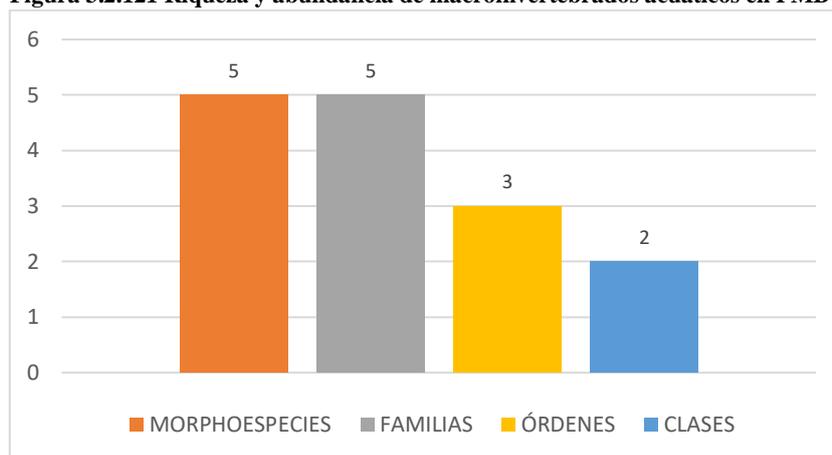
Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMB-8 presenta poca diversidad, ya que se obtuvo únicamente el registro de seis morfoespecies.

### PMB-9 – Estero S/N 1

#### Riqueza y Abundancia

En el PMB-9 se registraron 14 individuos pertenecientes a dos clases, tres órdenes, cinco familias y cinco morfoespecies (Figura 3.2.121).

**Figura 3.2.121 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-9**

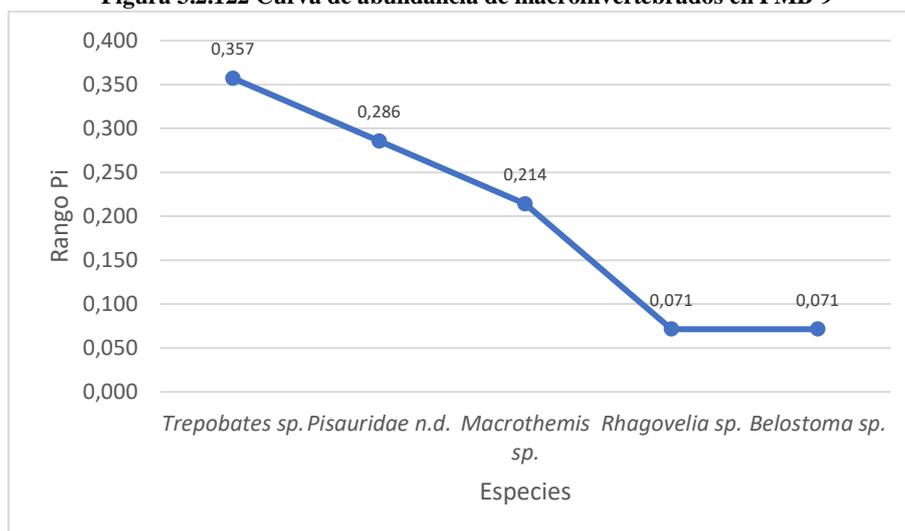


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de especies, se observó que de los 14 individuos registrados “Patinador” *Trepobates* sp., con cinco individuos ( $P_i = 0,35$ ), fue considerada como la más dominante; seguido de la morfoespecie de la familia Pisauridae con cuatro individuos ( $P_i=0,28$ ). Con tres individuos se registró a la especie *Macrothemis* sp. ( $P_i=0,21$ ); mientras que, con un solo individuo se registró a las especies *Rhagovelia* sp., y *Belostoma* sp., respectivamente (Figura 3.2.122).

**Figura 3.2.122 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-9**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

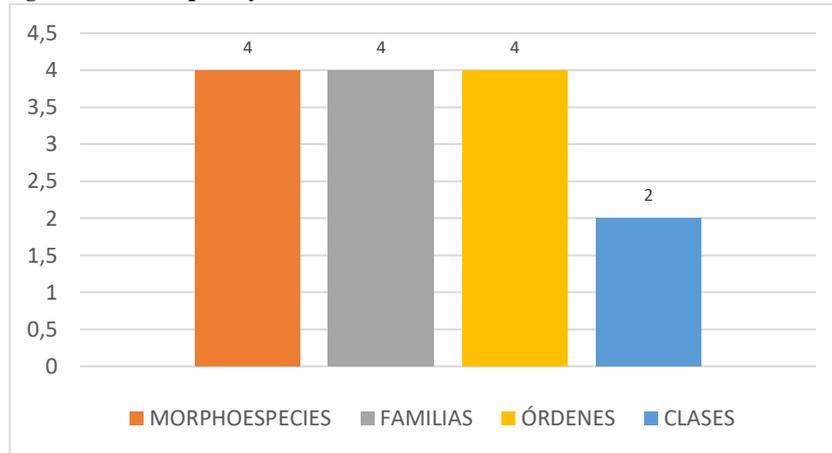
Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMB-9 presenta poca diversidad, ya que se obtuvo únicamente el registro de cinco morfoespecies.

### PMB-10 – Río Huamayacu

#### Riqueza y Abundancia

En el PMB-10 se registraron 15 individuos pertenecientes a dos clases, cuatro órdenes, cuatro familias y cuatro morfoespecies (Figura 3.2.123).

**Figura 3.2.123 Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en PMB-10**

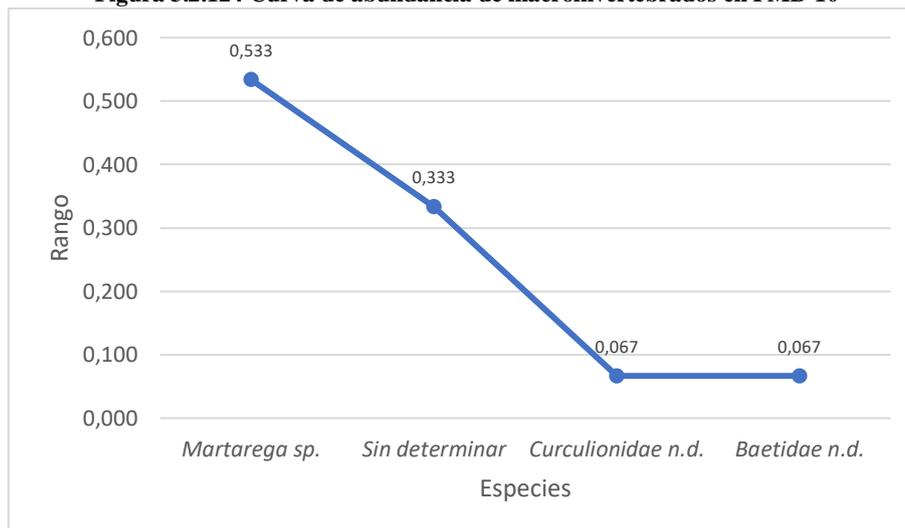


Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Curva de abundancia de especies

En el análisis de la curva de abundancia de especies, se observó que de los 15 individuos registrados “Chinche de agua” *Martarega* sp., con ocho individuos ( $P_i = 0,53$ ), fue considerada como la más dominante; seguido de la morfoespecie de la Clase Bivalvia con cinco individuos ( $P_i = 0,33$ ). Con un solo individuo fueron registradas las especies de las familias *Curculionidae* n.d. y *Baetidae* n.d. respectivamente (Figura 3.2.124).

**Figura 3.2.124 Curva de abundancia de macroinvertebrados en PMB-10**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Índices de diversidad

Debido al bajo número de registros de especies no se realizó el cálculo de los índices de diversidad para evitar sesgos por uso de pequeñas muestras. No obstante, con base a los datos de riqueza y abundancia se puede inferir que el sitio de muestreo PMB-10 presenta escasa diversidad, ya que se obtuvo únicamente el registro de cuatro morfoespecies.

### 3.2.7.36.3 Aspectos ecológicos

Los macroinvertebrados de aguas continentales comprenden un grupo de amplia diversidad. Son organismos que pueden observarse a simple vista. Estos viven sobre el fondo de ríos y lagos, o enterrados en el fango y la arena; adheridos a troncos, vegetación sumergida y rocas; o nadando activamente dentro del agua o sobre la superficie de ésta. Los que viven en el fondo o enterrados en él, reciben el nombre de “bentos”, los que nadan activamente dentro del agua se denominan “necton” y pertenecen a este grupo los organismos suficientemente grandes, que pueden nadar libremente en el agua, aún en contra de la corriente —dentro de éstos se encuentran los peces (Roldán, 1992)—, y los que se desplazan sobre la superficie del agua se llaman “neuston”, siendo los más comunes, insectos hemípteros (Baddi et al., 2005).

En cuanto a los dípteros podemos mencionar que su hábitat es muy variado; se encuentran en ríos, arroyos, quebradas, lagos a todas las profundidades, depósitos de agua e las brácteas de muchas plantas y en orificios de troncos viejos y aún en las costas marinas. Existen representantes de aguas muy limpias (Simuliidae) y también de aguas contaminadas como Chironomidae (Roldán, 1988).

Los Ephemeropteros viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas; solo algunas especies parecen resistir cierto grado de contaminación. En general, se consideran indicadores de buena calidad de agua (Roldán, 1988).

Los hemípteros viven en remansos de ríos y quebradas; pocos resisten las corrientes rápidas. Son frecuentes también en lagos, ciénagas y pantanos. Algunas especies resisten cierto grado de salinidad y las temperaturas de aguas termales. Son depredadores de insectos acuáticos y terrestres; las especies más grandes pueden alimentarse de peces pequeños y crustáceos (Roldán, 1988).

Los odonatos viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas; por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutrofizadas (Roldán, 1988).

La mayoría de los tricópteros viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material vegetal; algunas especies viven en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas. En general, son buenos indicadores de aguas oligotróficas (Roldán, 1988).

#### **Nicho trófico**

En el presente estudio, se pudo diferenciar las siguientes categorías tróficas para los cuatro puntos de muestreo:

- Detritívoros (De): se alimentan de detritus (materia orgánica muerta) e incluyen fragmentadores (desmenuzadores), filtradores y recogedores (recolectores). Entre ellos encontramos a: “Mosca de Mayo” *Thraulodes* sp., “Frigánea” *Smicridea* sp., y “Frigánea” Leptoceridae.
- Carnívoros (Ca): se alimentan de otros animales e incluyen a los depredadores, parasitoides y parásitos. Entre ellos encontramos: “Tipulido” *Hexatoma* sp., “Patinador” *Rhagovelia* sp., “Perro de agua” *Corydalus* sp. y “Mosca de la piedra” *Anacroneria* sp.
- Herbívoros (He): se alimentan de plantas vasculares acuáticas o algas filamentosas; incluyen a fragmentadores (desmenuzadores), filtradores y raspadores. Entre ellos mencionaremos a “Escarabajo acuático” *Anchytarsus* sp.

La Tabla 3.2.90, permite observar la distribución de los hábitos alimenticios en cada una de las morfoespecies registradas en presente estudio.

**Tabla 3.2.90 Categorías tróficas de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Gremio trófico
Coleoptera	Dytiscidae	Dytiscidae n.d.	Escarabajo acuático	Carnívoro
Coleoptera	Curculionidae	Curculionidae n.d.	Escarabajo	Carnívoro
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis sp.</i>	Efímera	Detritívoro
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides sp.</i>	Efímera	Detritívoro
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Ulmeritus sp.</i>	Mosca de Mayo	Detritívoro
Hemiptera	Crixidae	<i>Neosigara sp.</i>	Chinche acuático	Carnívoro
Hemiptera	Notonectidae	<i>Martarega sp.</i>	Chinche acuático	Carnívoro
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma sp.</i>	Chinche acuático	Carnívoro
Hemiptera	Nepidae	<i>Ranatra sp.</i>	Insecto Palo	Carnívoro
Hemiptera	Pleidae	<i>Neoplea sp.</i>	Chinche de agua	Carnívoro
Odonata	Gomphidae	<i>Tibiagomphus sp.</i>	Caballito del diablo	Carnívoro
Diptera	Chironomidae	Chironomidae n.d.	Zancudo ciego	Detritívoro
Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia sp.</i>	Patinador	Carnívoro
Hemiptera	Gerridae	<i>Trepobates sp.</i>	Patinador	Carnívoro
Ephemeroptera	Baetidae	Baetidae n.d.	Efímera	Detritívoro
Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp.</i>	Camarón de río	Carnívoro
Decapoda	Trychodactylidae	Trychodactylidae n.d.	Camarón de río	Carnívoro
Araneae	Pisauridae	Pisauridae n.d.	Araña de agua	Carnívoro
Bivalvia n.d.	Sin determinar	Sin determinar	Concha	Carnívoro
Architaenioglossa	Ampullaridae	<i>Pomacea sp.</i>	Caracol	Carnívoro
Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoides sp.</i>	Caracol	Carnívoro
Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae n.d.	Sanguijuela	Carnívoro
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus sp.</i>	Frigánea	Detritívoro
Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis sp.</i>	Libélula	Carvívoro
Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia sp.</i>	Libélula	Carnívoro
Odonata	Gomphidae	<i>Phyllogomphoides sp.</i>	Libélula	Carnívoro
Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina sp.</i>	Libélula	Carnívoro
Blattodea	Blattidae	<i>Blatta sp.</i>	Libélula	Carnívoro

Elaborado por: COSTECAM, 2020

## Indicadores de calidad de agua

### Índice BMWP

En la Tabla 3.2.91 se destacan los valores obtenidos con la aplicación del índice BMWP/Col para evaluar la calidad del agua de los sitios de muestreo.

**Tabla 3.2.91 Índice BMWP/Col de los cuerpos de agua registrados en el área de estudio**

Código	Valor del BMWP/Col	Clase	Calidad	Significado
PMB-01	33	V	Crítica	Aguas muy contaminadas
PMB-02	26	V	Crítica	Aguas muy contaminadas
PMB-03	45	IV	Dudosa	Aguas contaminadas
PMB-04	38	IV	Dudosa	Aguas contaminadas

Código	Valor del BMWP/Col	Clase	Calidad	Significado
PMB-05	15	VI	Muy Crítica	Aguas fuertemente contaminadas
PMB-06	86	III	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas
PMB-07	68	III	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas
PMB-08	41	IV	Dudosa	Aguas contaminadas
PMB-09	27	V	Crítica	Aguas muy contaminadas
PMB-10	14	VI	Muy Crítica	Aguas fuertemente contaminadas

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Al hacer un análisis de los cuerpos de agua estudiados se determinó: Aguas medianamente contaminadas, Aguas contaminadas, Aguas muy contaminadas y Aguas fuertemente contaminadas. De manera general, los cuerpos de agua aún presentan condiciones favorables para organismos de distintos grados de sensibilidad. Este resultado es muy variable ya que comprenden varios hábitats en diferente estado de conservación, ya que los cuerpos de agua son receptores de flujos constantes de otras actividades antrópicas.

En términos generales los resultados del índice BMWP/Col reflejan que las condiciones del ecosistema acuático se encuentran bajo una significativa presión o impactos asociados al cambio de uso del suelo, presencia de asentamientos humanos e infraestructura que inciden sobre la calidad del agua desde un punto de vista biológico. De acuerdo a los resultados del índice BMWP/Col determinó que los sitios PMB-06 y PMB-07 son de calidad aceptable de agua en comparación con los demás sitios muestreados que presentan significativos niveles de contaminación.

Si estos resultados se los compara con los análisis de físico-químicos realizados a los diferentes cuerpos de agua (tanto de plataformas existentes como de plataformas nuevas), se puede establecer que el parámetro que fue superior al límite máximo permisible (LMP) fue el DQO, lo que indica que estos cuerpos de agua reciben demasiada materia orgánica, lo que hace que este parámetro pase el LMP, pero también indica que los cuerpos de agua presentan una alteración y contaminación, lo cual concuerda con lo obtenido por los índices BMWP/Col e índice EPT, donde el análisis biológico, también, indica que estos cuerpos de agua presentan niveles de contaminación. Es importante indicar, que esta alteración en los cuerpos de agua no sólo es por la actividad hidrocarburífera, ya que los parámetros relacionados con hidrocarburos estuvieron bajo el LMP, sino que existen otras actividades en la zona, que están causando afectación a los cuerpos de agua, como son la agricultura y los poblados cercanos,

En cuanto a los parámetros como pH, temperatura, conductividad, metales pesados, oxígeno disuelto, TPH, DQO; en algunos casos puntuales, estos superan los límites máximos permisibles (LMP), por tanto corroboran la perturbación en el ecosistema acuático desde el análisis físico-químico; así, la afirmación de los índices biológicos aplicados para el análisis de macroinvertebrados que corresponden a una calidad de agua Aceptable a Muy Crítica con un significado de Aguas medianamente contaminadas a Aguas fuertemente contaminadas, son consistentes. Los parámetros que no están dentro de los LMP se encuentran descritos en el Capítulo 3.1. Línea Base Física, en la sección 3.1.12 Calidad de agua.

### Distribución en la columna de agua

Las morfoespecies registradas en los puntos de monitoreo se distribuyeron de la siguiente manera:

- Neuston: Entre los representante del orden Hemiptera se registraron a “Patinador” *Rhagovelia* sp., y “Patinador” *Trepobates* sp., registrados en los puntos de muestreo PMB-3, PMB-4, PMB-5, PMB-6, PMB-7 y PMB-9.

- Bentos: Entre los registrados están a: “Camarón de río” *Macrobrachium* sp. “Escarabajo de pantano” Gyrinidae, “Caballito del diablo” *Hetaerina* sp., “, “Mosca de Mayo” *Ulmeritus* sp., “Mosca de Mayo” *Terpides* sp. y “Frigánea” *Phylloicus* sp., localizados en los puntos de muestreo localizados en los puntos de muestreo PMB-1, PMB-4, PMB-6, PMB-7, PMB-8.
- Necton: Dentro de este grupo se registró a “Efímera” Baetidae, en los puntos de muestreo PMB-6 y PMB-10.

### Especies indicadoras

Un total de 11 morfoespecies fueron identificadas como especies indicadoras para los sitios de muestreo, con la finalidad de enfatizar el seguimiento en los muestreos periódicos. Estas especies corresponden a las mejor puntuadas (o con el valor más alto) por el índice BMWP/Col (Tabla 3.2.92).

**Tabla 3.2.92 Especies indicadoras de macroinvertebrados acuáticos**

Especies con valor más alto BMWP/Col por sitio de muestreo	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5	PMB-6	PMB-7	PMB-8	PMB-9	PMB-10
<i>Argia</i> sp.		X								
Baetidae n.d.										X
Martarega sp.										X
<i>Phyllogomphoides</i> sp.			X	X			X	X		
<i>Phylloicus</i> sp.							X			
<i>Pomacea</i> sp.	X					X				
<i>Rhagovelia</i> sp.					X				X	
<i>Terpides</i> sp.						X				
<i>Tibiogomphus</i> sp.			X	X				X		
<i>Trepobates</i> sp.									X	
<i>Ulmeritus</i> sp.						X				

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Sensibilidad

En términos generales, ocho de los 10 cuerpos de agua evaluados se encuentran en el rango de muy mala y mala calidad de agua, lo que se asocia con un ecosistema acuático de mala calidad o de baja sensibilidad en el área de influencia del proyecto, influenciado por la alta presión por el desarrollo de diversas actividades antrópicas para el fomento de extensos monocultivos, ganadería y presencia de facilidades para la operación hidrocarburífera, a la que se suma el avance de la colonización.

A nivel específico, solo dos puntos de muestreo: PMB-6 “estero s/n y PMB-7 “Río Lucas” presentaron una sensibilidad media (por estar en el rango de 36-60 que indica una condición regular) respecto a los demás puntos de muestreo que reflejaron una condición mala y muy mala; esta última condición (muy mala rango: 0-15) para los puntos PMB-5 (Río Napo) y PMB-10 (Río Huamayacu) se explica porque son los cuerpos de agua más grandes que reciben descargas e impactos a una escala espacial mayor en comparación con esteros al interior del bloque MDC.

En la Tabla 3.2.93, se presenta la sensibilidad de cada una de las morfoespecies registradas en el área de estudio.

**Tabla 3.2.93 Sensibilidad macroinvertebrados acuáticos por punto de muestreo**

Familias registradas	BMWP/ Col	Presencia en punto de muestreo biótico (PMB)									
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Ampullaridae	9	9		9			9				
Baetidae	7						7				7
Belostomatidae	5						5			5	
Blattidae	0							0			
Caenidae	7						7				
Calamoceratidae	10							10			
Calopterygidae	7							7			
Chironomidae	2	2			2						
Coenagrionidae	7		7				7				
Corixidae	7						7				
Curculionidae	0										0
Dytiscidae	9							9			
Gerridae	8			8			8	8		8	
Glossiphoniidae	3		3								
Gomphidae	10			10	10			10	10		
Leptophlebiidae	9						9				
Libellulidae	6	6	6				6			6	
Nepidae	5		5				5				
Notonectidae	7					7	7				7
Palaemonidae	8	8			8			8	8		
Pisauridae	0	0						0	0	0	
Pleidae	0	1						1			
Sin Determinar	0										0
Thiaridae	5		5						5		
Trychodactylidae	8								8		
Veliidae	8			8	8	8		8		8	
<b>Total</b>		<b>26</b>	<b>26</b>	<b>35</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>77</b>	<b>61</b>	<b>31</b>	<b>27</b>	<b>14</b>
<b>*Índice de sensibilidad</b>		<b>M</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>MM</b>	<b>R</b>	<b>R</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>MM</b>

M = Malo; MM = Muy malo; R = Regular  
 \* Propuesto por Carrera & Fierro, 2001

Elaborado por: COSTECAM, 2020

### Estado de Conservación de las Especies

Los macroinvertebrados acuáticos registrados en el área general de estudio no se encuentran en las listas del Libro Rojo de la UICN (UICN, 2019) o en las listas CITES (CITES, 2019).

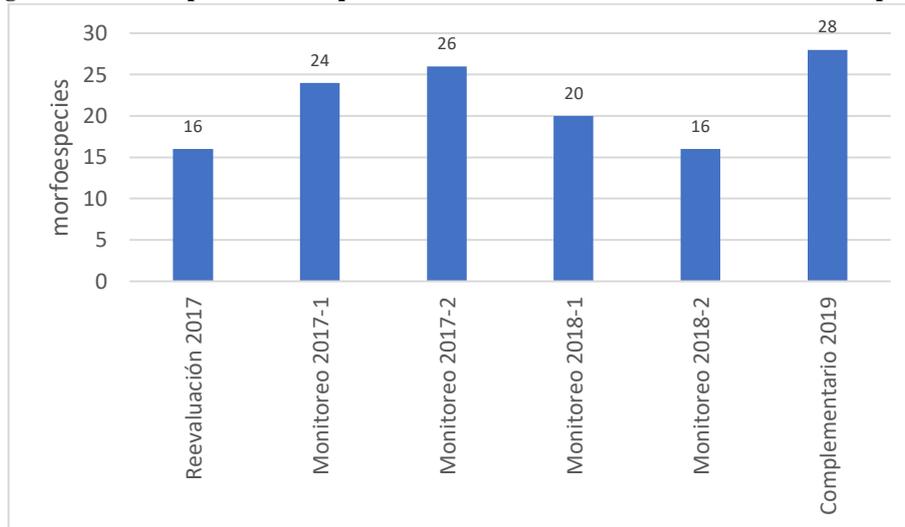
#### 3.2.7.36.4 Comparación con estudios previos

##### Diversidad

La riqueza de especies determinada para el área de proyecto a través de seis estudios (en el que se incluye el presente estudio complementario) evidencia una importante variabilidad en la presencia de morfoespecies. El mayor registro de morfoespecies se obtuvo en el presente estudio complementario con 28 morfoespecies, seguido del monitoreo biótico 2017 segundo semestre, con 26 morfoespecies; y monitoreo biótico 2017 primer semestre, con 24 morfoespecies. Los registros más bajos en riqueza de morfoespecies corresponden al estudio de reevaluación 2017

(donde se evaluó cuatro cuerpos de agua) y el monitoreo biótico 2018 segundo semestre, con 16 morfoespecies respectivamente para cada estudio (Figura 3.2.125).

**Figura 3.2.125 Comparación de riqueza de macroinvertebrados acuáticos con estudios previos**



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Al igual que en el caso de los peces, se prevé un bajo impacto acumulativo sobre las comunidades de macroinvertebrados por la interacción de impactos entre el DDV y plataforma MDC60, así como por la ampliación de la plataforma MDC16. La acumulación de impactos obedece incrementar la alteración de las condiciones físico químicas del ecosistema acuático por un mayor volumen de descargas asociadas a la construcción y operación, lo que también puede implicar un mayor nivel de presión en la calidad del hábitat de especies bentónicas y una alteración sustancial del recurso agua por derrame hidrocarbúrico, ante una posible contingencia. Las especies registradas en un cuerpo cercano a la plataforma MDC20 en la Revaluación MDC (2017) registró únicamente a dos morfoespecies versus cinco morfoespecies identificadas en un estero contiguo al sitio destinado para la adecuación del DDV que conducirá a la plataforma MDC60 y 12 morfoespecies en un cuerpo de agua junto la plataforma MDC16.

### **3.2.7.36.5 Conclusiones**

- En el presente estudio se registró un total de 170 individuos agrupados en 13 órdenes, 26 familias y 28 morfoespecies. El orden Hemiptera fue el más representativo con respecto a riqueza, este orden es característico para varios microhábitats generalmente diversificados, por lo cual las especies de este orden explotan diferentes nichos ecológicos. La baja diversidad presente en el área estudio denota una fuerte perturbación asociada a la presencia de actividades humanas y alteración en los cuerpos de agua, que contrasta con la existencia de entropía y poca dominancia en la composición y estructura de la comunidad obtenida desde la aplicación de estadísticos. Este contraste sugiere que la poca riqueza de morfoespecies con pocos individuos son reflejo de una fuerte alteración en las condiciones del ecosistema acuático, si se toma en consideración la estructura y composición de otras comunidades de macroinvertebrados en cuerpos de agua mejor conservados de la amazonía.
- Las especies más dominantes fueron *Pomacea sp* “Caracol” se encuentra presente en PMB-1 (estero S/N3) MDC60, PMB-3 (estero S/N4); *Trepobates sp*. “Patinador” se localizan en PMB-7 MDC3 (Río Lucas), PMB-9 MDC60 (estero S/N1); *Macrothemis sp*. “Libélula” en PMB-2 MDC60 (Río Lucas); *Phyllogomphoides sp*. en PMB-4 MDC60 (estero S/N2); *Rhagovelia sp*. en PMB-5 MDC60 (Río Napo); *Neosigara sp* “Chinche de

agua” en PMB-6 MDC16 (estero S/N5); *Macrobrachium sp.* en PMB-8 Sureste MDC16 (Río Pimampiro), y *Martarega sp.* en PMB-10 MDC60 (Río Huamayacu), los sitios mencionados se encuentran de manera contigua a remanentes de bosque secundario, zonas de cultivos y pastizal.

- El esfuerzo de muestreo realizado en el presente estudio es considerado consistente, pues únicamente dos morfoespecies no fueron registradas, según la aplicación del estadístico de Chao 1; esta diferencia en el registro de morfoespecies está asociada a la incidencia de la escala espacio-temporal (estación del año y amplitud de ríos de gran cauce). En los puntos de muestreo se determinó una baja similaridad, sin embargo esta está asociada al grado o nivel de incidencia de las alteraciones sobre los cuerpos de agua y no a diferencias entre comunidades de macroinvertebrados.
- Las condiciones ecológicas en el ambiente acuático reflejan una marcada alteración en la comunidad de morfoespecies que presentan un alto nivel de tolerancia a la perturbación en el ecosistema acuático, como se pudo evidenciar con el análisis BMWP/Col, EPT y de sensibilidad. Esto principalmente en los cuerpos de agua más grandes como los ríos Napo y Huamayacu que son receptores de flujos constantes de descargas en una vasta extensión. Esta misma condición fue también detectada en cuerpos de agua más pequeños (esteros) al interior del área de influencia del proyecto, donde ligeramente menos flujos de alteración parecen ocurrir.
- En cuanto a los gremios tróficos, las morfoespecies son capaces de aprovechar los organismos vivos y la materia orgánica en descomposición en el ecosistema acuático del área de influencia del proyecto, desempeñando así un papel importante, pero, por otro lado, también la ausencia de otros gremios tróficos presentes en comunidades más diversas y de ecosistemas acuáticos mejor conservados.
- Los macroinvertebrados acuáticos no tienen uso comercial por los pobladores y no se encuentran en las listas del Libro Rojo de la UICN (UICN, 2019) o en las listas (CITES, 2019), por lo cual no se puede categorizar en ninguna de estas listas.
- Cabe recalcar que, en el presente estudio es el que registró la mayor riqueza de morfoespecies en relación a los registros anteriores realizados en el área, lo que evidencia que con el esfuerzo destinado al estudio complementario se generó una importante base de información respecto a la riqueza de morfoespecies en el bloque MDC. Al igual que en el caso de los peces se prevén impactos acumulativos bajos por un incremento en el volumen de descargas a los cuerpos de agua que se suman a los existentes por la operación de la plataforma MDC20; así como, por posibles derrames que afecten a especies bentónicas.