Proyectos amigables de ingeniería SAS

Taborda Velez & Cia.

Estudio de Impacto Ambiental

Capítulo 5

Caracterización

Medio Biótico

Abril de 2022

Calle 33 A # 71 - 83, Medellín • Tel: (57) (4) 448 47 50
Info@praming.com.co • www.praming.com.co

TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE FIGURAS iii
LISTADO DE TABLAS x
LISTADO DE FOTOS xiv
LISTADO DE ANEXOS xv
5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 16
5.2 Medio Biótico 16
5.2.1 Ecosistemas Terrestres 16
5.2.2 Zonas de vida en el área de influencia del proyecto 18
5.2.3 Coberturas de la tierra en el área de influencia del proyecto 20
5.2.4 Flora 31
5.2.4.1 Especies de presencia potencial en el área de influencia 31
5.2.4.2 Muestreos florísticos 33
5.2.4.3 Composición florística 36
5.2.4.4 Estructura 50
5.2.4.5 Índice de Valor de Importancia (IVI) 53
5.2.4.6 Representatividad del muestreo (Curva de acumulación) 59
5.2.4.7 Diversidad 60
5.2.4.8 Análisis Global del componente flora 61
5.2.5 Especies arbóreas endémicas o amenazadas 62
5.2.5.1 Levantamiento de información 62
5.2.5.2 Individuos registrados 63
5.2.5.3 Clases diamétricas y altimétricas 64
5.2.5.4 Caracterización de la regeneración 65
5.2.5.5 Usos y amenazas 66
5.2.6 Especies arbóreas con veda regional 66
5.2.6.1 Levantamiento de información 67
5.2.6.2 Individuos registrados 68
5.2.6.3 Clases diamétricas y altimétricas 68
5.2.6.4 Caracterización de la regeneración 69
5.2.6.5 Usos y amenazas 70

5.2.7 Helechos arbóreos con veda nacional....70
5.2.7.1 Caracterización....71
5.2.7.2 Clases diamétricas y altimétricas....72
5.2.7.3 Densidades de individuos en el área de intervención....72
5.2.7.4 Usos y amenazas....73
5.2.8 Caracterización de vegetación de hábitos terrestres, rupícolas y epifíticos....73
5.2.8.1 Metodología....73
5.2.8.2 Resultados Revisión de información secundaria....80
5.2.8.3 Resultados Información de campo....85
5.2.9 Análisis de fragmentación y conectividad....120
5.2.9.1 Metodología....120
5.2.9.2 Resultados: Análisis de fragmentación y conectividad....125
5.2.9.3 Conectividad funcional....132
5.2.10 Fauna terrestre....137
5.2.10.1 Herpetofauna....137
5.2.10.2 Aves....171
5.2.10.3 Mastofauna....218
5.2.11 Ecosistemas acuáticos....256
5.2.11.1 Descripción de los sitios de muestreo....257
5.2.11.2 Perifiton....260
5.2.11.3 Macroinvertebrados....288
5.2.11.4 Ictiofauna....308
5.2.11.5 Índices de integridad biótica....329
5.2.11.6 Índice de Integridad Biótica ($IIB_{macroinvertebrados}$)....329
5.2.11.7 Índice de Integridad Biótica de Peces (IIB_{peces})....330
5.2.11.8 Índice de Integridad Biótica de la Vegetación riparia (IIB_{VegRip})....331
5.2.12 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas....336
BIBLIOGRAFIA....337

LISTADO DE FIGURAS

Figura 5-1. Ecosistemas terrestres: Área de influencia Proyecto Cocorná III.....17
Figura 5-2. Zonas de vida de Holdridge: Área de influencia Proyecto Cocorná III ...19
Figura 5-3. Coberturas de la tierra área de influencia proyecto hidroeléctrico Cocorná III.....22
Figura 5-4. Distribución de especies en las familias más dominantes. 32
Figura 5-5. Ubicación de los puntos de muestreo de flora en el área de influencia biótica del proyecto 35
Figura 5-6. Composición florística Fustales dominantes. B: Bosque de galería y/o ripario, VS: Vegetación secundaria o en transición, TA: Territorios Agrícolas.....37
Figura 5-7. Composición Florística Regeneración dominante. B: Bosque de galería y/o ripario, VS: Vegetación secundaria o en transición, TA: Territorios Agrícolas....38
Figura 5-8. Distribución diamétrica y de altura del inventario forestal por parcelas..50
Figura 5-9. Distribución diamétrica y de altura del inventario forestal por parcelas según cobertura 52
Figura 5-10. Índice de valor de importancia ampliado para Bosques.....54
Figura 5-11. Índice de valor de importancia ampliado para Vegetación Secundaria 56
Figura 5-12. Índice de valor de importancia ampliado para Territorios agrícolas 58
Figura 5-13. Curva de acumulación de especies del proyecto.....60
Figura 5-14. Distribución altimétrica y diamétrica de *Graffenrieda grandifolia*.....64
Figura 5-15. Distribución altimétrica y diamétrica de *Hyptidendron arboreum* 65
Figura 5-16. Distribución altimétrica y diamétrica de *Licania durifolia*.....65
Figura 5-17. Distribución altimétrica y diamétrica de *Alfaroa williamsii* 69
Figura 5-18. Distribución altimétrica y diamétrica de *Aniba coto*.....69
Figura 5-19. Distribución altimétrica y diamétrica de los helechos arbóreos vedados 72
Figura 5-20. Zonificación del Forófito para epifitas vasculares y no vasculares.....75
Figura 5-21. Localización del muestreo para las Bromelias, Orquídeas, Briófitos y Líquenes epífitos en el área de intervención 87
Figura 5-22 Riqueza y abundancia de familias de epífitas vasculares.....89
Figura 5-23 Riqueza y abundancia de familias de epífitas vasculares por cobertura vegetal 90
Figura 5-24 Distribución de los individuos por zona evaluada de los forófitos y tipo de cobertura.....91
Figura 5-25. Curvas de acumulación de especies para epífitas vasculares.....96
Figura 5-26. Localización de individuos de bromelias y orquídeas terrestres en el área de intervención del proyecto.....98
Figura 5-27. Curvas de acumulación de especie de Briófitos y Líquenes de hábito epífito 111
Figura 5-28 Localización de parcelas de muestreo de Briófitos y Líquenes en otros sustratos (suelo, roca y madera en descomposición 113
Figura 5-29. Número de especies y cobertura de briófitos y líquenes no vasculares creciendo sobre otros sustratos.....117
Figura 5-30. Representatividad del muestreo de briófitos y líquenes en otros sustratos 119

Figura 5-31. Área núcleo: 50 m 130
Figura 5-32. Idoneidad de hábitat en el área de influencia biótica para el tití Saguinus *leucopus.* 133
Figura 5-33. Idoneidad de hábitat en el área de influencia biótica para el zorro Cerdocyon *thous*. 134
Figura 5-34. Idoneidad de hábitat en el área de influencia biótica para el murciélago Micronycteris schmidtorum. 136
Figura 5-35. Representatividad de familias de anfibios y reptiles probables de ser detectadas en el área de influencia. 142
Figura 5-36. Representatividad de familias de anfibios y reptiles detectadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. 145
Figura 5-37. Curva de acumulación (riqueza de especies) basada en el tamaño de la muestra para la comunidad de anfibios y reptiles identificada en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. 149
Figura 5-38. Curva de cobertura del muestreo de la diversidad de especies de anfibios y reptiles del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III, basada en la completitud del muestreo. 151
Figura 5-39 Curva de acumulación (riqueza de especies) para cada una de las tres coberturas caracterizadas, basada en el tamaño de la muestra para la comunidad de anfibios y reptiles identificada en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. Convenciones: Bosques (B), Territorios agrícolas (TA) y Vegetación secundaria o en transición (Vst). 152
Figura 5-40. Curva de cobertura del muestreo de la diversidad de especies de anfibios y reptiles en las tres coberturas vegetales caracterizadas, basada en la exhaustividad del muestreo del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. Convenciones: Bosques (B), Territorios agrícolas (TA) y Vegetación secundaria o en transición (Vst). 153
Figura 5-41. Abundancias relativas de las especies de anfibios y reptiles detectadas en el área de influencia durante la temporada de lluvias. 155
Figura 5-42. Abundancias relativas de las especies de anfibios y reptiles detectadas en el área de influencia 156
Figura 5-43. Dendrograma de similitud de Jaccard para el ensamble de anfibios y reptiles en los tres grupos de coberturas vegetales muestreadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante la temporada de lluvias 158
Figura 5-44. Dendrograma de similitud de Jaccard para el ensamble de anfibios y reptiles en los tres grupos de coberturas vegetales muestreadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante la temporada seca 159
Figura 5-45. Representatividad de la comunidad de anfibios y reptiles registrada en las diferentes coberturas vegetales en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 160
Figura 5-46. Abundancia relativa de las especies de anfibios y reptiles registradas en las diferentes coberturas vegetales en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante la temporada de lluvias 161
Figura 5-47. Abundancia relativa de las especies de anfibios y reptiles registradas en las diferentes coberturas vegetales en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante la temporada seca 162

Figura 5-48. Distribución de los gremios tróficos para las especies de anfibios y reptiles registradas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.....165
Figura 5-49 Distribución de familias de avifauna registradas en la revisión de información secundaria para el municipio de Cocorná III.....181
Figura 5-50. Representatividad de las principales familias de aves registradas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 188
Figura 5-51. Curva de acumulación de especies de aves en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante el muestreo en invierno 189
Figura 5-52. Curva de completitud del muestreo de aves en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III en temporada de invierno.....190
Figura 5-53. Curva de acumulación de especies de aves en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.....191
Figura 5-54. Curva de completitud del muestreo de aves en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.....191
Figura 5-55. Curva de acumulación de diversidad de aves por cobertura vegetal: Bosques (B), Territorios Agrícolas (T.A) y Vegetación Secundaria (V.S). 192
Figura 5-56 Curva de completitud del muestreo de aves por cobertura.....193
Figura 5-57. Abundancia relativa de las aves de mayor registro en el área de influencia del proyecto Cocorná III durante el muestreo en invierno.....195
Figura 5-58. Abundancia relativa de las aves de mayor registro en el área de influencia del proyecto Cocorná III. 196
Figura 5-59 Dendrograma de similitud de Jaccard para las tres coberturas analizadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III, en el muestreo en época de lluvias. 197
Figura 5-60 Dendrograma de similitud de Jaccard para las tres coberturas analizadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. 198
Figura 5-61 Representatividad de la comunidad de aves registrada en las diferentes coberturas vegetales en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.....199
Figura 5-62 Rango de abundancia de las aves en cada una de las coberturas caracterizadas dentro del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante el muestreo en temporada de lluvias.....204
Figura 5-63 Rango de abundancia de las aves en cada una de las coberturas caracterizadas dentro del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III dunte el muestreo en temporada seca.....205
Figura 5-64. Representatividad de los gremios tróficos registrados en el área de influencia. 206
Figura 5-65. Representatividad respecto a la proporción de especies para los órdenes de mamíferos con presencia potencial en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 222
Figura 5-66. Representatividad respecto a la proporción de especies para las familias de mamíferos con presencia potencial en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 223
Figura 5-67. Representatividad de especies para los órdenes de mamíferos presentes en el área de influencia de la PCH Cocorna III 228
Figura 5-68. Representatividad de especies para las familias de mamíferos presentes en el área de influencia 229

Figura 5-69. Curva de acumulación (riqueza de especies) basada en el tamaño de la muestra para la comunidad de mamíferos identificada en toda el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante la temporada de lluvias 230
Figura 5-70. Curva de cobertura del muestreo de la diversidad de especies de mamíferos basada en la exhaustividad del muestreo para toda el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III para el muestreo durante la temporada de lluvias .. 231
Figura 5-71. Curva de acumulación (riqueza de especies) basada en el tamaño de la muestra para la comunidad de mamíferos identificada en toda el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III para el muestreo realizado en temporada seca 232
Figura 5-72. Curva de cobertura del muestreo de la diversidad de especies de mamíferos basada en la exhaustividad del muestreo para toda el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III para el muestreo realizado en temporada seca 233
Figura 5-73. Curva de acumulación (riqueza de especies) para cada una de las tres coberturas caracterizadas, basada en el tamaño de la muestra para la comunidad de mamíferos identificada en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 234
Figura 5-74. Curva de cobertura del muestreo de la diversidad de especies de mamíferos en las tres coberturas vegetales caracterizadas, basada en la exhaustividad del muestreo del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III . 235
Figura 5-75. Análisis clúster utilizando los índices de Jaccard en la comunidad de mamíferos en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante la temporada de lluvias 237
Figura 5-76. Análisis clúster utilizando los índices de Jaccard en la comunidad de mamíferos en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante la temporada seca 238
Figura 5-77. Abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes registrados en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 239
Figura 5-78. Abundancia relativa de mamíferos voladores registrados en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 241
Figura 5-79. Distribución de riqueza, abundancias relativas y porcentaje de especies únicas para cada cobertura vegetal dentro del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 242
Figura 5-80. Rango de abundancia de los mamíferos voladores en cada una de las coberturas caracterizadas dentro del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. 245
Figura 5-81 Rango de abundancia de las especies de mamíferos medianos y grandes por cobertura vegetal en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 246
Figura 5-82 Gremios tróficos categorizados para las especies de mamíferos registradas en el área de influencia. 247
Figura 5-83 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo en el río Cocorná en el área de aprovechamiento de su caudal con fines hidroeléctricos para la PCH Cocorná III 257
Figura 5-84. Variación espacial y temporal de la densidad (Ind/cm²) del ficoperifiton registrado en los tramos evaluados del río Cocorná en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III en diferentes etapas de muestreo 264

Figura 5-85. Riqueza de especies del ficoperifiton registrado en el tramo Captación en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III, en diferentes campañas de muestreo 268
Figura 5-86. Porcentaje de las divisiones a la composición taxonómica del perifiton registrado en el tramo Captación, en el área de influencia del Proyecto PCH Cocorná III 269
Figura 5-87. Densidad relativa (%) de los taxones más representativos del perifiton registrado en el tramo Captación en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III, en diferentes periodos de muestreo 270
Figura 5-88. Riqueza de las divisiones del ficoperifiton registrado en el tramo Medio del área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III 273
Figura 5-89. Porcentaje de las divisiones a la composición taxonómica del perifiton registrado en el tramo Medio, en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 273
Figura 5-90. Densidad relativa (%) de los taxones mas representativos del perifiton registrado en el tramo Medio del río Cocorná en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III 274
Figura 5-91. Riqueza de las divisiones del ficoperifiton registrado en el tramo Descarga en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III 276
Figura 5-92. Porcentaje de las divisiones a la composición taxonómica del ficoperifiton registrado en el tramo Descarga en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III 276
Figura 5-93. Densidad relativa (%) del ficoperifiton registrado en el tramo Descarga del río Cocorná en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III 277
Figura 5-94. Valores de los índices ecológicos estimados a nivel espacial y temporal del perifiton en los tramos evaluados del río Cocorná en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III 279
Figura 5-95.Diagrama del análisis de similaridad del perifiton entre los tramos evaluados del río Cocorná en el Año 2015 en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico Cocorná III 280
Figura 5-96.Diagrama del análisis de similaridad del perifiton entre los tramos evaluados del río Cocorná en el Año 2018 en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico Cocorná III 281
Figura 5-97. Diagrama del análisis de similaridad del perifiton entre los tramos evaluados del río Cocorná en el Año 2022 en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico Cocorná III 282
Figura 5-98. Análisis de correspondencia canónica entre la densidad del ficoperifiton en relación con las variables ambientales en el área de influencia del proyecto Cocorná III 287
Figura 5-99. Abundancia relativa de los órdenes de macroinvertebrados acuáticos reportados en el en el área de influencia del proyecto Hidroeléctrico Cocorná III 293
Figura 5-100. Abundancia relativa de los taxones de macroinvertebrados acuáticos más representativos reportados en el área de influencia del proyecto Hidroeléctrico Cocorná III 294

Figura 5-101. Abundancia relativa de los taxones más representativos de macroinvertebrados acuáticos reportados en el tramo de Captación en el AID del Proyecto Cocorná III.....295
Figura 5-102. Abundancia relativa de los taxones más representativos de macroinvertebrados acuáticos encontrados en el tramo Medio de la PCH Cocorná III 296
Figura 5-103. Abundancia relativa de los taxones más representativos de macroinvertebrados acuáticos reportados en el tramo de Descarga en el río Cocorná. 297
Figura 5-104. Análisis de agrupamiento espacial para los tramos muestreados en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III durante el muestreo del año 2015.....299
Figura 5-105. Análisis de agrupamiento espacial para los tramos muestreados en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III durante el muestreo del año 2018.....300
Figura 5-106. Análisis de agrupamiento espacial para los tramos muestreados en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III 301
Figura 5-107. Resultados del Análisis de Correspondencia Canónica, de la relación entre los macro-invertebrados acuáticos y las variables ambientales en el de los tramos de muestreo en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III 307
Figura 5-108. Distribución porcentual de los grupos taxonómicos de los individuos de la fauna íctica registrada en tres tramos del río Cocorná durante los muestreos, en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. 310
Figura 5-109. Abundancia de individuos y riqueza de especies registradas en tres tramos del río Cocorná durante tres muestreos, en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. 311
Figura 5-110. Abundancia de individuos de cada una de las especies icticas capturadas en tres tramos del río Cocorná, en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 312
Figura 5-111. Abundancia de individuos y riqueza de especies registradas en tres tramos del río Cocorná en cada uno de los muestreos, en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.....314
Figura 5-112. Biomasa registrada en los tres sitios muestreados del río Cocorná, durante los muestreos en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.....315
Figura 5-113. Diversidad Alpha por periodo climático en los tres sitios muestreados del río Cocorná, durante los muestreos en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 316
Figura 5-114. Abundancia relativa por periodo climático en los tres sitios muestreados del río Cocorná, durante los muestreos en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 317
Figura 5-115. Abundancia relativa de especies en los tres sitios muestreados del río Cocorná, durante los muestreos en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.....317
Figura 5-116. Diagrama de similitud de Bray-Curtis en los sitios de muestreo del año 2015 en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.....318
Figura 5-117. Diagrama de similitud de Bray-Curtis en los sitios de muestreo del año 2018 en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.....319

Figura 5-118. Diagrama de similitud de Bray-Curtis en los sitios de muestreo del año 2022 en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.....320
Figura 5-119. Asociación entre la estructura del ensamblaje de peces y las características ambientales en tres tramos del río Cocorná en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.....321
Figura 5-120. Biomasa de los gremios tróficos de los peces registrados en los tres sitios muestreados del río Cocorná, en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 322
Figura 5-121. Relación longitud peso para la especie más abundante del río Cocorná, área de influencia de PCH Cocorná III. 323

LISTADO DE TABLAS

Tabla 5-1. Ecosistemas terrestres área de influencia Proyecto hidroeléctrico Cocorná III. 16
Tabla 5-2. Coberturas de la tierra Proyecto Hidroeléctrico Cocorná III. 20
Tabla 5-3. Cantidad de especies reportadas con categoría de amenaza, veda o endemismo 33
Tabla 5-4. Estadígrafos del inventario forestal para la caracterización florística 34
Tabla 5-5. Intensidad de muestreo por cobertura 34
Tabla 5-6. Composición Florística el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Cocorná III 40
Tabla 5-7. Valor fitosociológico (VF) de cada subestrato para la cobertura bosque. 54
Tabla 5-8. Valor fitosociológico para cada Clase de Tamaño de la Regeneración natural Bosque 55
Tabla 5-9. Valor fitosociológico (VF) de cada subestrato para la cobertura Vegetación secundaria 57
Tabla 5-10.Valor fitosociológico para cada Clase de Tamaño de la Regeneración natural Vegetación secundaria 57
Tabla 5-11. Valor fitosociológico (VF) de cada subestrato para la cobertura Territorios agrícolas 59
Tabla 5-12.Valor fitosociológico para cada Clase de Tamaño de la Regeneración natural Territorios Agrícolas 59
Tabla 5-13. Índices de diversidad 61
Tabla 5-14. Especies arbóreas endémicas o amenazadas 62
Tabla 5-15. Parcelas de regeneración en el área de intervención del proyecto 63
Tabla 5-16. Registro de especies endémicas y amenazadas en el área de influencia 64
Tabla 5-17. Caracterización de la regeneración de las especies endémicas y amenazadas en el área de influencia biótica 66
Tabla 5-18. Especies arbóreas con veda 67
Tabla 5-19. Intensidad de muestreo - Regeneración en el área de intervención del proyecto 68
Tabla 5-20. Registro de especies arbóreas con veda en el área de influencia 68
Tabla 5-21. Caracterización de la regeneración de las especies arbóreas con veda en el área de intervención 70
Tabla 5-22. Especies arbóreas con veda 70
Tabla 5-23. Registro de helechos arbóreos en el área de intervención 71
Tabla 5-24. Densidad de helechos arbóreos en el área de intervención. 73
Tabla 5-25. Orquídeas, bromelias, briófitos y líquenes potencialmente presentes en el área de intervención del proyecto. 80
Tabla 5-26 Distribución de los muestreos para los grupos en veda nacional en las diferentes coberturas de la tierra en proyecto Cocorná 3 86
Tabla 5-27 Familias y especies de epífitas vasculares presentes en el área de intervención del proyecto. 88
Tabla 5-28 Índices de diversidad de especies de epífitas vasculares presentes en el área de intervención del proyecto. 90

Tabla 5-29 Especies y abundancia registrada por estrato del forófito.....91
Tabla 5-30. Especies hospederas evaluadas 93
Tabla 5-31 Representatividad del muestreo de epífitas vasculares 94
Tabla 5-32. Localización de los individuos de orquídeas y bromelias terrestres en el área de intervención del proyecto.....97
Tabla 5-33. Especies de bromelias y orquídeas terrestres en el área de intervención del proyecto.....97
Tabla 5-34. Familias y especies no vasculares de hábito epífito presentes en el área de intervención del proyecto.....99
Tabla 5-35 Familias y especies de musgos epífitos presentes en el área de intervención del proyecto.....102
Tabla 5-36 Familias y especies de líquenes epífitos presentes en el área de intervención del proyecto.....102
Tabla 5-37 Familias y especies de hepáticas epífitos presentes en el área de intervención del proyecto.....103
Tabla 5-38 Diversidad de especies no vasculares de hábito epífito.....104
Tabla 5-39 Distribución de las especies por zona evaluada de los forófitos 105
Tabla 5-40 Especies registradas en cada estrato de los hospederos o forófitos....105
Tabla 5-41 Especies hospederas por tipo de cobertura.....108
Tabla 5-42. Representatividad del muestreo de epífitas no vasculares. 109
Tabla 5-43. Riqueza y abundancia de epífitas no vasculares en otros sustratos por tipo de cobertura 114
Tabla 5-44 Familias y especies de musgos en otros sustratos presentes en el área de intervención del proyecto.....114
Tabla 5-45 Familias y especies de musgos en otros sustratos presentes en el área de intervención del proyecto.....115
Tabla 5-46 Familias y especies de musgos en otros sustratos presentes en el área de intervención del proyecto.....116
Tabla 5-47 Diversidad de especies no vasculares creciendo sobre otros sustratos. 117
Tabla 5-48 Representatividad del muestreo de briófitos y líquenes en otros sustratos 118
Tabla 5-49. Métricas del paisaje.....121
Tabla 5-50. Características ecológicas generales de las especies focales. 123
Tabla 5-51. Calificación de los factores considerados. 123
Tabla 5-52. Métricas del paisaje para el escenario sin proyecto.....125
Tabla 5-53. Métricas del paisaje para el escenario con proyecto.....131
Tabla 5-54. Especies de anfibios y reptiles probables de ser detectadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. 138
Tabla 5-55. Especies de anfibios y reptiles detectadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.....146
Tabla 5-56. Índices de diversidad alfa estimados para la comunidad de anfibios y reptiles en las diferentes coberturas vegetales caracterizadas dentro del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. 154

Tabla 5-57. Listado de las especies de anfibios y reptiles exclusivas registradas en las diferentes coberturas vegetales en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. 163
Tabla 5-58 Avifauna potencialmente presente en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. 172
Tabla 5-59. Lista de especies de aves presentes en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. 183
Tabla 5-60 Valores de los índices de diversidad para cada una de las coberturas vegetales evaluadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. 194
Tabla 5-61. Especies de aves de registro exclusivo para cada cobertura vegetal en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 200
Tabla 5-62. Lista de especies de aves con algún grado se sensibilidad en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. 210
Tabla 5-63. Especies de mastofauna potencialmente presentes en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 219
Tabla 5-64 Composición de la comunidad de mamíferos registrados en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 225
Tabla 5-65. Índices de diversidad alfa estimados para la comunidad de mamíferos en las diferentes coberturas vegetales caracterizadas dentro del área de influencia del proyecto PCH Cocorná 236
Tabla 5-66. Especies de mamíferos de registro exclusivo para cada cobertura vegetal en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 243
Tabla 5-67 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo en el río Cocorná para el proyecto de la PCH Cocorná III 257
Tabla 5-68 Composición taxonómica del ficoperifiton hallado en los tramos evaluados del río Cocorná en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III (Años 2015, 2018 y 2022) 262
Tabla 5-69. Composición taxonómica y numérica (en Ind/cm2) del ficoperifiton registrado en el tramo Captación del río Cocorná. Área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III, en diferentes eriodos de muestreo 266
Tabla 5-70. Composición taxonómica y numérica (en Ind/cm^2) del ficoperifiton registrado en el tramo Medio del río Cocorná. Área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III (Cocorná, Antioquia). Años 2015 y 2018. 271
Tabla 5-71. Composición taxonómica y numérica (en Ind/cm^2) del ficoperifiton registrado en el tramo Descarga en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III 275
Tabla 5-72. Valores de los índices ecológicos estimados a nivel espacial y temporal del ficoperifiton en los tramos evaluados del río Cocorná en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III 278
Tabla 5-73 Resultados del análisis de correspondencia canónica entre la densidad del ficoperifiton en relación con las variables ambientales en tres tramos evaluados en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Cocorná III, durante diferentes campañas de muestreo. 285
Tabla 5-74 Composición taxonómica y abundancia de los macroinvertebrados reportados en el río Cocorná en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Cocorná III 290

Tabla 5-75. Valores de los descriptores ecológicos a partir de los macroinvertebrados acuáticos colectados en los diferentes tramos de muestreo de la PCH Cocorná III. 299
Tabla 5-76. Valor del índice BMWP/Col para las familias encontradas en los tramos de muestreo en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III 302
Tabla 5-77. Resultados de la aplicación del índice BMWP/Col, en los tramos de muestreo en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III 303
Tabla 5-78. Resultados del Análisis de Correspondencia Canónica para los tramos de muestreo en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III 304
Tabla 5-79. Especies probables de ser detectadas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III. Los géneros con asterisco significan que albergan varias especies que pueden estar en el área de estudio. 309
Tabla 5-80. Composición taxonómica y abundancias de individuos de las especies capturadas en tres tramos del río Cocorná, área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 313
Tabla 5-81. Especies con categoría de amenaza, endemismo y migración, registrada en los tres sitios muestreados del río Cocorná, en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III 325
Tabla 5-82. Valor e interpretación del Índice de Integridad Biótica para los ensamblajes de ficoperifiton ($IIB_{Perifiton}$) para el área de influencia de la PCH Coorna III. 329
Tabla 5-83. Valor e interpretación del Índice de Integridad Biótica para los ensamblajes de los macroinvertebrados ($IIB_{Macroinvertebrados}$) en el área de influencia de la PCH Coorna III 330
Tabla 5-84 Métricas del Índice de Integridad Biótica para los ensamblajes de los peces (IIB_{Peces}) para el área de influencia de la PCH Coorna III. 330
Tabla 5-85. Localización de parcelas de muestreo. 331
Tabla 5-86. Resultado del Índice de Integridad Biótica de la Vegetación Ribereña (IIB_{VegRip}) para la parcela P1-IVR. 331
Tabla 5-87. Resultado del Índice de Integridad Biótica de la Vegetación Ribereña (IIB_{VegRip}) para la parcela P2-IVR. 332
Tabla 5-88. Resultado del Índice de Integridad Biótica de la Vegetación Ribereña (IIB_{VegRip}) para la parcela P3-IVR. 333
Tabla 5-89. Resultado del Índice de Integridad Biótica de la Vegetación Ribereña (IIB_{VegRip}) para la parcela P4-IVR. 334
Tabla 5-90. Resultado del Índice de Integridad Biótica de la Vegetación Ribereña (IIB_{VegRip}) para la parcela P5-IVR. 334
Tabla 5-91. Resultado del Índice de Integridad Biótica de la Vegetación Ribereña (IIB_{VegRip}) para la parcela P6-IVR. 335

LISTADO DE FOTOS

Foto 5-1. Cultivo bajo invernadero en el área de influencia del Medio Biótico 24
Foto 5-2. Cultivo de café en el área de influencia del Medio Biótico 25
Foto 5-3. Pastos limpios en el área de influencia del Medio Biótico.....26
Foto 5-4. Pastos arbolados en el área de influencia del Medio Biótico 27
Foto 5-5. Pastos enmalezados en el área de influencia del Medio Biótico.....28
Foto 5-6. Cobertura de Bosque de galería en el cauce del río Cocorná 29
Foto 5-7. Vegetación secundaria o en transición en el área de influencia del proyecto 30
Foto 5-8. Río Cocorná.....30
Foto 5-9. Muestreo de orquídeas y bromelias de hábito epífito 76
Foto 5-10. Muestreo de Orquídeas y bromelias terrestres.....76
Foto 5-11. Muestreo de epifitas no vasculares de hábito epífito 77
Foto 5-12. Muestreo de epifitas no vasculares en otros sustratos 78
Foto 5-13. *Smilisca phaeota* ingiriendo una rana del género *Pristimantis*.....164
Foto 5-14. Fotografías de algunas especies de anfibios y reptiles detectadas en el área de influencia.....169
Foto 5-15. Tala de bosques registrada en las coberturas boscosas del área de influencia.....208
Foto 5-16. Fotografías de algunas especies aves detectadas en el área de influencia 217
Foto 5-17 Procesos de tala y pastos adecuados para el pastoreo de ganado bovino dentro del área de influencia. 249
Foto 5-18 Tramo del río Cocorná donde se registraron heces de *L. longicaudis.* ..251
Foto 5-19 Registro fotográfico de algunas especies capturadas en el área de influencia.....254
Foto 5-20. Sitio de muestreo Captación del río Cocorná en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Cocorná III 258
Foto 5-21. Sitio de muestreo Tramo medio del río Cocorná en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III.....259
Foto 5-22. Sitio de muestreo Descarga del río Cocorná en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III.....260
Foto 5-23. Registro fotográfico de algunos de los taxones registrados en el ficoperifiton en el área de influencia de la PCH Cocorná III 283
Foto 5-24. Principales macroinvertebrados acuáticos reportados en los tramos de muestreo en el área de influencia de la PCH Cocorná III 298

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 5.2.1. Listado de especies de flora potenciales en el área del proyecto

Anexo 5.2.2. Composición Florística PCH Cocorná III

Anexo 5.2.3. Memoria cálculo del Error de muestreo

Anexo 5.2.4. Inventario Flora

Anexo 5.2.5. IVI ampliado

Anexo 5.2.6. Localización especies en veda nacional

Anexo 5.2.7. Base de datos Orquídeas y bromelias epífitas

Anexo 5.2.8. Base de datos Orquídeas y bromelias terrestres

Anexo 5.2.9. Base de datos Briófitos y Líquenes epífitos

Anexo 5.2.10. Base de datos Briófitos y Líquenes otros sustratos

Anexo 5.2.11. Base de datos de las parcelas de vegetación riparia

Anexo 5.2.12. Registro fotográfico flora

Anexo 5.2.13. Bases de datos fauna terrestre

Anexo 5.2.14. Registro fotográfico fauna terrestre

Anexo 5.2.15. Bases de datos ecosistemas acuáticos

Anexo 5.2.16. Registro fotográfico ecosistemas acuáticos

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.2 Medio Biótico

5.2.1 Ecosistemas Terrestres

El área de influencia biótica del proyecto Cocorná III se encuentra ubicada en el zonobioma de clima húmedo tropical del área de Nechí-San Lucas, comprendido entre las cotas 50 y 1.100 msnm, con precipitaciones medias entre los 3.000 y 5.000 mm por año y temperaturas entre 19 y 33°C. Estos biomas debido a sus condiciones abióticas y disponibilidad de recursos se caracterizan por poseer un alta diversidad tanto de flora como fauna (Etter et al., 2017).

Según la clasificación del Instituto Alexander de von Humboldt, el proyecto se encuentra en su mayoría (75,33%) en el orobioma subandino Nechí-San Lucas y el 24,67% restante se encuentra en hidrobioma Nechí-San Lucas (Ver Tabla 5-1 y Figura 5-1). Estos ecosistemas en su mayoría han sufrido transformaciones a sistemas agrícolas, fragmentando los ecosistemas naturales (IDEAM, 2017).

Tabla 5-1. Ecosistemas terrestres área de influencia Proyecto hidroeléctrico Cocorná III.

Bioma IAvH	Grado de transformación	Ecosistema	Área	
			Ha	%
Hidrobioma Nechí-San Lucas	Natural	Rio de Aguas Blancas	77,20	24,67
Orobioma Subandino Nechí-San Lucas	Transformado	Agroecosistema de mosaico de cultivos y pastos	88,73	28,36
		Agroecosistema de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	140,90	45,03
		Agroecosistema de mosaico de pastos y espacios naturales	1,89	0,60
		Agroecosistema ganadero	4,16	1,33
Total			**312,89**	**100,00**

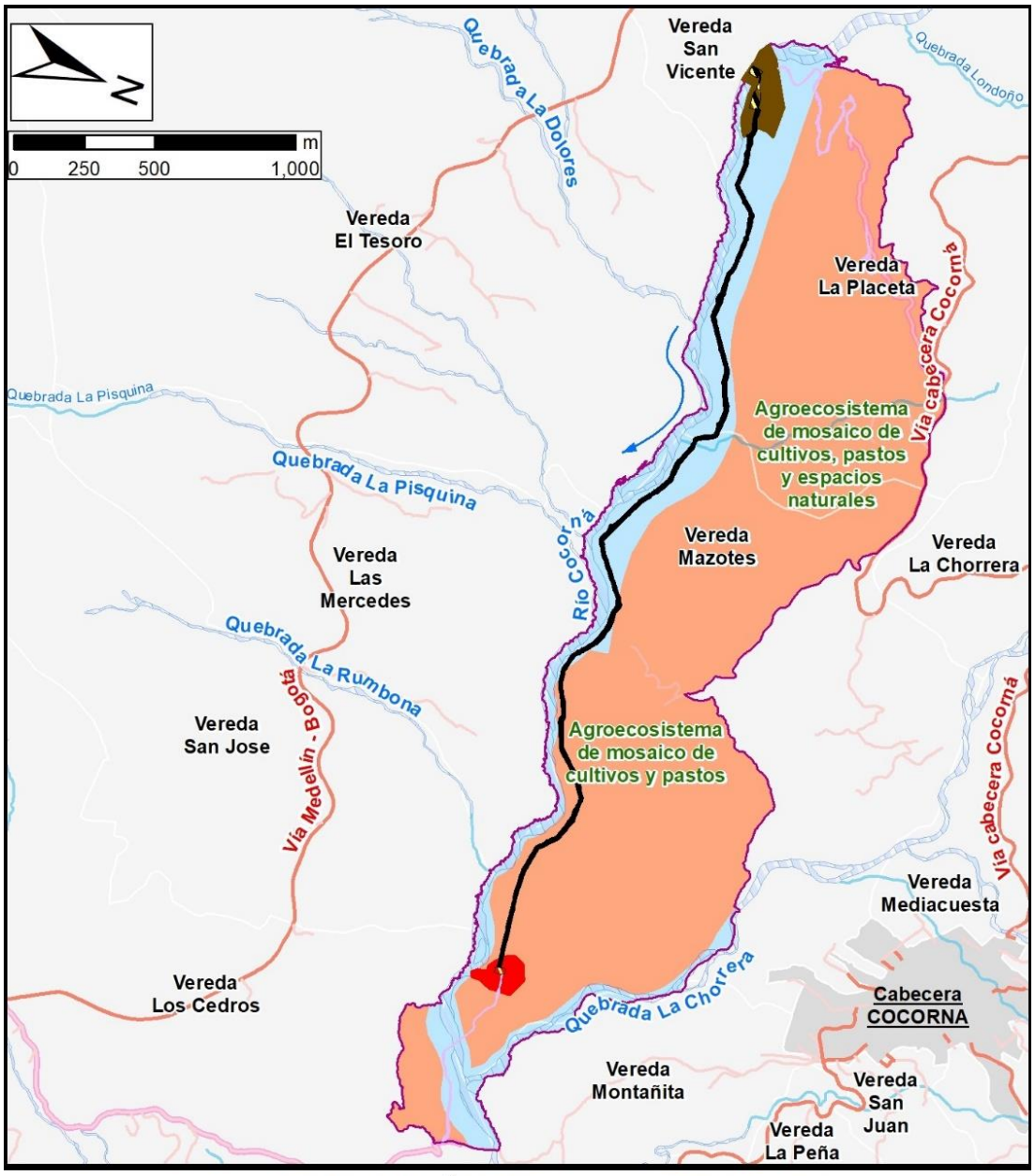


Figura 5-1. Ecosistemas terrestres: Área de influencia Proyecto Cocorná III

5.2.2 Zonas de vida en el área de influencia del proyecto

El área de influencia del proyecto se encuentra ubicada en la zona de vida de Bosque pluvial premontano (bp-PM), en la provincia súper-húmedo, que se caracteriza por estar en tierras bajas húmedas entre las cotas 1.000 y 2.000 m, con temperatura promedio anual entre 18 y 24°C, precipitación promedio entre los 4.000 y 8.000 mm anuales y una evapotranspiración promedio de 943 a 1.296 mm. Estas zonas se asocian con cultivos de café, caña de azúcar, plátano, yuca y maíz. Sin embargo, por sus altas precipitaciones se recomienda mantener la cobertura vegetal, especialmente las áreas boscosas, para evitar la erosión y mantener la regulación del recurso hídrico, evitando principalmente las inundaciones por eventos torrenciales. Ver Figura 5-2.

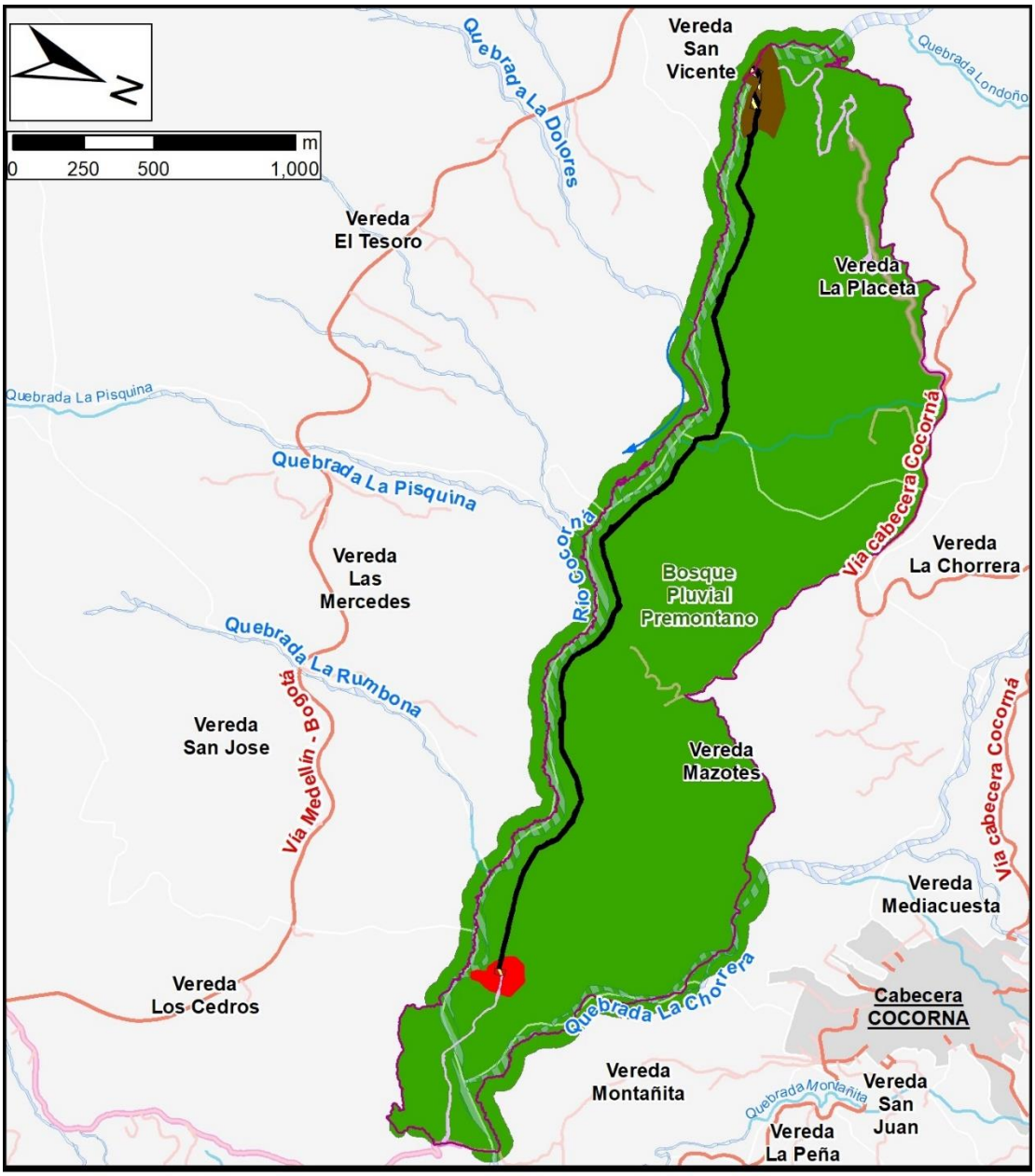


Figura 5-2. Zonas de vida de Holdridge: Área de influencia Proyecto Cocorná III

5.2.3 Coberturas de la tierra en el área de influencia del proyecto

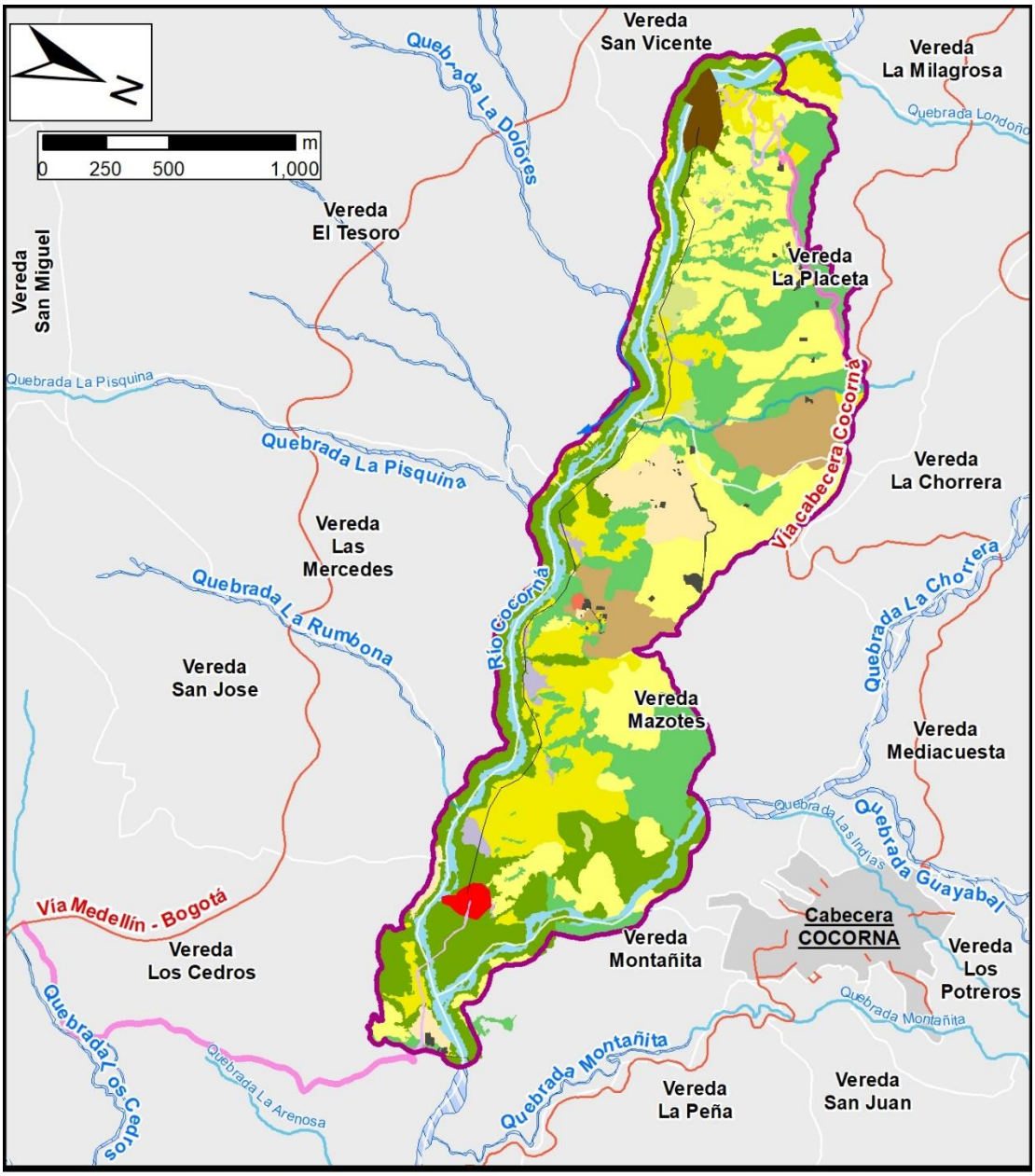
En el mapa de coberturas 1:25.000 del área de influencia biótica del Proyecto Hidroeléctrico Cocorná III (Ver Tabla 5-2 y Figura 5-3), se observa que el área de influencia se encuentra altamente intervenida y fragmentada por coberturas antropizadas, donde el 50,54% (158,13 ha) se encuentran bajo coberturas agrícolas, predominando los pastos con 40,42% del área total. Las coberturas naturales representan el 41,79% y se encuentran distribuida en bosques de galería, vegetación secundaria y afloramientos rocosos, estas coberturas están localizadas principalmente en los bordes de los afluentes y las áreas con mayor pendiente. En menor medida se encontró el polígono que corresponde al río Cocorná (6,76%), las áreas de tejidos urbanos discontinuos con 1,92 ha (0,61%) y las vías terciarias con un 0,91ha (0,29%).

De acuerdo con las áreas proyectadas para el desarrollo de la PCH Cocorná III, se puede ver que las coberturas con mayor afectación son los pastos con una intervención de 6,3 ha, seguido de los bosques de galería o riparios con un área de intervención de 2,1 ha, de lo anterior se puede ver que el trazado del proyecto se diseñó con el fin de minimizar los impactos en las coberturas naturales.

Tabla 5-2. Coberturas de la tierra Proyecto Hidroeléctrico Cocorná III.

Coberturas de la Tierra Corine Land Cover			Área Influencia Biótica		Área de Intervención de las obras del proyecto	
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Ha	%	Ha	%
1. Territorios Artificializados	1.1 Zonas urbanizadas	1.1.2 Tejido urbano discontinuo	1,92	0,61	0,001	0,01
	1.2 Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.2 Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,91	0,29	0,014	0,11
2. Territorios Agrícolas	2.2 Cultivos permanentes	2.2.1 Cultivos permanentes herbáceos	12,35	3,95	0,159	1,24
		2.2.2 Cultivos permanentes arbustivos	19,03	6,08	-	-
		2.2.5 Cultivo confinado	0,29	0,09		
	2.3 Pastos	2.3.1 Pastos limpios	41,84	13,37	3,335	25,96
		2.3.2 Pastos arbolados	80,40	25,70	2,385	18,57

Coberturas de la Tierra Corine Land Cover			Área Influencia Biótica		Área de Intervención de las obras del proyecto	
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Ha	%	Ha	%
		2.3.3 Pastos enmalezados	4,22	1,35	0,588	4,58
3. Bosques y Áreas Seminaturales	3.1 Bosques	3.1.4 Bosque de galería y/o ripario	64,53	20,63	3,151	24,53
	3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.3 Vegetación secundaria o en transición	62,02	19,82	0,471	3,67
	3.3 Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.2 Afloramientos rocosos	4,22	1,35	2,150	16,74
5. Superficies de Agua	5.1 Aguas continentales	5.1.1 Ríos 50 m	21,16	6,76	0,590	4,59
Total			**312,89**	**100,00**	**12,843**	**100,00**



COBERTURAS TERRESTRES ÁREA DE INFLUENCIA MEDIO BIOTICO

Obras del proyecto
- Vías a construir
- Captación
- Casa de máquinas

Vías para adecuación
- Límite veredal

Áreas de Influencia
- Medio biótico (312.89ha)

Cobertura de la Tierra
- Cultivos permanentes arbustivos
- Afloramientos rocosos
- Bosque de galería y/o ripario
- Cultivos confinados
- Cultivos permanentes herbáceos
- Pastos arbolados
- Pastos enmalezados
- Pastos limpios
- Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
- Ríos (50 m)
- Tejido urbano discontinuo
- Vegetación secundaria o en transición

Figura 5-3. Coberturas de la tierra área de influencia proyecto hidroeléctrico Cocorná III.

A continuación, se realiza la caracterización de cada una de las coberturas encontradas en el área de Influencia Biótica:

- Tejido Urbano discontinuo (1.1.2)

Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes, donde las edificaciones cubren la superficie de forma dispersa, predominando las coberturas verdes. Estas áreas corresponden a las fincas y caseríos y representan el 0,61% del área de influencia biótica. Las principales especies vegetales arbóreas y arbustivas presentes en esta cobertura están relacionadas con las actividades humanas que se desarrollan históricamente en la región, algunas especies son: *Albizia carbonaria* Britton (carbonero), *Alibertia patinoi* (Cuatrec.), Delprete & C.H. Perss. (Borojó) y *Trichanthera gigantea* (Bonpl.), Nees (quebrabarrigo), además de cultivares como cítricos, café, caña y especies de cercos vivos presentes en los linderos (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., matarratón; entre otros).

Dentro de esta cobertura es posible observar algunas especies de fauna terrestre generalistas y resistentes a los disturbios, que aprovechan los recursos presentes en los jardines y los cultivos frutales que rodean las fincas, algunas de las especies que explotan estos recursos son: aves como el azulejo (*Thraupis episcopus*), el bichofue (*Pitangus sulphuratus*), el colibrí (*Amazilia tzacatl*), anfibios como el sapo común *Rhinella horribilis* y algunos murciélagos como *Artibeus planirostris*, *Carollia perspicillata*, así como la chucha *Didelphis marsupialis* y la ardilla *Notosciurus granatensis.*

- Red vial, ferroviaria y terrenos asociados (1.2.2)

Son espacios con infraestructuras que permiten las comunicaciones veredales, es decir, corresponden a vías terciarias y las infraestructuras asociadas a estas vías. Esta cobertura representa el 0,29% del área de influencia biótica. Algunas especies de fauna generalistas podrán recorrer esta cobertura, ya sea como paso obligado hacia otros sitios en búsqueda de alimento o aprovechando perchas temporales de algunos árboles asociados. Dentro de las especies que es común observar en árboles adyacentes a las vías se encuentra el gavilán *Rupornis magnirostris* y el garrapatero *Crotophaga ani*.

- Cultivos permanentes herbáceos (2.2.1)

Esta cobertura hace referencia a los cultivos permanentes de hábito herbáceo, es decir, aquellas plantas que tienen un ciclo de vida anual y no tienen órganos leñosos. En el área de influencia biótica esta cobertura está representada por cultivos de caña de azúcar, banano y plátano con un área de aproximadamente 12,3 ha. También dentro de los cultivos se encontró un cultivo confinado con un área de 0,29 ha, como se puede ver en la Foto 5-1. La fauna asociada a esta cobertura es generalista y puede hacer uso de frutos maduros o polinizar flores de los cultivos de banano y plátano, especies frugívoras y nectarívoras aprovechan estos recursos, entre los más comunes son el verdulejo *Thraupis palmarun*, el azulejo *Thraupis episcopus*, el

murciélago nectarívoro *Glossophoga soricina*. Algunas especies también pueden arrancar plantas de caña para mordisquearlas como es el caso de la taira *Eira barbara*.

Foto 5-1. Cultivo bajo invernadero en el área de influencia del Medio Biótico

- Cultivos permanentes arbustivos (2.2.2)

Esta cobertura es dominante en la región y el área de influencia del proyecto con un área de 19 ha, la cual consta de cultivos de especies con hábitos arbustivos, es decir, con alturas entre 0,5 a 5 m, estructuras leñosas y fuertemente ramificados. En esta cobertura se encuentran principalmente los cultivos de café con y sin sombrío, además de frutales como cítricos (Foto 5-2). Asociados a estos cultivos suele encontrarse especies arbóreas comunes en bordes de bosque o altamente tolerantes a la fragmentación: *Annona papilionell* (Diels) H. Rainer; *Miconia elata* (Sw.) DC.; *Persea caerulea* (Ruiz & Pav.) Mez; *Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch.; *Vismia macrophylla* Kunth o algunas especies del género *Inga*.

Dentro de esta cobertura se mueve fauna terrestre resistente a las perturbaciones y que hace uso de frutos de cultivos y de las especies pioneras asociadas a estos. Murciélagos frugívoros de la familia Phyllostomidae serían frecuentes en estas áreas (*Carollia perspicillata*, *Sturnira parvidens*, *Artibeus planirostris*), así como aves frugívoras e insectívoras de la familia Thraupidae o Tyrannidae.

Foto 5-2. Cultivo de café en el área de influencia del Medio Biótico

- Pastos limpios (2.3.1)

Esta cobertura ocupa 41,8 ha del área de influencia y hace referencia a las áreas destinadas a la ganadería que se encuentran desprovistas de vegetación arbórea o arbustiva. En estas coberturas están ocupadas por pastos manejados en más de un 70%, en donde se llevan prácticas culturales como limpieza, fertilización y encalamiento. En esta cobertura suelen encontrarse algunas especies de Miconia como *Miconia dolichorrhyncha* Naudin; *Miconia elata* (Sw.) DC. y *Miconia macrotis* Cogn., así como el niguito: *Bellucia pentamera* Naudin; también son frecuentes las especies de Vismia (*V. baccifera* y *V. macrophylla*); en el lugar es común encontrar en potreros individuos adultos de *Annona papilionella* (Diels) H. Rainer.

Los pastos limpios debido a su estructura no son un hábitat idóneo para la mayoría de especies de fauna, sin embargo, existen algunas especies que pueden sacarle provecho a los escasos recursos que allí pueden encontrar; el murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*), por ejemplo, puede moverse en estas áreas abiertas considerando que sus presas en su mayoría corresponden a ganado vacuno, por su parte el zorro *Cerdocyon thous* puede aprovechar, en épocas de escases de alimento en otras coberturas, los ortópteros (grillos) como fuente complementaria de alimento.

Foto 5-3. Pastos limpios en el área de influencia del Medio Biótico

- Pastos arbolados (2.3.2):

Corresponde a áreas de potreros localizados en las áreas con pendientes suaves a medias con un área aproximada de 80,4 ha, los potreros están conformados por pastos cultivados y presentan un componente arbóreo de cercos vivos o dispersos, el componente arbóreo de esta cobertura se encuentra entre el 30 y 50% de área total de esta unidad (Foto 5-4). Esta cobertura comprende las mismas especies mencionadas en los pastos limpios, las cuales ocurren de forma más densa, es común en esta cobertura encontrar diferentes especies de guamo como *Inga sapindoides* Willd. o *Inga thibaudiana* DC.

En esta cobertura las especies que explotan recursos en áreas abiertas como aves semilleras (ej: *Stilpnia larvata*), aves insectívoras que utilizan los árboles como perchas (ej: *Tyrannus melancholicus*), así como aves de rapiña (ej: *Milvago chimachima*), murciélagos insectívoros aéreos que se alimentan de insectos asociados a esta cobertura (ej: *Myotis nigricans*), serían las que predominarían.

Foto 5-4. Pastos arbolados en el área de influencia del Medio Biótico

- Pastos enmalezados (2.3.3.)

Son áreas que estuvieron bajo uso ganadero o agrícola, pero por pérdida de su productividad no han presentado manejo, favoreciendo la proliferación de malezas y vegetación secundaria de crecimiento espontaneo no mayor a 1,5 m de altura, como es el caso de la caña brava (*Gynerium sagittatum*), ver Foto 5-5.

Esta cobertura puede albergar especies de fauna generalistas que aprovecharían las malezas y arbustos, ya sea como fuente de alimento como es el caso de aves semilleras (ej: *Stilpnia larvata*), e insectívoras (ej: *Pitangus sulphuratus*, *Elaenia flavogaster*) o como áreas de resguardo o de construcción de nidos. Dentro de los mamíferos, los murciélagos del género Carollia y Sturnira pueden aprovechar frutos de géneros de plantas como Piper o Solanum que suelen establecerse en estas coberturas.

Foto 5-5. Pastos enmalezados en el área de influencia del Medio Biótico

- Bosque de galería y/o Ripario (3.1.4):

En general en la región esta cobertura vegetal se presenta en estrechas franjas de vegetación asociada a los cauces de agua, los fragmentos que hacen parte de esta categoría frecuentemente se encuentran aislados entre ellos y se localizan en áreas de cañones profundos. Esta cobertura abarca un área de 20,6 ha y los elementos típicos que la componen son especies de la transición como: *Acalypha diversifolia* Jacq., *Acalypha macrostachya* Jacq., *Cecropia angustifolia* Trécul, *Eugenia biflora* (L.) DC., *Lacistema aggregatum* (P.J. Bergius) Rusby y *Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski (Foto 5-6).

Esta cobertura por estar asociada a fuentes hídricas en especial al río Cocorná, sirve como corredor de movimiento de muchas especies, sobre todo de aquellas que suelen evitar las áreas abiertas o que por sus hábitos arborícolas están fuertemente asociados a ellas; es el caso del titi *Saguinus leucopus*, el perro de monte *Potos flavus y* algunos murciélagos de vuelos cortos como *Micronycteris schmidtorum*. En el caso de las aves la paloma *Geotrigon montana* es propia de estos hábitats pues habita el sotobosque y el suelo de bosques húmedos. En el caso de los anfibios, es un hábitat propicio para especies que necesitan cobertura vegetal y humedad como es el caso de la rana *Rheobates palmatus*.

Foto 5-6. Cobertura de Bosque de galería en el cauce del río Cocorná

- Vegetación secundaria o en transición (3.2.3)

En el área de influencia del medio biótico esta cobertura vegetal ocupa 62 ha y se localiza en áreas de pendientes moderadas a escarpadas donde no ha sido posible establecer parcelas de cultivos o potreros de pastos. Corresponde a mosaicos de sucesiones de vegetación natural en estados de desarrollo iniciales e intermedios como *Miconia elata* (Sw.) DC, *Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch, *Vismia macrophylla* Kunth y *Cecropia angustifolia Trécul*. Las comunidades vegetales presentan un escaso componente arbóreo de poblaciones de especies pioneras dominantes (Foto 5-7).

Esta cobertura es un hábitat propicio para especies generalistas y de aquellas que necesitan cierto grado de cobertura vegetal para buscar refugio o movilizarse. Dentro de las especies que son abundantes se encuentran los murciélagos de la familia Phyllostomidae cuyo ítem alimenticio más predominante son los frutos de familias pioneras, especies como *Carollia perspicillata* y *Carollia brevicauda* suelen ser las más abundantes en esta cobertura. Una especie arborícola como el titi *Saguinus leucopus* también suele ser una especie predominante. En cuanto a anfibios, dentro de esta cobertura se registraron dos anfibios propios de áreas húmedas y con cobertura vegetal (*Espadarana prosoblepon* y *Hyloscirtus palmeri*).

Foto 5-7. Vegetación secundaria o en transición en el área de influencia del proyecto

- Ríos (5.1.1):

Corresponde a la corriente principal del río Cocorná, que fluye con continuidad, tiene un caudal considerable, y tiene un ancho de cauce mayor o igual a 50 metros. (Foto 5-8). Algunas especies presentes en el área están fuertemente asociadas a este afluente, dentro de las que destacan la nutria *Lontra longicaudis*.

Foto 5-8. Río Cocorná

5.2.4 Flora

5.2.4.1 Especies de presencia potencial en el área de influencia

A partir de la información de flora reportada en el POMCA del río Samaná Norte (Corporación Autónoma del Río Negro y Nare - CORNARE, 2017) y del EIA del proyecto hidroeléctrico Cocorná I (Praming, 2019), se obtuvo un listado de 483 especies de flora, las cuales están comprendidas en 99 familias y 304 géneros (Anexo 5.2.1. Listado de especies de flora potenciales en el área del proyecto), siendo las familias Orchideaceae, Fabaceae y Melastomataceae las que presentaron mayor abundancia de especies (Ver Figura 5-4).

De acuerdo con la información secundaria, el área del proyecto es de gran importancia ecológica por albergar especies que se encuentran vulnerables o por ser endémicas. En total se registraron 40 especies vedadas, 129 especies endémicas y 219 especies con algún grado de amenaza a nivel mundial, nacional o local (Ver Tabla 5-6), como es el caso de *Casearia quinduensis* Tul., que esta reportada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como Extinta (EX) o todas las especies de Orchidaceae, Bromeliaceae y Cyatheaceae que se encuentran vedadas a nivel nacional (Resoluciones | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). Dentro de las especies endémicas se destacan las especies *Compsoneura claroensis, Crematosperma magdalenae, Duguetia antioquensis y Duguetia colombiana* (Ortiz & Piedrahita, 2020)(Bernal et al., 2020).

En el Anexo 5.2.1. Listado de especies de flora potenciales en el área del proyecto, hoja de cálculo “Especies_potenciales”, se determina la importancia ecológica de las especies según el grado de amenaza y distribución reportado en el rojos de plantas de Colombia, listados IUCN (2015), Resolución 1912 del 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Acuerdo 207 del 2008 y Acuerdo 262 del 2011 CORNARE y el catálogo de la flora de Antioquia (Ortiz & Piedrahita, 2020).

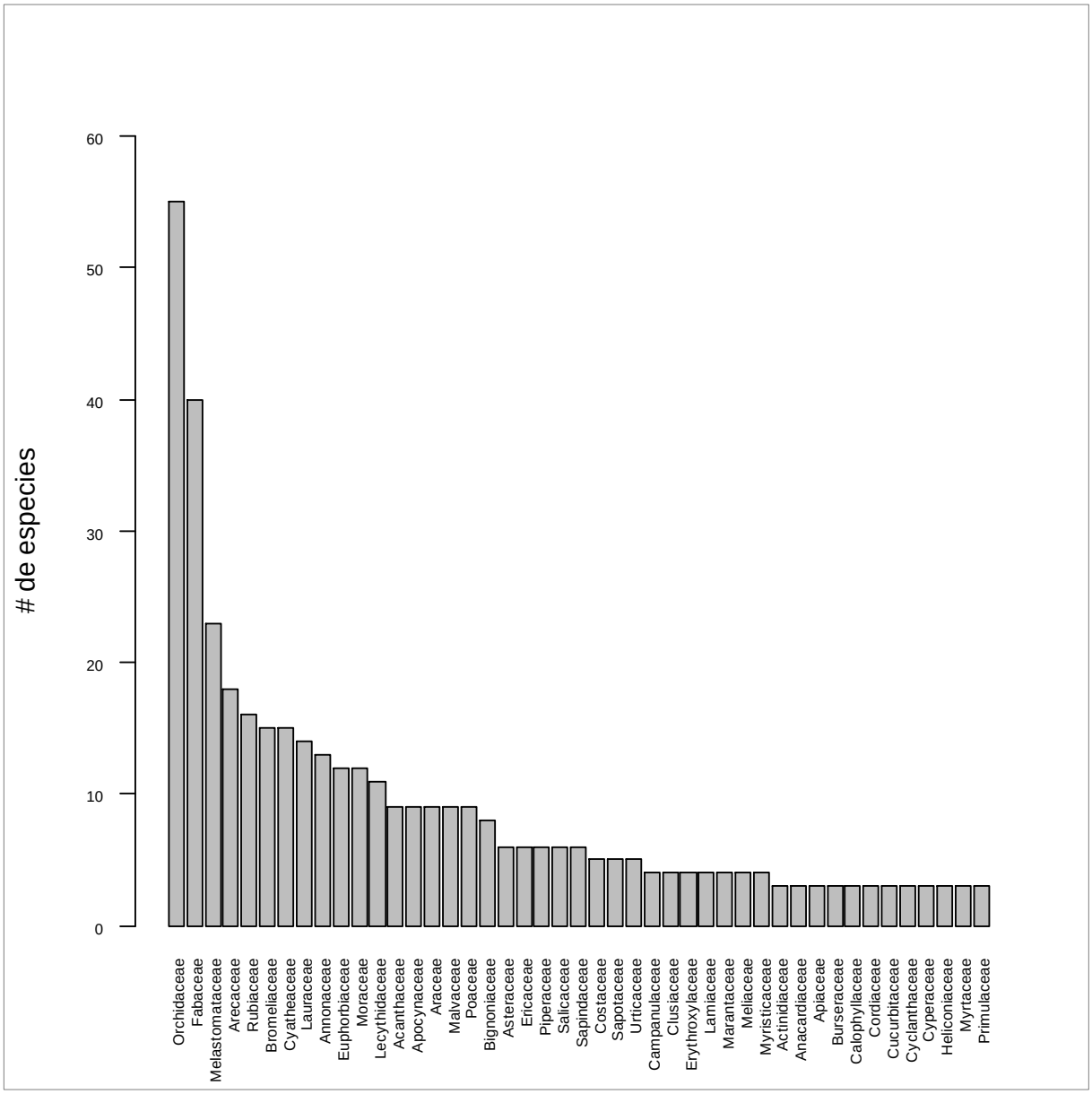


Figura 5-4. Distribución de especies en las familias más dominantes.

Tabla 5-3. Cantidad de especies reportadas con categoría de amenaza, veda o endemismo

Amenaza	Categoría	IUCN	Nacional	Local	Total
Amenazadas	CR	7	5	8	20
	EN	17	19	7	43
	EX	1			1
	LC	73	8	5	86
	LC/NT			1	1
	NT	8	5	1	14
	NT/VU			1	1
	VU	22	19	12	53
Vedadas					40
Endémicas					129

5.2.4.2 Muestreos florísticos

La caracterización florística en el área de influencia del componente flora se llevó a cabo por medio del levantamiento de parcelas rectangulares distribuidas aleatoriamente en las coberturas naturales (Bosques de galería y Vegetación secundaria), y en los territorios agrícolas correspondientes a pastos con presencia significativa de especímenes arbóreos. Esta información fue complementada con los datos levantados para el aprovechamiento forestal (inventario al 100%), correspondientes a las áreas donde se ubicarán la captación, la casa de máquinas y la conducción.

En el inventario forestal por parcelas y coberturas, se levantaron parcelas de 200 m^2 (0,02 ha) con el fin de caracterizar las coberturas con componentes arbóreos en términos de composición, estructura y diversidad, donde esta última se encuentra explicada principalmente por índices que usan las abundancias, frecuencias y dominancias de las especies reportadas en cada de una de las coberturas de interés.

En la Tabla 5-4, se presenta un cuadro resumen de los principales estadísticos empleados para el cálculo del error por tipo de cobertura vegetal, el cual es menor al 15% de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 1791 del 1996. Cada cobertura se muestreó con una intensidad superior al 2% y un diseño aleatorio simple con el fin de escoger una muestra representativa del área de estudio. En la cobertura de bosque de galería y/o ripario se montaron 33 parcelas, en vegetación secundaria o en transición 6 parcelas y en territorios agrícolas 8 parcelas (Ver Tabla 5-5). De acuerdo con lo anterior se demuestra que se cumplió con los términos de referencia estipulados por CORNARE.

En el Anexo 5.2.3. Memoria cálculo del Error de muestreo, se presenta la base de datos con sus respectivos cálculos de donde se obtuvieron estos resultados.

Tabla 5-4. Estadígrafos del inventario forestal para la caracterización florística

Estadísticos	Bosque de galería y/o ripario		Territorios agrícolas (Pastos arbolados)		Vegetación secundaria o en transición	
	VT (m^3)	G (m^2)	VT (m^3)	G (m^2)	VT (m^3)	G (m^2)
Promedio	7,15	0,76	0,80	0,13	0,76	0,10
Varianza	6,354	0,069	0,018	0,001	0,009	0,0002
Desviación estándar	2,52	0,26	0,13	0,02	0,10	0,01
Mediana	6,98	0,73	0,77	0,13	0,79	0,10
n	33	33	8	8	6	6
N	1206	1206	346	346	178	178
S(x)	0,43	0,04	0,05	0,01	0,04	0,01
tstud	2,04	2,04	2,36	2,36	2,57	2,57
error	0,88	0,09	0,11	0,02	0,10	0,01
C.V.%	71,44	34,41	16,77	17,86	13,13	14,01
L.C.+	4,15	0,85	0,92	0,15	0,86	0,11
L.C.-	2,47	0,67	0,69	0,11	0,65	0,08
Error%	12,3	12,0	13,9	14,8	13,6	14,5

Tabla 5-5. Intensidad de muestreo por cobertura

Cobertura	Área		Número posible parcelas	Numero de parcelas establecidas	Intensidad muestreo (%)
	Ha	%			
Territorios agrícolas (Pastos arbolados)	6,93	20,0	346	8	2,3
Vegetación secundaria o en transición	3,55	10,3	178	6	3,4
Bosque de galería y/o ripario	24,12	69,7	1206	33	2,7
Total	**34,60**	**100**	**1730**	**47**	**2,7**

De igual manera, en la Figura 5-5 se presenta la localización de las parcelas montadas durante el inventario forestal por cobertura vegetal, al igual que la ubicación de los árboles inventariados al 100%.

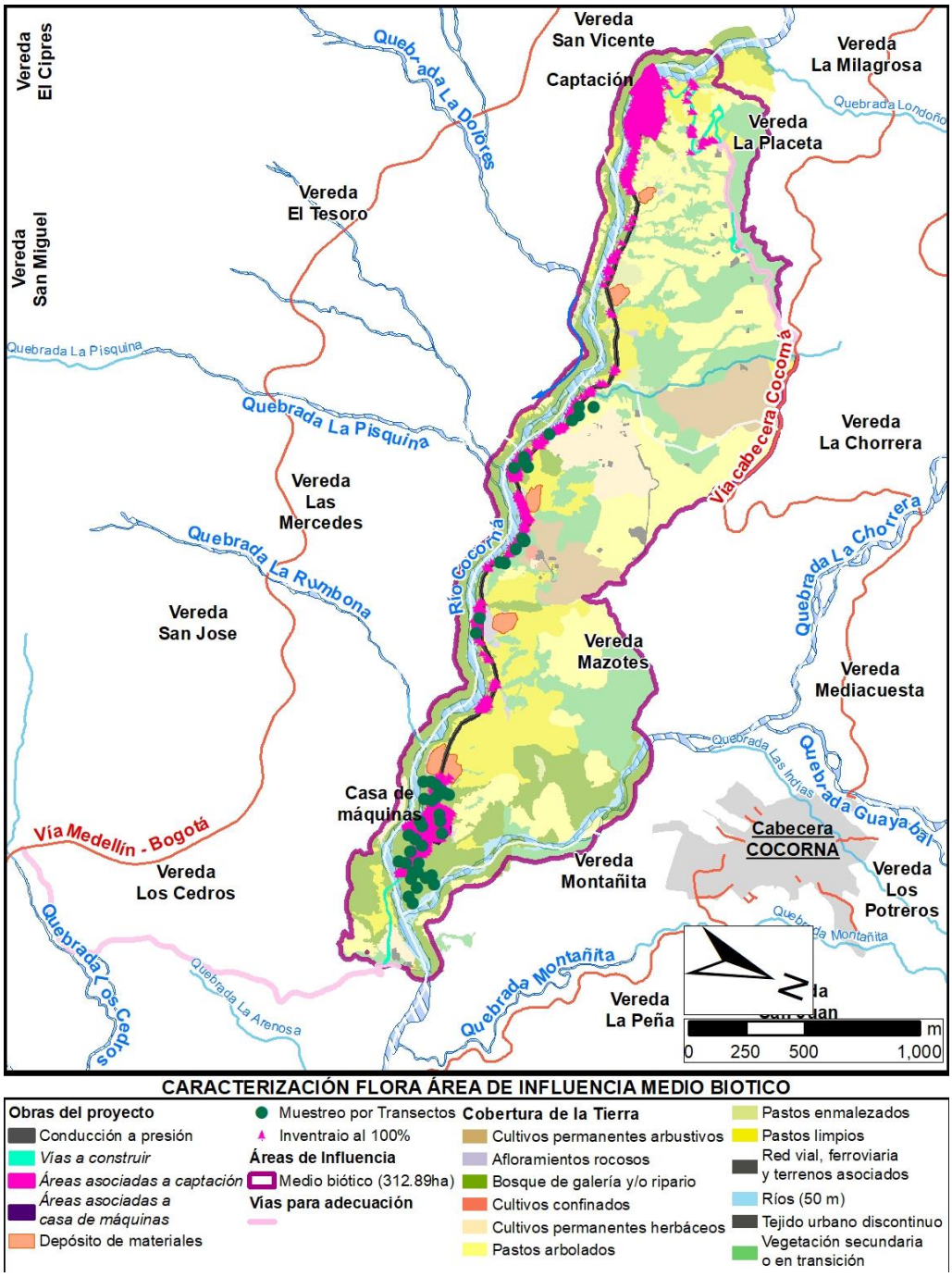


Figura 5-5. Ubicación de los puntos de muestreo de flora en el área de influencia biótica del proyecto

Los individuos censados en el inventario al 100% se encontraban localizados en las coberturas de bosque de galería y/o ripario, vegetación secundaria o en transición, cultivos permanentes herbáceos, y pastos (limpios, enmalezados y arbolados). En el Anexo 5.2.4. Inventario Flora, se presenta tanto la información de los individuos registrados mediante el establecimiento de parcelas como en el inventario forestal al 100%.

5.2.4.3 Composición florística

Se tuvo en cuenta la información de fustales del inventario al 100% y de las 47 parcelas levantadas para realizar la composición florística del área de estudio, con el fin de contemplar todas las especies registradas en el trabajo de campo. Conjuntamente se realizó el análisis para la regeneración con la información levantada en las parcelas de caracterización.

En el censo del área de intervención se registraron 2.016 individuos, en las parcelas se tuvo un registro de 892 individuos, y adicionalmente se tienen 114 registros que son comunes al censo y a las parcelas; de esta manera se tiene un registro total de 3.022 individuos. Los individuos inventariados se registraron en 139 especies pertenecientes a 93 géneros y 43 familias botánicas, (ver Anexo 5.2.2. Composición Florística PCH Cocorná III).

Del registro total de 3.022 individuos, 2.950 fueron clasificados hasta especie, 55 individuos fueron clasificados hasta género, 11 hasta familia y 6 quedaron indeterminados. En general, los individuos no identificados a nivel de especie corresponden a muestras infértiles que hacen parte de grupos taxonómicos crípticos en donde los caracteres vegetativos no permiten una correcta identificación y para los cuales se requiere necesariamente la presencia de flores o frutos. Adicionalmente, en campo se registraron 6 individuos defoliados, por lo cual no fue posible su identificación para ningún nivel taxonómico.

En la categoría de fustales se observó que las familias predominantes son la Melastomataceae con las especies *Miconia elata* (Sw.) DC y *Miconia dolichorrhyncha* Naudin, seguida de la familia Hypericaceae con la especie *Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch. y *Vismia macrophylla* Kunth y la familia Vochysiaceae con la especie *Vochysia ferruginea* Mart, encontrándose estas especies en todas las coberturas muestreadas (Ver Figura 5-6 y Tabla 5-6). Otra especie abundante en estas coberturas es la especie *Lacistema aggregatum* (P.J. Bergius) Rusby, conocida como cafeto de monte y caracterizada por ser un árbol de pequeño porte, rápido crecimiento y alta dispersión por la avifauna. Esta especie es un indicador de intervención y fragmentación ocurrida en la zona como parte del desarrollo agrícola y el devenir de los asentamientos humanos cercanos (Shebitz et al., 2020).

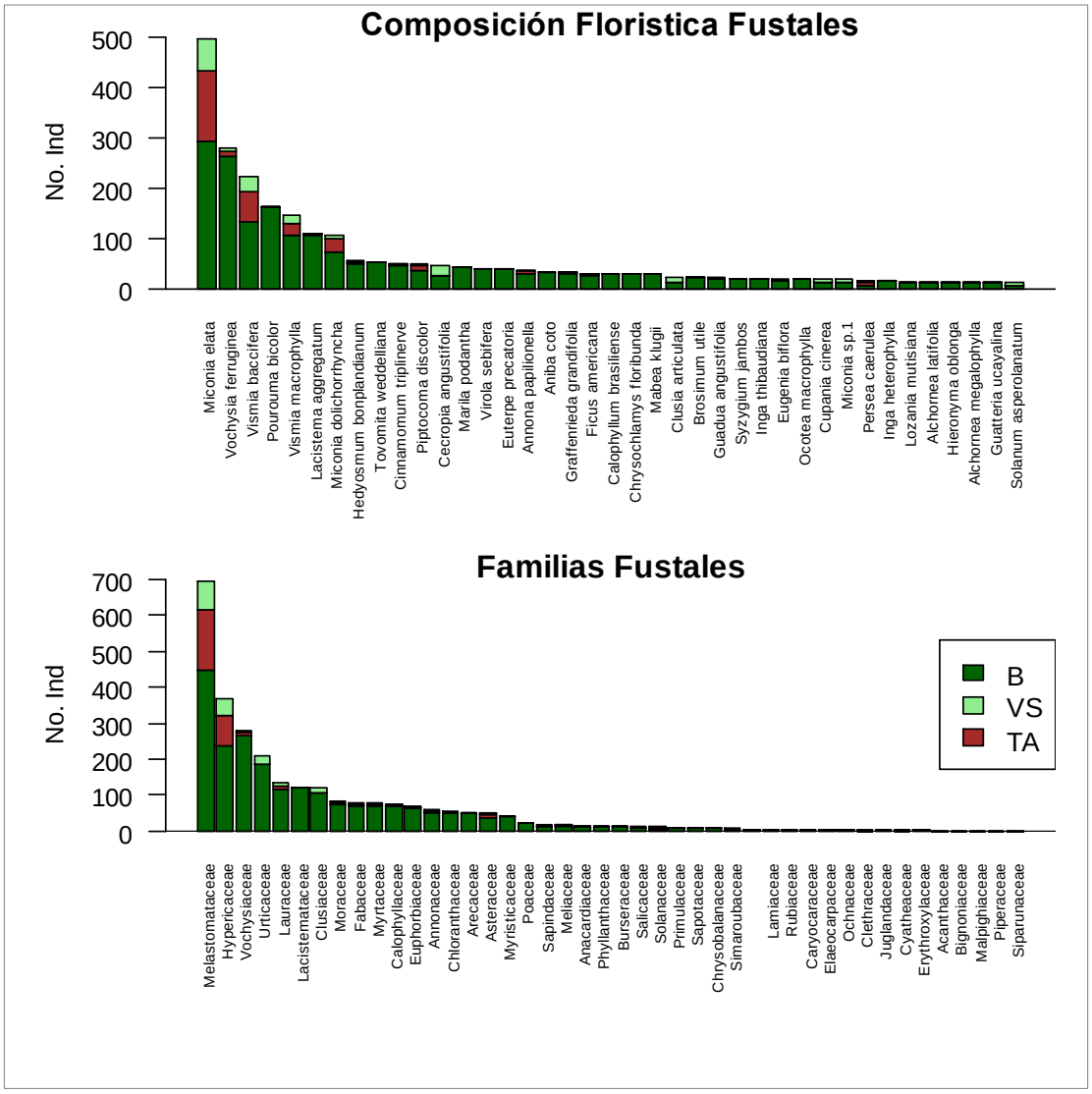


Figura 5-6. Composición florística Fustales dominantes. B: Bosque de galería y/o ripario, VS: Vegetación secundaria o en transición, TA: Territorios Agrícolas

De la información recolectada en las parcelas para los individuos ubicados en la categoría de regeneración, se puede ver que las coberturas de vegetación secundaria y territorios agrícolas presentan una baja cantidad de plántulas, lo que da indicio de la alta intervención ocasionada por las actividades de manejo asociadas a los cultivos y la ganadería. La familia Melastomataceae es la familia más representativa en la categoría de regeneración encontrándose en todas las coberturas muestreadas, en esta familia se destacan la familia *Miconia decurrens* Cogn y *Miconia elata* (Sw.) DC. Posteriormente se encuentra la familia Clusiaceae presente en su mayoría en la

cobertura de bosques y representadas por las especies *Chrysochlamys floribunda* Cuatrec y *Tovomita weddelliana* Planch & Triana. Además, las especies *Lacistema aggregatum* (P.J. Bergius) Rusby y *Virola sebifera* Aubl son de gran importancia por su abundancia en los bosques y vegetación en transición muestreados (Ver Figura 5-7 y Tabla 5-6).

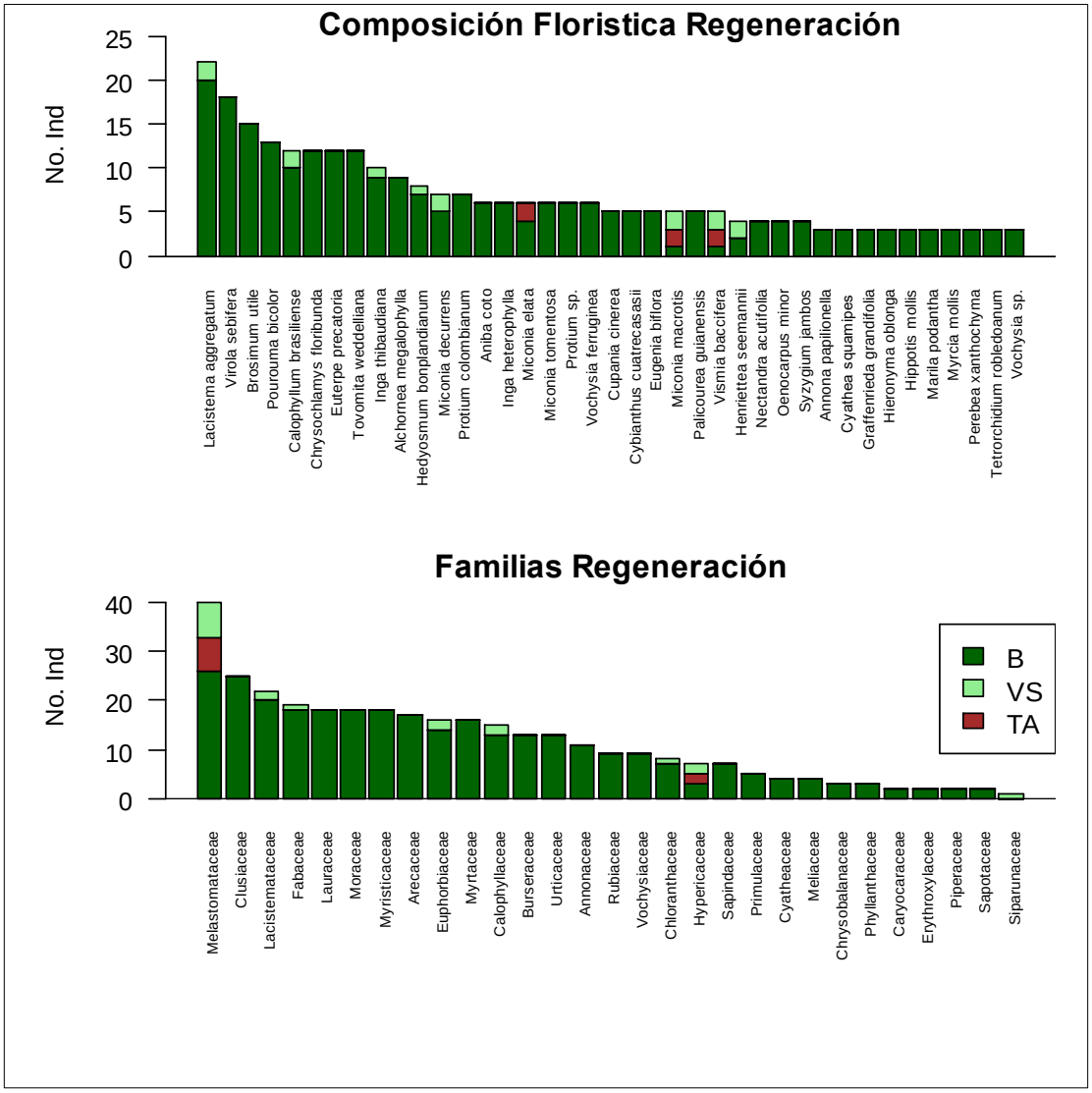


Figura 5-7. Composición Florística Regeneración dominante. B: Bosque de galería y/o ripario, VS: Vegetación secundaria o en transición, TA: Territorios Agrícolas

5.2.4.3.1 Especies arbóreas de importancia para la conservación

De la composición de especies en el área de intervención del proyecto, se encontraron las siguientes especies de especial importancia para la conservación (Tabla 5-6): *Pseudoxandra sclerocarpa y Graffenrieda grandifolia*, por ser endémicas para la biorregión de la vertiente oriental de la cordillera central (Idarraga et. al, 2011), además *G. grandifolia* se encuentra amenazada, en la categoría En Peligro (EN) según la UICN. De otro lado, según la Resolución 1912 del 2017 del MADS, las especies *Hyptidendron arboreum* y *Licania durifolia* se encuentran amenazadas en estado Vulnerable (VU) y En Peligro (EN) respectivamente. *Dussia lehmannii, Alfaroa williamsii* y *Aniba coto* presentan veda a nivel regional según Cornare. Finalmente, *Alsophila cuspidata, Cyathea meridensis, Cyathea squamipes*, pertenecientes a la familia Cyatheaceae presentan veda a nivel nacional y se encuentran en el Apéndice II del CITES. La caracterización de las poblaciones de estas especies se desarrolla en las secciones 5.2.5, 5.2.6 y 5.2.7.

Tabla 5-6. Composición Florística el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Cocorná III

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	No. F	No. L	No. B	CITE	UICN	MINIS	DISTRIBUCIÓN	VEDA	ENT. VEDA	USOS
Acanthaceae	Trichanthera	*Trichanthera gigantea (Bonpl.) Nees*	1						332 - Restringida			AF
Anacardiaceae	Mangifera	*Mangifera indica L.*	4						331 - Cosmopolita			M; AF; D
	Tapirira	*Tapirira guianensis Aubl.*	7						332 - Restringida			M; AF
Annonaceae	Annona	*Annona cf. papilionella (Diels) H. Rainer*			1				332 - Restringida			M; AF
		Annona sp.	2									
		Annona papilionella (Diels) H. Rainer	34		2				332 - Restringida			M; AF
	Indet	*Annonaceae sp.*	4		2							
	Guatteria	*Guatteria cf. punctata (Aubl.) R.A. Howard*	2		2				332 - Restringida			M; AF
		Guatteria ucayalina Huber	12		2				332 - Restringida			M; AF
	Pseudoxandra	*Pseudoxandra sclerocarpa Maas*			2				334 - Endémica			M
Arecaceae	Bactris	*Bactris gasipaes Kunth*	2	1					332 - Restringida			M; D
	Euterpe	*Euterpe precatoria Mart.*	38	7	5				332 - Restringida			M; AF; D
	Indet	*Arecaceae sp.*	2									
	Oenocarpus	*Oenocarpus minor Mart.*	9	2	2				332 - Restringida			M; D; Cu
Asteraceae	Piptocoma	*Piptocoma discolor (Kunth) Pruski*	46						332 - Restringida			M; R
	Vernonanthura	*Vernonanthura patens (Kunth) H. Rob.*	1						332 - Restringida			NR
Bignoniaceae	Jacaranda	*Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don*	1						332 - Restringida			M; Cu; R

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	No. F	No. L	No. B	CITE	UICN	MINIS	DISTRIBUCIÓN	VEDA	ENT. VEDA	USOS
Burseraceae	Protium	*Protium colombianum Cuatrec.*	3		7				332 - Restringida			Cu
		Protium sp.	1		6							
	Trattinnickia	*Trattinnickia aspera (Standl.) Swart*	8						332 - Restringida			M; AF; Cu
Calophyllaceae	Calophyllum	*Calophyllum brasiliense Cambess.*	30	4	8		LC		332 - Restringida			M; AF; Cu
	Marila	*Marila podantha Cuatrec.*	42		3				332 - Restringida			M; AF
Caryocaraceae	Caryocar	*Caryocar glabrum (Aubl.) Pers.*	4	1	1				332 - Restringida			M; AF
Chloranthaceae	Hedyosmum	*Hedyosmum bonplandianum Kunth*	54	6	2				332 - Restringida			AF; Cu; R
Chrysobalanaceae	Hirtella	*Hirtella triandra Sw.*	1						332 - Restringida			M; AF
	Licania	*Licania cf. hypoleuca Benth.*	3		2		LC		332 - Restringida			M; AF
		Licania sp.	1		1							
		Licania durifolia Cuatrec.	2					EN	332 - Restringida			M
Clethraceae	Clethra	*Clethra cf. revoluta (Ruiz & Pav.) Spreng.*	2						332 - Restringida			M
Clusiaceae	Chrysochlamys	*Chrysochlamys floribunda Cuatrec.*	28	7	5				332 - Restringida			M; C; AF
	Clusia	*Clusia cf. brachycarpa Cuatrec.*	6						332 - Restringida			M; C; AF
		Clusia articulata Vesque	24	1					332 - Restringida			C
		Clusia ducu Benth.	6						332 - Restringida			M; C; AF
	Tovomita	*Tovomita weddelliana Planch. & Triana*	53	1	11				332 - Restringida			NR

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	No. F	No. L	No. B	CITE	UICN	MINIS	DISTRIBUCIÓN	VEDA	ENT. VEDA	USOS
Cyatheaceae	Alsophila	*Alsophila cuspidata (Kunze) D.S. Conant*	4			Apéndice II			332 - Restringida	Nacional	INDERENA	NR
	Cyathea	*Cyathea meridensis H.Karst*	13			Apéndice II			332 - Restringida	Nacional	INDERENA	NR
		Cyathea squamipes H. Karst.	42		1	Apéndice II			332 - Restringida	Nacional	INDERENA	NR
Elaeocarpaceae	Sloanea	*Sloanea guianensis (Aubl.) Benth.*	3						332 - Restringida			M
		Sloanea sp.1	1									
Erythroxylaceae	Erythroxylum	*Erythroxylum citrifolium A. St.-Hil.*	2		2				332 - Restringida			M; AF
Euphorbiaceae	Acalypha	*Acalypha diversifolia Jacq.*		1					332 - Restringida			C; Cu
		Acalypha macrostachya Jacq.			1				332 - Restringida			NR
	Alchornea	*Alchornea latifolia Sw.*	11						332 - Restringida			M; R
		Alchornea tenuinervia J. Murillo	1									NR
		Alchornea megalophylla Müll. Arg.	12	3	6				332 - Restringida			NR
	Alchorneopsis	*Alchorneopsis floribunda (Benth.) Müll. Arg.*	4						332 - Restringida			M; AF
	Croton	*Croton killipianus Croizat*	4						332 - Restringida			C; AF; R
	Mabea	*Mabea cf. klugii Steyerm.*	28	2			LC		332 - Restringida			NR
	Sapium	*Sapium laurifolium (A. Rich.) Griseb.*	2						332 - Restringida			M

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	No. F	No. L	No. B	CITE	UICN	MINIS	DISTRIBUCIÓN	VEDA	ENT. VEDA	USOS
	Tetrorchidium	*Tetrorchidium robledoanum Cuatrec.*		1	2				332 - Restringida			NR
		Tetrorchidium robledoanum Cuatrec.	3						332 - Restringida			NR
Fabaceae	Albizia	*Albizia carbonaria Britton*	11				LC		332 - Restringida			M; C; R
	Andira	*Andira inermis (W. Wright) Kunth ex DC.*	7				LC		332 - Restringida			M; Cu
	Dussia	*Dussia lehmannii Harms*	1						332 - Restringida	Regional	CORNARE	M
	Enterolobium	*Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.*	1						332 - Restringida			M
	Erythrina	*Erythrina cf. berteroana Urb.*	3						332 - Restringida			C; Cu
	Hymenaea	*Hymenaea courbaril L.*	1						332 - Restringida	Regional	CORANTIOQUIA	M; AF; Cu;
	Inga	*Inga cf. longispica Standl.*	4						332 - Restringida			M; AF
		Inga cf. ruiziana G. Don	3						332 - Restringida			M; AF
		Inga cf. samanensis L. Uribe	2	1					332 - Restringida			M; AF
		Inga heterophylla Willd.	2	3	3							M; AF
		Inga samanensis L. Uribe	1						332 - Restringida			M; AF
		Inga sapindoides Willd.	1				LC		332 - Restringida			M; AF
		Inga sp.	1									M; AF
		Inga thibaudiana DC.	12		10							M; AF
		Inga heterophylla Willd.	13						332 - Restringida			M; Cu; AF

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	No. F	No. L	No. B	CITE	UICN	MINIS	DISTRIBUCIÓN	VEDA	ENT. VEDA	USOS
		Inga thibaudiana DC.	8						332 - Restringida			M; AF; R
	Ormosia	*Ormosia cf. tovarensis Pittier*	7		2				332 - Restringida			M; Cu
Hypericaceae	Vismia	*Vismia billbergiana Beurl.*		1			LC		332 - Restringida			M; C; Cu
		Vismia macrophylla Kunth	136	1					332 - Restringida			M; C; Cu
		Vismia baccifera (L.) Triana & Planch.	220	3	2		LC		332 - Restringida			M; R
Juglandaceae	Alfaroa	*Alfaroa williamsii Ant. Molina*	3						332 - Restringida	Regional	CORNARE	M; C
Lacistemataceae	Lacistema	*Lacistema aggregatum (P.J. Bergius) Rusby*	104	16	5				332 - Restringida			M; C; AF
	Lozania	*Lozania mutisiana Schult.*	11				LC		332 - Restringida			M; C
Lamiaceae	Hyptidendron	*Hyptidendron arboreum (Benth.) Harley*	4					VU	332 - Restringida			M; R
Lauraceae	Aniba	*Aniba coto (Rusby) Kosterm.*	32	1	5				332 - Restringida	Regional	CORNARE	M; AF
	Cinnamomum	*Cinnamomum triplinerve (Ruiz & Pav.) Kosterm.*	50		1				332 - Restringida			M; C; AF; R
	Endlicheria	*Endlicheria cf. sericea Nees*	2	1	1				332 - Restringida			M
	Nectandra	*Nectandra acutifolia (Ruiz & Pav.) Mez*	1		4				332 - Restringida			M; AF
		Nectandra cf. membranacea (Sw.) Griseb.	1						332 - Restringida			M; AF

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	No. F	No. L	No. B	CITE	UICN	MINIS	DISTRIBUCIÓN	VEDA	ENT. VEDA	USOS
		Nectandra cuspidata Nees & Mart.	1	1	1				332 - Restringida			M; AF
		Nectandra hihua (Ruiz & Pav.) Rohwer	2						332 - Restringida			M; AF
	Ocotea	*Ocotea cf. macrophylla Kunth*	19		1				332 - Restringida			M; C; AF
		Ocotea cf. macropoda (Kunth) Mez	2						332 - Restringida			M; C; AF
		Ocotea sp.	1									
	Persea	*Persea caerulea (Ruiz & Pav.) Mez*	16	1	1		LC		332 - Restringida			M; AF; R
		Persea rigens C.K. Allen	1						332 - Restringida			M; AF
Malpighiaceae	Byrsonima	*Byrsonima arthropoda A. Juss.*	1				LC		332 - Restringida			M; C; Cu
Melastomataceae	Bellucia	*Bellucia pentamera Naudin*	9		2				332 - Restringida			M; C; D; AF; R
	Graffenrieda	*Graffenrieda grandifolia Gleason*	28	1	2		EN		334 - Endémica			M
		Graffenrieda weddellii Naudin	2						332 - Restringida			NR
	Henriettea	*Henriettea seemannii (Naudin) L.O.Williams*	8	2	2				332 - Restringida			AF
	Miconia	*Miconia appendiculata Triana*			1		LC		332 - Restringida			AF
		Miconia centrodesma Naudin		1			LC		332 - Restringida			AF
		Miconia cf. minutiflora (Bonpl.) DC.			1				332 - Restringida			AF

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	No. F	No. L	No. B	CITE	UICN	MINIS	DISTRIBUCIÓN	VEDA	ENT. VEDA	USOS
		Miconia decurrens Cogn.	7	4	3		LC		332 - Restringida			M; C; AF; R
		Miconia dolichorrhyncha Naudin	105				LC		332 - Restringida			M; C; AF
		Miconia elata (Sw.) DC.	476	2	4				332 - Restringida			M; AF
		Miconia macrotis Cogn.			5				332 - Restringida			AF
		Miconia matthaei Naudin	6						332 - Restringida			AF; R
		Miconia prasina (Sw.) DC.	3	1	1		LC		332 - Restringida			C; AF
		Miconia sp.1	18	2								
		Miconia tomentosa (Rich.) D. Don ex DC.	4	2	4		LC		332 - Restringida			M; C; AF
Meliaceae	Guarea	*Guarea cf. glabra Vahl*	4	1	1		LC		332 - Restringida			M; C
		Guarea cf. guidonia (L.) Sleumer	7	1					332 - Restringida			M; AF
	Tapirira	*Tapirira guianensis Aubl.*	2									M; AF
	Trichilia	*Trichilia pallida Sw.*	3		1				332 - Restringida			M; AF
Moraceae	Brosimum	*Brosimum utile (Kunth) Oken*	23	1	14				332 - Restringida			M; D; Cu
	Ficus	*Ficus americana Aubl.*	30						332 - Restringida			M; AF
		Ficus cf. maxima Mill.	1						332 - Restringida			M; AF
		Ficus cf. velutina Humb. & Bonpl. ex Willd.	3				LC		332 - Restringida			C; AF
		Ficus hartwegii Miq.	7						332 - Restringida			C; AF
		Ficus maxima Mill.	8						332 - Restringida			M; AF
		Ficus sp.	2									

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	No. F	No. L	No. B	CITE	UICN	MINIS	DISTRIBUCIÓN	VEDA	ENT. VEDA	USOS
		Ficus velutina Humb. & Bonpl. ex Willd.	6				LC		332 - Restringida			C; AF
	Helicostylis	*Helicostylis tovarensis (Klotzsch & H.Karst.) C.C.Berg*	1						332 - Restringida			NR
	Perebea	*Perebea xanthochyma H. Karst.*			3		LC		332 - Restringida			M; AF
Myristicaceae	Virola	*Virola sebifera Aubl.*	39	1	17		LC		332 - Restringida			M; C; AF
Myrtaceae	Eugenia	*Eugenia florida DC.*	2	1	1		LC		332 - Restringida			NR
		Eugenia biflora (L.) DC.	6		2				332 - Restringida			M; C; AF
	Myrcia	*Myrcia cf. fallax (Rich.) DC.*	17		5				332 - Restringida			M; AF
		Myrcia cf. mollis (Kunth) DC.	7						332 - Restringida			NR
		Myrcia paivae O. Berg	1		3		LC		332 - Restringida			M; AF
	Eugenia	*Eugenia sp.*	4									
		Myrtaceae sp. 1	3									
	Psidium	*Psidium guajava L.*	11						332 - Restringida			M; C; D; Cu; AF
		Psidium guineense Sw.	3				LC		332 - Restringida			M; AF; D
	Syzygium	*Syzygium jambos (L.) Alston*	21	1	3				331 - Cosmopolita			M; AF; D
Indet	Indet	*Indet*	6									
Ochnaceae	Cespedesia	*Cespedesia spathulata (Ruiz & Pav.) Planch.*	3				LC		332 - Restringida			M; C
	Ouratea	*Ouratea rubricyanea Cuatrec.*	1						332 - Restringida			NR
Phyllanthaceae	Hyeronima	*Hieronyma oblonga (Tul.) Müll. Arg.*	13	2	1				332 - Restringida			M; C; AF

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	No. F	No. L	No. B	CITE	UICN	MINIS	DISTRIBUCIÓN	VEDA	ENT. VEDA	USOS
Piperaceae	Piper	*Piper viscaianum Trel. & Yunck.*			2				332 - Restringida			AF; Cu
Poaceae	Guadua	*Guadua angustifolia Kunth*	22						332 - Restringida			M
Primulaceae	Cybianthus	*Cybianthus cuatrecasasii Pipoly*			5				332 - Restringida			NR
	Myrsine	*Myrsine pellucidopunctata Oerst.*	10						332 - Restringida			M; AF
	Parathesis	*Parathesis sp. 1*	1									
Rubiaceae	Cinchona	*Ladenbergia muzonensis (Goudot) Standl.*			1				332 - Restringida			M; C
	Faramea	*Faramea sp.*		1	2							
	Hippotis	*Hippotis mollis Standl.*	2						332 - Restringida			M; C; AF
	Ladenbergia	*Ladenbergia magdalenae L. Andersson*	3						332 - Restringida			M; C
	Palicourea	*Palicourea guianensis Aubl.*		3	2				332 - Restringida			AF
Salicaceae	Banara	*Banara guianensis Aubl.*	2						332 - Restringida			M; C; AF
	Casearia	*Casearia arborea (Rich.) Urb.*	4						332 - Restringida			M; C; AF
	Hasseltia	*Hasseltia floribunda Kunth*	5						332 - Restringida			M; C; AF
Sapindaceae	Cupania	*Cupania sp.*			2							
		Cupania cinerea Poepp.	18		5				332 - Restringida			M; C; AF
Sapotaceae	Pouteria	*Pouteria cf. torta (Mart.) Radlk.*	4	1	1				332 - Restringida			M

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	No. F	No. L	No. B	CITE	UICN	MINIS	DISTRIBUCIÓN	VEDA	ENT. VEDA	USOS
		Pouteria sp. 1	2									
		Pouteria torta (Mart.) Radlk.	2						332 - Restringida			M
Simaroubaceae	Simarouba	*Simarouba amara Aubl.*	7				LC		332 - Restringida			M
Siparunaceae	Siparuna	*Siparuna sessiliflora (Kunth) A. DC.*		1			LC		332 - Restringida			AF; Cu
Solanaceae	Solanum	*Solanum asperolanatum Ruiz & Pav.*	12						332 - Restringida			AF
Urticaceae	Cecropia	*Cecropia angustifolia Trécul*	41						332 - Restringida			AF; R
	Pourouma	*Pourouma bicolor Mart.*	153	3	10				332 - Restringida			M; C; AF
Vochysiaceae	Vochysia	*Vochysia ferruginea Mart.*	260	3	3				332 - Restringida			M; Cu; R
		Vochysia sp.	2	1	2							

Fuentes: Libros rojos de plantas de Colombia, listados IUCN (2015), Res. 1912/2017 Ministerio del Medio Ambiente, Acuerdo 207/2008 y Acuerdo 262/2011 CORNARE y el catálogo de la flora de Antioquia (Idarraga et al., 2020).
USOS: M (maderable), C (Combustible), R (Restauración y conservación), Af (Alimento fauna), D (Dienta humanos), Cu (Cultural), NR (no reportado)

5.2.4.4 Estructura

La caracterización de la estructura se realizó con la información colectada en las parcelas de 200 m^2 teniendo en cuenta las tres categorías de fustales, latizales y brinzales. Los análisis se realizaron de forma integral para toda el área de influencia y también por coberturas.

5.2.4.4.1 Distribución diamétrica

La distribución diamétrica obtenida tiene forma de jota invertida (asimétrica sesgada hacia la izquierda), lo que indica predominancia de individuos juveniles. Además, presenta una bimodalidad que clasifica los individuos muestreados en dos grandes grupos: fustales (DAP>10cm) y regeneración (DAP<10cm). Este tipo de distribución sesgada muestra una insuficiencia en la autoregeneración de las coberturas muestreadas, ocasionada por la alta fragmentación, el establecimiento de sistemas agrícolas y al daño de la regeneración por el ingreso de ganado en las áreas naturales. Este tipo de distribuciones puede comprometer la estructura y funcionalidad de las áreas naturales existentes, al no haber un recambio constante de individuos (regeneración), ni tener suficiente fuentes semilleras (individuos maduros).

El diámetro promedio reportado para el área de estudio es de 14±12,1 cm con una mediana de 11,8 cm, e individuos de hasta 80,2 cm de DAP. El 33% de los individuos muestreados corresponden a la regeneración (DAP<10cm) y el 67% a la categoría de fustales, estos últimos presentando en su mayoría diámetros por debajo de los 20 cm (Ver Figura 5-8).

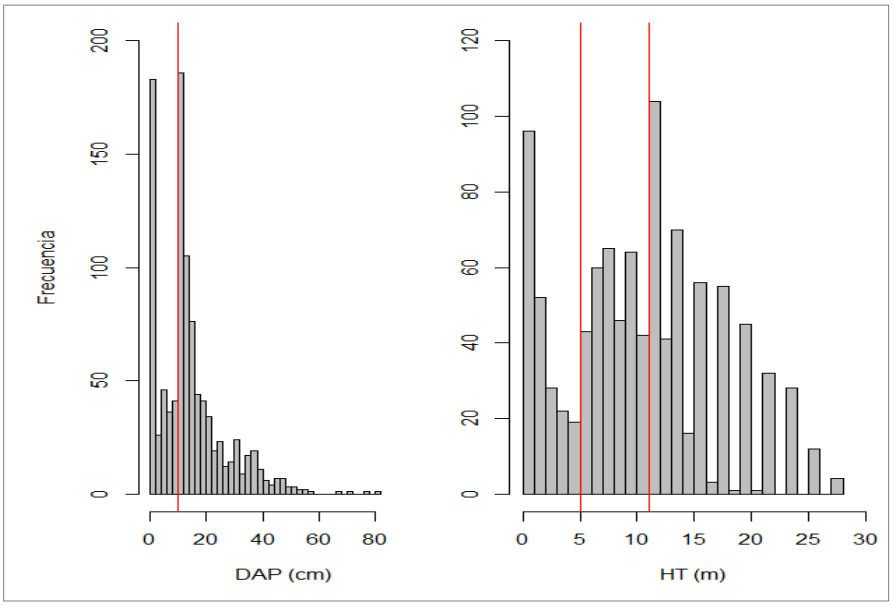


Figura 5-8. Distribución diamétrica y de altura del inventario forestal por parcelas

Al evaluar las distribuciones diamétricas por cobertura se puede ver que las coberturas boscosas tienen un diámetro promedio de 14,3±12,5 cm, una mediana de 11,84 cm, y una distribución de brinzales y latizales del 33%, mientras el 67% son fustales. La vegetación secundaria tuvo un diámetro promedio de 10,2±5,4 cm y de mediana 11,3 cm, el 28,8% de los individuos muestreados de esta cobertura se ubicaron en la categoría de latizales y brinzales y el 71,2% en fustales. Por último, los territorios agrícolas presentaron un diámetro medio de 14±8,9 cm y una mediana de 13,2 cm, en esta cobertura tan solo se registró 19,1% de individuos en la categoría de brinzales y latizales y el 80,9% en la categoría de fustales (Ver Figura 5-9), la baja presencia de regeneración esta atribuida al forrajeo y daño mecánico ocasionado por el pisoteo del ganado.

De lo anterior se concluye que la cobertura boscosa tiene una distribución diamétrica parecida al análisis global, sin embargo en las coberturas de territorios agrícolas (pastos arbolados) y vegetación secundaria o en transición difieren significativamente (Ver Figura 5-9), ya que en ellas desaparecen los individuos de gran porte alcanzando un diámetro máximo de 30,4 cm en la vegetación secundaria y 36,4 cm en los pastos arbolados. Estas coberturas también presentan la mayor cantidad de individuos en las clases diamétricas medias, lo que ocasionaría la pérdida de los individuos arbóreos por envejecimiento y carencia de procesos de sucesión por la escaza regeneración.

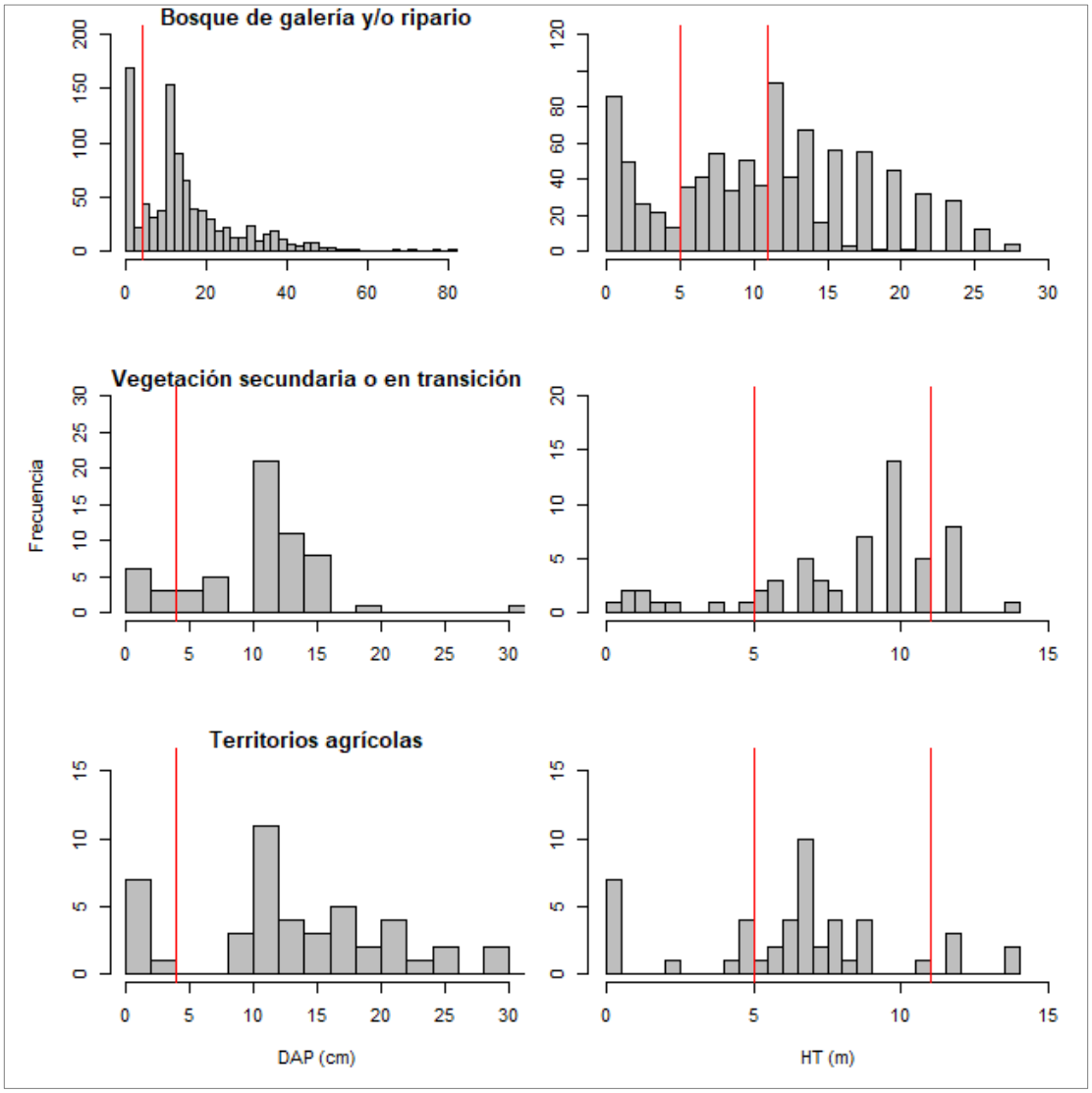


Figura 5-9. Distribución diamétrica y de altura del inventario forestal por parcelas según cobertura

5.2.4.4.2 Distribución altimétrica

En la curva de distribución altimétrica se alcanza a diferenciar tres estratos, ubicándose el primero por debajo de los 5 m de altura, el segundo entre los 5 y 11 m de altura y por último los individuos por encima de los 11 m (líneas continuas rojas, ver Figura 5-8). El 21,6% de los individuos se encontraron en el estrato inferior, el 31,8% en el estrato medio y el 46,6% en el estrato superior. La altura promedio de los individuos muestreados es de 10,7±6,6 m.

Al realizar el análisis por cobertura se observó una disminución en la altura de los individuos muestreados y la variación en alturas con el grado de intervención, es decir los territorios agrícolas presentaron los individuos con menor porte y menor variación entre ellas, lo que puede deberse a que los árboles que crecen aislados no requieren elongar su tallo para competir por luz por lo que invierten la mayor parte de energía en el despliegue de su copa en lugar de crecer en altura. Para la cobertura de bosque se reportó una altura promedio de 11,1±6,9 m, con el 20,7% de los individuos ubicados en el estrato inferior del bosque, el 24,9% en el estrato medio y el 54,4% en el superior. La vegetación secundaria tiene una altura media de 8,3±3,3 m, donde la mayoría de los individuos se encuentran ubicados en el estrato medio con el 62,7%, seguido del estrato superior con el 23,7% y el inferior con el 13,6%. La altura media de los territorios agrícolas es de 6,6±3,5 m, presentaron estructura vertical similar a la vegetación secundaria con el 19,2% de los individuos ubicados en el estrato inferior, el 68% en el medio y el 12,8% en el superior (Ver Figura 5-9).

5.2.4.5 Índice de Valor de Importancia (IVI)

Se utilizó el Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVI) para comprender mejor la importancia fitosociológica de las especies existentes por cobertura, puesto que este índice resalta el papel de cada especie en la estructura horizontal y vertical, además de evaluar la regeneración.

Bosque ripario

Al evaluar el IVI para la cobertura boscosa se puede ver que los bosques del área están dominados por unas pocas especies. Las especies más importantes por su distribución espacial son *Vochysia ferruginea*, *Pourouma bicolor* y *Virola sebifera*, con un IVI de 30,7, 26,4 y 24,5% respectivamente (Ver Figura 5-10 y Anexo 5.2.5. IVI ampliado, hoja de cálculo “IVI_Bosque”).

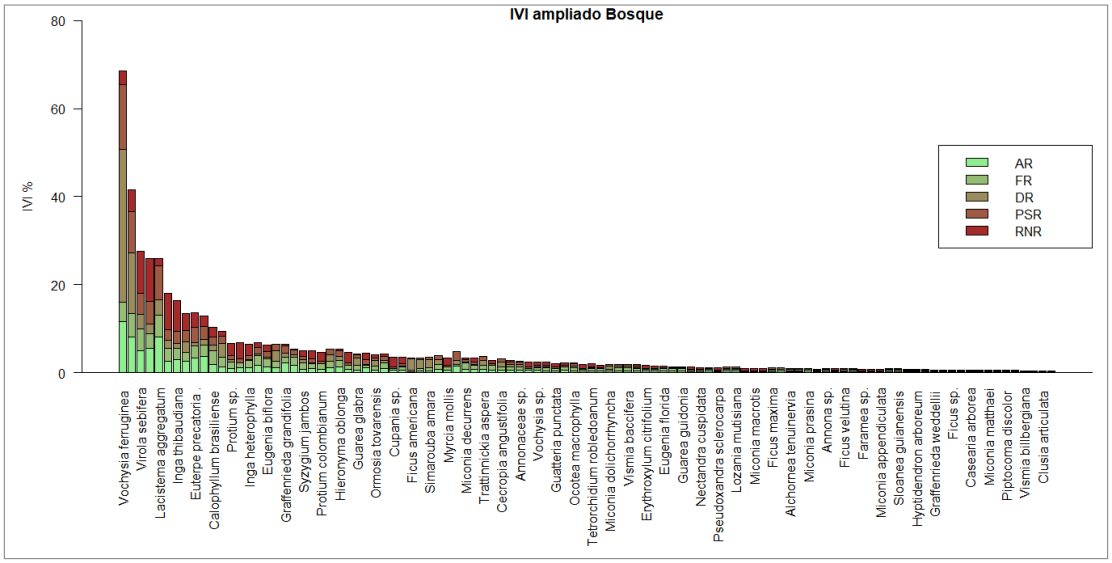


Figura 5-10. Índice de valor de importancia ampliado para Bosques

Este tipo de estructura ratifica el alto grado de intervención que tienen los bosques en el área del proyecto Cocorná III, ya que no cuentan con suficiente regeneración que pueda asegurar el recambio natural de los individuos. En el subestrato inferior las especies más representativas fueron *Tovomita weddelliana* y *Virola sebifera,* por el contrario 44 especies no registraron individuos en el estrato inferior. En el subestrato medio se registraron 55 especies de 104, siendo las más representativas *Lacistema aggregatum* y *Chrysochlamys floribunda.* Por último, en el sub-estrato superior se registraron 73 especies siendo las de mayor dominancia *Vochysia ferruginea* y *Pourouma bicolor (Anexo 5.2.5. IVI ampliado, hoja de cálculo "*PSR_bosque"). Las especies que presentaron valores más representativos en la Posición Sociológica fueron *Vochysia ferruginea* (14,8%) y *Pourouma bicolor* (9,5%) por tener mayor abundancia de individuos y estar presentes en todos los estratos (Ver Figura 5-10).

Tabla 5-7. Valor fitosociológico (VF) de cada subestrato para la cobertura bosque

Sub-estrato	No/Ha	VF	VF%
Inferior (<5m)	436	0,283	28,8
Medio (5-11 m)	339	0,220	22,4
Superior (>11 m)	741	0,481	48,9
Total	**1517**	**0,985**	**100,0**

De acuerdo con el inventario realizado en las coberturas boscosas, 60 especies de las 104 registradas, tuvieron presencia de plántulas (brinzales) en el sotobosque, la distribución de tamaños de los brinzales fue equitativa para las tres categorías de

tamaños, siendo ligeramente mayor en la categoría inferior (Ver Tabla 5-8). Las especies que presentaron mayor regeneración fueron *Tovomita weddelliana*, *Virola sebifera* y *Brosimum utile*, por lo que tuvieron valores más altos en la categoría de tamaño relativo (Ver Figura 5-10 y Anexo 5.2.5. IVI ampliado, hoja de cálculo "RNR_Bosque").

Tabla 5-8. Valor fitosociológico para cada Clase de Tamaño de la Regeneración natural Bosque

Clase regeneración	No/Ha	VFrn	VFrn%
Inferior (0,1-0,99 m)	192	0,44	44,1
Medio (1-1,9 m)	121	0,28	27,8
Superior (2-4,9 m)	123	0,28	28,1
Total	436	1,00	100

Vegetación secundaria o en transición

En la cobertura de vegetación secundaria se registró una menor cantidad de especies con respecto a la cobertura boscosa, donde las especies *Calophyllum brasiliense*, *Vismia baccifera* y *Cecropia angustifolia* son las especies de mayor valor importancia espacial con valores de un IVI de 89,4, 44,4 y 50,6% respectivamente. (Ver Figura 5-11 y Anexo 5.2.5. IVI ampliado, hoja de cálculo "IVI_Veg.Secundaria").

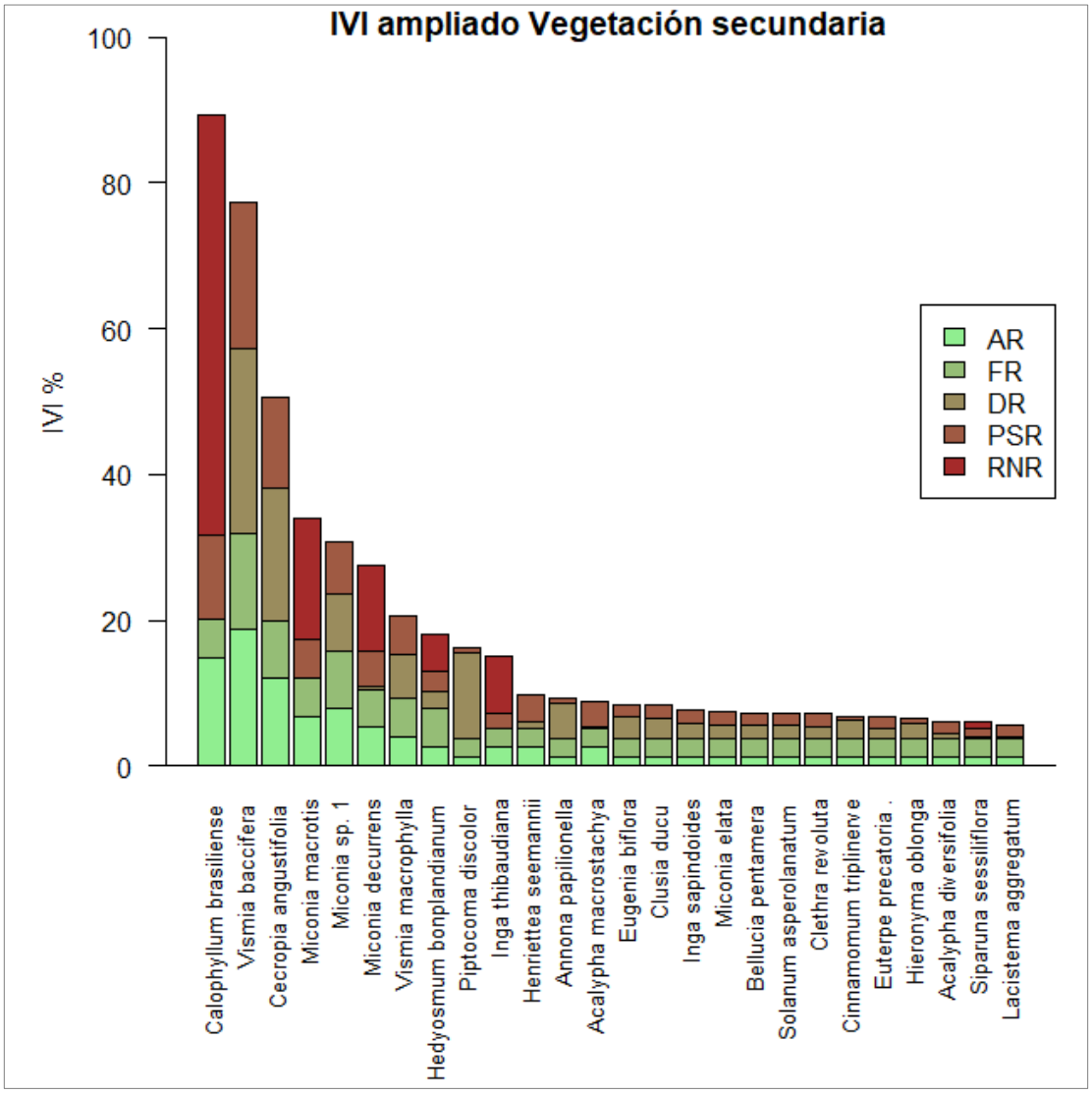


Figura 5-11. Índice de valor de importancia ampliado para Vegetación Secundaria

La Tabla 5-9 muestra la distribución de los individuos por cada una de las categorías de los subestratos donde se evidencia que la mayoría de los individuos muestreados se encuentran en el subestrato medio, seguido del inferior y por último el subestrato superior. Esta estructura vertical, ratifica el estado sucesional temprano de la cobertura, donde predominan los individuos juveniles y la regeneración. En el estrato inferior las especies predominantes fueron *Calophyllum brasiliense*, *Miconia macrotis* y *Miconia decurrens*, registrándose en total seis especies. En el estrato medio se registraron 19 especies y fue dominado por las morfo-especie *Cecropia angustifolia*. Por último, en el estrato superior se muestrearon siete especies, siendo la más predominante la especie *Vismia baccifera* (Anexo 5.2.5. IVI ampliado, hoja de cálculo

"PSR_VS"). Las especies con mayor representación en la posición fitosociológica (Ver Figura 5-11) fueron *Vismia baccifera* (20,1%) y *Cecropia angustifolia* (12,4%), por su representación en los estratos medio y superior y la especie *Calophyllum brasiliense* (11,6%) por abundancia en el estrato inferior.

Tabla 5-9. Valor fitosociológico (VF) de cada subestrato para la cobertura Vegetación secundaria

Sub-estrato	No/Ha	VFrn	VFrn%
Inferior (<5m)	192	0,308	30,7
Medio (5-11 m)	317	0,509	50,7
Superior (>11 m)	117	0,188	18,7
Total	**625**	**1,00**	**100**

En la vegetación secundaria se estimaron 192 individuos en la categoría de regeneración por hectárea, los cuales pertenecen a seis de las especies reportadas en la cobertura. La distribución de la regeneración se encuentra en su mayoría en la categoría media, es decir las plántulas con tamaños entre 1 y 1,9 m de altura, seguido de la categoría inferior y por último la superior (Ver Tabla 5-10). La especie con mayor valor en la regeneración es *Calophyllum brasiliense* con un valor de 57,6%, estando representado principalmente en la categoría media, seguido de la especie *Miconia macrotis* con un valor de 16,6% con la mayoría de los individuos ubicados en la categoría inferior y algunos en la superior (Ver Figura 5-11).

Tabla 5-10.Valor fitosociológico para cada Clase de Tamaño de la Regeneración natural Vegetación secundaria

Clase regeneración	No/Ha	VFrn	VFrn%
Inferior (0,1-0,99 m)	75	0,391	39,1
Medio (1-1,9 m)	100	0,522	52,2
Superior (2-4,9 m)	17	0,087	8,7
Total	192	1,000	100

Territorios agrícolas

Los territorios agrícolas corresponden en su mayoría a pastos arbolados, que se caracterizan por ser coberturas con un bajo porcentaje del componente arbóreo. En esta cobertura se encontraron 11 especies, siendo la *Miconia elata* y *Vismia baccifera* las especies con valores de IVI de 192,4 y 84,9%, respectivamente.

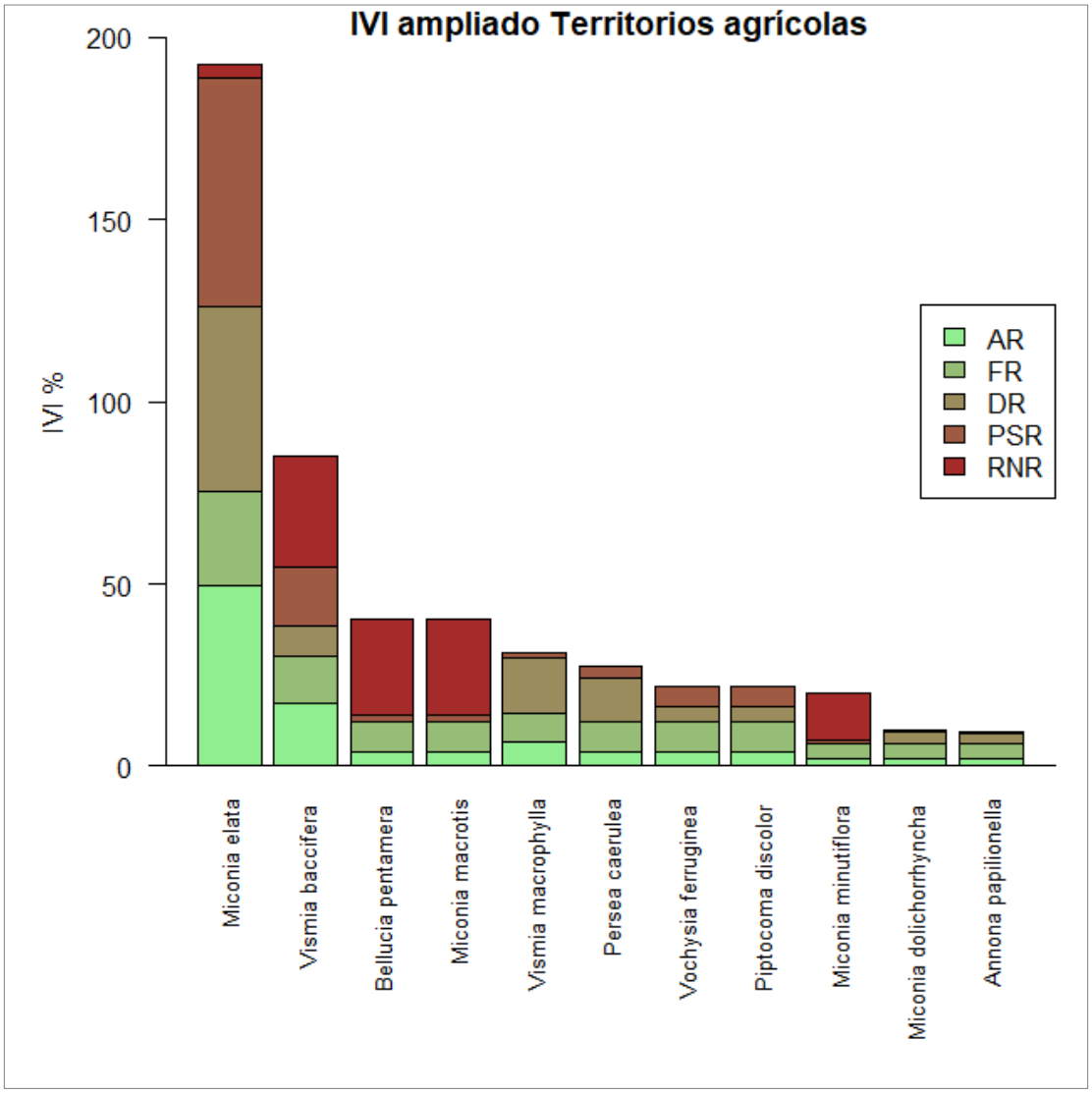


Figura 5-12. Índice de valor de importancia ampliado para Territorios agrícolas

Al igual que la vegetación secundaria, los pastos arbolados presentan una distribución vertical similar donde predomina el estrato medio, es decir los individuos con alturas entre los 5 y 11 m. En una menor medida se encontraron los individuos en el estrato inferior, seguido del estrato superior (Ver Tabla 5-11 y Anexo 5.2.5. IVI ampliado, hoja de cálculo "PSR_TA"). La especie más representativa en el estrato inferior es *Vismia baccifera* con 25 individuos por hectárea, en el estrato medio es la especie *Miconia elata* con 183 individuos y en el estrato superior es representado por la especie *Vismia macrophylla* con 25 individuos. De acuerdo con lo anterior las especies que presentan una mayor importancia de acuerdo con la posición fitosociológica son *Miconia elata* (170,1%) y *Vismia baccifera* (44,6%) por su

abundancia en los estratos medios e inferiores (Ver Figura 5-12 y Anexo 5.2.5. IVI ampliado, hoja de cálculo "IVI_TerritoriosAgricolas").

Tabla 5-11. Valor fitosociológico (VF) de cada subestrato para la cobertura Territorios agrícolas

Sub-estrato	No/Ha	VFrn	VFrn%
Inferior (<5 m)	75	0,258	19,1
Medio (5-11 m)	267	0,916	68,1
Superior (>11 m)	50	0,172	12,8
Total	**392**	**1,346**	**100,0**

La presencia de regeneración en los territorios agrícolas es muy baja, lo cual puede deberse al daño causado por el pisoteo, dejando aproximadamente 75 plántulas por hectárea, estando distribuidas principalmente en la categoría inferior que se atribuyen a las plántulas de reciente germinación y algunas en la categoría superior (Ver Tabla 5-12 y Anexo 5.2.5. IVI ampliado, hoja de cálculo "RNR_TA"). Las especies de mayor importancia por regeneración es *Vismia baccifera* (30,2%), seguida con *Bellucia pentámera* y *Miconia macrotis* con (26,4%), ver Figura 5-12 y Anexo 5.2.5. IVI ampliado, hoja de cálculo "IVI_TerritoriosAgricolas".

Tabla 5-12.Valor fitosociológico para cada Clase de Tamaño de la Regeneración natural Territorios Agrícolas

Clase regeneración	No/Ha	VFrn	VFrn%
Inferior (0,1-0,99 m)	58	0,778	77,8
Medio (1-1,9 m)	0	0,000	0,0
Superior (2-4,9 m)	17	0,222	22,2
Total	75	1,000	100,0

5.2.4.6 Representatividad del muestreo (Curva de acumulación)

En Figura 5-13 se observa la curva de acumulación de especies realizada con la información levantada en las parcelas para el área de influencia de Flora del proyecto, en ella se observa que la curva de acumulación de especie se empieza a estabilizar alrededor de veinte parcelas, es decir que la riqueza no aumenta significativamente y la variabilidad de esta empieza a reducir. Por lo tanto, se concluye que con el esfuerzo de muestreo realizado fue adecuado, ya que en ella se está representando la diversidad existente en el área del proyecto.

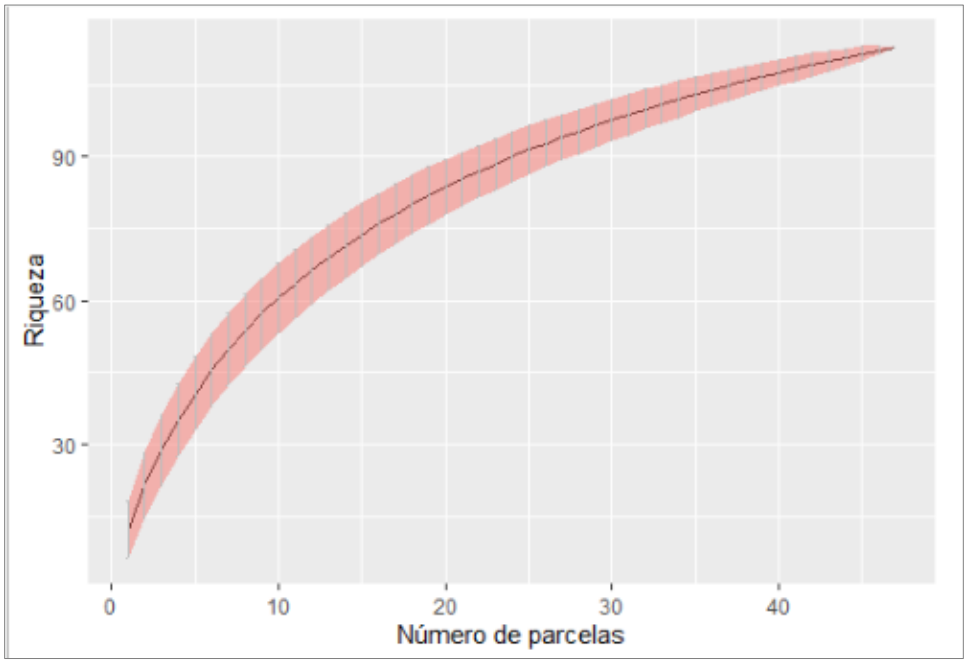


Figura 5-13. Curva de acumulación de especies del proyecto

5.2.4.7 Diversidad

Teniendo en cuenta la información levantada en las parcelas para cada una de las coberturas con presencia de individuos arbóreos, se concluye que el área tiene una diversidad significativa la cual está concentrada en los fragmentos de los bosques. Sin embargo, esta diversidad se ha visto afectada por la expansión de la frontera agrícola, dejando pequeños fragmentos de bosque en su mayoría riparios, además de árboles aislados en medio de una matriz de pastos o terrenos abandonados que están en estadios tempranos de sucesión. Lo anterior se vio reflejado en los indicies de diversidad estimados (Ver Tabla 5-13), donde los bosques riparios tuvieron una riqueza de 107 especies y un índice de Margalef de 15,14, la vegetación secundaria 27 especies y un índice de Margalef de 6,13 y los territorios agrícolas 11 y de Margalef de 2,6. Estos valores fueron consistentes con los índices de Shannon y Simpson.

El índice de equidad de Pielou arrojó valores cercanos a 1 para las coberturas de vegetación secundaria y bosques, lo que indica que no hay dominancia de ciertas especies, es decir la abundancia es equitativa entre las especies existentes. Para el caso de los territorios agrícolas, es evidente que la cobertura es dominada por las especies *Miconia elata* y *Vismia Baccifera* al tener un índice de equidad más bajo (0,7). El Coeficiente de Mezcla es otro indicador de homogeneidad de las áreas muestreadas, siendo más homogénea la cobertura de vegetación secundaria, seguida de los territorios agrícolas y por último los bosques, esto quiere decir que la vegetación secundaria requiere muestrear aproximadamente 44 individuos para

registrar una especie nueva, debido a la baja riqueza y la distribución equitativa de las especies, mientras en los territorios agrícolas se requiere muestrear alrededor de 23 individuos y en los bosques 12 individuos. El bajo coeficiente de mezcla de los bosques de galería o riparios, se puede deber a la abundancia de especies raras y a la riqueza de esta cobertura.

Tabla 5-13. Índices de diversidad

Cobertura	R	H	S	Inv. S	E	M	CM
Bosque de galería y/o ripario	107	3,77	0,96	22,82	0,81	15,14	1:11,57
Territorios Agrícolas	11	1,74	0,72	3,53	0,70	2,6	1:23,40
Vegetación secundaria o en transición	29	2,76	0,9	9,70	0,84	6,13	1:44,07
Todo	147	3,88	0,96	26,22	0,82	16,2	1:11,24

Convenciones: R: Riqueza (No. de especies), H: Índice de Shannon Wiener, S: Indice de Simpson, InvS: Inverso de Simpson, E: Equidad de Pielou, M: Índice de Margalef y CM: Cociente de mezcla

5.2.4.8 Análisis Global del componente flora

De la caracterización de flora realizada en el proyecto Cocorná III, se obtuvo una riqueza de 157 morfo-especies, las cuales se encuentran en su gran mayoría en la cobertura de bosque ripario. Las especies más representativas en la categoría de fustales corresponden a la especie *Miconia elata*, seguida de *Vochysia ferruginea*, *Pouroma bicolor* y el género *Vismia* con las especies *V. bacciflora* y *V. macrophyla*. En cuanto a la regeneración las especies hubo una predominancia de otras especies como *Lacistema aggegatum* y *Virola sebifera.*

Dada la distribución de las coberturas, la composición florística y la estructura de las áreas naturales y seminaturales, se pude ver que el área del proyecto presenta una alta intervención ocasionadas principalmente por la expansión de la frontera agrícola, dejando presencia de pequeños parches de vegetaciones boscosas o secundarias, asociadas principalmente a los márgenes de las quebradas y ríos así como a las áreas no productivas por la presencia de afloramientos rocosos o sus altas pendientes. Por otro lado, se evidencia que estas áreas han tenido un aprovechamiento de los individuos maderables de gran porte a lo largo de su historia de colonización, puesto que la estructura de los bosques está dominada por individuos de bajo porte y por especies de menor interés maderero. Otra evidencia de la gran alteración de las áreas naturales es la estructura en forma de campana sesgada hacia la izquierda lo que denota una baja presencia de regeneración y por ende afecta la propagación de las especies y la sucesión de los espacios naturales.

5.2.5 Especies arbóreas endémicas o amenazadas

A partir de la información del censo forestal y las parcelas de caracterización, en el área de influencia del proyecto, se identificaron cuatro especies arbóreas de importancia para la conservación puesto que se encuentran bajo alguna categoría de amenaza o son endémicas (Ver Tabla 5-14). Todos los individuos fueron registrados en la cobertura de Bosque Ripario.

Tabla 5-14. Especies arbóreas endémicas o amenazadas

Familia	Especie	Cites	UICN	Minis	Distribución	Veda	Ent. Veda	Usos
Annonaceae	*Pseudoxandra sclerocarpa*				Endémica			M
Melastomataceae	*Graffenrieda grandifolia*		EN		Endémica			M
Lamiaceae	*Hyptidendron arboreum*			VU	Restringida			M;R
Chrysobalanaceae	*Licania durifolia*			EN	Restringida			M

Fuentes: Catálogo de la flora de Antioquia (Idárraga et al., 2011), libros rojos de plantas de Colombia, listados IUCN (2015), Res. 1912/2017 Ministerio del Medio Ambiente, Acuerdo 207/2008 y Acuerdo 262/2011 CORNARE
USOS: M (maderable), R (Restauración y conservación)

La definición de endemismo se restringió a la biorregión correspondiente a la vertiente oriental de la cordillera central, y de acuerdo con el Catálogo de flora de Antioquia (Idárraga et al., 2011), se catalogaron como endémicas las especies *Pseudoxandra sclerocarpa y Graffenrieda grandifolia*, que además se encuentra en peligro (EN) según la UICN. De otro lado, según la Resolución 1912 del 2017 del MADS, en la zona de influencia del proyecto se encontraron 2 especies amenazadas: *Hyptidendron arboreum* en estado vulnerable (VU) y *Licania durifolia* en peligro (EN).

A continuación, se realiza la caracterización de las especies endémicas o amenazadas en el área de influencia biótica, según lo dispuesto en el numeral 5.2.2 de los Términos de Referencia Sector Energía adaptados por CORNARE.

5.2.5.1 Levantamiento de información

Para caracterizar las poblaciones de las especies endémicas o amenazadas en el área de influencia biótica, la información del censo forestal y de las 47 parcelas de caracterización se complementó mediante el establecimiento de 12 nuevas parcelas de regeneración en Bosque ripario y 3 en Vegetación secundaria, en el área de intervención del proyecto (Tabla 5-15). Los registros de las parcelas de regeneración en la zona de intervención del proyecto se reportan de forma detallada en el Anexo 5.2.4. Inventario Forestal PCH Cocorná III, hoja “Regeneración Especies Sensibles”.

Tabla 5-15. Parcelas de regeneración en el área de intervención del proyecto

Parcela	Cobertura	Fecha	Coord X	Coord Y	Cota
P4T3	Bosque de galería y/o ripario	10/10/2020	876113	1160124	1231
P8T2	Bosque de galería y/o ripario	10/10/2020	877606	1160267	1130
RB-01	Bosque de galería y/o ripario	21/04/2021	874566	1160056	1380
RB-02	Bosque de galería y/o ripario	21/04/2021	874616	1160092	1362
RB-03	Bosque de galería y/o ripario	21/04/2021	874634	1160102	1365
RB-04	Bosque de galería y/o ripario	21/04/2021	875854	1160255	1282
RB-05	Bosque de galería y/o ripario	21/04/2021	875994	1160176	1275
RB-06	Bosque de galería y/o ripario	21/04/2021	876094	1160134	1264
RB-07	Bosque de galería y/o ripario	21/04/2021	876159	1160100	1256
RB-08	Bosque de galería y/o ripario	21/04/2021	876194	1160111	1271
RB-09	Bosque de galería y/o ripario	21/04/2021	877555	1160256	1278
RB-10	Bosque de galería y/o ripario	21/04/2021	877573	1160257	1129
RB-11	Bosque de galería y/o ripario	21/04/2021	877652	1160266	1128
RB-12	Bosque de galería y/o ripario	21/04/2021	877892	1160274	1148
VEG1	Vegetación secundaria o en transición	10/10/2020	876483	1160219	1207
VEG2	Vegetación secundaria o en transición	10/10/2020	876430	1160231	1207
RV-01	Vegetación secundaria o en transición	21/04/2021	876394	1160224	1231
RV-02	Vegetación secundaria o en transición	21/04/2021	876415	1160227	1241
RV-03	Vegetación secundaria o en transición	21/04/2021	876483	1160212	1239

De manera complementaria, se realizaron recorridos libres en la zona de influencia con el objetivo de identificar individuos adultos; sin embargo, no fue posible obtener nuevos registros. Se reitera que para el área de influencia se cuenta con un muestro estadístico representativo con un error menor al 15% (ver Tabla 5-4), mientras que en el área de intervención del proyecto se realizó un censo forestal del 100% de los individuos adultos, concluyendo que la dificultad de encontrar más ejemplares de estas especies radica en su rareza y baja representación en los ecosistemas estudiados.

5.2.5.2 Individuos registrados

En la Tabla 5-16 se presenta el registro de especies endémicas y amenazadas en el área de influencia biótica, incluyendo la información del censo forestal, las parcelas de caracterización y las parcelas de regeneración adicionales. Es importante resaltar que todos los registros para estas especies se presentaron en la cobertura de Bosque ripario.

Graffenrieda grandifolia es la especie que presenta mayor abundancia con 32 registros en total, de los cuales 29 son fustales, y los otros 3 hacen parte de la regeneración; para *Hyptidendron arboreum*, se registran 4 fustales y 1 brinzal; para *Licania durifolia* se registran 2 fustales y 2 brinzales, mientras que para *Pseudoxandra sclerocarpa* sólo se registran 2 brinzales.

Tabla 5-16. Registro de especies endémicas y amenazadas en el área de influencia

Especie	No. Fustales	No. Latizales	No. Brinzales	Total
Graffenrieda grandifolia Gleason	29	1	2	32
Hyptidendron arboreum (Benth.) Harley	4		1	5
Licania durifolia Cuatrec.	2		2	4
Pseudoxandra sclerocarpa Maas			2	2

5.2.5.3 Clases diamétricas y altimétricas

A continuación, se presenta la distribución diamétrica y altimétrica para las especies endémicas y amenazadas; se exceptúa la especie *Pseudoxandra sclerocarpa* que carece de información para el análisis, pues sólo presenta un registro.

Graffenrieda grandifolia presenta una distribución diamétrica y altimétrica en forma de campana, con predominancia de individuos adultos de porte medio, con diámetros entre 10 cm y 20 cm, y alturas entre 5 m y 10 m. Las poblaciones de esta especie son especialmente vulnerables pues se cuenta con pocos individuos juveniles para el recambio generacional, a la vez que escasean los árboles maduros que podrían servir como semilleros (Figura 5-14).

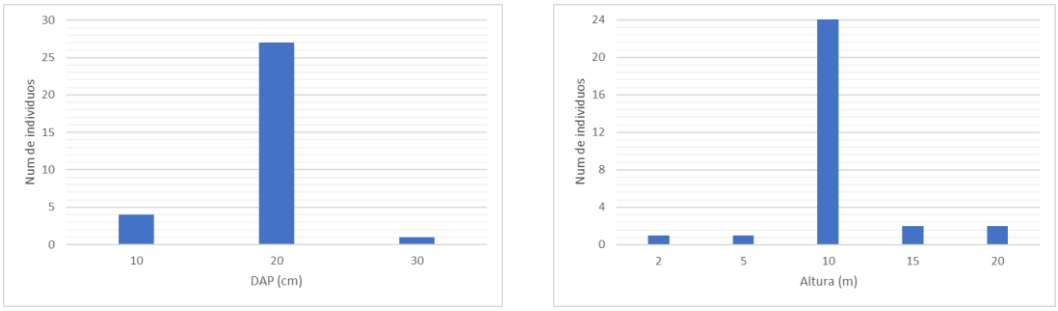


Figura 5-14. Distribución altimétrica y diamétrica de *Graffenrieda grandifolia*

Para *Hyptidendron arboreum* se tiene una predominancia de individuos adultos con diámetros entre 10 cm y 30 cm, y alturas entre 15 m y 30 m. Como en los casos anteriores, la escases de individuos juveniles evidencia una alta vulnerabilidad de las poblaciones de esta especie (Figura 5-15).

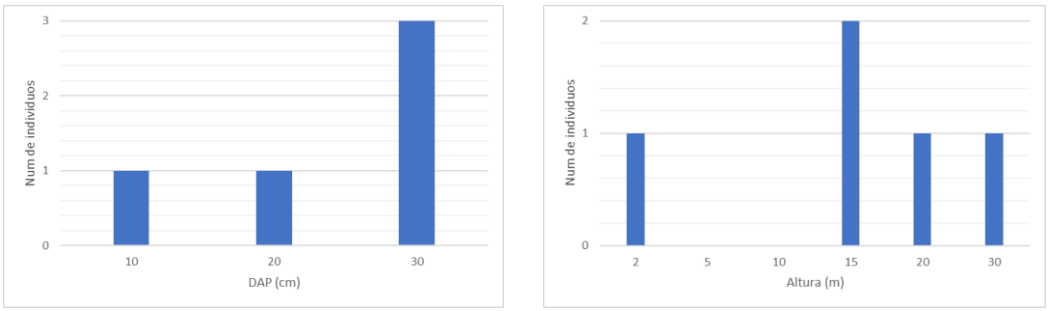


Figura 5-15. Distribución altimétrica y diamétrica de *Hyptidendron arboreum*

Los registros de *Licania durifolia* son muy escasos, y están representados sólo por 2 individuos fustales y 2 individuos de regeneración, los cuales conforman 2 clases tanto en la distribución diamétrica como altimétrica (Figura 5-16).

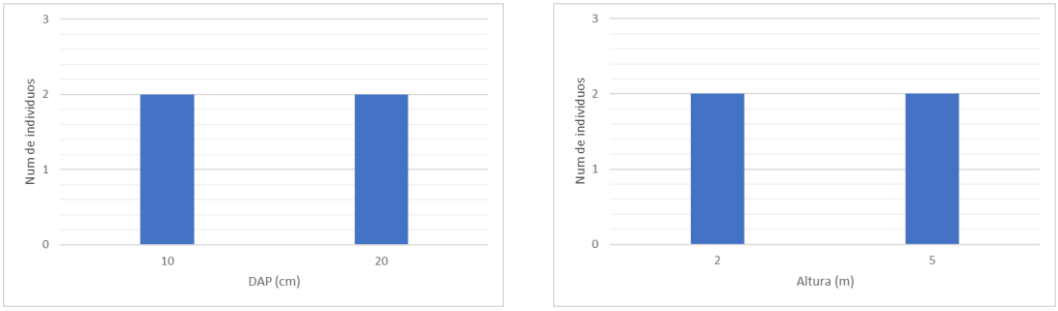


Figura 5-16. Distribución altimétrica y diamétrica de *Licania durifolia*

5.2.5.4 Caracterización de la regeneración

En la Tabla 5-17 se presentan la estimación de los individuos de regeneración, para las especies endémicas y amenazadas en el área de influencia biótica. Para la estimación de la densidad de individuos por hectárea, se tuvo en cuenta el área total muestreada en las 33 parcelas de caracterización, más las 12 parcelas de regeneración adicionales, para un total de 0,9 ha muestreadas. La extrapolación de la cantidad de individuos al área de influencia biótica se realizó con base en la extensión del Bosque ripario en esta área, la cual equivale a 24,12 ha. Todos los individuos de regeneración de estas especies que se encuentren en el área de intervención del proyecto serán objeto de traslado para garantizar su conservación, de acuerdo con lo estipulado en el Plan de Manejo PMA-MB 02

Tabla 5-17. Caracterización de la regeneración de las especies endémicas y amenazadas en el área de influencia biótica

Especie	Estimados por Hectárea			Estimado área de influencia		
	Latizales	Brinzales	Total	Latizales	Brinzales	Total
Graffenrieda grandifolia Gleason	1	2	**3**	27	54	**80**
Hyptidendron arboreum (Benth.) Harley	0	1	**1**	0	27	**27**
Licania durifolia Cuatrec.	0	2	**2**	0	54	**54**
Pseudoxandra sclerocarpa Maas	0	2	**2**	0	54	**54**

Se tienen densidades de regeneración entre 3 y 1 individuo por hectárea, lo que demuestra una gran vulnerabilidad de las poblaciones de estas especies, pues la carencia de individuos juveniles dificulta el recambio generacional y la conservación de las especies en el mediano y largo plazo. Para el área de influencia del proyecto se estima una abundancia entre 27 y 80 individuos de regeneración para las especies endémicas y amenazadas.

5.2.5.5 Usos y amenazas

Las especies *Pseudoxandra sclerocarpa, Hyptidendron arboreum, Graffenrieda grandifolia* y *Licania durifolia* han sido tradicionalmente usadas en la región para la extracción de madera basta, cuyo destino principal es la elaboración de estacones y otros elementos para las actividades agrícolas. Sin embargo, debido a su escasez, este uso no es muy frecuente en la actualidad.

La principal amenaza de estas especies es la pérdida de hábitat como consecuencia de la ampliación de la frontera agrícola, así como el aislamiento de sus individuos. por la fragmentación de los ecosistemas, lo que conduce a una reducción del acervo genético y de las probabilidades de reproducción.

5.2.6 Especies arbóreas con veda regional

En el área de influencia del proyecto, se identificaron tres especies arbóreas que presentan veda a nivel regional según Cornare, siendo estas *Dussia lehmannii, Alfaroa williamsii* y *Aniba coto* (Tabla 5-18).

Tabla 5-18. Especies arbóreas con veda

FAMILIA	ESPECIE	CITES	UICN	MINIS	DISTRIBUCIÓN	VEDA	ENT. VEDA	USOS
Fabaceae	*Dussia lehmannii*				Restringida	Regional	CORNARE	M
Juglandaceae	*Alfaroa williamsii*				Restringida	Regional	CORNARE	M; C
Lauraceae	*Aniba coto*				Restringida	Regional	CORNARE	M; AF

Fuentes: Catálogo de la flora de Antioquia (Idárraga et al., 2020), libros rojos de plantas de Colombia, listados IUCN (2015), Res. 1912/2017 Ministerio del Medio Ambiente, Acuerdo 207/2008 y Acuerdo 262/2011 CORNARE
USOS: M (maderable), C (Combustible), R (Restauración y conservación), AF (Alimento fauna),

A continuación, se presenta la caracterización de las especies arbóreas con veda regional, en el área de intervención del proyecto, según lo dispuesto en la Circular 8201-02-808 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

5.2.6.1 Levantamiento de información

La información de fustales se obtuvo del censo forestal en el área de intervención del proyecto. De otro lado los registros de la regeneración se tomaron de las parcelas de caracterización en coberturas naturales, así como de las parcelas de regeneración en el área de intervención del proyecto (ver Tabla 5-15)

De las 33 parcelas establecidas en Bosque ripario, 2 de ellas (P4T3 y P8T2) se encuentran al interior del área de intervención del proyecto; de la misma forma, de las 6 parcelas establecidas en Vegetación secundaria, 2 de ellas (VEG1 y VEG2) se encuentran en la zona de construcción de las obras. Teniendo en cuenta tanto las parcelas de caracterización, así como las parcelas de regeneración, en la zona de intervención del proyecto se tiene un total de 14 parcelas en Bosque ripario y 5 en Vegetación secundaria, lo cual equivale a intensidades de muestreo de 8,9% y 21,2% respectivamente (ver Tabla 5-19).

Debido a que el área de intervención del proyecto es un subconjunto del área de influencia biótica, se considera que comparten la misma variabilidad. Así, los muestreos de regeneración de especies vedadas en la zona de intervención cumplen también con un error menor al 15% al presentar intensidades de muestreo de 8,9% para Bosque ripario y 21,2% para Vegetación secundaria, las cuales son mayores a las correspondientes al área de influencia que equivalen a 2,7% y 3,4% respectivamente (ver Tabla 5-5). Los registros de las parcelas de regeneración en la zona de intervención del proyecto se reportan de forma detallada en el Anexo 5.2.4. Inventario Forestal PCH Cocorná III, hoja “Regeneración Especies Sensibles”.

Tabla 5-19. Intensidad de muestreo - Regeneración en el área de intervención del proyecto

Cobertura	Área (ha)	Parcelas posibles	Parcelas establecidas	Intensidad muestreo (%)
Bosque de galería y/o ripario	3,15	158	14	8,89
Vegetación secundaria o en transición	0,47	24	5	21,23

5.2.6.2 Individuos registrados

En la Tabla 5-20 se presenta el registro de especies arbóreas con veda en el área de intervención del proyecto. La información de fustales corresponde a los registros del censo forestal, mientras que los datos de regeneración corresponden a las parcelas de caracterización y las parcelas de regeneración adicionales. Todos los registros para estas especies se presentaron en la cobertura de Bosque ripario.

Tabla 5-20. Registro de especies arbóreas con veda en el área de influencia

Especie	No. Fustales	No. Latizales	No. Brinzales
Alfaroa williamsii Ant. Molina	3	1	4
Aniba coto (Rusby) Kosterm.	18	1	5
Dussia lehmannii Harms	1		

La especie vedada con mayor abundancia es *Aniba Coto* con 18 fustales y 6 individuos de regeneración; a continuación, se encuentra *Alfaroa williamsii* con 3 fustales y 5 individuos de regeneración; *Dussia lehmannii* por su parte sólo registra un individuo adulto.

5.2.6.3 Clases diamétricas y altimétricas

A continuación, se presenta la distribución diamétrica y altimétrica para las especies arbóreas con veda regional; se exceptúa la especie *Dussia lehamannii* que carece de información para el análisis, pues sólo presenta un registro.

La distribución diamétrica de *Alfaroa williamsii* presenta una forma de jota invertida, lo que implica una mayor cantidad de individuos de regeneración respecto a la población de individuos adultos. La distribución de alturas por su parte muestra predominancia de individuos con alturas menores a 2 m, seguido de los individuos con alturas entre 5 m y 10 m; siendo los individuos de porte medio con alturas entre 2 m y 5 m los de menor representatividad (Figura 5-17).

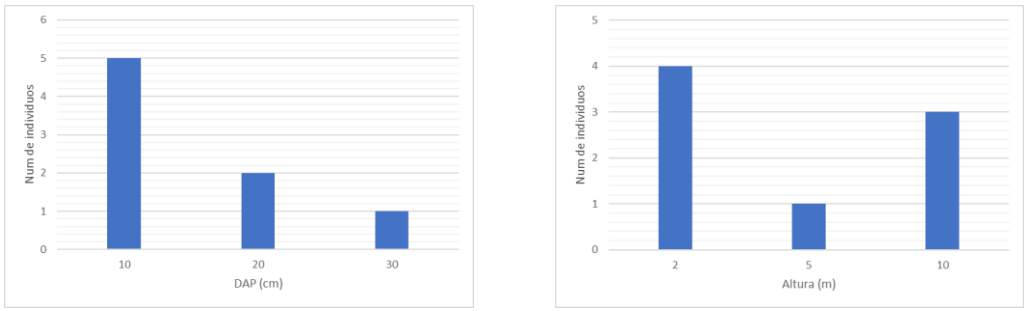


Figura 5-17. Distribución altimétrica y diamétrica de *Alfaroa williamsii*

La distribuciones diamétrica y altimétrica de *Aniba coto* evidencian una predominancia de individuos adultos de porte medio, con diámetros entre 10 cm y 20 cm, y alturas entre 10 m y 15 m (Figura 5-18). La baja representatividad de individuos juveniles es muestra de una alta vulnerabilidad de las poblaciones de esta especie, dado que no se cuenta con individuos que garanticen el recambio generacional tras la muerte o aprovechamiento de los ejemplares adultos.

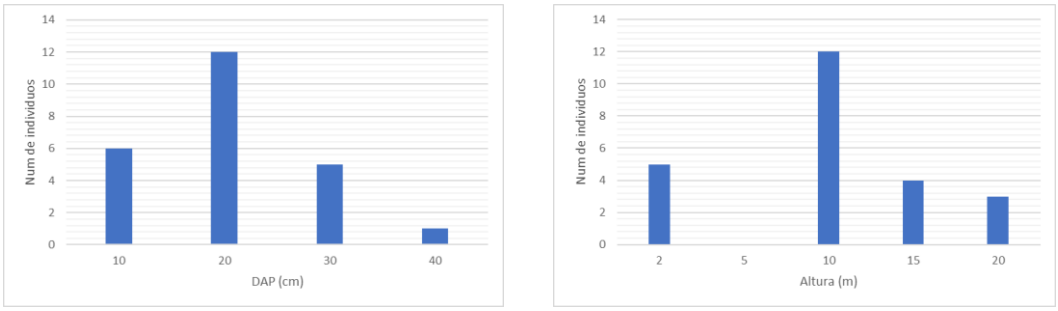


Figura 5-18. Distribución altimétrica y diamétrica de *Aniba coto*

5.2.6.4 Caracterización de la regeneración

En la Tabla 5-21 se presenta la estimación de los individuos de regeneración, para las especies con veda regional en el área de intervención del proyecto. Para la estimación de la densidad de individuos por hectárea, se tuvo en cuenta el área total muestreada en las 33 parcelas de caracterización, más las 12 parcelas de regeneración adicionales, para un total de 0,9 ha muestreadas. La extrapolación de la cantidad de individuos al área de intervención se realizó con base en la extensión del Bosque ripario en esta zona, la cual equivale a 3,15 ha.

Tabla 5-21. Caracterización de la regeneración de las especies arbóreas con veda en el área de intervención

Especie	Estimados por Hectárea			Estimados área de intervención		
	Latizales	Brinzales	Total	Latizales	Brinzales	Total
Alfaroa williamsii Ant. Molina	1	4	**4**	4	14	**14**
Aniba coto (Rusby) Kosterm.	1	6	**6**	4	18	**18**
Dussia lehmannii Harms	0	0	**0**	0	0	**0**

Para *Alfaroa williamsii* y *Aniba coto* se tienen densidades de regeneración de 4 y 6 individuos por hectárea, mientras que para *Dussia lehmannii* no se tienen registros de regeneración. Esta situación demuestra una gran vulnerabilidad de las poblaciones de estas especies, pues la carencia de individuos juveniles dificulta el recambio generacional y la conservación de las especies en el mediano y largo plazo. En el área de intervención se estiman 14 individuos de regeneración para *Alfaroa williamsii* y 18 para *Aniba coto* que serán objeto de trasplante para garantizar la conservación de estas especies, de acuerdo con lo estipulado en el Plan de Manejo PMA-MB 02

5.2.6.5 Usos y amenazas

Las especies *Alfaroa williamsii, Aniba coto* y *Dussia lehmannii* poseen maderas de alto valor comercial, por lo que la tala selectiva de estas especies es una de las mayores amenazas para su conservación. De otro lado, por ser especies primarias, que presentan condiciones de hábitats en buen estado de conservación para su establecimiento y reproducción, la fragmentación de los ecosistemas y la pérdida de hábitats por la ampliación de la frontera agrícola constituye la principal amenaza para su conservación.

5.2.7 Helechos arbóreos con veda nacional

A partir de la información del censo forestal y las parcelas de caracterización, en el área de influencia del proyecto, se identificaron tres especies de helechos arbóreos que presentan veda a nivel regional o nacional (Tabla 5-18).

Tabla 5-22. Especies arbóreas con veda

FAMILIA	ESPECIE	CITES	UICN	MINIS	DISTRIBUCIÓN	VEDA	ENT. VEDA	USOS
Cyatheaceae	*Alsophila cuspidata*	Apéndice II			Restringida	Nacional	Inderena	NR
Cyatheaceae	*Cyathea meridensis*	Apéndice II			Restringida	Nacional	Inderena	NR
Cyatheaceae	*Cyathea squamipes*	Apéndice II			Restringida	Nacional	Inderena	NR

FAMILIA	ESPECIE	CITES	UICN	MINIS	DISTRIBUCIÓN	VEDA	ENT. VEDA	USOS
Fuentes: Catálogo de la flora de Antioquia (Idarraga et al., 2020), libros rojos de plantas de Colombia, listados IUCN (2015), Res. 1912/2017 Ministerio del Medio Ambiente, Acuerdo 207/2008 y Acuerdo 262/2011 CORNARE USOS: M (maderable), C (Combustible), R (Restauración y conservación), Af (Alimento fauna), NR (No reportado)								

Las especies *Alsophila cuspidata, Cyathea meridensis, Cyathea squamipes*, pertenecientes a la familia Cyatheaceae presentan veda a nivel nacional y se encuentran en el Apéndice II del CITES.

5.2.7.1 Caracterización

Para caracterizar con mayor precisión los individuos de la familia Cyatheaceae con veda nacional en el área de intervención del proyecto, el censo de fustales se complementó con el registro de todos los individuos de regeneración en el área de construcción de las obras. Es importante mencionar, que, para los helechos arbóreos, la categorización de los tamaños se realiza según lo estipulado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Circular 8201-02-808, de forma tal que se consideran fustales (adultos) aquellos con alturas iguales o superiores a 2 m, mientras que los individuos con altura menor a 2 m se consideran como regeneración, sin una distinción entre latizales y brinzales. Los registros de helechos arbóreos en la zona de intervención del proyecto se reportan de forma detallada en el Anexo 5.2.4. Inventario Forestal PCH Cocorná III, hoja “Helechos arbóreos AInt”.

En total se registraron 215 individuos correspondientes a las especies *Alsophila cuspidata* (11 individuos), *Cyathea meridensis* (40 individuos) y *Cyathea quamipes* (164 individuos) (Ver Tabla 5-23). La mayoría de los registros (158 individuos) hacen parte de la regeneración natural, los cuales serán objeto de traslado durante la construcción de la obra

Tabla 5-23. Registro de helechos arbóreos en el área de intervención

Especie	Num Ind Fustales	Num Ind. Reg.	Total
Alsophila cuspidata (Kunze) D.S. Conant	4	7	11
Cyathea meridensis H.Karst	13	27	40
Cyathea squamipes H. Karst.	40	124	164
Total	**57**	**158**	**215**

5.2.7.2 Clases diamétricas y altimétricas

De acuerdo con su distribución diamétrica y altimétrica, se observa que los helechos arbóreos tienen una distribución unimodal con sesgo positivo es decir que la mayoría de los individuos hacen parte de la regeneración. El diámetro promedio es de 5,2±0,84 cm y la altura promedio de 1,2±1,1 m (Ver Figura 5-19). De acuerdo con estas distribuciones se puede decir que la población de la familia Cyatheaceae no ha alcanzado su estado de madurez, por lo que pueden tener una mayor vulnerabilidad al no tener especímenes maduros que aseguren la reproducción de estas especies.

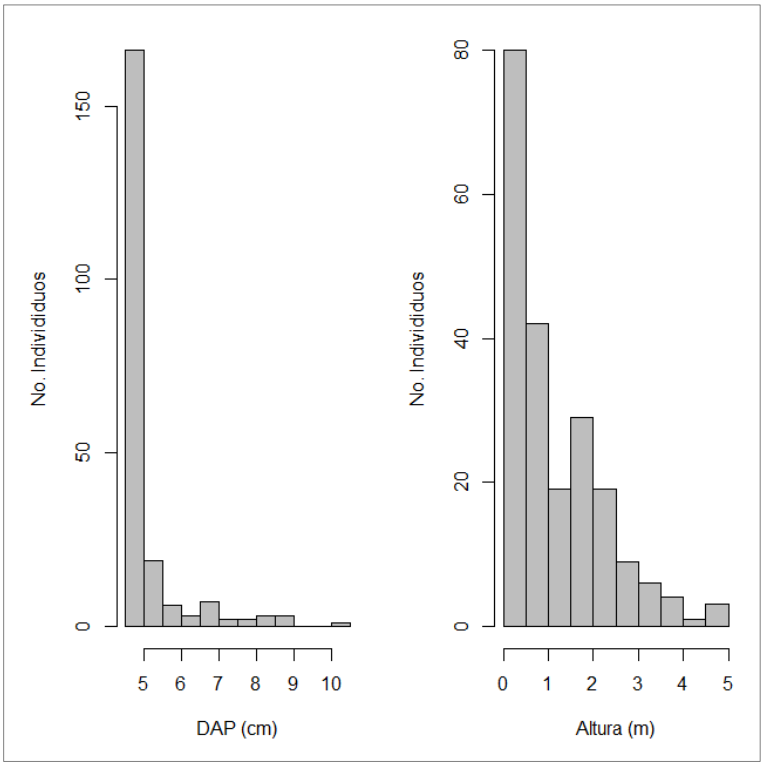


Figura 5-19. Distribución altimétrica y diamétrica de los helechos arbóreos vedados

5.2.7.3 Densidades de individuos en el área de intervención

Todos los registros de helechos arbóreos se determinaron sobre la cobertura de Bosque Ripario, que en el área de intervención del proyecto tiene una extensión de 3,15 ha. De acuerdo con esto, se estima una densidad total de 70 individuos por hectárea, correspondientes 5 individuos de *Alsophila cuspidata*, 14 de *Cyathea meridensis* y 53 de *Cyathea quamipes* (ver Tabla 5-24).

Tabla 5-24. Densidad de helechos arbóreos en el área de intervención

Especie	Estimados por hectárea		
	Num Ind Fustales	Num Ind. Reg.	Total
Alsophila cuspidata (Kunze) D.S. Conant	2	3	5
Cyathea meridensis H.Karst	5	9	14
Cyathea squamipes H. Karst.	13	40	53
Total	**19**	**51**	**70**

5.2.7.4 Usos y amenazas

Las especies de la familia Cyatheaceae no presentan un uso particular por parte de las comunidades en la zona de interés; sin embargo, en algunos casos los tallos se usan como sustrato de jardinería. Gracias a las campañas de educación ambiental desarrollados por diferentes entidades, esta actividad se ha reducido en los últimos años, de forma que no representa actualmente una amenaza importante para las poblaciones de helechos arbóreos de la región.

Por ser esciófitas, las especies de helechos arbóreas presentan requerimientos de hábitat específicas para el mantenimiento de sus poblaciones. Actualmente, la fragmentación de los ecosistemas y la perdida de hábitat representa la mayor amenaza para la conservación de estas especies.

5.2.8 Caracterización de vegetación de hábitos terrestres, rupícolas y epifíticos

5.2.8.1 Metodología

A continuación, se presenta la caracterización de los grupos biológicos Bromelias, Orquídeas, Briófitos (Musgos, hepáticas, anthocerales) y líquenes, los cuales presentan veda nacional de acuerdo con la resolución 0213 (INDERENA, 1977). Tal caracterización, se realizó en la zona de intervención del proyecto, de acuerdo con lo estipulado en la “METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES DE FLORA EN VEDA”, elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible en la circular 8201-02-808 del 09 de diciembre de 2019. Esta metodología sigue los lineamientos estipulados en el decreto 2106 del 22 de noviembre de 2019 del Departamento de la función pública de la república de Colombia. Dichos lineamientos técnicos contienen además las respectivas medidas de manejo y compensación ambiental para estos grupos biológicos, las cuales están orientadas a contribuir a la conservación de estas especies. A continuación, se describen las metodologías empleadas para la caracterización de estos grupos biológicos.

5.2.8.1.1 Fase de pre-campo

Se consultaron fuentes secundarias para verificar la posible presencia de poblaciones de orquídeas y bromelias en el área de intervención del proyecto. Adicionalmente, se revisó la normativa nacional orientadas a la protección de este grupo de plantas y se diseñó un muestreo de caracterización buscando obtener una adecuada representatividad de su riqueza y abundancia.

5.2.8.1.1.1 Consultas de información secundaria.

De acuerdo con la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MADS, 2018), se verificó la presencia de los grupos biológicos de Bromelias, Orquídeas, Briófitos (musgos, hepáticas) y líquenes en el área de intervención del proyecto hidroeléctrico Cocorná III en las siguientes fuentes bibliográficas, además se consultaron en estas fuentes la presencia de especies amenazadas, y endémicas:

- Catálogo de plantas vasculares del departamento de Antioquia (Ortiz & Idárraga Piedrahita, 2020): sirvió para caracterizar la riqueza de especies de bromelias y orquídeas en las zonas de vida y la región biogeográfica del área del proyecto, además se verificaron los endemismos de este grupo de especies en estas áreas.

- Catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal, Gradstein, & Celis, 2020): sirvió para caracterizar la riqueza de especies de bromelias, orquídeas y líquenes en las zonas de vida y la región biogeográfica del área del proyecto, además se verificaron endemismos en estas áreas.

- Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 3: Las Bromelias, las labiadas y las pasifloras (García & Galeano, 2006): se verificó las especies de bromelias que se encuentran en alguna categoría de amenaza

- Libro rojo de briófitas de Colombia (Linares & Uribe-Meléndez, 2002)Se verificó las especies de briofitas que se encuentran en alguna categoría de amenaza

- Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 6: orquídeas primera parte (Calderón-Sáenz, 2006): se verificó las especies de orquídeas que se encuentran en alguna categoría de amenaza

- SIB Colombia (MADS, 2020). Versión en línea: sirvió para caracterizar en el área de intervención del proyecto la riqueza de especies de Bromelias, Orquídeas, Briófitos (Musgos, hepáticas, anthocerales) y líquenes

- Resolución 1912 de 2017 de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2017): Se verificaron las especies amenazadas en el área del proyecto de los grupos biológicos Bromelias, Orquídeas, Briófitos (Musgos, hepáticas, anthocerales) y líquenes.

5.2.8.1.1.2 Determinación de la intensidad de muestreo:

La determinación de la intensidad del muestreo se realizó con base en el protocolo para el Análisis Rápido y Representativo de la Diversidad de Epífitas (REDD-Analysis); propuesto por Grandstein *et al* (2003) y se modificó a partir de las características propias de cada una de las coberturas de la tierra y de las condiciones del proyecto.

Dicha adaptación, se plantea a partir de la cantidad de unidades de muestreo para alcanzar la representatividad de riqueza y abundancia de estas comunidades analizadas en una fase de premuestreo en cada cobertura del área de intervención del proyecto.

5.2.8.1.2 Fase de Campo y métodos de muestreo.

A continuación, se describen los métodos y protocolos empleados para los muestreos de campo:

5.2.8.1.2.1 Orquídeas y bromelias de hábito epífito

La caracterización de orquídeas y bromelias de hábito epífito consistió en el muestreo de árboles hospederos o forófitos, en las diferentes coberturas vegetales del área de intervención del proyecto. Para su selección se usaron las recomendaciones de Grandstein et al (2003) quienes sugieren el muestreo de individuos maduros, separados entre ellos, que pertenezcan a diferentes géneros o familias botánicas y que presenten una corteza no exfoliable y rugosa.

Los forófitos fueron estratificados de acuerdo con la zonificación propuesta por (Johansson, 1974) y modificada por (Steege & Cormelissen, 1989). Estas zonas corresponden a: zona a) tronco húmedo, b) tronco seco y c) las ramas y follaje (Ver Figura 5-20).

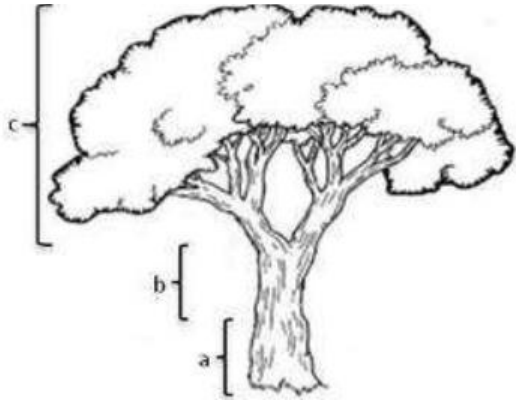


Figura 5-20. Zonificación del Forófito para epifitas vasculares y no vasculares
Fuente: Modificado de Johansson, 1974

Los forófitos muestreados fueron identificados, georeferenciados y marcados en el terreno, a continuación, se registraron y cuantificaron las orquídeas y bromelias en cada uno de los 3 estratos del forófito. Con la ayuda de binoculares se diferenciaron las morfoespecies y se anotaron datos fenológicos, en algunos casos se colectaron y herborizaron muestras botánicas que sirvieron para hacer la homologación de especies (Ver Foto 5-9).

Foto 5-9. Muestreo de orquídeas y bromelias de hábito epífito

5.2.8.1.2.2 Orquídeas y bromelias terrestres

Para caracterizar las poblaciones de orquídeas y bromelias terrestres, se realizó un muestreo al azar y estratificado por coberturas, con parcelas de un metro cuadrado ($1m^2$) dentro de las cuales se realzó un conteo al 100% de los individuos vasculares dentro del cuadrante (Ver Foto 5-10).

Foto 5-10. Muestreo de Orquídeas y bromelias terrestres

5.2.8.1.2.3 Briófitos (musgos, hepáticas, antocerotes) y Líquenes de hábito epífito

Los grupos de briofitos y líquenes de hábito epífito se muestrearon en las zonas 1 y 2 del forófito, en este caso se utilizó una cuadrícula de 600cm^2, la cual se sobrepuso al fuste del árbol, visualmente se estimó el porcentaje de cobertura de las morfoespecies al interior de las cuadrículas, en cada estrato se establecieron dos (2) cuadrículas, una al lado opuesto de la otra, los porcentajes estimados en cada estrato fueron totalizados. Las morfoespecies diferenciadas fueron colectadas y herborizadas para su posterior identificación en el herbario o por un especialista (Ver Foto 5-11).

Foto 5-11. Muestreo de epifitas no vasculares de hábito epífito

5.2.8.1.2.4 Briófitos (musgos, hepáticas, antocerotes) y Líquenes en otros sustratos (suelo, roca y madera en descomposición).

Para caracterizar las comunidades de briófitos y líquenes en otros sustratos (suelo, roca y madera en descomposición), se emplearon las parcelas dentro de las cuales se realizó el conteo al 100% de orquídeas y bromelias terrestres. Al interior de éstas se estimó el porcentaje de cobertura de las morfoespecies de briófitos (musgos, hepáticas, antocerotes) y líquenes con relación al área total de la parcela (Ver Foto 5-12). Las morfoespecies diferenciadas fueron colectadas y herborizadas para su posterior identificación en el herbario.

Foto 5-12. Muestreo de epifitas no vasculares en otros sustratos

5.2.8.1.3 Análisis de la información

La información de los muestreos de campo fue procesada de la siguiente manera:

5.2.8.1.3.1 Manejo e identificación de especímenes

Las muestras botánicas herborizadas fueron movilizadas y determinadas en herbario de la Universidad de Antioquia (HUA). La identificación de los diferentes grupos biológicos fue hecha y certificada por especialistas, para lo cual emplearon los métodos de comparación con las colecciones de referencia del herbario y la revisión de bibliografía especializada.

5.2.8.1.3.2 Composición, diversidad y estructura de las comunidades

La información de campo fue consolidada en bases de datos tanto de los forófitos, como de las especies de epífitas vasculares y no vasculares; y se elaboraron los listados de composición de especies y se describió la estructura de cada uno de los grupos caracterizados.

Adicionalmente, se consolido información de la georreferenciación de cada punto de muestreo de los grupos caracterizados. Con la información consolidada se definió la riqueza, diversidad, distribución y estructura de las comunidades encontradas y se estimó la representatividad de los muestreos realizados. Las especies amenazadas se verificaron en la Resolución 1912 (MADS, 2017) y las endémicas para la región biogeográfica se consultaron en el Catálogo de plantas vasculares del departamento de Antioquia (Ortiz & Idárraga Piedrahita, 2020).

Para cada una de las coberturas vegetales caracterizadas se desarrolló un análisis de diversidad a partir de la estimación de índices de riqueza de especies, de dominancia y de equidad. Se empleó el índice de Shannon (H'), el cual mide la heterogeneidad de la comunidad, y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5, los valores cercanos a 5 indican que la unidad presenta una diversidad vegetal alta. Se calcula a través de la expresión:

$$H' = -\sum \text{pi Ln(pi)}$$

Dónde:
H´= Diversidad de Shannon
pi = (ni /N) = Abundancia proporcional (relativa)
S = Número total de especies en el muestreo

Como medida de dominancia se estimó el índice de Simpson, el cual se refiere a la probabilidad de que dos individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie. A medida que D incrementa, la diversidad decrece. Por ello el índice se expresa usualmente como 1/D o 1-D, lo que asegura que el valor del índice se incremente con el aumento de la diversidad. El rango de este índice está entre 0 y 1 Para comunidades finitas el índice se calcula mediante la expresión:

$$I_{sp} = \sum \frac{(n_i(n_i - 1))}{(N(N-1))}$$

Donde:
ni es el número de individuos de la i-ésima especie
N es el número total de individuos.

5.2.8.1.3.3 Cantidad de especies esperadas del muestreo (Representatividad).

La completitud del muestreo se verificó de varias maneras: *i*) Con la construcción de una curva de acumulación de especies que combina el registro del número de especies epífitas contra el número de árboles muestreados; *ii*) Con la confrontación de los resultados al alcanzar al menos el 80% de la representatividad de las especies esperas mediante estimadores de riqueza.

Los estimadores se calcularon mediante el uso del software de uso libre EstimateS versión 9.1.0 (*Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*), en el cual se establece una aleatorización de 100 veces para su estimación. A partir de los estimadores de riqueza se construyeron las curvas de acumulación de especies. Se emplearon los siguientes estimadores de riqueza citados por Villareal *et al*. 2004:

- CHAO 1, ACE, Bootstrap y Cole: para datos cuantitativos, como es el caso epífitas vasculares y bromelias y orquídeas terrestres.

- CHAO 2, ICE, Unique y Bootstrap: para datos de cobertura, como es el caso de las epífitas no vasculares y los briófitos y líquenes en otros sustratos.

5.2.8.2 Resultados Revisión de información secundaria

De acuerdo con la revisión de información secundaria, las orquídeas y bromelias potencialmente presente en el área de intervención de proyecto hidroeléctrico, se compone 84 especies (Ortiz & Idárraga Piedrahita, 2020). Para los briófitos y líquenes, se encontraron 105 especies en 39 familias (PCHS Los Molinos SAS, 2016).

En la Tabla 5-25 se presenta la composición de especies por familia, el nombre local y el hábito de crecimiento.

Tabla 5-25. Orquídeas, bromelias, briófitos y líquenes potencialmente presentes en el área de intervención del proyecto

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
Orchidaceae	*Acronia bivalvis (Lindl.) Luer*	Orquídea	Hierba epífita
	Acronia discoidea (Lindl.) Luer		Hierba epífita
	Coryanthes panamensis G. Gerlach		Hierba epífita
	Cryptocentrum escobarii Carnevali		Hierba epífita
	Dracula cutis-bufonis Luer & R. Escobar		Hierba epífita
	Dracula platycrater (Rchb. f.) Luer		Hierba epífita
	Dracula wallisii (Rchb. f.) Luer		Hierba epífita
	Dryadella verrucosa Luer & R. Escobar		Hierba epífita
	Elleanthus aurantiacus (Lindl.) Rchb. f.		Hierba epífita
	Epidendrum cocornocturnum Hágsater		Hierba terrestre
	Epidendrum dentiferum Ames & C. Schweinf.		Hierba terrestre
	Epidendrum melinanthum Schltr.		Hierba terrestre
	Epidendrum nocturnum Jacq.		Hierba terrestre
	Epidendrum rigidum Jacq.		Hierba terrestre
	Jacquiniella globosa (Jacq.) Schltr.		Hierba epífita
	Lepanthes agglutinata Luer		Hierba epífita
	Lepanthes cerambyx Luer & R. Escobar		Hierba epífita
	Lepanthes escifera Luer & R. Escobar		Hierba epífita
	Lepanthes pterygion Luer & R. Escobar		Hierba epífita
	Lepanthes viahoensis Luer & R. Escobar		Hierba epífita
	Lepanthopsis pristis Luer & R. Escobar		Hierba epífita
	Masdevallia angulifera Rchb. f. ex Kraenzl.		Hierba epífita

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
	Masdevallia molossus Rchb. f.		Hierba epífita
	Masdevallia pescadoensis Luer & R. Escobar		Hierba epífita
	Masdevallia picturata Rchb. f.		Hierba epífita
	Masdevallia pterygiophora Luer & R. Escobar		Hierba epífita
	Octomeria grandiflora Lindl.		Hierba epífita
	Ornithocephalus gladiatus Hook.		Hierba epífita
	Phragmipedium longifolium (Warsz. & Rchb. f.) Rolfe		Hierba epífita
	Phragmipedium schlimii (Linden ex Rchb. f.) Rolfe		Hierba epífita
	Platystele alucitae Luer		Hierba epífita
	Platystele densiflora P. Ortiz		Hierba epífita
	Platystele umbellata P. Ortiz		Hierba epífita
	Pleurothallis antennifera Lindl.		Hierba epífita
	Pleurothallis penduliflora Kraenzl.		Hierba epífita
	Pleurothallis revoluta (Ruiz & Pav.) Garay		Hierba epífita
	Pleurothallis strobilifera F. Lehm. & Kraenzl.		Hierba epífita
	Porroglossum muscosum (Rchb. f.) Schltr.		Hierba epífita
	Restrepia contorta (Ruiz & Pav.) Luer		Hierba epífita
	Restrepia cuprea Luer & R. Escobar		Hierba epífita
	Restrepia guttulata Lindl.		Hierba epífita
	Rodriguezia lanceolata Ruiz & Pav.		Hierba epífita
	Sigmatostalix cuculligera (Schltr.) Garay		Hierba epífita
	Specklinia calderae (Luer) Luer		Hierba epífita
	Specklinia cocornaensis (Luer & R. Escobar) Luer		Hierba epífita
	Specklinia imrayi (Lindl.) Luer		Hierba epífita
	Stelis alba Kunth		Hierba epífita
	Stelis argentata Lindl.		Hierba epífita
	Stelis bractescens Garay		Hierba epífita
	Stelis comica Ó. Duque		Hierba epífita
	Stelis crassilabia Schltr.		Hierba epífita
	Stelis eugenii Schltr.		Hierba epífita
	Stelis grossilabris Rchb. f.		Hierba epífita
	Stelis inclinata Ó. Duque		Hierba epífita
	Stelis maderoi Schltr.		Hierba epífita
	Stelis muscifera Lindl.		Hierba epífita
	Stelis papiliopsis Ó. Duque		Hierba epífita
	Stelis purpurea (Ruiz & Pav.) Willd.		Hierba epífita
	Stelis spathulata Poepp. & Endl.		Hierba epífita
	Stelis superbiens Lindl.		Hierba epífita

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
	Stelis velutina Lindl.		Hierba epífita
	Stelis wercklei Schltr.		Hierba epífita
	Stenorrhynchos lanceolatum (Aubl.) Rich. ex Spreng.		Hierba epífita
	Trichopilia concepcionis Kraenzl.		Hierba epífita
	Trichosalpinx caudata Luer & R. Escobar		Hierba epífita
	Trichosalpinx pergrata (Ames) Luer		Hierba epífita
	Trichosalpinx semilunata (Luer) Luer		Hierba epífita
	Trisetella triglochin (Rchb. f.) Luer		Hierba epífita
Bromeliaceae	*Aechmea magdalenae (André) André ex Baker*	Cardos	Hierba epífita
	Aechmea penduliflora André		Hierba epífita
	Aechmea tillandsioides (Mart. ex Schult. & Schult. f.) Baker		Hierba epífita
	Ananas lucidus Mill.		Hierba epífita
	Catopsis sessiliflora (Ruiz & Pav.) Mez		Hierba epífita
	Guzmania angustifolia (Baker) Wittm.		Hierba epífita
	Guzmania lingulata (L.) Mez		Hierba epífita
	Guzmania rhonhofiana Harms		Hierba epífita
	Pepinia alborubra (Baker) G.S. Varad. & Gilmartin		Hierba epífita
	Pitcairnia atrorubens (Beer) Baker		Hierba epífita
	Pitcairnia maidifolia (C. Morren) Decne. ex Planch.		Hierba epífita
	Racinaea adpressa (André) J.R. Grant		Hierba epífita
	Streptocalyx poeppigii Beer		Hierba epífita
	Tillandsia fendleri Griseb.		Hierba epífita
	Vriesea elata (Baker) L.B. Sm.		Hierba epífita
	Vriesea rubrobracteata Rauh		Hierba epífita
Aneuraceae	*Riccardia sp*	Musgos	Epifita
Bryaceae	*cf Brachymenium consimile (Mitt.) A.Jaeger*		Epifita
Calymperaceae	*Calymperes sp*		Epifita
	Syrrhopodon circinatus (Brid.) Mitt.		Epifita
	Syrrhopodon incompletus Schwägr.		Epifita
Cryphaceae	*Schoenobryum concavifolium (Griff.) Gangulee*		Epifita
Dicranaceae	*Campylopus pauper (Hampe) Mitt.*		Epifita
Fabroniaceae	*Fabronia ciliaris (Brid.) Brid.*		Epifita
Fissidentaceae	*Fissidens steerei Grout*		Epifita
Fissurinaceae	*Fissurina sp.*		Epifita
Meteoriaceae	*Meteorium nigrescens (Hedw.) Dozy & Molk.*		Epifita
Neckeraceae	*Neckeropsis disticha (Hedw.) Kindb.*		Epifita
Octoblepharaceae	*Octoblepharum albidum Hedw.*		Epifita

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
Pterobryaceae	*Henicodium geniculatum (Mitt.) W.R.Buck*		Epifita
Pyrenulaceae	*Pyrenula sp. 1*		Epifita
	Pyrenula sp. 2		Epifita
	Pyrenula sp. 3		Epifita
Sematophyllaceae	*Acroporium estrellae (Müll.Hal.) W.R.Buck & A.Schäfer-Verwimp*		Epifita
	Sematophyllum subpinnatum (Brid.) E.Britton		Epifita
	Sematophyllum subsimplex (Hedw.) Mitt.		Epifita
Stereophyllaceae	*Pilosium chlorophyllum (Hornsch.) Müll.Hal.*		Epifita
Arthoniaceae	*Arthonia sp.*	Líquen	Epifita
	Cryptothecia sp. 1		Epifita
	Cryptothecia sp. 2		Epifita
	Herpothallon australasicum (Elix) Elix & G. Thor		Epifita
	Herpothallon cinereum G. Thor		Epifita
	Herpothallon echinatum Aptroot, Lücking & Will-Wolf		Epifita
	Herpothallon globosum G. Thor		Epifita
	Herpothallon minimum Aptroot & Lücking		Epifita
	Herpothallon mycelioides (Vain.) Aptroot, Lücking & G. Thor		Epifita
Cladoniaceae	*Cladonia sp.*		Epifita
Coccocarpiaceae	*Coccocarpia sp.*		Epifita
Coenogoniaceae	*Coenogonium sp.*		Epifita
Collemataceae	*Leptogium denticulatum F. Wilson*		Epifita
Graphidaceae	*Chapsa sp.*		Epifita
	Diploschistes sp.		Epifita
	Dyplolabia afzelii (Ach.) A. Massal.		Epifita
	Graphis negrosina (Vain.) Lücking		Epifita
	Graphis phaeospora Vain.		Epifita
	Graphis sp.		Epifita
	Sarcographa sp.		Epifita
Incertae sedis	*Dyctionema sp.*		Epifita
	Eschatogonia sp.		Epifita
	Normandina pulchella (Borrer) Nyl.		Epifita
Lecanoraceae	*Lecanora sp.*		Epifita
Lepidoziaceae	*Bazzania sp*		Epifita
	Telaranea diacantha (Mont.) J.J.Engel & G.L.Merr.		Epifita
Lobariaceae	*Sticta phyllidiofuliginosa Moncada & Lücking*		Epifita
Parmeliaceae	*Bulbothrix apophysata (Hale & Kurok.) Hale*		Epifita
	Bulbothrix laevigatula (Nyl.) Hale		Epifita

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
	Canomaculina leucosemotheta (Hue) Elix		Epifita
	Hypotrachyna sp.		Epifita
	Parmotrema bangii (Vain.) Hale		Epifita
	Parmotrema endosulphureum (Hillm.) Hale		Epifita
	Parmotrema peralbidum (Hale) Hale		Epifita
	Parmotrema peralbidum (Hale) Hale		Epifita
	Parmotrema tinctorum (Nyl.) Hale		Epifita
	Rimelia reticulata (Tayl.) Hale & Fletcher cf. commensurata (Hale) Hale & Fletcher		Epifita
	Usnea rubicunda Stirt.		Epifita
	Usnea sp.		Epifita
Pertusariaceae	*Pertusaria sp. 1*		Epifita
	Pertusaria sp. 2		Epifita
	Pertusaria sp. 3		Epifita
Physciaceae	*Heterodermia sp. 1*		Epifita
	Heterodermia sp. 2		Epifita
Pilocarpaceae	*Malcolmiella sp. 1*		Epifita
	Malcolmiella sp. 2		Epifita
Monoblastiaceae	*Anisomeridium sp.*		Epifita
Porinaceae	*Porina sp. 1*		Epifita
	Porina sp. 2		Epifita
	Porina sp. 3		Epifita
	Trichothelium sp.		Epifita
Ramalinaceae	*Lopezaria versicolor (Flot.) Kalb & Hafellner*		Epifita
Roccellaceae	*Dichosporidium nigrocinctum (Ehrenb.) G. Thor*		Epifita
Stereocaulaceae	*Lepraria sp.*		Epifita
Trypetheliaceae	*Trypethelium eluteriae Spreng.*		Epifita
	Trypethelium sp.		Epifita
Lejeuneaceae	*Ceratolejeunea cornuta (Lindenb.) Schiffner*	Hepática	Epifita
	Ceratolejeunea cubensis (Mont.) Schiffner		Epifita
	Cheilolejeunea holostipa (Spruce) Grolle & R.L.Zhu		Epifita
	Cheilolejeunea rigidula (Mont.) R.M.Schust.		Epifita
	Cheilolejeunea trifaria (Reinw. et al.) Mizut.		Epifita
	Diplasiolejeunea cavifolia Steph.		Epifita
	Drepanolejeunea sp		Epifita
	Frullanoides corticalis (Lehm. & Lindenb.) Slageren		Epifita
	Harpalejeunea oxyphylla (Nees & Mont.) Steph.		Epifita
	Harpalejeunea tridens (Besch. & Spruce) Steph.		Epifita

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
	Lejeunea laetevirens Nees & Mont.		Epifita
	Lejeunea pterigonia (Lehm. & Lindenb.) Mont.		Epifita
	Lejeunea sp		Epifita
	Lejeunea sp1		Epifita
	Lejeunea sp2		Epifita
	Lopholejeunea subfusca (Nees) Schiffner		Epifita
	Marchesinia brachiata (Sw.) Schiffner		Epifita
	Microlejeunea acutifolia Steph.		Epifita
	Microlejeunea bullata (Taylor) Steph.		Epifita
	Prionolejeunea aemula (Gottsche) A.Evans		Epifita
	Prionolejeunea sp		Epifita
	Symbiezidium transversale (Sw.) Trevis.		Epifita
Frullaniaceae	*Frullania cf gibbosa Nees*		Epifita
	Frullania sp		Epifita
	Frullania sp1		Epifita
Metzgeriaceae	*Metzgeria sp*		Epifita
Plagiochilaceae	*Plagiochila sp*		Epifita
	Plagiochila sp1		Epifita

5.2.8.2.1 Especies amenazadas, endémicas y con CITES: revisión de información secundaria

En la revisión de información secundaria, para las poblaciones en veda nacional, sólo se registró especie *Pepinia alborubra* en la categoría **En Peligro – EN** de acuerdo con la resolución 1912 de 2017 del MADS.

De otra parte, de acuerdo con el catálogo de las plantas vasculares del departamento de Antioquia (Idarraga, *et. al,* 2011) en los registros se identifican las especies *Trichosalpinx caudata* y *Pepinia alborubra* con distribución endémica para la vertiente oriental de la Cordillera Central en un rango comprendido entre los 1000 y 1500 msnm.

Finalmente, se resalta que las orquídeas se encuentran consideradas en el Apéndice II del convenio CITES

5.2.8.3 Resultados Información de campo

A continuación, se muestran los resultados de la caracterización de los grupos biológicos en veda nacional. En el Anexo 5.2.6: Localización de los muestreos de individuos de especies en veda nacional, se presentan las coordenadas de los

forófitos y de las parcelas donde se desarrollaron los muestreos en las diferentes coberturas terrestres.

En la Tabla 5-26 se presenta la distribución del muestreo en las coberturas presentes en el área de intervención del proyecto hidroeléctrico Cocorná 3. Para los análisis las coberturas de pastos limpios, pastos arbolados y pastos enmalezados se trataron como una sola cobertura, denominada pastos.

Los muestreos realizados cumplen con la intensidad definida por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible – MADS en la circular 8201-02-808 del 09 de diciembre de 2019, la cual establece 8 forófitos/ha para los bosques y la vegetación secundaria, y 3 forófitos/ha para los pastos y cultivos

Tabla 5-26 Distribución de los muestreos para los grupos en veda nacional en las diferentes coberturas de la tierra en proyecto Cocorná 3

Cobertura terrestre	Área intervención flora (ha)	Proporción de muestreo (forófitos/ha)	Nro. Forófitos muestreados	Nro. Parcelas de 1 x 1m para BOT y BLOS
Bosque de galería y/o ripario	3,15	8	25	6
Cultivos permanentes herbáceos	0,15	3	3	6
Pastos (Pastos limpio, Pastos arbolados y Pastos enmalezados)	6,29	3	23	7
Vegetación secundaria o en transición	0,47	8	4	6
Total	**10,06**		**55**	**25**

5.2.8.3.1 Bromelias y orquídeas

A continuación, se describen los resultados de la caracterización de estos grupos, para los cuales se muestrearon 57 árboles forófitos en las coberturas presentes en el área de intervención: Bosque de galería y ripario (27), pastos (23), Cultivos permanentes herbáceos (3), Vegetación secundaria alta (4) (Ver Figura 5-21).

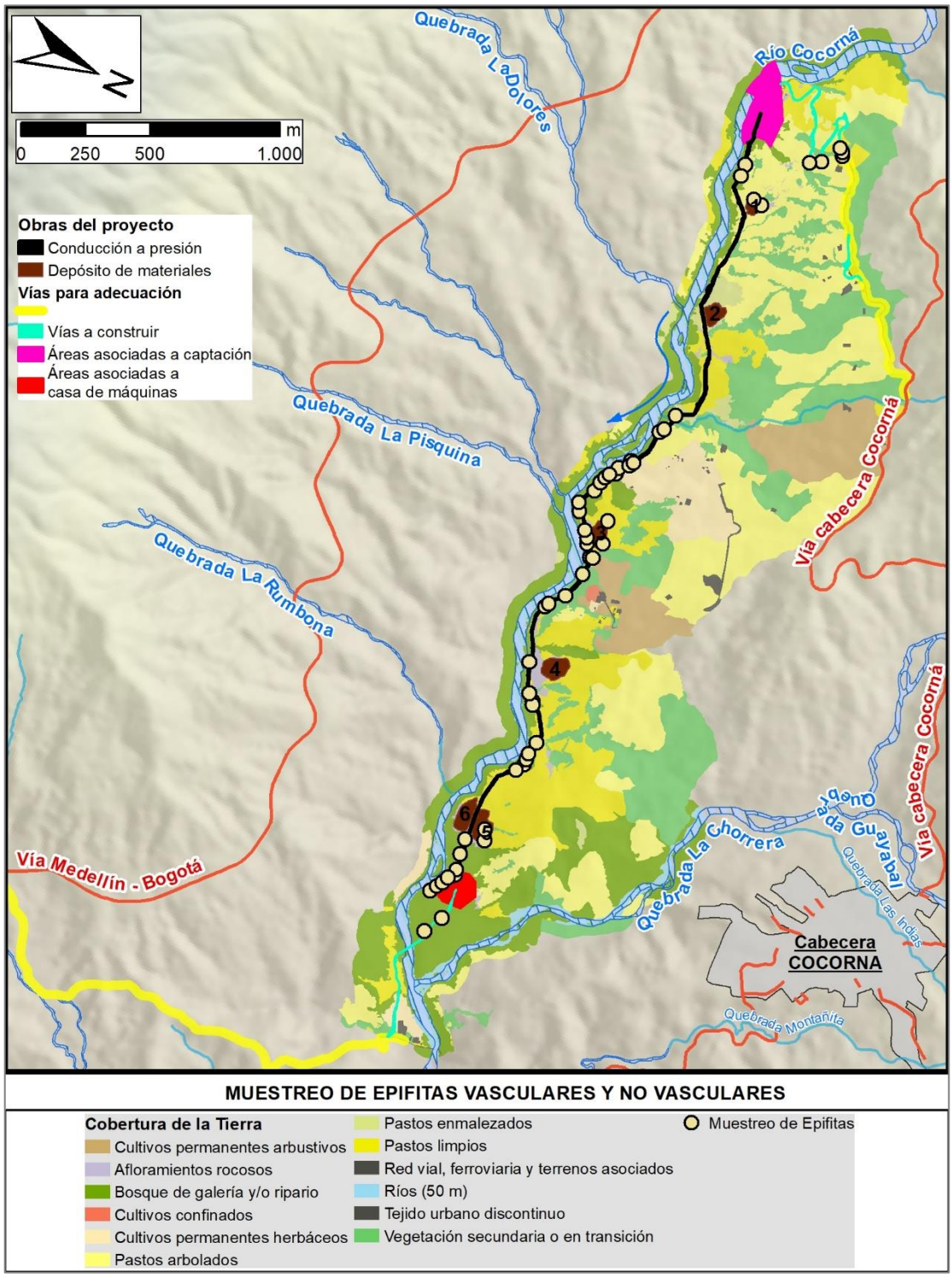


Figura 5-21. Localización del muestreo para las Bromelias, Orquídeas, Briófitos y Líquenes epífitos en el área de intervención

5.2.8.3.1.1 Bromelias y orquídeas de hábito epífito

En el Anexo 5.2.7. se detalla la información de los registros de Orquídeas y bromelias de hábito epífito.

5.2.8.3.1.1.1 Composición y estructura de la comunidad

En el área de intervención del proyecto se registraron 21 especies de epífitas vasculares pertenecientes a las familias Bromeliaceae y Orquidaceae (Ver Tabla 5-27 y Figura 5-22). Los registros más altos se obtuvieron para las coberturas de pastos y bosques de galería y/o ripario y los más bajos para la vegetación secundaria o en transición. Para todas las coberturas, excepto para los territorios agrícolas, las especies más abundantes son *Scaphyglottis longicaulis* (Orquidaceae) y *Werauhia sanguinolenta y* (Bromeliaceae). Las cuales se tratan de especies generalistas y presentes a lo largo de la geografía colombiana. *Tillandsia fendleri* y *Jacquiniella globosa*, dominan en cultivos permanentes arbóreos y herbáceos, propias de zonas abiertas.

Tabla 5-27 Familias y especies de epífitas vasculares presentes en el área de intervención del proyecto

Familia	Cobertura				
	BG	CPH	VST	P	Total
Bromeliaceae	**28**	**2**	**8**	**38**	**76**
Aechmea penduliflora	2		1	2	5
Bromeliaceae	2			1	3
Catopsis sessiliflora	6			7	13
Tillandsia fendleri	6	1	6	7	20
Tillandsia fasciculata	3			1	4
Tillandsia polystachia	1			9	10
Werauhia sanguinolenta	8	1	1	11	21
Orchidaceae	**21**	**5**	**2**	**36**	**64**
Acronia bivalvis	1				1
Dichaea dammeriana	6				6
Dichaea pendula	1	2			3
Epidendrum sp.1	1			4	5
Epidendrum sp.2				4	4
Epidendrum sp.3				4	4
Jacquiniella globosa		3	1	1	5
Maxillaria porrecta				4	4
Maxillaria parviflora	3				3
Orchidaceae 2				2	2
Psygmorchis pumilio	2			2	4

Familia	Cobertura				
	BG	CPH	VST	P	Total
Scaphyglottis longicaulis	6		1	14	21
Scaphyglottis prolifera				1	1
Stelis sp.	1				1
Total general	**49**	**7**	**10**	**74**	**140**

Bosque de galería y/o ripario (BG); Cultivo permanente herbáceo (CPH), Pastos que comprende: Pastos arbolados (PA), Pastos enmalezados (PE), Pastos limpios (PL) y Vegetación secundaria o en transición (VST)

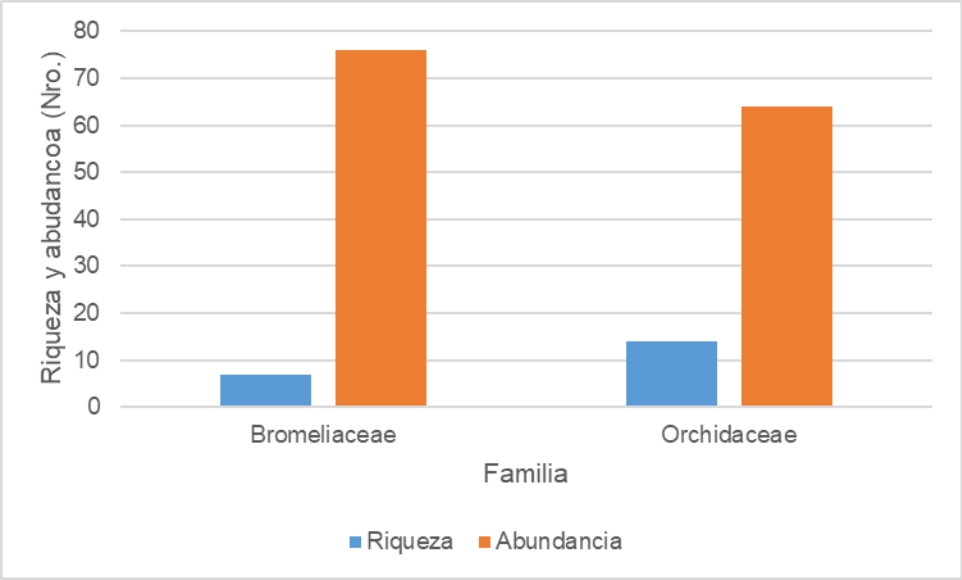


Figura 5-22 Riqueza y abundancia de familias de epífitas vasculares

La cobertura con mayor riqueza de especies es los bosques de galería y/o riparios, las cuales presentaron, también, la mayor abundancia de individuos epífitos registrados (Ver Figura 5-23).

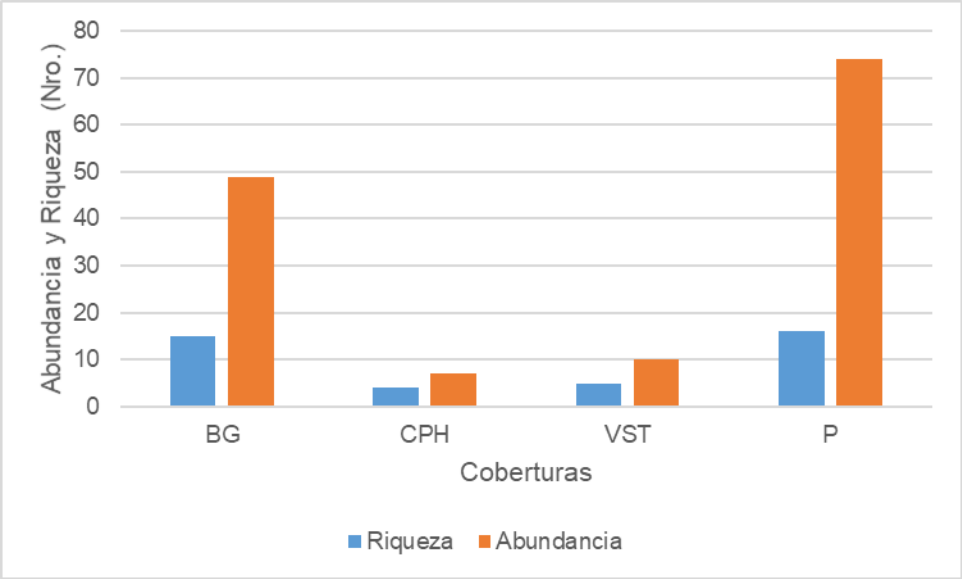


Figura 5-23 Riqueza y abundancia de familias de epífitas vasculares por cobertura vegetal
Bosque de galería y/o ripario (BG); Cultivo permanente herbáceo (CPH), Pastos que comprende: Pastos arbolados (PA), Pastos enmalezados (PE), Pastos limpios (PL) y Vegetación secundaria o en transición (VST)

5.2.8.3.1.1.2 Diversidad

En general se observa una media a baja diversidad de epífitas vasculares en las coberturas en el área de intervención del proyecto. Las áreas de bosque de galería y las pasturas presentan la mayor diversidad (H': 2,46) y menor dominancia de especies (D: 0,09), con respecto a las demás coberturas. Las áreas de territorios agrícolas (Cultivo permanente herbáceo), y la vegetación secundaria o en transición por su parte, son las coberturas con menor riqueza registrada, con tres especies cada una (Ver Tabla 5-28).

Tabla 5-28 Índices de diversidad de especies de epífitas vasculares presentes en el área de intervención del proyecto

Cobertura	Riqueza	Individuos	Dominancia	Simpson_1-D	Shannon_H
Bosque de galería y/o ripario	15,00	49,00	0,10	0,90	2,46
Cultivos permanentes herbáceos	4,00	7,00	0,31	0,69	1,28
Vegetación secundaria o en transición	5,00	10,00	0,40	0,60	1,23
Pastos	16,00	74,00	0,11	0,89	2,46

Bosque de galería y/o ripario (BG); Cultivo permanente herbáceo (CPH), Pastos que comprende: Pastos arbolados (PA), Pastos enmalezados (PE), Pastos limpios (PL) y Vegetación secundaria o en transición (VST)

5.2.8.3.1.1.3 Distribución vertical en los forófitos

Los individuos epífitos estuvieron presentes en todas las zonas de los forófitos para las diferentes coberturas. Para las coberturas de Cultivos permanentes herbáceos y Vegetación secundaria o en transición, se observó que las plantas epífitas vasculares se distribuyeron de manera homogénea. Para los bosques de galería y/o ripario y los pastos se presentó mayor número de individuos y heterogeneidad, en todos los tres estratos evaluados, con una leve mayoría en el estrato tres (ramas y follaje) (Ver Figura 5-24).

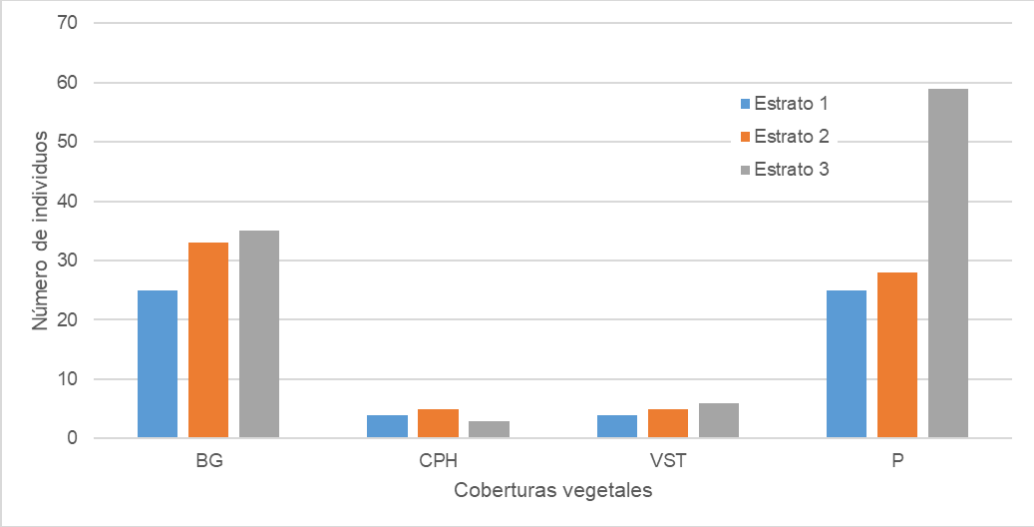


Figura 5-24 Distribución de los individuos por zona evaluada de los forófitos y tipo de cobertura

Bosque de galería y/o ripario (BG); Cultivo permanente herbáceo (CPH), Pastos que comprende: Pastos arbolados (PA), Pastos enmalezados (PE), Pastos limpios (PL) y Vegetación secundaria o en transición (VST)

De las 21 especies epífitas vasculares registradas, 17 de ellas están presentes en la zona 3 evidenciando una comunidad de mayor diversidad, con especies resistentes a la sequía y a la radiación solar alta. *Acronia bivalvis* es propia de la zona 1 y *Maxillaria porrecta, Scaphyglottis prolifera y Stelis sp.* son propias de la zona 3 (Ver Tabla 5-29).

Tabla 5-29 Especies y abundancia registrada por estrato del forófito

Estrato	Especie	Abundancia
1	*Acronia bivalvis*	1
	Catopsis sessiliflora	2
	Dichaea dammeriana	2
	Dichaea pendula	1

Estrato	Especie	Abundancia
	Epidendrum sp.1	1
	Epidendrum sp.2	1
	Epidendrum sp.3	1
	Jacquiniella globosa	1
	Scaphyglottis longicaulis	1
	Tillandsia fendleri	3
	Tillandsia fasciculata	1
	Tillandsia polystachia	1
	Werauhia sanguinolenta	1
2	*Aechmea penduliflora*	3
	Bromeliaceae	1
	Catopsis sessiliflora	2
	Dichaea dammeriana	3
	Dichaea pendula	2
	Epidendrum sp.1	1
	Epidendrum sp.2	1
	Epidendrum sp.3	1
	Jacquiniella globosa	1
	Maxillaria parviflora	2
	Orchidaceae 2	1
	Psygmorchis pumilio	1
	Scaphyglottis longicaulis	6
	Tillandsia fendleri	8
	Tillandsia fasciculata	1
	Tillandsia polystachia	2
	Werauhia sanguinolenta	10
3	*Aechmea penduliflora*	2
	Bromeliaceae	2
	Catopsis sessiliflora	9
	Dichaea dammeriana	1
	Epidendrum sp.1	3
	Epidendrum sp.2	2
	Epidendrum sp.3	2
	Jacquiniella globosa	3
	Maxillaria porrecta	4
	Maxillaria parviflora	1
	Orchidaceae 2	1
	Psygmorchis pumilio	3

Estrato	Especie	Abundancia
	Scaphyglottis longicaulis	14
	Scaphyglottis prolifera	1
	Stelis sp.	1
	Tillandsia fendleri	9
	Tillandsia fasciculata	2
	Tillandsia polystachia	7
	Werauhia sanguinolenta	10
Total general		140

5.2.8.3.1.1.4 Especies hospederas

En total se evaluaron 32 especies de árboles hospederos, de las cuales 24 presentaron especies epífitas en un total de 55 forófitos. A nivel general, de las especies hospederas *Pourouma bicolor* y *Virola sebifera* presentaron mayor abundancia de epífitas vasculares (Ver Tabla 5-30). Esta última especie presentó la mayor riqueza de especies hospederas.

Para el bosque los bosques de galería, la cobertura más diversa, se analizaron 62 especies de hospederos distintos, siendo *Pourouma bicolor* la especie que presentó mayor abundancia de plantas del grupo estudiado; para los cultivos permanentes herbáceos se evaluaron 3 especies, *Cordia alliodora, Inga sp. , Vismia baccifera*, esta última es la especie con mayor cantidad de epífitas vasculares; para los pastos las especies es *Endlicheria sericea,* de ecología heliófita, cortezas rugosas y alto porte constituyó las mejores opciones para la colonización por las bromelias y orquídeas; finalmente, la especie *Pourouma bicolor* presentó la mayor abundancia de epífitas vasculares.

Tabla 5-30. Especies hospederas evaluadas

Especies	Riquezas	Coberturas (Abundancias)				
		BG	CPH	P	VST	Total general
Aniba coto	4	4				4
Bellucia pentamera	1			3		3
Calophyllum brasiliense	3	6		5		11
Cecropia angustifolia	1	6		3	3	12
Cinnamomum triplinerve	2	3				3
Clusia articulata	2	3				3
Cordia alliodora	1		3			3
Cupania cinerea	6			12		12
Endlicheria sericea	8			15		15
Ficus americano	5			8		8

Especies	Riquezas	Coberturas (Abundancias)				
		BG	CPH	P	VST	Total general
Guatteria ucayalina	3	4				4
Heliocarpus sp.	1	3				3
Hymenaea courbaril	3			5		5
Inga sp.	3		6			6
Inga thibaudiana	1	3				3
Lacistema aggregatum	8	10			5	15
Lozania mutisiana	3	3				3
Miconia dolichorrhyncha	2			3	3	6
Miconia elata	2				4	4
Miconia sp.	1			3		3
Nectandra cuspidata	1	3				3
Persea sp.	2			4		4
Piptocoma discolor	4	7				7
Pourouma bicolor	10	17		3		20
Rollinia pittieri	4			5		5
Simarouba amara	1			3		3
Trichanthera gigantea	5			7		7
Virola sebifera	9	7		12		19
Vismia baccifera	5	3	3	11		17
Vochysia ferruginea	4	6				6
Zygia longifolia	8			10		10
Total		49	7	10	74	140

Bosque de galería y/o ripario (BG); Cultivo permanente herbáceo (CPH), Pastos que comprende: Pastos arbolados (PA), Pastos enmalezados (PE), Pastos limpios (PL) y Vegetación secundaria o en transición (VST)

5.2.8.3.1.1.5 Representatividad del muestreo de epífitas vasculares

El análisis de los resultados del muestreo frente a los distintos estimadores de riqueza, indican que el muestreo de epífitas vasculares es representativo para las coberturas caracterizadas, exhibiendo valores de representatividad por encima o cercana al 80% para los indicadores evaluados (Ver Tabla 5-31 y Figura 5-25).

Tabla 5-31 Representatividad del muestreo de epífitas vasculares

Cobertura	Riqueza de especies			Representatividad (%)
	Muestreo	Estimador		
Bosque de galería y/o ripario	15	ACE	18,23	82
		Chao 1	18,78	80
		Bootstrap	17,86	84

Cobertura	Riqueza de especies			Representatividad (%)
	Muestreo	Estimador		
		Cole	15	100
Cultivos permanentes herbáceos	4	ACE	5,24	76
		Chao 1	5,31	75
		Bootstrap	5	80
		Cole	4	100
Pastos	16	ACE	18,82	85
		Chao 1	18,63	86
		Bootstrap	18,4	87
		Cole	16	100
Vegetación secundaria o en transición	6	ACE	7,53	80
		Chao 1	7,21	83
		Bootstrap	7,39	81
		Cole	6	100

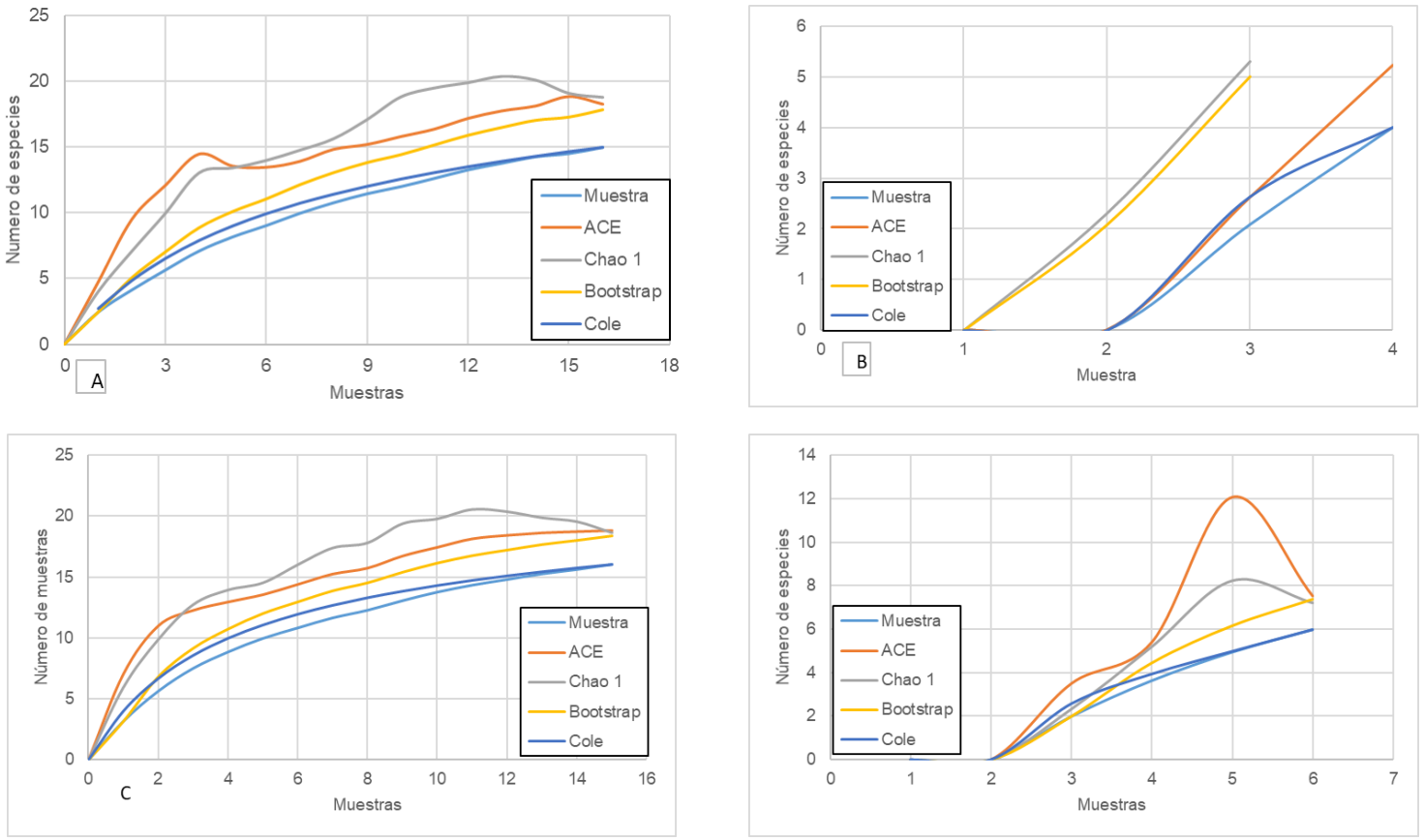


Figura 5-25. Curvas de acumulación de especies para epífitas vasculares

A. Bosque de galería y/o ripario (BG); B. Cultivo permanente herbáceo (CPH); C. Pastos arbolados (P); D. Vegetación secundaria o en transición (VST)

5.2.8.3.1.2 Bromelias y orquídeas terrestres

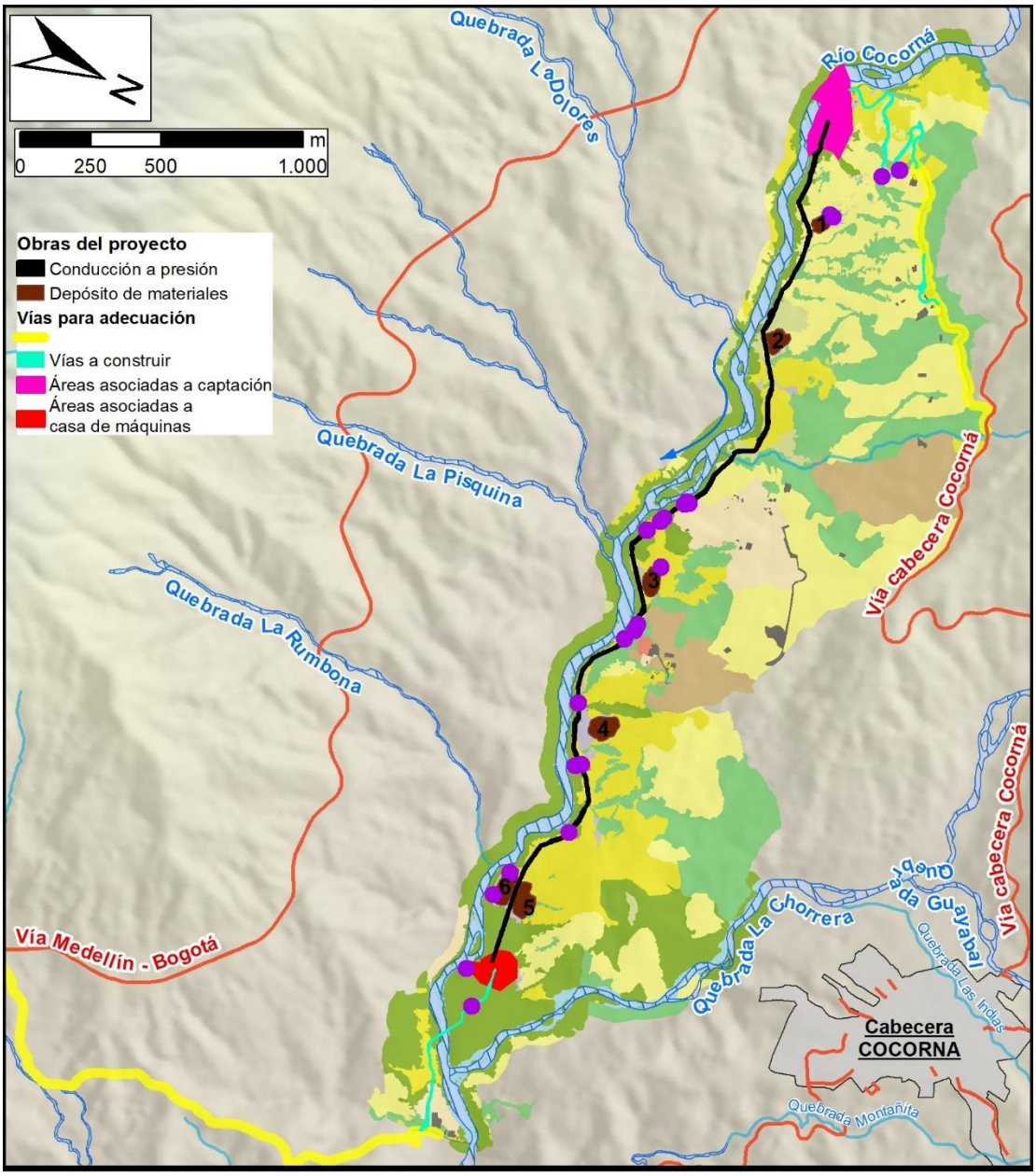
Como resultado de la evaluación de las parcelas establecidas para caracterizar la vegetación terrestre en veda del área de intervención del proyecto, se registraron 6 individuos la misma cantidad de especies de Orquídeas y bromelias terrestres, en las coberturas de bosque de galería, cultivos permanentes herbáceos y vegetación secundaria en transición (Ver Tabla 5-32 y Figura 5-26). En el Anexo 5.2.8. se detalla esta información. En la Tabla 5-33 se encuentran consignadas las especies y su abundancia.

Tabla 5-32. Localización de los individuos de orquídeas y bromelias terrestres en el área de intervención del proyecto

Cobertura	Ubicación	Especie
Bosque de galería y/o ripario	BOT-6	*Neomoorea wallisii*
Cultivos permanentes herbáceos	BOT-34	*Tillandsia fendleri*
Vegetación secundaria o en transición	BOT-16	*Epidendrum sp.2*
		Scaphyglottis longicaulis
	BOT-18	*Bromeliaceae*
		Tillandsia fendleri

Tabla 5-33. Especies de bromelias y orquídeas terrestres en el área de intervención del proyecto

Familia	Especie	Abundancia de individuos
Bromeliaceae	*Bromeliaceae*	1
	Tillandsia fendleri	2
Orchidaceae	*Epidendrum sp.2*	1
	Neomoorea wallisii	1
	Scaphyglottis longicaulis	1
Total		**6**



MUESTREO DE BROMELIAS Y ORQUÍDEAS TERRESTRES

Cobertura de la Tierra

- Cultivos permanentes arbustivos
- Afloramientos rocosos
- Bosque de galería y/o ripario
- Cultivos confinados
- Cultivos permanentes herbáceos
- Pastos arbolados
- Pastos enmalezados
- Pastos limpios
- Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
- Ríos (50 m)
- Tejido urbano discontinuo
- Vegetación secundaria o en transición
- Muestreo Brom y Orq Terr.

Figura 5-26. Localización de individuos de bromelias y orquídeas terrestres en el área de intervención del proyecto

5.2.8.3.1.3 Especies amenazadas, endémicas y con CITES

Ninguna de las especies registradas presenta categoría de amenaza de acuerdo con la Resolución 1912 (MADS, 2017).

De otra parte, en el área de intervención no se localizan poblaciones de especies de bromeliáceas y orquidáceas con distribución endémica para la vertiente oriental de la cordillera central (Idarraga, *et. al,* 2011)

Finalmente, se resalta que las orquídeas se encuentran consideradas en el Apéndice II del convenio CITES

5.2.8.3.2 Briófitos y líquenes de hábito epífito

Para los análisis de las plantas no vasculares se las coberturas de pastos limpios, pastos arbolados y pastos enmalezados se trataron como una sola cobertura, denominada pastos. En el Anexo 5.2.9. se detalla la información de los registros de Briófitos y Líquenes de hábito epífito.

5.2.8.3.2.1 Composición y abundancia

En el área de intervención del proyecto se registraron 54 especies de epífitas no vasculares, con una cobertura total de 90.576 cm^2 y corresponden a 6 especies de musgos, 30 especies de líquenes y 18 especies de hepáticas. La cobertura con mayor número de especies son los pastos y bosques de galería y/o riparios (Ver Tabla 5-34); en esta segunda cobertura vegetal se registró la mayor abundancia en términos de cobertura (cm^2).

Para todas las coberturas las especies más abundantes corresponden con el grupo de los líquenes: para el bosque de galería y/o ripario la especies más abundante corresponde con *Coenogonium sp.,* para los cultivos permanentes herbáceos y los pastos y la vegetación secundaria en transición es *Cryptothecia striata*.

Tabla 5-34. Familias y especies no vasculares de hábito epífito presentes en el área de intervención del proyecto.

Grupo	Familia	Especie	Cobertura				Total general
			BG	CPH	P	VST	
Hepática	Frullaniaceae	*Frullania cf. montagnei*			60		60
	Lejeuneaceae	*Ceratolejeunea cornuta*	3.438	420	726	216	4.800
		Cololejeunea sp.	30		150		180
		Diplasiolejeunea alata	6.732	12	198	150	7.092
		Lejeunea cf. flava	180	6			186
		Lejeunea sp.	1.128	90		6	1.224
		Lejeunea laetevirens		6			6

Grupo	Familia	Especie	Cobertura				Total general
			BG	CPH	P	VST	
		Pycnolejeunea sp.	60		1.080	180	1.320
	Lepidoziaceae	*Bazzania sp.*		132	30	30	192
	Lophocoleaceae	*Lophocolea cf. bidentata*	150		192	270	612
	Metzgeriaceae	*Metzgeria sp.*	1.020	6			1.026
	Noterocladaceae	*Noteroclada confluens*	240				240
	Plagiochilaceae	*Plagiochila aff. aerea*	330		840		1.170
		Plagiochila bifaria	120		360		480
		Plagiochila cf. lingua	180		2.682	180	3.042
		Plagiochila subplana	3.030	336	372	120	3.858
	Pleuroziaceae	*Pleurozia sp.*			540		540
	Radulaceae	*Radula sp.*	240				240
Líquen	Arthoniaceae	*Cryptothecia striata*	7.692	1.062	6.510	1.470	16.734
		Herpothallon rubrocinctum	3.012	426	2.514	630	6.582
	Cladoniaceae	*Cladonia didyma*			570		570
		Cladonia sp.			60		60
	Coccocarpiaceae	*Coccocarpia erythroxyli*			30		30
	Coenogoniaceae	*Coenogonium interplexum*	456	6		180	642
		Coenogonium sp.	7.758	336	132	390	8.616
	Collemataceae	*Leptogium azureum*			546		546
		Leptogium chloromelum		30	192		222
		Leptogium phyllocarpum		180			180
	Graphidaceae	*Fissurina sp.*	180		252	60	492
		Graphis pitmanii			120		120
		Graphis sp.	30				30
		Leucodecton sp.	390				390
		Sarcographa labyrinthica			240		240
	Lepidoziaceae	*Telaranea sp.*	240	30	6		276
	Malmideaceae	*Malcomiella sp.*	300		1.830		2.130
	Parmeliaceae	*Hypotrachyna costaricensis*	120	516	1.452	240	2.328
		Parmelia aff. samöensis	1.800		3.660	570	6.030
		Parmotrema crinitum	60		240	360	660
		Parmotrema tintorum		30	2.460	150	2.640
		Usnea columbiana			1.110		1.110

Grupo	Familia	Especie	Cobertura				Total general
			BG	CPH	P	VST	
	Pertusariaceae	*Pertusaria multipunctata*			120		120
	Physciaceae	*Physcia atrostriata*			540	300	840
	Porinaceae	*Porina cf. subnucula*	1.806		660		2.466
	Ramalinaceae	*Phyllopsora corallina*			330		330
	Rhizocarpaceae	*Rhizocarpon geographicum*	570		252	150	972
	Roccellaceae	*Alyxoria varia*			60		60
	Stereocaulaceae	*Lepraria lobificans*	582	60	60	30	732
	Thelotrematacea e	*Ocellularia aff. allosporoides*	30	150	1.920	30	2.130
Musgo	Brachytheciacea e	*Aerolindigia capillacea*	1.284	210	690		2.184
	Daltoniaceae	*Lepidopilum tortifolium*			90		90
	Dicranaceae	*Symblepharis lindigii*			330	60	390
	Grimmiaceae	*Grimmia sp.*	600				600
	Neckeraceae	*Orthosthichella sp.*	30		720	240	990
	Octoblepharace ae	*Octoblepharum albidum*	990		696	90	1.776
Total general			**44.808**	**4.044**	**35.622**	**6.102**	**90.576**

Bosque de galería y/o ripario (BG); Cultivo permanente herbáceo (CPH), Pastos que comprende: Pastos arbolados (PA), Pastos enmalezados (PE), Pastos limpios (PL) y Vegetación secundaria o en transición (VST)

A continuación, se describe la composición de especies por grupo y su abundancia en cada cobertura:

- Musgos (Bryophyta)

La composición de musgos de hábito epífito por cobertura vegetal y abundancia registrada expresada en términos de cobertura (cm^2) se presenta en la Tabla 5-35. Se registraron 6 especies pertenecientes a la misma cantidad de familias taxonómicas en todas las coberturas evaluadas. La especie más abundante fue *Aerolindigia capillacea* presente en todas las coberturas excepto en vegetación secundaria en transición *y Octoblepharum albidum* presente en las coberturas naturales y no en las categorías de cultivos.

Tabla 5-35 Familias y especies de musgos epífitos presentes en el área de intervención del proyecto

Familia	Especie	Abundancia (cm2) por tipo de cobertura				Total general
		BG	CPH	P	VST	
Brachytheciaceae	*Aerolindigia capillacea*	1.284	210	690		2.184
Daltoniaceae	*Lepidopilum tortifolium*			90		90
Dicranaceae	*Symblepharis lindigii*			330	60	390
Grimmiaceae	*Grimmia sp.*	600				600
Neckeraceae	*Orthosthichella sp.*	30		720	240	990
Octoblepharaceae	*Octoblepharum albidum*	990		696	90	1.776
Total general		2.904	210	2.526	390	6.030

Bosque de galería y/o ripario (BG); Cultivo permanente herbáceo (CPH), Pastos que comprende: Pastos arbolados (PA), Pastos enmalezados (PE), Pastos limpios (PL) y Vegetación secundaria o en transición (VST)

- Líquenes (Ascomycota)

En total se registraron 30 especies de líquenes epífitos pertenecientes a 17 familias botánicas, siendo *Cryptothecia striata* la especie más abundante, presente en todas las coberturas vegetales (Ver Tabla 5-36). Adicionalmente, se registraron especies específicas para la cobertura de pastos: *Cladonia didyma, Cladonia sp., Coccocarpia erythroxyli, Leptogium azureum, Sarcographa labyrinthica Usnea columbiana Pertusaria multipunctata y Alyxoria varia.* Para las demás coberturas no se reportaron especies específicas

Tabla 5-36 Familias y especies de líquenes epífitos presentes en el área de intervención del proyecto.

Familia	Especie	Abundancia (cm2) por tipo de cobertura				Total general
		BG	CPH	P	VST	
Arthoniaceae	*Cryptothecia striata*	7.692	1.062	6.510	1.470	16.734
	Herpothallon rubrocinctum	3.012	426	2.514	630	6.582
Cladoniaceae	*Cladonia didyma*			570		570
	Cladonia sp.			60		60
Coccocarpiaceae	*Coccocarpia erythroxyli*			30		30
Coenogoniaceae	*Coenogonium interplexum*	456	6		180	642
	Coenogonium sp.	7.758	336	132	390	8.616
Collemataceae	*Leptogium azureum*			546		546
	Leptogium chloromelum		30	192		222
	Leptogium phyllocarpum		180			180
Graphidaceae	*Fissurina sp.*	180		252	60	492
	Graphis pitmanii			120		120
	Graphis sp.	30				30

Familia	Especie	Abundancia (cm2) por tipo de cobertura				Total general
		BG	CPH	P	VST	
	Leucodecton sp.	390				390
	Sarcographa labyrinthica			240		240
Lepidoziaceae	*Telaranea sp.*	240	30	6		276
Malmideaceae	*Malcomiella sp.*	300		1.830		2.130
Parmeliaceae	*Hypotrachyna costaricensis*	120	516	1.452	240	2.328
	Parmelia aff. samöensis	1.800		3.660	570	6.030
	Parmotrema crinitum	60		240	360	660
	Parmotrema tintorum		30	2.460	150	2.640
	Usnea columbiana			1.110		1.110
Pertusariaceae	*Pertusaria multipunctata*			120		120
Physciaceae	*Physcia atrostriata*			540	300	840
Porinaceae	*Porina cf. subnucula*	1.806		660		2.466
Ramalinaceae	*Phyllopsora corallina*			330		330
Rhizocarpaceae	*Rhizocarpon geographicum*	570		252	150	972
Roccellaceae	*Alyxoria varia*			60		60
Stereocaulaceae	*Lepraria lobificans*	582	60	60	30	732
Thelotremataceae	*Ocellularia aff. allosporoides*	30	150	1.920	30	2.130
Total general		**25.026**	**2.826**	**25.866**	**4.560**	**58.278**

Bosque de galería y/o ripario (BG); Cultivo permanente arbóreo (CPA), Cultivo permanente herbáceo (CPH), Pastos (P), comprende las coberturas de pastos arbolados, enmalezados y limpios; Vegetación secundaria o en transición (VST)

- Hepáticas (Marchantiophyta)

En el área de intervención se registraron 18 especies de hepáticas de hábito epífito agrupadas en 9 familias taxonómica, entre las cuales sobresale por su abundancia *Diplasiolejeunea alata*, la cual se registró en todas las coberturas evaluadas. En la Tabla 5-37 se presenta la composición de hepáticas y la cobertura (cm^2) registrada por especie. La especie *Frullania cf. Montagnei* y *Pleurozia sp*. se encontró específicamente para la cobertura de pastos; Lejeunea laetevirens para los cultivos permanentes herbáceos con la menor abundancia del muestreo; Noteroclada confluens y Radula sp. para los pastos. Las demás especies se registraron por lo menos para dos coberturas principalmente para bosques de galería y pastos que alcanzaron los mayores valores muestrales.

Tabla 5-37 Familias y especies de hepáticas epífitos presentes en el área de intervención del proyecto

Familia	Especie	Abundancia (cm2) por tipo de cobertura				Total general
		BG	CPH	P	VST	
Frullaniaceae	*Frullania cf. montagnei*			60		60
Lejeuneaceae	*Ceratolejeunea cornuta*	3.438	420	726	216	4.800

Familia	Especie	Abundancia (cm2) por tipo de cobertura				Total general
		BG	CPH	P	VST	
	Cololejeunea sp.	30		150		180
	Diplasiolejeunea alata	6.732	12	198	150	7.092
	Lejeunea cf. flava	180	6			186
	Lejeunea sp.	1.128	90		6	1.224
	Lejeunea laetevirens		6			6
	Pycnolejeunea sp.	60		1.080	180	1.320
Lepidoziaceae	*Bazzania sp.*		132	30	30	192
Lophocoleaceae	*Lophocolea cf. bidentata*	150		192	270	612
Metzgeriaceae	*Metzgeria sp.*	1.020	6			1.026
Noterocladaceae	*Noteroclada confluens*	240				240
Plagiochilaceae	*Plagiochila aff. aerea*	330		840		1.170
	Plagiochila bifaria	120		360		480
	Plagiochila cf. lingua	180		2.682	180	3.042
	Plagiochila subplana	3.030	336	372	120	3.858
Pleuroziaceae	*Pleurozia sp.*			540		540
Radulaceae	*Radula sp.*	240				240
Total general		**16.878**	**1.008**	**7.230**	**1.152**	**26.268**

Bosque de galería y/o ripario (BG); Cultivo permanente arbóreo (CPA), Cultivo permanente herbáceo (CPH), Pastos (P), comprende las coberturas de pastos arbolados, enmalezados y limpios; Vegetación secundaria o en transición (VST)

5.2.8.3.2.2 Diversidad

En general se observa una riqueza y diversidad alta de epífitas no vasculares en las diferentes coberturas en el área de intervención del proyecto. Los índices indican una mayor diversidad en los pastos (H': 3,09) seguida por el bosque de galería (H': 2,73); con una homogeneidad en las abundancias de las especies indicando la presencia de pocas especies dominantes para todas las coberturas vegetales (Tabla 5-38).

Tabla 5-38 Diversidad de especies no vasculares de hábito epífito

Índices	Riqueza	Dominancia	Simpson_1-D	Shannon_H
Bosque de galería y/o ripario	34	0,09	0,91	2,73
Cultivos permanentes herbáceos	20	0,10	0,90	2,65
Pastos	43	0,07	0,93	3,09
Vegetación secundaria o en transición	24	0,08	0,92	2,88

5.2.8.3.2.3 Distribución vertical en los forófitos

En la Tabla 5-39 se presentan el número de especies y cobertura registrada por zona analizada de los forófitos muestreados. La distribución de especies y abundancias es similar en los dos estratos para todas las coberturas con presencia de árboles

hospederos. Las coberturas con mayor presencia de especies y cubrimiento de epífitas no vasculares es el bosque de galería, seguido de los pastos.

Tabla 5-39 Distribución de las especies por zona evaluada de los forófitos

Cobertura	Número de especies		Cobertura (cm^2)		Total
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 1	Estrato 2	
Bosque de galería y/o ripario	30	25	21.822	22.986	44.808
Cultivos permanentes herbáceos	12	14	2.286	1.758	4.044
Pastos	37	38	17.874	17.748	35.622
Vegetación secundaria o en transición	22	17	3.492	2.610	6.102

Más del 80 % de las especies epífitas no vasculares registradas se encontraron en ambos estratos de los forófitos. En la Tabla 5-40 se presentan las especies registradas en las dos zonas evaluadas. Para el estrato 1 se encuentran como especies exclusivas de este *Cladonia sp,, Coccocarpia erythroxyli, Graphis sp. y Leptogium phyllocarpum* y para el estrato 2 *Alyxoria varia*, *Frullania cf. Montagnei, Lejeunea laetevirens, Noteroclada confluens y Radula sp.*

Tabla 5-40 Especies registradas en cada estrato de los hospederos o forófitos

Estrato	Especie	Abundancia (cm^2)
1	*Aerolindigia capillacea*	1236
	Bazzania sp.	102
	Ceratolejeunea cornuta	3114
	Cladonia didyma	240
	Cladonia sp.	60
	Coccocarpia erythroxyli	30
	Coenogonium interplexum	402
	Coenogonium sp.	4056
	Cololejeunea sp.	30
	Cryptothecia striata	8562
	Diplasiolejeunea alata	2568
	Fissurina sp.	300
	Graphis pitmanii	60
	Graphis sp.	30
	Grimmia sp.	90
	Herpothallon rubrocinctum	3870
	Hypotrachyna costaricensis	1392
	Lejeunea cf. flava	6
	Lejeunea sp.	786
	Lepidopilum tortifolium	30
	Lepraria lobificans	426

Estrato	Especie	Abundancia (cm^2)
	Leptogium azureum	36
	Leptogium chloromelum	192
	Leptogium phyllocarpum	180
	Leucodecton sp.	90
	Lophocolea cf. bidentata	390
	Malcomiella sp.	1170
	Metzgeria sp.	396
	Ocellularia aff. allosporoides	870
	Octoblepharum albidum	1386
	Orthosthichella sp.	600
	Parmelia aff. samöensis	2610
	Parmotrema crinitum	360
	Parmotrema tintorum	1290
	Pertusaria multipunctata	60
	Phyllopsora corallina	180
	Physcia atrostriata	360
	Plagiochila aff. aerea	660
	Plagiochila bifaria	150
	Plagiochila cf. lingua	1320
	Plagiochila subplana	1812
	Pleurozia sp.	180
	Porina cf. subnucula	1530
	Pycnolejeunea sp.	360
	Rhizocarpon geographicum	672
	Sarcographa labyrinthica	180
	Symblepharis lindigii	360
	Telaranea sp.	240
	Usnea columbiana	450
2	*Aerolindigia capillacea*	948
	Alyxoria varia	60
	Bazzania sp.	90
	Ceratolejeunea cornuta	1686
	Cladonia didyma	330
	Coenogonium interplexum	240
	Coenogonium sp.	4560
	Cololejeunea sp.	150
	Cryptothecia striata	8172
	Diplasiolejeunea alata	4524

Estrato	Especie	Abundancia (cm^2)
	Fissurina sp.	192
	Frullania cf. montagnei	60
	Graphis pitmanii	60
	Grimmia sp.	510
	Herpothallon rubrocinctum	2712
	Hypotrachyna costaricensis	936
	Lejeunea cf. flava	180
	Lejeunea sp.	438
	Lejeunea laetevirens	6
	Lepidopilum tortifolium	60
	Lepraria lobificans	306
	Leptogium azureum	510
	Leptogium chloromelum	30
	Leucodecton sp.	300
	Lophocolea cf. bidentata	222
	Malcomiella sp.	960
	Metzgeria sp.	630
	Noteroclada confluens	240
	Ocellularia aff. allosporoides	1260
	Octoblepharum albidum	390
	Orthosthichella sp.	390
	Parmelia aff. samöensis	3420
	Parmotrema crinitum	300
	Parmotrema tintorum	1350
	Pertusaria multipunctata	60
	Phyllopsora corallina	150
	Physcia atrostriata	480
	Plagiochila aff. aerea	510
	Plagiochila bifaria	330
	Plagiochila cf. lingua	1722
	Plagiochila subplana	2046
	Pleurozia sp.	360
	Porina cf. subnucula	936
	Pycnolejeunea sp.	960
	Radula sp.	240
	Rhizocarpon geographicum	300
	Sarcographa labyrinthica	60
	Symblepharis lindigii	30

Estrato	Especie	Abundancia (cm^2)
	Telaranea sp.	36
	Usnea columbiana	660
Total general		**90576**

5.2.8.3.2.4 Especies hospederas

En total se evaluaron 31 especies de árboles hospederos, de los *cuales Vochysia ferruginea, Vismia baccifera, Miconia elata* y *Cecropia angustifolia* son las más frecuentes (ver la Tabla 5-41). En todas las especies, se obtuvieron registros, mostrando menos preferencia por hospederos de especies como *Inga sp., Zygia longifolia y Bellucia pentamera*, en donde se encontró menor riqueza de especies.

Para el bosque los bosques de galería, se analizaron 16 especies de hospederos distintos, siendo *Pourouma bicolor y Calophyllum brasiliense,* las especie que presentaron mayor abundancia de plantas del grupo estudiado; para los cultivos permanentes herbáceos se evaluaron 3 especies, *Cordia allliodora* es la especie con mayor abundancia de epífitas no vasculares*;* para los pastos, con 17 especies evaluadas, fueron *Cupania cinérea y Vismia baccifera* las mejores opciones para la colonización por briofitos y líquenes hepáticos; finalmente, la especie *Pouruma bicolor* presentó mayor abundancia de epífitas no vasculares.

Tabla 5-41 Especies hospederas por tipo de cobertura

Especie hospedero	Riqueza	Coberturas				Total
		BG	CPH	P	VST	
Aniba coto	6	1.620				1.620
Bellucia pentamera	5			900		900
Calophyllum brasiliense	22	6.966		1.932		8.898
Cecropia angustifolia	24	4.074		1.590	1.890	7.554
Clusia articulata	7	1.278				1.278
Cordia alliodora	11		2.262			2.262
Cupania cinerea	20			4.968		4.968
Endlicheria sericea	7			1.200		1.200
Ficus americana	15			3.540		3.540
Guatteria ucayalina	9	1.284				1.284
Heliocarpus sp.	10	2.232				2.232
Hymenaea courbaril	7			1.800		1.800
Inga sp.	9		378			378
Inga thibaudiana	7	1.002				1.002
Lacistema aggregatum	21	3.768			1.482	5.250
Lozania mutisiana	7	2.370				2.370

Especie hospedero	Riqueza	Coberturas				Total
		BG	CPH	P	VST	
Miconia dolichorrhyncha	16			1.230	1.440	2.670
Miconia elata	10				1.290	1.290
Miconia minutiflora	11	1.644				1.644
Miconia sp.	11			2.340		2.340
Nectandra cuspidata	7	1.056				1.056
Persea sp.	10			1.980		1.980
Piptocoma discolor	8	1.728				1.728
Pourouma bicolor	17	7.158		1.338		8.496
Rollinia pittieri	5			1.020		1.020
Simarouba amara	7			2.076		2.076
Trichanthera gigantea	11			1.542		1.542
Virola sebifera	19	2.172		3.150		5.322
Vismia baccifera	27	1.650	1.404	4.470		7.524
Vochysia ferruginea	15	4.806				4.806
Zygia longifolia	6			546		546
Total general		**44.808**	**4.044**	**35.622**	**6.102**	**90.576**

Bosque de galería y/o ripario (BG); Cultivo permanente arbóreo (CPA), Cultivo permanente herbáceo (CPH), Pastos (P), comprende las coberturas de pastos arbolados, enmalezados y limpios; Vegetación secundaria o en transición (VST)

5.2.8.3.2.5 Representatividad del muestreo

- El análisis de los resultados del muestreo frente a los estimadores de riqueza ICE, Chao 2, Cole, Uniques y Bootstrap, indican que el muestreo de epífitas no vasculares en las diferentes coberturas en el área de intervención del proyecto es representativo, presentando valores de representatividad por cobertura superiores al 80 % (Ver

  Tabla 5-42). En la Figura 5-27 se presentan las curvas de acumulación de especies obtenidas en el muestreo en cada cobertura comparado con el número de especies esperadas por los estimadores.

Tabla 5-42. Representatividad del muestreo de epífitas no vasculares.

Cobertura	Riqueza de especies			Representatividad (%)
	Muestreo	Estimador		
Bosque de galería y/o ripario	34	ICE	42	81
		Chao 2	40	85
		Bootstrap	39	88
		Cole	34	100

Cobertura	Riqueza de especies			Representatividad (%)
	Muestreo	Estimador		
Cultivos permanentes herbáceos	20	Uniques	16	80
		Bootstrap	24	82
		Cole	20	100
Pastos	43	Chao 2	53	81
		Bootstrap	49	87
		Cole	43	100
Vegetación secundaria o en transición	24	Chao 2	30	80
		Bootstrap	29	83
		Cole	24	100

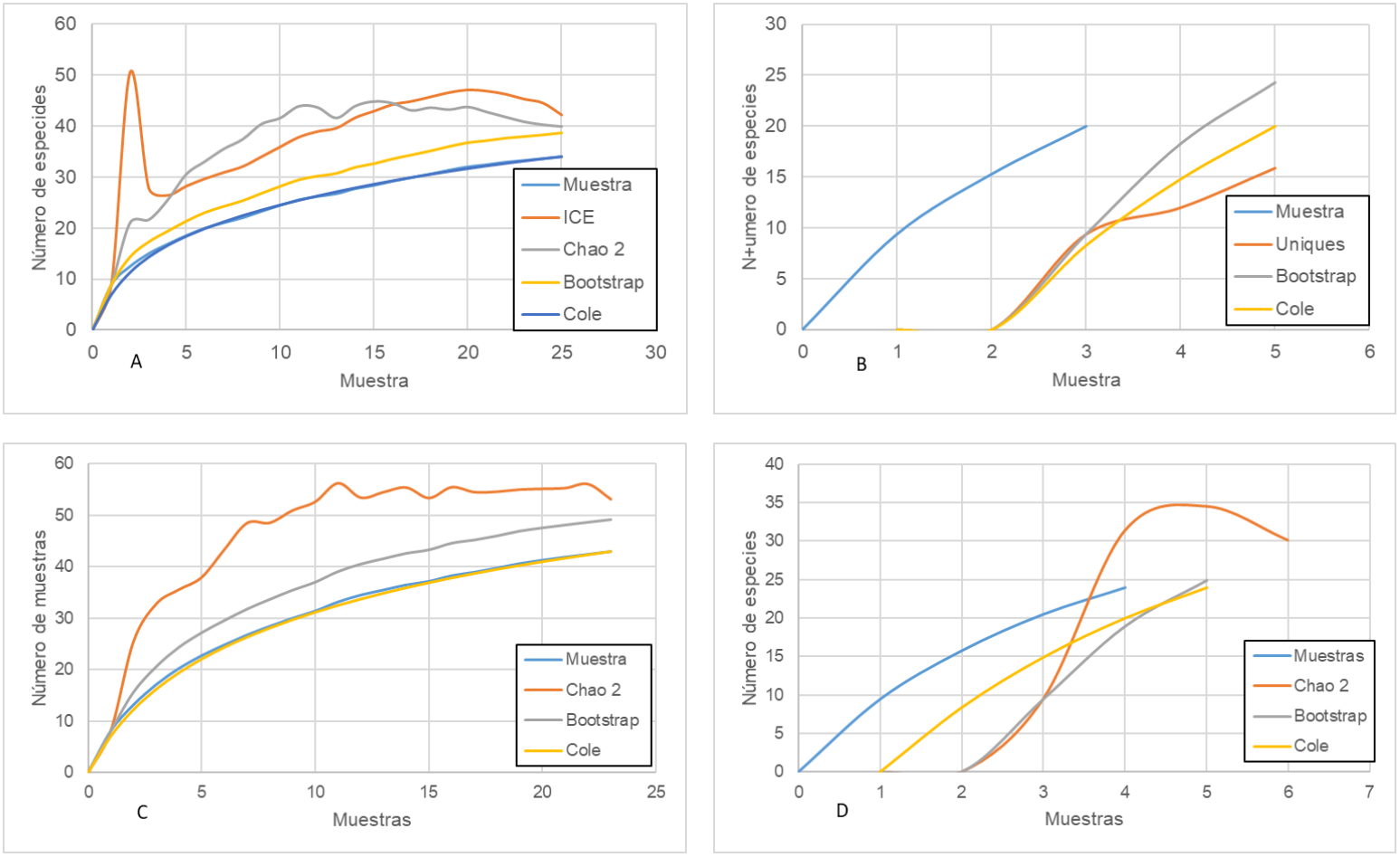
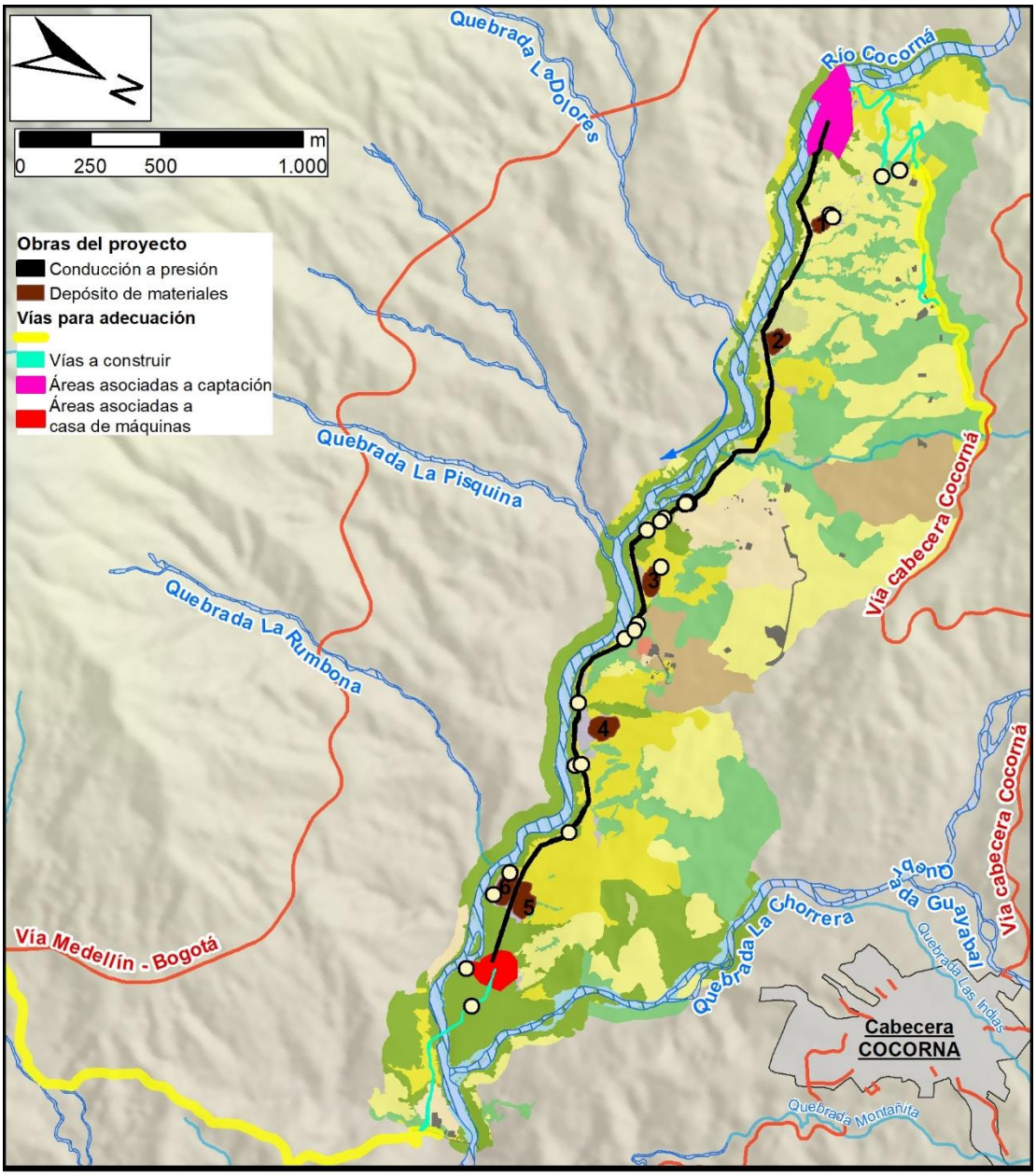


Figura 5-27. Curvas de acumulación de especie de Briófitos y Líquenes de hábito epífito
A. Bosque de galería y/o ripario (BG); B. Cultivo permanente herbáceo (CPH); C. Pastos arbolados (P); D. Vegetación secundaria o en transición (VST)

5.2.8.3.3 Briófitos y líquenes en otros sustratos

A continuación, se describen los resultados de la caracterización de los briófitos (musgos, hepáticas, antocerotes) y líquenes en otros sustratos, para los cuales se emplearon 25 parcelas en las coberturas presentes en el área de intervención: Bosque de galería y ripario (6), cultivos permanentes herbáceos (6), pastos (7), y Vegetación secundaria en transición (6) (Ver Figura 5-28). En el Anexo 5.2.10. Se presenta la información para Briófitos y Líquenes en otros sustratos como suelo, roca y madera en descomposición



MUESTREO DE BRIOFITOS Y LIQUENES EN OTROS SUSTRATOS

Cobertura de la Tierra
- Cultivos permanentes arbustivos
- Afloramientos rocosos
- Bosque de galería y/o ripario
- Cultivos confinados
- Cultivos permanentes herbáceos
- Pastos arbolados
- Pastos enmalezados
- Pastos limpios
- Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
- Ríos (50 m)
- Tejido urbano discontinuo
- Vegetación secundaria o en transición

- Muestreo Brio. y Lique. Otros Sustratos

Figura 5-28 Localización de parcelas de muestreo de Briófitos y Líquenes en otros sustratos (suelo, roca y madera en descomposición

5.2.8.3.3.1 Composición y abundancia

En el área de intervención del proyecto se registraron 36 especies de briófitos y líquenes en otros sustratos, con una cobertura total de 108.500 cm^2. La cobertura con mayor número de especies son los pastos y la vegetación secundaria o en transición y la de mayor abundancia, en términos de cobertura son los pastos (Ver Tabla 5-43).

Tabla 5-43. Riqueza y abundancia de epífitas no vasculares en otros sustratos por tipo de cobertura

Cobertura	Número de especies	Cobertura (cm^2)
Bosque de galería y/o ripario	11	14.600
Cultivos permanentes herbáceos	10	29.900
Vegetación secundaria o en transición	12	23.400
Pastos	22	40.600
Total		**108.500**

- Musgos (Bryophyta)

En total se registraron 7 especies de musgos en otros sustratos pertenecientes a la misma cantidad de familias botánicas, siendo *Pelekium cf. involvens* la especie más abundante en todas las coberturas en el área de intervención, excepto para los cultivos permanentes arbustivos (Ver Tabla 5-44). Se registraron específicas para la cobertura de vegetación secundaria en transición: *Symblepharis lindigii Fissidens sp. y Rhynchostegiopsis sp.* Esta cobertura presentó la mayor riqueza y abundancia. Adicionalemten, *Meteorium sp* se presenta como especie exclusiva para los cultivos permanentes arbustivos

Tabla 5-44 Familias y especies de musgos en otros sustratos presentes en el área de intervención del proyecto.

Familia	Especie	Cobertura				Total general
		BG	CPH	P	VST	
Dicranaceae	*Symblepharis lindigii*				800	800
Fissidentaceae	*Fissidens sp.*				200	200
Leucomiaceae	*Rhynchostegiopsis sp.*				3.000	3.000
Meteoriaceae	*Meteorium sp.*		500			500
Neckeraceae	*Orthosthichella sp.*	500			300	800
Octoblepharaceae	*Octoblepharum albidum*			2.700	1.000	3.700
Thuidiaceae	*Pelekium cf. involvens*	4.000		3.300	10.000	17.300
Total general		4.500	500	6.000	15.300	26.300

Bosque de galería y/o ripario (BG); Cultivo permanente arbóreo (CPA), Cultivo permanente herbáceo (CPH), Pastos (P), comprende las coberturas de pastos arbolados, enmalezados y limpios; Vegetación secundaria o en transición (VST)

- Líquenes (Ascomycota)

En total se registraron 13 especies de líquenes en otros sustratos pertenecientes a 10 familias botánicas, siendo *Cryptothecia striata* la especie más abundante en todas las coberturas en el área de intervención (Ver Tabla 5-45). Adicionalmente, todas las coberturas excepto bosques de galería y/o riparios, presentaron especies específicas, *Cladonia cf. Polydactylia y Cladonia didyma* para los pastos; Malcomiella sp. para la vegetación secundaria o en transición y Lepraria lobificans para los cultivos permanentes herbáceos, la mayoría con baja abundancia.

Tabla 5-45 Familias y especies de musgos en otros sustratos presentes en el área de intervención del proyecto.

Familia	Especie	Cobertura				Total general
		BG	CPH	P	VST	
Arthoniaceae	*Cryptothecia striata*	4.100	11.000	1.000	500	16.600
	Herpothallon rubrocinctum	100	4.000			4.100
Cladoniaceae	*Cladonia cf. polydactylia*			1.000		1.000
	Cladonia didyma			3.000		3.000
Coenogoniaceae	*Coenogonium interplexum*		4.000			4.000
Collemataceae	*Leptogium cf. azureum*		500		3.000	3.500
Graphidaceae	*Fissurina sp.*		1.500	500		2.000
Malmideaceae	*Malcomiella sp.*				400	400
Parmeliaceae	*Parmelia aff. samoensis*			1.500	1.500	3.000
	Usnea columbiana				6.200	6.200
Physciaceae	*Physcia atrostriata*			4.000	3.000	7.000
Porinaceae	*Porina cf. subnucula*	100	1.000			1.100
Stereocaulaceae	*Lepraria lobificans*		200			200
Total general		4.300	22.200	11.000	14.600	52.100

Bosque de galería y/o ripario (BG); Cultivo permanente arbóreo (CPA), Cultivo permanente herbáceo (CPH), Pastos (P), comprende las coberturas de pastos arbolados, enmalezados y limpios; Vegetación secundaria o en transición (VST)

- Hepáticas (Marchantiophyta)

En total se registraron 15 especies de hepáticas en otros sustratos pertenecientes a siete (7) familias botánicas, siendo *Lophocolea cf. bidentata* la especie más abundante en todas las coberturas en el área de intervención (Ver Tabla 5-46). Todas las coberturas, presentaron especies específicas. *Ceratolejeunea sp., Telaranea sp., Metzgeria sp.* y *Symphyogyna sp.* para los bosques de galería y/o ripario; *Ceratolejeunea cornuta* para los cultivos permanentes herbáceos; *Cololejeunea sp.* para los pastos y *Lejeunea sp., Lejeunea laetevirens, Plagiochila aff. aerea y Plagiochila cf. lingua* para la vegetación secundaria o en transición.

Tabla 5-46 Familias y especies de musgos en otros sustratos presentes en el área de intervención del proyecto.

Familia	Especie	Cobertura				Total general
		BG	CPH	P	VST	
Lejeuneaceae	*Ceratolejeunea cornuta*		700			700
	Ceratolejeunea sp.	1.000				1.000
	Cololejeunea sp.			2.000		2.000
	Diplasiolejeunea alata	100				100
	Lejeunea sp.				3.000	3.000
	Lejeunea laetevirens				200	200
	Pycnolejeunea sp.			2.700		2.700
Lepidoziaceae	*Bazzania sp.*		4.000			4.000
	Telaranea sp.	100				100
Lophocoleaceae	*Lophocolea cf. bidentata*	2.600	2.500	200	4.000	9.300
Metzgeriaceae	*Metzgeria sp.*	1.500				1.500
Pallaviciniaceae	*Symphyogyna sp.*	500				500
Plagiochilaceae	*Plagiochila aff. aerea*				500	500
	Plagiochila cf. lingua				3.000	3.000
Pleuroziaceae	*Pleurozia sp.*			1.500		1.500
Total general		5.800	7.200	6.400	10.700	30.100

Bosque de galería y/o ripario (BG); Cultivo permanente arbóreo (CPA), Cultivo permanente herbáceo (CPH), Pastos (P), comprende las coberturas de pastos arbolados, enmalezados y limpios; Vegetación secundaria o en transición (VST)

5.2.8.3.3.2 Diversidad

En general se observa una riqueza y diversidad media de especies no vasculares creciendo en otros sustratos en las diferentes coberturas en el área de intervención del proyecto. Los índices indican una mayor diversidad en la vegetación secundaria o en transición (H': 2,74) seguida por los pastos (H': 2,36); con una homogeneidad en las abundancias de las especies indicando la presencia de pocas especies dominantes (Ver Tabla 5-47).

Tabla 5-47 Diversidad de especies no vasculares creciendo sobre otros sustratos.

Cobertura	Riqueza	Dominancia	Simpson_1-D	Shannon_H
Bosque de galería y/o ripario	11	0,27	0,73	1,74
Cultivos permanentes herbáceos	11	0,18	0,82	2,05
Pastos	13	0,12	0,88	2,36
Vegetación secundaria o en transición	18	0,08	0,92	2,74

5.2.8.3.3.3 Estructura

El sustrato que presentó mayor número de especies no vasculares y cobertura fue la roca y en general, los líquenes presentaron el mayor número de especies y abundancia en todos los sustratos (Ver la Figura 5-29). Así mismo, las rocas fue un sustrato muy abundante en todas las coberturas; en general, los líquenes son los primeros organismos que colonizan los hábitats y están asociados con algas que tienen una ventaja y es que pueden colonizar espacios abiertos, esto explica su abundancia.

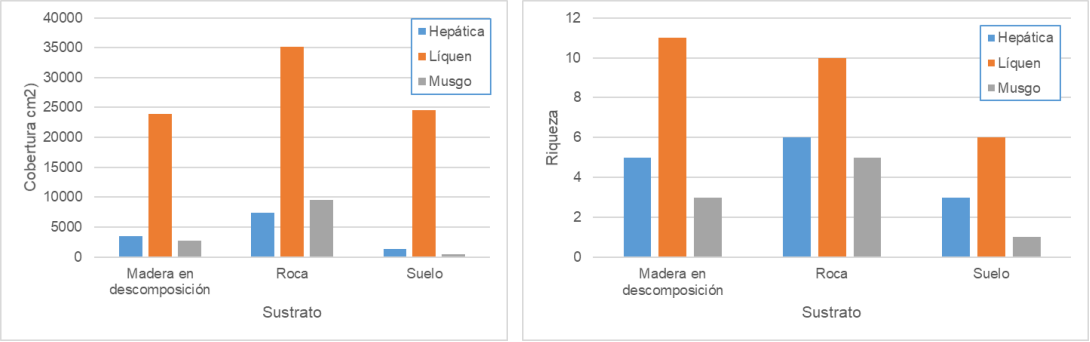


Figura 5-29. Número de especies y cobertura de briófitos y líquenes no vasculares creciendo sobre otros sustratos.

5.2.8.3.3.4 Representatividad del muestreo

El análisis de los resultados del muestreo frente al estimador de riqueza Bootstrap, indica que el muestreo de briófitos y líquenes en otros sustratos en las diferentes coberturas en el área de intervención del proyecto es representativo, presentando valores de representatividad por cobertura superiores al 80 % (Ver Tabla 5-48). En la Figura 5-30 se presentan las curvas de acumulación de especies obtenidas en el muestreo en cada cobertura comparado con el número de especies esperadas por los estimadores.

Tabla 5-48 Representatividad del muestreo de briófitos y líquenes en otros sustratos

Cobertura	Riqueza de especies			Representatividad (%)
	Muestreo	Estimador		
Bosque de galería y/o ripario	11	Bootstrap	13,72	80
		Cole	11	100
Cultivos permanentes herbáceos	11	Bootstrap	12,97	85
		Cole	11	100
Pastos	13	Bootstrap	16,19	80
		Cole	13	100
Vegetación secundaria o en transición	18	Bootstrap	21,97	82
		Cole	18	100

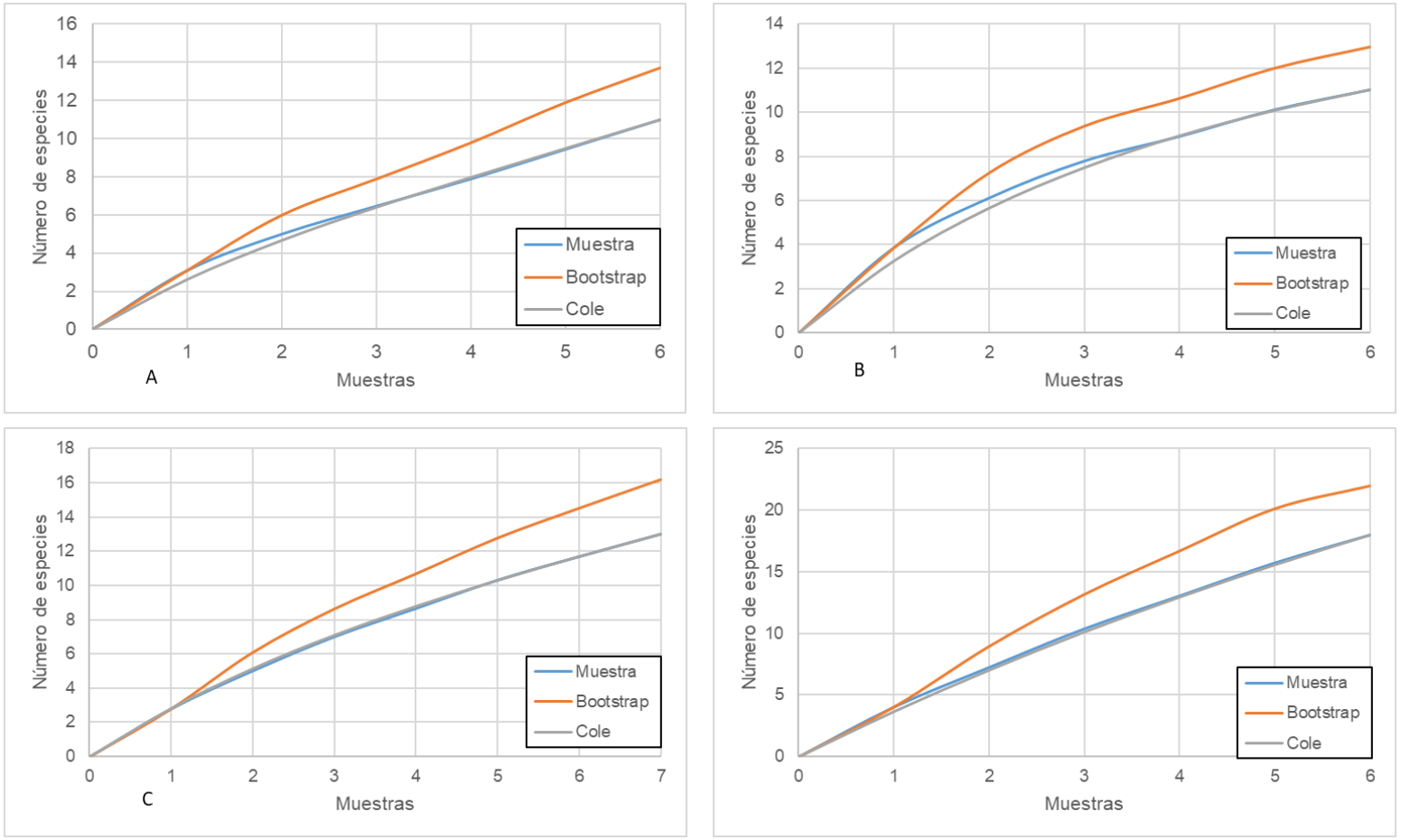


Figura 5-30. Representatividad del muestreo de briófitos y líquenes en otros sustratos

A. Bosque de galería y/o ripario (BG); B. Cultivo permanente herbáceo (CPH); C. Pastos arbolados (P); D. Vegetación secundaria o en transición (VST)

5.2.8.3.4 Especies amenazadas, endémicas y con CITES no vasculares

Ninguna de las especies reportadas en el área de intervención de briofitos y líquenes presenta categoría de amenaza de acuerdo con la Resolución 1912 (MADS, 2017).

De otra parte, en el área de intervención del proyecto no se localizan poblaciones de especies de endémicas de líquenes para la zona (Bernal, Grandstein, & Celis, 2015).

De este grupo de especies no se encuentran reportadas en los apéndices de cites

5.2.9 Análisis de fragmentación y conectividad

5.2.9.1 Metodología

La fragmentación es entendida como la división progresiva de un hábitat, en un conjunto de fragmentos aislados y de menor tamaño dentro de una matriz más o menos alterada, diferente a la original (Saunders *et al.,* (1991)). La conectividad, por su parte, se divide en dos tipos: estructural y funcional. La conectividad estructural se refiere a las relaciones de continuidad y adyacencia entre los fragmentos de un tipo de cobertura, mientras que la conectividad funcional se refiere a la continuidad de los flujos ecológicos que se dan a través del paisaje, en este último influyen los requisitos de hábitat de la especie, la tolerancia a hábitats alterados y la fase de vida (Alonso - F *et al.,* (2017)). Es decir, la conectividad funcional hace alusión al comportamiento que presentan los individuos en respuesta a los elementos del paisaje, ya sea que éstos faciliten o restrinjan el movimiento y el flujo de genes entre parches de hábitat.

Para este estudio en particular se hizo fundamental unificar los términos de fragmentación y conectividad estructural, donde este análisis se elaboró siguiendo la metodología planteada por Quintero *et al* (2014), y para el análisis de conectividad funcional se tomaron en cuenta los lineamientos establecidos por Alonso-F *et al* (2017).

5.2.9.1.1 Fragmentación o conectividad estructural

El análisis de fragmentación se realizó en el área de estudio del proyecto para las coberturas naturales y semi – naturales como bosque de galería y ripario, vegetación secundaria o en transición alta y baja, dado que estas coberturas representan las categorías de mayor importancia para la oferta de servicios ecosistémicos, además que albergan gran parte de la diversidad y comúnmente permiten el establecimiento, reproducción y desplazamiento de la fauna silvestre.

Dicho análisis de fragmentación se llevó a cabo mediante la herramienta para ArcGIS, V-Late 2.0 beta (Vector based Landscape Analysis Tool Extension), la cual contiene un conjunto especifico de métricas que cuantifican los aspectos principales para la evaluación estructural del paisaje. En este orden de ideas, se seleccionaron y calcularon índices que describieran características básicas de **composición** (área de clase A, número de parches NP, tamaño promedio de los parches MPS, desviación

estándar de tamaño de parche PSSD), **forma** (índice de forma media de los parches MSI y dimensión fractal promedio MFRACT), **borde de los fragmentos** (borde total TE y borde promedio del parche MPE) y **configuración** (distancia promedio al vecino más cercano NNDist). El análisis consistió en calcular las métricas para dos (2) escenarios, el primero de ellos sin proyecto y el segundo con proyecto, teniendo como base el mapa de coberturas. A partir de estas métricas se definió el estado actual de la fragmentación en el área de influencia biótica y los agentes de mayor contribución al cambio de las condiciones naturales. En la Tabla 5-49, se presenta el resumen de las métricas del paisaje empleadas en este análisis.

Tabla 5-49. Métricas del paisaje.

Métrica	Símbolo	Descripción
Área de clase	A	Es la suma de las áreas de todos los parches de una misma clase.
Número de parches	NP	Corresponde al número de parches de una clase.
Tamaño promedio de los parches	MPS	Es la relación entre el área ocupada por una clase y el número de parches correspondientes a aquella clase
Desviación estándar de tamaño de parche	PSSD	Es la medida de la variabilidad del tamaño de los parches.
Índice de forma media de los parches	MSI	Permite clasificar un espacio verde en fragmento o corredor. Para un área dada, una elevada proporción indica una forma alargada o compleja y una proporción baja indica formas compactas y más simples. Cuando la forma es compacta, el índice tiende a 1 y se incrementa el valor conforme aumenta la irregularidad de los parches
Dimensión fractal promedio	MFRACT	Indica el grado de complejidad de cada fragmento a partir de la relación entre área y perímetro: cuanto mayor sea el valor, mayor es la complejidad de forma del parche. Se acerca a uno en formas de perímetros muy sencillos tales como círculos o cuadrados, y se acerca a dos cuando se trata de formas de perímetros altamente lobulados.
Borde total	TE	Es el perímetro de los parches. La cantidad total de borde es importante para el estudio de diferentes fenómenos ecológicos, como el caso del efecto borde en bosques, que provoca cambio en la composición y estructura de la vegetación debido a la alteración del microclima.
Borde promedio del parche	MPE	Corresponde al promedio del perímetro de los parches.
Distancia promedio al vecino más cercano	NNDist	Distancia al parche de la misma clase más próximo. Es la medida más simple de aislamiento

Métrica	Símbolo	Descripción
		de los parches: cuanto mayor sea esta distancia, más aislados estarán los parches y por lo tanto más fragmentado se encontrará el paisaje.

Adicionalmente, se calculó el área núcleo, la cual se considera como el hábitat de interior de los fragmentos boscosos, fundamental para la presencia y mantenimiento de las especies de fauna y flora especialistas, es decir, más exigentes en sus requerimientos ecológicos, mientras que el hábitat de borde o áreas con alta intervención facilitan la presencia de especies generalistas. Para este estudio se empleó una distancia de borde de 50 m, límite que indica a partir de ahí inicia el área de fragmento sin efecto de borde (Velásquez Franco, 2017).

5.2.9.1.2 Conectividad funcional

Este tipo de conectividad como se mencionó anteriormente se refiere a la respuesta en la conducta de los individuos y especies ante la estructura física del paisaje, en el cual influyen los requisitos de hábitat de la especie, la tolerancia a hábitats alterados y la fase de vida. En este sentido, las especies, aunque vivan en el mismo hábitat tienen respuestas diferentes y por lo tanto experimentan niveles distintos de conectividad (Bennett, 2004). Por lo tanto, su determinación será importante para comprobar la efectividad de la conectividad entre fragmentos, para esto es importante tener en cuenta los grupos de organismos prioritarios, siendo necesario la utilización de especies focales por medio de las cuales se pueden crear redes de conectividad, modelamiento de hábitats o selección de áreas de importancia, de manera que actúen como especies sombrilla y poder llegar a abarcar los requerimientos ecológicos de otras especies (Beier *et al*., (2008).

Para la evaluación de la conectividad funcional en el área de influencia los criterios de selección de cada especie fueron: las características ecológicas contrastantes, interés para la conservación e información disponible. En base a esto se seleccionaron tres (3) especies: el titi (*Saguinus leucopus*), el zorro (*Cerdocyon thous*) y el murciélago (*Micronycteris schmidtorum*). *S. leucopus* es una especie endémica para el territorio nacional y vulnerable según el (MADS, 2017) y a nivel global se considera en peligro (EN) (IUCN, 2020a). El zorro *Cerdocyon thous*, es una especie muy común y abundante en su área de distribución, sin embargo, es una especie que suele tener ciertos conflictos con campesinos por el ataque a aves de corral, el (CITES, 2019) lo ubica dentro del apéndice II. Entre tanto, *M. schmidtorum* es una especie que, aunque puede soportar alteraciones de hábitats, hace parte de la subfamilia Phyllostominae los cuales se consideran sensibles a los cambios en la estructura de los bosques (Jiménez-Ortega & Mantilla-Meluk, 2008), además están morfológicamente limitados a vuelos de corta distancia y con sitios de forrajeo a menudo localizados en el interior del bosque (Kalko E.K.V., Friernel, D., Handley, C Jr. & Schnitzler, 1999). Dentro de las amenazas más importantes para las tres especies, se encuentran el deterioro y pérdida de hábitat natural, por lo que, establecer que hábitats son los idóneos en la zona permitirá determinar el estado de

la conectividad funcional para estas tres especies focales, beneficiando de esta manera a otras especies presente.

Se realizó la modelación de conectividad funcional, mediante la herramienta para ArcGIS "*Corridor designer*", la cual modela la idoneidad del hábitat para una especie determinada, al relacionar la idoneidad de capas de pixeles como uso del suelo, elevación, posición topográfica y disturbios humanos. Los modelos de idoneidad se generaron asignándole peso a cada factor evaluado, posteriormente se combinaron los factores resultando un mapa de hábitat con un puntaje para cada pixel (Beier *et al*., (2007)). La Tabla 5-50 muestra la información ecológica de las tres (3) especies consideradas.

Tabla 5-50. Características ecológicas generales de las especies focales.

Característica	*Saguinus leucopus*	*Micronycteris schmidtorum*	*Cerdocyon thous*
Orden	Primates	Chiroptera	Carnivora
Familia	Callitrichidae	Phyllostomidae	Canidae
Distribución	Endémico	Desde Colombia hasta Bolivia	Desde Colombia hasta Argentina
Ámbito de hogar	2-17,7 ha (Poveda, 2000)	3,8 ha (Albrecht et al., 2007)	280 ha (Maffei & Taber, 2003)
Hábitat: Coberturas de la tierra	Bosques y vegetación secundaria	Bosques, vegetación secundaria	Bosques, vegetación secundaria, Vegetación arbustiva, sistemas agroforestales
Estado de conservación	Apéndice I (CITES, 2019). Vulnerable (VU) (MADS, 2017). En peligro (EN) (IUCN, 2020a)	Bajo riesgo (LC) (IUCN, 2020a).	Bajo riesgo (LC). Apéndice II (CITES, 2019).

En este caso se evaluó la idoneidad del hábitat considerando cuatro (4) factores a los cuales se les asignó un porcentaje de importancia: hábitat de las especies en términos de las coberturas de la tierra (40%), distancia entre fragmentos (30%), tamaño de los fragmentos boscosos (20%) y distancia entre los fragmentos boscosos y viviendas (10%). En la Tabla 5-51, se presenta la calificación de cada uno de los factores para las especies de fauna seleccionadas.

Tabla 5-51. Calificación de los factores considerados.

Factor	Descripción	Saguinus leucopus	Cerdocyon thous	Micronycteris schmidtorum
	Bosque de galería y ripario	100	100	100

Factor	Descripción	Saguinus leucopus	Cerdocyon thous	Micronycteris schmidtorum
Hábitat de las especies - coberturas de la tierra (40%)	Vegetación secundaria alta	100	100	100
	Vegetación secundaria baja	70	90	80
	Pastos enmalezados	30	50	50
	Pastos arbolados	20	40	20
	Pastos limpios	1	20	1
	Cultivos permanentes arbustivos	40	40	30
	Cultivos permanentes herbáceos	20	30	30
	Red vial	5	10	5
	Ríos	5	5	5
	Tejido urbano discontinuo	1	1	1
	Afloramientos rocosos	5	20	40
	Cultivos confinados	1	1	1
Distancia entre fragmentos boscosos (30%)	0,00-5,00 m	100	100	90
	5,01-30,00 m	80	90	80
	30,01-55,00 m	50	80	50
	55,01-120,00 m	10	60	20
	120,01-800,00m	10	30	10
Tamaño de los fragmentos boscoso (20%)	0,00-0,50 ha	10	30	30
	0,51-1,40 ha	40	50	70
	1,41-4,00 ha	70	80	90
	4,01-10,00 ha	90	90	100
	10,01-23,00 ha	100	100	100
Distancia entre los fragmentos boscosos y viviendas (10%)	0-100 m	20	40	20
	101-300 m	30	50	40
	301-500 m	50	50	60
	501-700 m	70	80	80

El mapa resultante presenta cinco (5) categorías de idoneidad de hábitat: hábitat evitado (valor cero en calidad de hábitat), fuertemente evitado (0–33), ocasionalmente usado (33–56), subóptimo (56–78) y óptimo (78–100) (Alonso-F et al., (2017)).

5.2.9.2 Resultados: Análisis de fragmentación y conectividad

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir del estudio de fragmentación y conectividad. Cabe resaltar que, el análisis de fragmentación o conectividad estructural se elaboró para dos (2) escenarios, el primero de ellos sin proyecto y el segundo con proyecto, por tanto, en este mismo orden se encuentran los resultados alcanzados.

5.2.9.2.1 Fragmentación o conectividad estructural

5.2.9.2.1.1 Escenario sin proyecto

El análisis de fragmentación en el área de influencia biótica se realizó para el bosque de galería y ripario (BG), vegetación secundaria alta (VSA) y vegetación secundaria baja (VSB), las cuales corresponden a las coberturas naturales y semi – naturales presentes en la zona de estudio. A continuación, se presentan los resultados de las métricas del paisaje calculadas, en el escenario sin proyecto (Tabla 5-52). Estos resultados constituyen la línea base del estado actual de la fragmentación de las coberturas boscosas en el área de influencia.

Tabla 5-52. Métricas del paisaje para el escenario sin proyecto.

Métrica	Cobertura boscosa		
	Bosque de galería y/o ripario (BG)	Vegetación secundaria alta (VSA)	Vegetación secundaria baja (VSB)
Composición			
Área de clase m^2 (A)	644.313,29	558.332,74	61.865,38
Número de parches (NP)	32	36	11
Tamaño promedio de los parches m^2 (MPS)	20.134,79	15.509,24	5.624,13
Desviación estándar de tamaño de parche (PSSD)	49.121,33	27.356,22	16.006,60
Forma			
Índice de forma media (MSI)	2,263	2,520	1,550
Dimensión fractal promedio (MFRACT)	1,546	1,519	1,547
Borde de los fragmentos			
Borde total (TE)	40.338,11	32.763,33	2.859,41
Borde promedio del parche (MPE)	1.260,57	910,09	259,95
Configuración			

Métrica	Cobertura boscosa		
	Bosque de galería y/o ripario (BG)	Vegetación secundaria alta (VSA)	Vegetación secundaria baja (VSB)
Distancia promedio al vecino más cercano (NNDist)	6,78	26,85	183,68

- Composición

En el área de influencia biótica el BG presenta mayor representatividad en el paisaje en términos de extensión, con un A (Área de clase) de 64,43 ha y 32 fragmentos (NP – Número de parches), seguido por VSA con 55,83 ha con 36 fragmentos (NP). Por el contrario, la cobertura de VSB con 11 fragmentos (NP) presenta los valores más bajos de A con 6,19 ha.

El número mayor de fragmentos y menor tamaño promedio de parche (MPS -Tamaño promedio de los parches- de 1,55 ha) registrados para VSA, sugieren que esta cobertura presenta mayor tendencia a la fragmentación. Seguido se encuentra el BG, el cual también cuenta con un número elevado de fragmentos y tamaño promedio reducido de estos (MPS de 2,01 ha). En contraste, la VSB exhibe menor cantidad de fragmentos con tamaños promedios proporcionales, indicando que es la cobertura dentro del área de estudio con menor fragmentación según los parámetros de NP y MPS.

Los fragmentos de VSA se localizan a lo largo del área de influencia biótica, cercanos al casco urbano del municipio de Cocorná y la vía que conduce a este desde Medellín, esto ha determinado la condición actual de la cobertura, dado que la disponibilidad de vías de acceso asociada a un patrón de asentamiento concentrado generado por la regulación de las condiciones de seguridad, han incentivado la pérdida y deterioro de las coberturas naturales y su posterior reemplazo por territorios agrícolas, que en algunos casos dan lugar a coberturas boscosas en estadios tempranos de sucesión, como es el caso de VSA.

Por su parte, las presiones ejercidas sobre el BG están relacionadas con el proceso acelerado de deforestación como consecuencia de la ampliación de pasturas para explotación ganadera y establecimiento de cultivos de café, sumado a la tala selectiva a la que están sometidos periódicamente los parches boscosos que aún existen. Por lo tanto, las actividades descritas anteriormente han limitado la presencia de bosques a estrechas franjas de vegetación aisladas, las cuales se localizan en las áreas de cañones profundos asociados a los cauces del río Cocorná y la quebrada La Chorrera.

De acuerdo con el panorama caracterizado la biodiversidad de estas coberturas puede estar restringida por el tamaño reducido de los parches, dicha situación está condicionada por la zona en que se encuentren localizados los fragmentos dentro de la matriz del paisaje, la distancia con otros fragmentos boscosos y el nivel de conexión que tengan con estos (Harvey *et al.,* (2008)). En el caso particular de VSA y BG en el

área de influencia biótica del proyecto, se encuentran rodeados por coberturas agrícolas principalmente pastos arbolados, pastos limpios y cultivos de cítricos y café, limitando por ejemplo la presencia de ciertas de especies, las cuales responden de forma diferente frente a estas variables.

En este sentido la fauna asociada a la VSA y BG estará compuesta en su mayoría por especies generalistas que se adaptan a los cambios constantes generados por los efectos de borde que seguro serán más fuertes en los pequeños fragmentos de estas coberturas. Contarán, además, con especies estrictamente arborícolas que necesitan hábitats con una estructura vegetal más compleja debido a su capacidad locomotora y a la necesidad de buscar refugio como es el caso del titi *Saguinus leucopus* y el perro de monte *Potos flavus*, así como anfibios cuyos requerimientos ecológicos precisan de hábitats húmedos con fuentes hídricas asociadas.

- Forma

El Índice de forma media (MSI) cuando presenta valores mayores a 1,5 indica que los parches tienden a ser irregulares, esta métrica aumenta su valor conforme aumenta dicha irregularidad en la forma del polígono. De acuerdo con los resultados obtenidos, la VSA y el BG presenta formas irregulares y tienen los mayores valores de índice de forma (MSI de 2,520 para VSA y 2,263 para BG) con respecto a la cobertura de VSB, evidenciando que sus parches se encuentran expuestos a las diferentes presiones antrópicas presentadas en la zona de estudio. Sin embargo, índices como el de forma puede estar influenciado por las particularidades geográficas naturales de los sitios, es así como la forma de los bosques de galería ripario puede estar relacionada con las condiciones donde se desarrollan, las cuales son controladas por factores hidrológicos y topográficos que hace que dichos parches mantengan una forma alargada característica de esta cobertura (Romero, 2004).

En contraste, los fragmentos del VSB se asemejan a un círculo (MSI de 1,550), cuya geometría con respecto a las demás coberturas es la más adecuada en el contexto de la conservación para la zona de análisis; esta cobertura debido a su forma presenta un área de interior que permite que especies de fauna asociadas a esta cobertura con estados sucesionales tempranos puedan establecerse y sufrir en menor medida las consecuencias del efecto de borde. Dentro de este tipo de coberturas son típicas las especies generalistas que no necesitan de una estructura vegetal demasiado compleja para acceder a recursos alimenticios y de refugio.

Por otra parte, los valores encontrados para la dimensión fractal (MFRACT) en general sugieren una moderada complejidad en las coberturas consideradas en el presente análisis, influenciada por las intervenciones antrópicas y procesos naturales, con las que se generan en los fragmentos boscosos perímetros sencillos que tienden a ser como círculos o cuadrados.

- Borde

En este mismo sentido, el efecto de borde es una consecuencia de la forma de los fragmentos, este tiende a aumentar en parches irregulares como se evidencia en el BG. Por lo tanto, se puede considerar que el BG presenta mayor efecto borde, el cual genera cambios en la composición y estructura del bosque (Suárez, 1998), debido en gran medida a la mayor influencia de las coberturas agrícolas (pastos arbolados, pastos limpios, cultivos permanentes herbáceos y arbustivos) vecinas. En términos, de los parámetros relacionados con el borde, BG representa la cobertura en el área de influencia biótica con mayor dificultad para albergar alta diversidad en su interior.

En el caso de la VSB, los resultados obtenidos sugieren que es la cobertura con menor efecto borde, lo que implica menor relación área – perímetro, y como consecuencia un aumento del hábitat núcleo o central disponible para albergar biodiversidad. No obstante, como se ha mencionado anteriormente es la cobertura con menor desarrollo estructural, ya que corresponde al estadio sucesional más temprano encontrado en la zona de estudio.

- Configuración

La proximidad y aislamiento entre los fragmentos de cada cobertura considerada, se evaluó mediante la distancia promedio al vecino más cercano (NNDist). Según los resultados obtenidos, el BG presentó el valor más bajo, esto indica que el vecino más cercano a cada fragmento se encuentra en promedio a 6,78 m, esto se explica por el alto número de fragmentos (32) de esta cobertura en el paisaje localizados todos a lo largo de los cauces del río Cocorná y la quebrada La Chorrera. Por el contrario, la VSB presentó el mayor valor en este índice, con un vecino más cercano en un promedio de 183,68 m, y la VSA con un valor intermedio de un vecino más cercano en un promedio de 26,85 m.

Aunque no hay un umbral claro de la distancia entre fragmentos para fines de conectividad, algunos autores sugieren que un aislamiento menor a 100 m es más adecuado para el sostenimiento de poblaciones durante más tiempo (Mandujano & Estrada, 2005), dado que cuando la distancia entre vecinos aumenta, como el caso de la VSB, se puede presentar una menor probabilidad de dispersión exitosa y colonización de los parches por parte de las diferentes especies (Rutledge, 2003).

Según Brosi *et al* (2008), es probable que el aislamiento de los fragmentos sea más dañino para los organismos muy dependientes del hábitat y que no se movilizan bien por la matriz; así algunas especies de mayor movilidad serán las que podrán colonizar o moverse entre fragmentos aislados, mientras que especies de menor movilidad no podrán acceder a estos y quedarán relegadas (Galindo-González, 2007). La colonización o permanencia de ciertas especies en un sistema de fragmentos también dependerá de su capacidad para adaptarse a las nuevas condiciones del hábitat fragmentado, en el caso de los murciélagos a pesar de que tienen alta movilidad algunos no salen de los remanentes del bosque, mientras que otras cruzan la matriz (pastizales y cultivos) para llegar a otros fragmentos (Galindo-González, 2004). En este contexto las especies encontradas en el BG cuyos requerimientos sean estrictos de bosque tales como algunos anfibios, reptiles, roedores y algunos murciélagos de

vuelo corto, presentarán mayores limitaciones que aquellas que están asociadas a VSA o VSB.

- Área núcleo

El área núcleo se considera como el hábitat de interior de los fragmentos boscosos, fundamental para la presencia y mantenimiento de las especies de fauna y flora especialistas, es decir, más exigentes en sus requerimientos ecológicos, mientras que el hábitat de borde o áreas con alta intervención facilitan la presencia de especies generalistas. Para este estudio se empleó una distancia de borde de 50 m, límite que indica a partir de ahí inicia el área de fragmento sin efecto de borde.

Según los resultados obtenidos los fragmentos de coberturas boscosas ocupan aproximadamente 126,45 ha en el área de influencia biótica, no obstante, sólo 8,58 ha no presentaron efecto borde, en su mayoría dichos fragmentos pertenecen a parches de VSA y BG asociados al cauce de la quebrada La Chorrera (Figura 5-31). Lo descrito anteriormente indica que, en la zona de estudio en general es frecuente encontrar especies de fauna generalistas con requerimientos poco estrictos para su supervivencia, como se evidenció en la caracterización de la fauna. Aunque es importante resaltar que durante los muestreos se registraron algunas especies como el titi (*Saguinus leucopus*) o el perro de monte (*Potos flavus*), las cuales son arborícolas y necesitan coberturas boscosas para su supervivencia, pero pueden moverse en hábitats menos conservados como por ejemplo pastos arbolados o enmalezados, así como en cultivos.

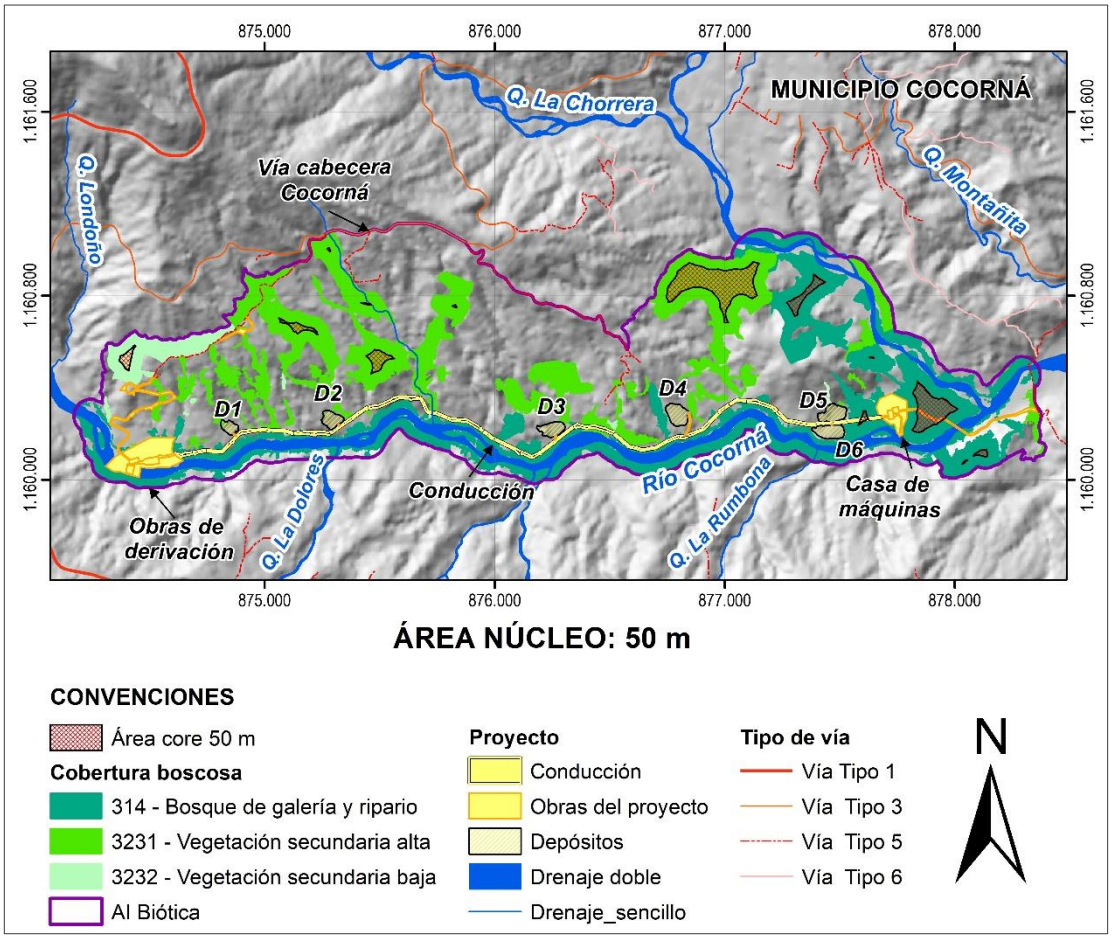


Figura 5-31. Área núcleo: 50 m

5.2.9.2.1.2 Escenario con proyecto

Los resultados obtenidos a partir del análisis de fragmentación bajo el escenario con proyecto sugieren una reducción de 3,15, 0,45 y 0,02 ha en las coberturas de BG, VSA y VSB, respectivamente, del área de clase (A), dado que se hace necesario la remoción de vegetación para la construcción de las diferentes obras.

La disminución en el área de estas coberturas produce cambios en el número de parches, indicando que el establecimiento del proyecto genera fragmentación en términos de partición de hábitats especialmente en las coberturas de BG seguida por la VSA, las cuales pasan de tener respectivamente 32 y 36 parches en un escenario sin proyecto a 65 y 52 con el establecimiento de este. De igual manera, como era de esperarse está situación causa una disminución proporcional en el tamaño promedio de los parches (MPS).

Según el índice de forma las coberturas boscosas tienden a volverse ligeramente en formas menos irregulares, ya que el MSI disminuye a lo sumo en 0,257 y 0,208 para las coberturas BG y VSA, respectivamente. Así mismo, la dimensión fractal promedio presenta un aumento para todas las coberturas, las cuales evidencian formas más complejas de los parches con perímetros altamente lobulados lo cual corresponden a formas menos amigables con la biodiversidad, ya que el valor es cercano a 2. Por su parte, los resultados de borde total (TE) insinúan un aumento en el efecto de borde de las coberturas boscosas.

De lo descrito anteriormente se puede concluir que los cambios en las métricas de forma y borde de los fragmentos son significativos para las coberturas de BG y VSA en el escenario con proyecto, las cuales corresponden a las categorías que presentaron mayor grado de fragmentación a partir del análisis del escenario sin proyecto, debido a las presiones ejercidas por la disponibilidad de vías de acceso y la ampliación de pasturas para explotación ganadera y establecimiento de cultivos.

De otro lado, la VSB representa la cobertura con menor grado de fragmentación con respecto a las demás, y de acuerdo con los resultados obtenidos en las métricas evaluadas la afectación a los fragmentos boscosos es mínima, lo que implica que las poblaciones de fauna asociadas a esta no sufrirán mayores afectaciones. Cabe resaltar que, esta cobertura presenta la menor extensión con 6,19 ha en el escenario inicial.

En cuanto a la distancia promedio al vecino más cercano (NNDist), indica que el aprovechamiento forestal hace que el promedio de distancia entre los parches de la misma clase se afecte, aumentando los valores para BG y disminuyéndoles para VSA y VSB, sin embargo, no es posible concluir el estado de fragmentación en el escenario con proyecto de las coberturas boscosas a partir de los resultados arrojados por esta métrica, ya que coberturas como VSA y VSB están siendo afectadas por la partición de hábitats, y probablemente en las cuales se dificultará procesos de dispersión y colonización. Adicional a esto, según el estudio de conectividad funcional algunos fragmentos de estas coberturas resultarán en un hábitat subóptimo para las especies de fauna presentes en el área de influencia biótica.

Tabla 5-53. Métricas del paisaje para el escenario con proyecto.

Métrica	Cobertura boscosa		
	Bosque de galería y/o ripario (BG)	Vegetación secundaria alta (VSA)	Vegetación secundaria baja (VSB)
Composición			
Área de clase m^2 (A)	612.803,86	553.787,82	61.699,69
Número de parches (NP)	65	52	12
Tamaño promedio de los parches m^2 (MPS)	9.427,75	10.649,77	5.141,64

Métrica	Cobertura boscosa		
	Bosque de galería y/o ripario (BG)	Vegetación secundaria alta (VSA)	Vegetación secundaria baja (VSB)
Desviación estándar de tamaño de parche (PSSD)	30.029,01	23.833,30	15.375,55
Forma			
Índice de forma media (MSI)	2,006	2,312	1,519
Dimensión fractal promedio (MFRACT)	1,819	1,664	1,638
Borde de los fragmentos			
Borde total (TE)	40.722,32	32.787,33	2.856,76
Borde promedio del parche (MPE)	626,50	630,53	238,06
Configuración			
Distancia promedio al vecino más cercano (NNDist)	7,61	14,33	162,48

5.2.9.3 Conectividad funcional

Los resultados de idoneidad de hábitat para las tres especies focales *Saguinus leucopus, Cerdocyon thous y Micronycteris schmidtorum;* muestran que los hábitats óptimos se localizan en su mayoría en los fragmentos de bosques de galería (BG) y de vegetación secundaria (VSA y VSB) que presentan continuidad entre ellos. Los hábitats subóptimos corresponden a parches de vegetación secundaria baja y alta (VSA y VSB) que presentan algo de discontinuidad y con formas muy angostas. Por último, los hábitats fuertemente evitados corresponden en su mayoría a coberturas antropizadas como pastos limpios, arbolados, enmalezados y cultivos herbáceos, cuya cobertura boscosa es escasa o nula y cuyas áreas en algunos casos están muy cercanas a casas habitadas (Figura 5-32; Figura 5-33; Figura 5-34).

Los hábitats idóneos para *S. leucopus* corresponden a las franjas de BG que discurren a lado y lado del río Cocorná y a los asociados al cauce de la quebrada la Chorrera (Figura 5-32). Los fragmentos de vegetación secundaria (VSA y VSB) que son de buen tamaño y aquellos que presentan conectividad que permitan el adecuado desplazamiento de la especie también arrojaron ser hábitats idóneos. Por ser una especie arborícola, esta necesita cobertura boscosa para su movimiento y aunque *S. leucopus* puede tener desplazamientos diarios de hasta 1,8 km (Poveda, 2000), estos se realizan en los estratos altos y medios de la vegetación. *S. leucopus* pueda bajar al suelo y moverse en áreas abiertas en búsqueda de otros remanentes boscosos, pero la especie lo hace en menor medida y no grandes distancias. Por lo que las

áreas abiertas extensas se convierten en barreras importantes, al limitarse la locomoción arbórea, sumado a las condiciones climáticas extremas como la alta exposición a la radiación solar, altas temperaturas y baja humedad en estos hábitats, así como exposición a depredadores, incluyendo humanos y perros (Estrada, Raboy, & Oliveira, 2012).

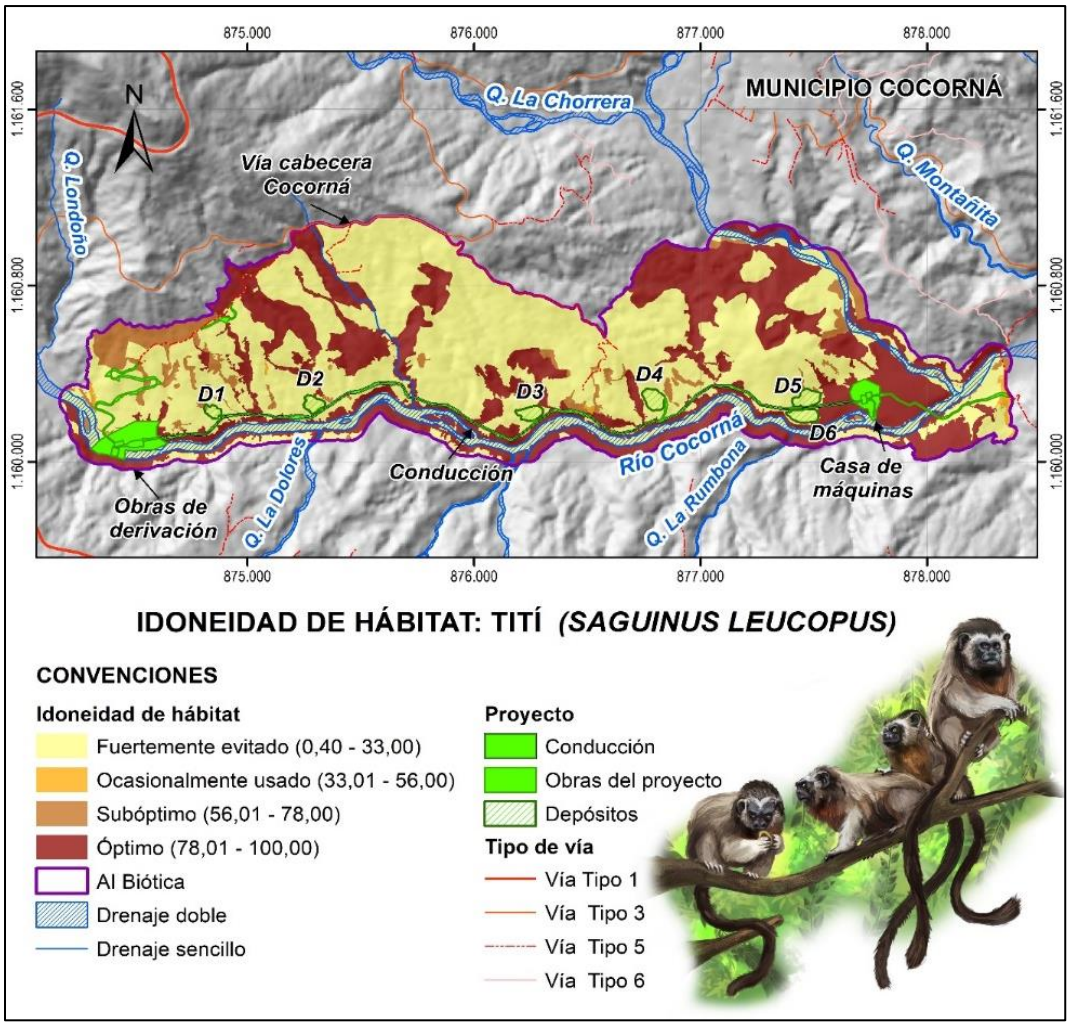


Figura 5-32. Idoneidad de hábitat en el área de influencia biótica para el tití Saguinus *leucopus.*

El ámbito de hogar de *S. leucopus* oscila entre 2 a 17 h (Poveda & Sánchez-Palomino, 2004) teniendo en cuenta los promedios de los fragmentos boscosos en el área de influencia es posible que varias poblaciones estén establecidas en la zona, sin embargo, existe un zona extensa de áreas abiertas donde la probabilidad de albergar la especie es mínima, sumado a la presión ejercida sobre los remanentes de bosque

existentes ya sea para expansión de pasturas o tala selectiva, por lo que la conectividad funcional actual puede disminuir si se siguen diezmando las coberturas boscosas.

Respecto al hábitat idóneo para el zorro *C. thous* fue muy semejante al obtenido para *S. leucopus*, sin embargo, con una mayor área (Figura 5-33). Esto como resultado de la capacidad de movimiento de la especie que puede desplazarse hasta 3,5 km diarios (Maffei & Taber, 2003). Aunque *C. thous* puede utilizar una gran variedad de hábitats, prefiere coberturas ribereñas o asociadas a fuentes hídricas, donde la abundancia de recursos puede ser mayor, ya sea por la diversidad de frutos y fauna asociada, así como la disponibilidad constante de agua (Maffei & Taber, 2003). La especie también podría preferir desplazarse por zonas boscosas evitando el encuentro con seres humanos y perros.

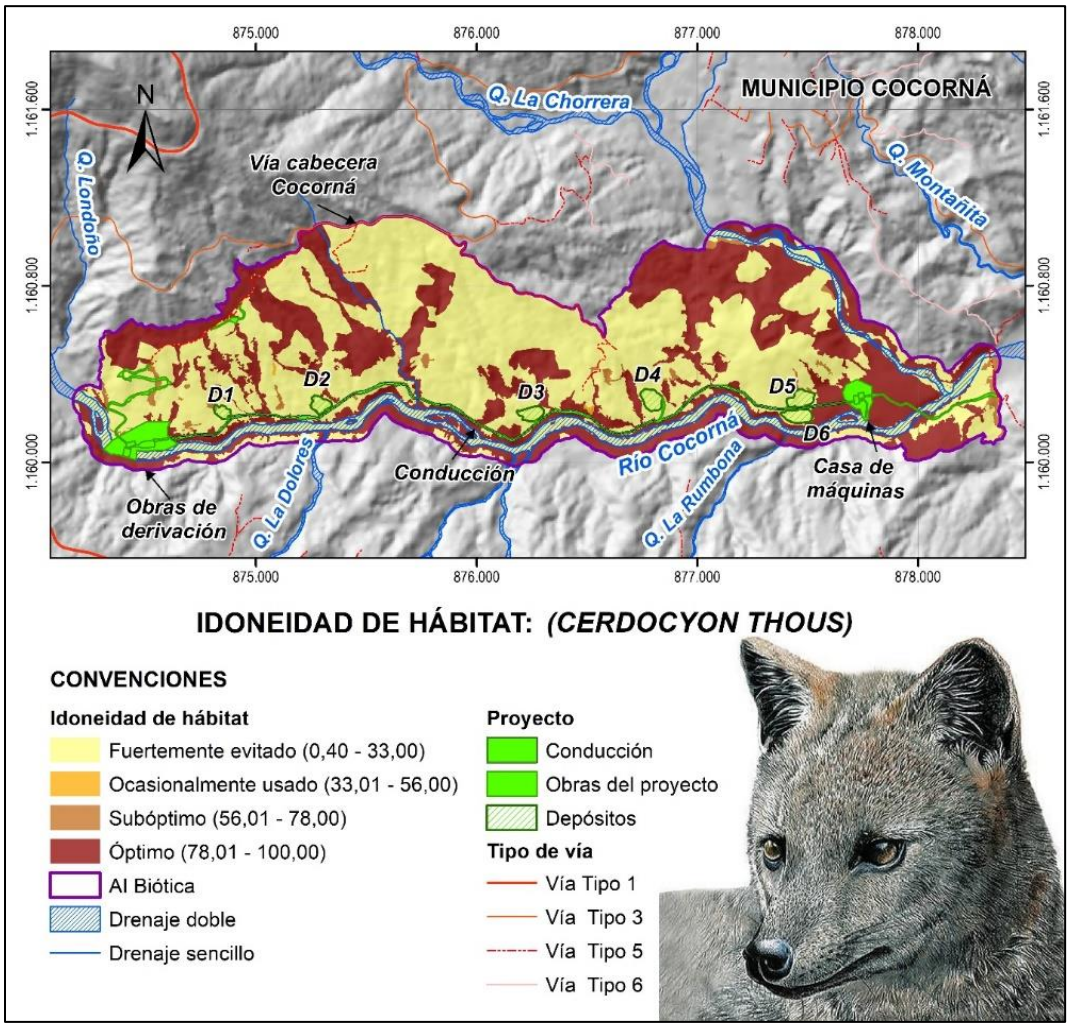


Figura 5-33. Idoneidad de hábitat en el área de influencia biótica para el zorro Cerdocyon *thous*.

C. thous puede tener un ámbito de hogar de 280 ha, que incluye no solo áreas boscosas, si no también, zonas abiertas que utiliza para desplazarse hacia otros fragmentos boscosos, pero los sitios de descanso podrían corresponder a sitios donde pueda encontrar refugio seguro, lo cual podría hallar en BG o VSA y VSB (Maffei & Taber, 2003).

Para *Micronycteris schmidtorum* al igual que las demás especies los hábitats idóneos correspondieron en su mayoría a fragmentos de BG y VSA (Figura 5-34). Aunque los murciélagos pueden franquear áreas abiertas debido a su capacidad de desplazamiento, especies como *M. schmidtorum,* la cual pertenece a la subfamilia Phyllostominae, suelen tener vuelos cortos y aunque pueden estar en ambientes alterados necesitan algo de cobertura vegetal para forrajear (Díaz-Pulido et al., 2015), por lo tanto, los hábitats correspondientes a pastos limpios y arbolados son los más evitados por dicha especie. Las especies de *Micronycteris* tienen ámbitos de hogar pequeños de aproximadamente 3,8 ha, alta fidelidad a sus sitios de refugio y poca preferencia al uso de espacios abiertos (Albrecht et al., 2007), por lo que en los fragmentos presentes en la actualidad es posible establecer poblaciones funcionales.

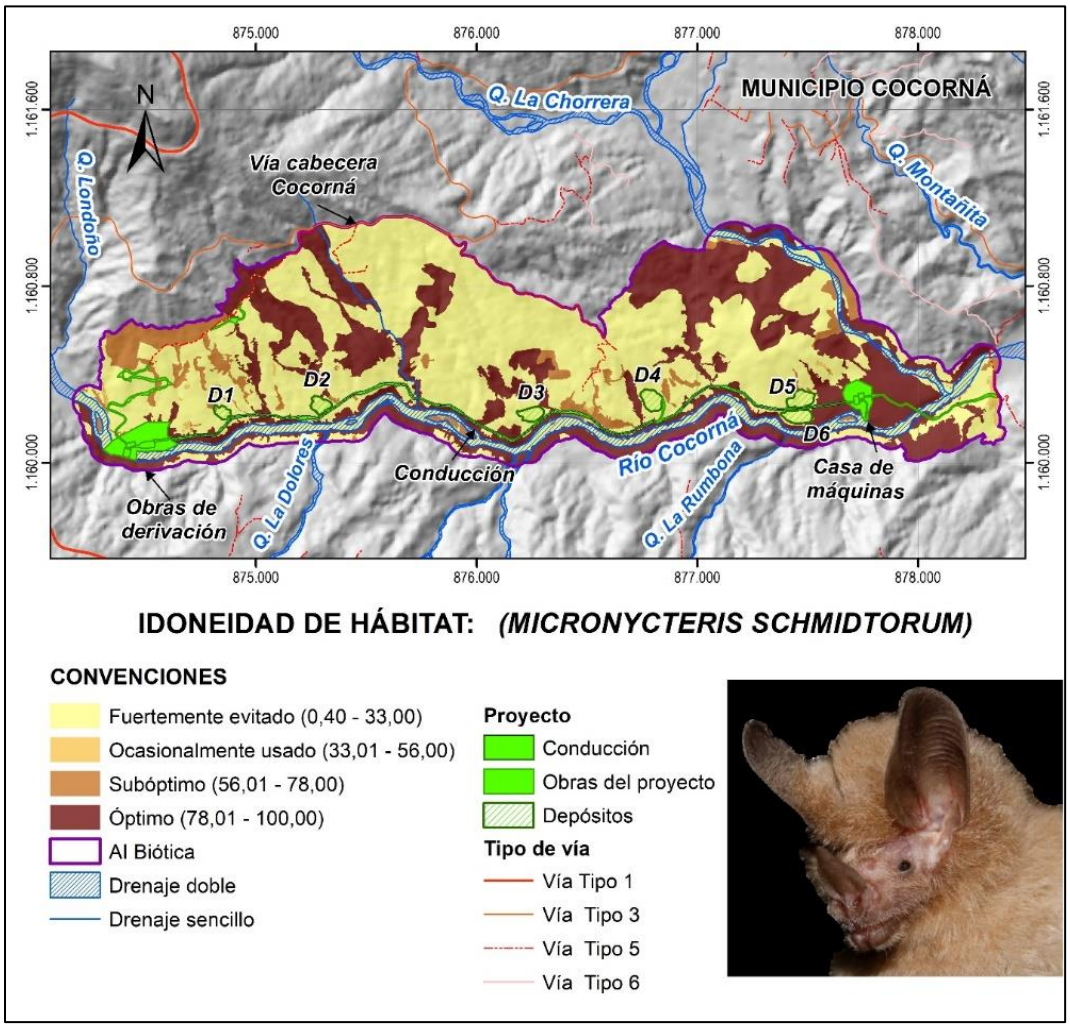


Figura 5-34. Idoneidad de hábitat en el área de influencia biótica para el murciélago Micronycteris schmidtorum.

Dentro del área de influencia se evidencia que los hábitats óptimos para las tres especies se ubican en las franjas angostas de BG que rodean el río Cocorná y algunos parches en la quebrada la Chorrera, así como algunos parches de BG y VSA dispersos en el área de influencia que tienen cierto grado de conectividad estructural, característica que facilita el desplazamiento de las especies entre fragmentos. Los parches de mayor tamaño se ubican en la zona de descarga del proyecto, mientras que en captación se encuentra zonas más fragmentadas y de menor conectividad funcional.

Este escenario, el cual se observa en la actualidad dentro del área de influencia sin proyecto, denota una conectividad funcional limitada para las tres especies, donde predominan parches de vegetación angostos y muy fragmentados. Sin embargo, para las tres especies los fragmentos que tienen un tamaño menor al necesario para

mantener una población reproductiva pueden ser utilizados como puentes de paso hacía áreas más optimas, reduciendo así el aislamiento y minimizando los efectos de la fragmentación (Estrada et al., 1993). En general en los tres modelos se observa que los BG, así como VSA y VSB en su mayoría son hábitats óptimos; por tal razón estos parches de vegetación son clave como corredores de movimiento que permitirían el desplazamiento de especies de alta movilidad desde y hacia diferentes fragmentos, considerando, además, las extensas zonas abiertas que componen el área de influencia.

5.2.10 Fauna terrestre

El presente documento constituye el informe técnico que relaciona los resultados obtenidos de la caracterización de la fauna terrestre asociada al área de influencia del "Proyecto Hidroeléctrico Cocorná III", ubicado en las veredas Mazotes y La Placeta del municipio de Cocorná, departamento de Antioquia. Dicha caracterización fue realizada para la época de lluvias en noviembre de 2015, complementando dicha información con un muestreo de Mastofauna en septiembre de 2018 y para la época dseca se realizó el muestreo en el mes de febrero de 2020, realizando los muestreos en las tres coberturas presentes en el área de influencia (Bosques, Territorios agrícolas y Vegetación secundaria o en transición).

5.2.10.1 Herpetofauna

5.2.10.1.1 Introducción

Con más de 50.000 especies registradas y cerca de 31 millones de hectáreas protegidas, equivalentes al 15% del territorio nacional, Colombia ocupa el segundo lugar a nivel mundial en biodiversidad entre las 12 naciones más megadiversas del mundo (MADS, 2019). Gracias a su posición geográfica y a la complejidad de los ecosistemas, Colombia es el segundo país a nivel global con mayor riqueza de anfibios y el tercero en reptiles (IAvH., 2017).

La heterogeneidad topográfica y climática de la región andina la posiciona como una de las zonas con mayor biodiversidad de Colombia. La presencia de las tres cordilleras en el país permitió una mayor diversificación y adaptación de la herpetofauna, provocando que las especies se fueran acomodando a una gran variedad de climas, microclimas y hábitats, lo que condujo a la formación de comunidades faunísticas que no se encuentran homogéneamente distribuidas en el país e incluso, se presentan variaciones en la composición de la Herpetofauna en cada flanco de cada cordillera (Suárez, A.M., y Alzate-Basto, 2014).

Gracias a su ubicación y su topografía compleja, la Cordillera Central cuenta con una amplia disponibilidad de ecosistemas que van desde tierras bajas y secas hasta biomas muy húmedos y de grandes elevaciones, lo que genera altas tasas de diversidad y endemismo de anfibios y reptiles (Llano-Mejía, J., Cortés-Gómez, Á. M.,

y Castro-Herrera, 2010). El Oriente Antioqueño, ubicado en la cordillera Central se considera como área prioritaria de conservación debido a la amplia transformación de sus coberturas para actividades agrícolas, mineras y energéticas (Sánchez-Granada, D.P., Múnera-Puerta, W.A., Hinestroza-Blandón, L.M., y Montoya-Arango, 2016) (Quijano-Abril, 2016).

Los anfibios y reptiles cuentan con roles importantes en la dinámica de los diferentes ecosistemas, como fuente de biomasa para otros vertebrados, controladores poblacionales de invertebrados y algunos vertebrados, y como modelos para evaluar y establecer niveles de deterioro de hábitats y ecosistemas gracias a su gran sensibilidad a cambios ambientales (Rueda-Almonacid, J.V., Lynch, J.D., y Amézquita, 2004); (Morales-Betancourt et al., 2015).

5.2.10.1.2 Especies potencialmente presentes en el área de influencia biótica

De acuerdo con la recopilación de información secundaria, se generó un listado de 49 especies probables de ser detectadas en el área de influencia. La comunidad se encuentra representada por un 51% de anfibios y un 49% de reptiles agrupados en cuatro órdenes y 17 familias (Tabla 5-54).

Las especies reportadas se caracterizan por explotar diversos microhábitats e incluso, la mayoría de las especies pueden tolerar cierto tipo de intervención antrópica. En cuanto a la dieta, el 67 % de las especies son insectívoras, el 27 % (correspondientes a las serpientes) son carnívoras y en menor medida se presentan tres especies omnívoras (9 %). Dentro del gremio de los carnívoros, la coral *Micrurus dumerilii* y la víbora *Bothrops asper* representan un riesgo para la salud de las personas debido a su veneno altamente neurotóxico y hemo-citotóxico (respectivamente) y requieren de atención inmediata (Vásquez-Restrepo, J.D., Toro-Cardona, F.A., Alzate-Basto, E., y Rubio-Rocha, 2018).

Tabla 5-54. Especies de anfibios y reptiles probables de ser detectadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categorías de amenaza		
				CITES	IUCN	MADS
Anura	Aromobatidae	*Rheobates palmatus**	Rana cohete	NA	LC	NE
	Bufonidae	*Rhaebo haematiticus*	Sapo	NA	LC	NE
		Rhinella alata	Sapito	NA	DD	NE
		Rhinella horribilis	Sapo común	NA	NE	NE
	Centrolenidae	*Hyalinobatrachium aureoguttatum*	Rana de cristal	NA	NT	NE
		Espadarana prosoblepon	Rana de cristal	NA	LC	NE

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categorías de amenaza		
				CITES	IUCN	MADS
		*Rulyrana susatamai**	Rana de cristal	NA	NT	NE
	Craugastoridae	*Craugastor metriosistus**	Rana de hojarasca	NA	LC	NE
		*Pristimantis penelopus**	Rana de lluvia	NA	LC	NE
		Pristimantis taeniatus	Rana de lluvia	NA	LC	NE
		*Pristimantis viejas**	Rana de lluvia	NA	LC	NE
	Dendrobatidae	*Andinobates opisthomelas**	Rana venenosa	ApII	VU	NE
		*Leucostethus fraterdanieli**	Rana venenosa	NA	LC	NE
	Hylidae	*Boana xerophylla*	Rana platanera	NA	LC	NE
		*Dendropsophus bogerti**	Rana de charca	NA	LC	NE
		Dendropsophus ebraccatus	Rana de charca	NA	LC	NE
		Hyloscirtus palmeri	Rana torrentícola	NA	LC	NR
		Scinax ruber	Rana	NA	LC	NE
		Smilisca phaeota	Rana enmascarada	NA	LC	NE
	Leptodactylidae	*Engystomops pustulosus*	Túngara	NA	LC	NE
		Leptodactylus colombiensis	Rana	NA	LC	NR
		Leptodactylus fragilis	Rana	NA	LC	NE
		Leptodactylus fuscus	Rana	NA	LC	NE
Caudata	Plethodontidae	*Bolitoglossa ramosi**	Salamadra	NA	NT	NE
Gymnophiona	Caecilidae	*Caecilia thompsoni**	Culebra ciega	NA	LC	NR
Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus galeritus*	Camaleón, Lagarto jesucristo	NA	LC	NE
	Dactyloidae	*Anolis cf. granuliceps*	Lagartija	NA	LC	NE
		Anolis cf. maculiventris	Lagartija	NA	NE	NE

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categorías de amenaza		
				CITES	IUCN	MADS
		*Anolis anoriensis**	Lagartija	NA	LC	NE
		*Anolis antonii**	Lagartija	NA	NE	NE
	Gymnophthalmidae	*Anadia ocellata*	Lagartija	NA	LC	NE
		Cercosaura argulus	Lagartija	NA	LC	NE
		Pholidobolus vertebralis	Lagartija minadora	NA	LC	NE
	Teiidae	*Holcosus festivus*	Lobito	NA	LC	NE
	Boidae	*Boa constrictor*	Boa, Po	ApII	LC	NE
	Colubridae	*Atractus lasallei**	Tierrera	NA	LC	NE
		Chironius monticola	Juetiadora	NA	LC	NE
		Clelia equatoriana	Cazadora negra	NA	LC	NE
		Dendrophidion bivittatus	Loma machete	NA	LC	NE
		Erythrolamprus epinephelus	Falsa coral	NA	LC	NE
		Erythrolamprus mimus	Falsa coral	NA	LC	NE
		Leptodeira septentrionalis	Falsa mapaná	NA	LC	NE
		Leptophis ahaetulla	Lora	NA	LC	NE
		*Mastigodryas danieli**	Cazadora	NA	LC	NE
		Oxyrhopus petolarius	Falsa coral	NA	LC	NE
		Pliocercus euryzonus	Falsa coral rabo de ají	NA	LC	NE
		Sibon nebulatus	Caracolera	NA	LC	NE
	Elapidae	*Micrurus dumerilii*	Coral	NA	NE	NE
	Viperidae	*Bothrops asper*	Mapaná	NA	NE	NE

Convenciones: *Especie endémica. Categoría de Amenaza: Datos insuficientes (DD); Bajo riesgo (LC); No evaluado (NE); No aplica (NA); Apéndice II (Ap II); No listado (NL). Gremio Trófico (GT): Carnívoro (CRV); Insectívoro (INS); Omnívoro (OMV). Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)

El orden con mejor representación en la comunidad es el orden Squamata (Lagartos y serpientes) con un total de ocho familias y 24 especies (49 %), en donde la familia

Colubridae concentra la mayor riqueza con un total del 50 % (12 spp.) de las 24 especies registradas de reptiles para la zona (Figura 5-35). Los colúbridos exhiben una gran variedad de adaptaciones ecológicas que les ha permitido convertirse en la familia de serpientes más diversa y dominante a nivel mundial, nacional y regional (Vargas-Salinas, F., Muñoz-Avila, J.A. y Morales-Puentes, 2019); habitando diferentes tipos de hábitats tanto terrestres como acuáticos. La mayoría de sus especies son carnívoras y muy pocas consumen invertebrados, lo que las posiciona como excelentes controladores poblacionales en los diferentes niveles tróficos (Vargas-Salinas, F., Muñoz-Avila, J.A. y Morales-Puentes, 2019). Incluso, una de las especies registradas en el área de influencia indirecta (*Clelia equatoriana*), se alimenta de otras serpientes, entre las cuales se encuentran algunas víboras.

Las familias Dactyloidea y Gymnopthalmidae son las segundas con mayor representación (8,2 y 6,1 % respectivamente). Estas familias incluyen reptiles medianamente habituados a las áreas intervenidas y con requerimientos de hábitat muy variables. Las lagartijas del género *Anolis* (Dactyloidea) colonizan hábitats con mayor estructura vertical, lo que implica la oportunidad de acceder y explotar más recursos alimentarios en estratos diferentes al suelo. Por su parte, los gymnopthalmidos se caracterizan por ser reptiles con forrajeo activo y de hábitos arbóreos y terrestres (Suárez, A.M., y Alzate-Basto, 2014); (Vargas-Salinas, F., Muñoz-Avila, J.A. y Morales-Puentes, 2019).

Dentro del grupo de los anfibios, el orden Anura (ranas y sapos) estuvo representado por siete familias y 23 especies y los órdenes Caudata (Salamandras) y Gymnophiona (Cecilias) con una familia y una sola especie. De las siete familias de anuros, la familia Hylidae es quien presenta la mayor riqueza al contar con seis (12,2 % del total) de las 23 especies reportadas para este orden; seguida por las familias Craugastoridae y Leptodactylidae con cuatro especies cada una (8,2 %; Figura 5-35). Estas familias se encuentran entre las más diversas del planeta, gracias a su alta capacidad de ocupar una amplia gama de hábitats y por las particularidades de sus modos reproductivos, tales como ovoposiciones asociadas a cuerpos de agua, nidos de espuma y ranas de desarrollo directo (Vargas-Salinas, F., Muñoz-Avila, J.A. y Morales-Puentes, 2019); (Frost, 2020).

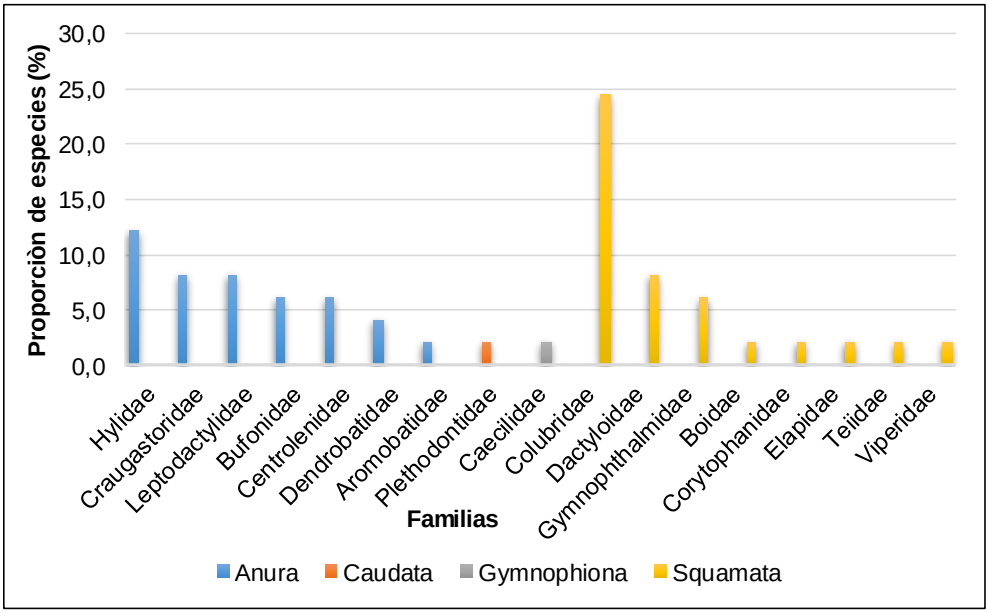


Figura 5-35. Representatividad de familias de anfibios y reptiles probables de ser detectadas en el área de influencia.

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) de las 49 especies reportadas, 19 anfibios y 20 reptiles se encuentran catalogados como especies de Preocupación menor (LC), tres como Casi Amenazada (NT), *Andinobates opisthomelas* como Vulnerable (VU) y la especie de sapito *Rhinella alata* como especie con datos insuficientes para su categorización (Tabla 5-54). La rana venenosa *A. opisthomelas* se encuentra amenazada, debido a que su área de ocurrencia es pequeña (< 20000km^2) y a la deforestación y degradación de su hábitat con fines agrícolas y ganaderos, a la quema de los terrenos para la adecuación de pastos o cultivos y por la fumigación de los cultivos lícitos e ilícitos (Suárez, A.M., y Alzate-Basto, 2014); (IUCN, 2020b). A nivel nacional, ninguna de las especies se encuentra evaluada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Resoluciones | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Respecto a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2019), en el Apéndice II se encuentran las especies *A. opisthomelas* y *Boa constrictor* por ser bastante apetecidas como mascotas. La inclusión de estas especies en este apéndice permite controlar las actividades extractivas y comerciales que deterioran su supervivencia en vida silvestre.

Dentro del área de influencia es posible registrar diez especies de anfibios y dos especies de reptiles endémicas para Colombia distribuyéndose desde los 50 hasta los 2.800 m.s.n.m (IUCN, 2020b); (Uetz, P., Freed, P., Hošek, 2019); (Frost, 2020). Adicionalmente, las especies *Anolis anoriensis* y *Atractus lasallei* presentan

endemismo para Antioquia entre los 1.300-2.300 m.s.n.m. (Arredondo, 2015); (Velasco, J. & Gutierrez, 2019).

5.2.10.1.3 Especies presentes en el área de influencia biótica

5.2.10.1.3.1 Composición de especies

En la Tabla 5-55 se muestran las especies de anfibios y reptiles detectadas en el área de influencia del proyecto. Además, se muestra para cada especie información relacionada con su clasificación taxonómica, estado de conservación, hábitats de ocupación, rango de distribución, número de individuos y gremio trófico.

En el área de influencia del proyecto se encontró una comunidad de anfibios y reptiles típica de los márgenes de quebradas y arroyos de coberturas vegetales secundarias y bosques, presentando todas hábitos comportamentales y reproductivos marcadamente divergentes. Como era de esperarse, los anfibios presentaron mayor riqueza de especies que los reptiles, exhibiendo el mismo patrón de composición taxonómica que se reporta actualmente para el territorio colombiano, además, los anfibios son más fáciles de detectar por las señales auditivas que producen durante las actividades de reproducción tanto en el día como en la noche y porque sus poblaciones son habitualmente más numerosas.

Durante los muestreos realizados en época lluviosa, se registraron un total de 54 individuos para anfibios y 14 para reptiles, teniendo en cuenta tanto detecciones directas (avistamientos) como indirectas (registros auditivos). En total, se registraron tres órdenes, 9 familias, 11 géneros y 12 especies clasificadas, de las cuales 10 hacen parte del grupo de los anfibios y dos del grupo de los reptiles (Tabla 5-55).

Durante los muestreos realizados en época seca, se registraron un total de 266 individuos para anfibios y 18 para reptiles, teniendo en cuenta tanto detecciones directas (166 avistamientos) como indirectas (118 registros auditivos). En total, se registraron dos órdenes, 12 familias, 17 géneros y 22 especies, de las cuales 14 hacen parte del grupo de los anfibios y ocho del grupo de los reptiles (Tabla 5-55). Los registros fueron identificados al máximo nivel de resolución taxonómica posible (especie), excepto para las especies *Anolis sp* y *Anolis cf. granuliceps* ya que, su registro se realizó por medio de foto identificación.

De las siete familias registradas del orden Anura (ranas y sapos), la familia Craugastoridae es quien presenta la mayor abundancia relativa (44,32% de los registros totales), seguida por las familias Centrolenidae (14,49%), Leptodactylidae (10,61%) e Hylidae (9,09 %). En cuanto a la riqueza de especies la familia Craugastoridae estuvo representada por cuatro especies (16,0%), mientras que las familias Hylidae y Leptodactylidae estuvieron representadas por tres especies (12,0% de las especies totales), seguidas por las familia Bufonidae y Dendrobatidae con dos especies (8,0%) y finalmente, las familias Aromobatidae y Centrolenidae con una sola especie (4,0%; Figura 5-36).

Las familias Craugastoridae, Leptodactylidae e Hylidae conforman unos de los grupos de vertebrados terrestres más diversos a nivel mundial, gracias a su capacidad de ocupar diversos tipos de ambientes (desde tierras bajas hasta ecosistemas altoandinos) y por las particularidades de sus modos reproductivos, tales como ranas de desarrollo directo, nidos de espuma y ovoposiciones asociadas a cuerpos de agua (Vargas-Salinas, F., Muñoz-Avila, J.A. y Morales-Puentes, 2019); (Frost, 2020).

Del orden Caudata se presentó solo la familia Plethodontidae reflejando una abundancia relativa del 0,57% representada en dos individuos y una riqueza del 4,0% reflejada en solo una especie (*Bolitoglossa ramosi* - Salamandra) del total de especies encontradas.

Por otro lado, de las cinco familias registradas para el orden Squamata (lagartos y serpientes), la familia Corytophanidae es quien presenta la mayor abundancia relativa (17 individuos de la especie *Basiliscus galeritus*, representando el 4,83% de los registros) y las familias Dactyloidea y Gymnophthalmidae presentan las mayores riquezas de especies (8%) al contar cada una, con dos de las ocho especies registradas para los escamados (Figura 5-36). La presencia de cuerpos de agua a lo largo de las coberturas boscosas favoreció la ocurrencia del lagarto Jesucristo (*B. galeritus*), especie diurna que se encuentra preferencialmente cerca o en cuerpos de agua, por ser una vía de escape u obtención de alimento (Hernández-Córdoba, Ó. D., Agudelo-Valderrama, O. L., & Ospina-Fajardo, 2012). Por su parte, las familias Dactyloidea y Gymnophthalmidae incluyen reptiles con requerimientos de hábitat muy variables, capaces de ocupar diferentes tipos de hábitats y estratos (Vargas-Salinas, F., Muñoz-Avila, J.A. y Morales-Puentes, 2019).

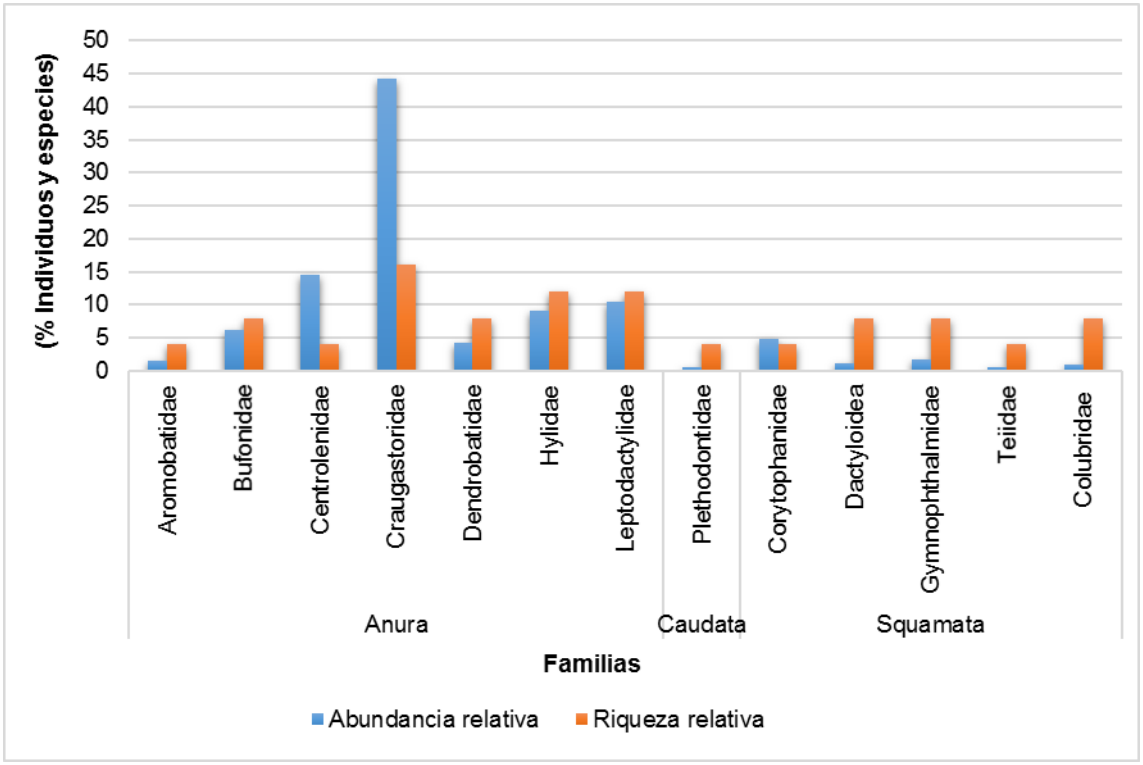


Figura 5-36. Representatividad de familias de anfibios y reptiles detectadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

Tabla 5-55. Especies de anfibios y reptiles detectadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

Orden	Familia	Especie	Nombre comun	Categorías de Amenaza			Temporada lluviosa (2015)			Temporada seca (2019)			Tipo de registro	End.	Altitud	Gremio
				CITES	IUCN	MADS	BQ	VS	TA	BQ	VS	TA				
Anura	Aromobatidae	*Rheobates palmatus*	Rana cohete	NR	LC	NE			1	2	2		V	x	350-2520	INS
	Bufonidae	*Rhinella alata*	Sapito	NR	DD	NE			1	10	7		A / V		10-1500	INS
		Rhinella horribilis	Sapo común	NR	NE	NE						4	V		0-2400	OMV
	Centrolenidae	*Espadarana prosoblepon*	Rana de cristal	NR	LC	NE	11	3	12	1	24		A / V		0-1960	INS
	Craugastoridae	*Craugastor metriosistus*	Rana de hojarasca	NR	LC	NE			1	8	10	16	A / V	x	0-1500	INS
		Pristimantis penelopus	Rana de lluvia	NA	LC	NE		2	2				V	x		INS
		Pristimantis taeniatus	Rana	NR	LC	NE				16	52	7	A / V		80-2200	INS
		Pristimantis viejas	Rana	NR	LC	NE	3	3	8	19	9		A / V	x	600-1800	INS
	Dendrobatidae	*Andinobates opisthomelas*	Rana venenosa	APII	VU	NE	1						V	x		INS
		Leucostethus cf. *jota*	Rana venenosa	NR	NE	NE				6	8		A / V	x	1158–1514	INS
	Hylidae	*Hyloscirtus palmeri*	Rana	NR	LC	NE		1	1		14		A / V		100-2080	INS
		Scinax rostratus	Rana	NR	LC	NE						4	A / V		0-1400	INS
		Smilisca phaeota	Rana enmascarada	NR	LC	NE	2					10	A / V		0-1600	OMV
	Leptodactylidae	*Leptodactylus colombiensis*	Rana	NR	LC	NE						18	A / V		180-1800	INS
		Leptodactylus fragilis	Rana	NR	LC	NE						9	A / V		0-1300	INS

Orden	Familia	Especie	Nombre comun	Categorías de Amenaza			Temporada lluviosa (2015)			Temporada seca (2019)			Tipo de registro	End.	Altitud	Gremio
				CITES	IUCN	MADS	BQ	VS	TA	BQ	VS	TA				
		Leptodactylus fuscus	Rana	NR	LC	NE						10	A / V		0-1650	INS
Caudata	Plethodontidae	*Bolitoglossa ramosi*	Salamandra	NA	LC	NE	1	1					V	x	1200-2000	INS
Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus galeritus*	Camaleón, Lagarto jesucristo	NR	LC	NE	5	1	6		2	3	V		0-1600	OMV
	Dactyloidea	*Anolis* cf. *granuliceps*	Lagartija	NR	LC	NE				2		1	V		0-1500	INS
		Anolis sp.	Lagartija	NA	NA	NA				1			V		0-1500	INS
	Gymnophthalmidae	*Anadia ocellata*	Lagartija	NR	LC	NE					1		V		300-1500	INS
		Cercosaura argulus	Lagartija	NR	LC	NE			2		1	2	V		0-2160	INS
	Teiidae	*Holcosus festivus*	Lobito	NR	LC	NE				1	1		V		0-1450	INS
	Colubridae	*Atractus lasallei*	Tierrera	NR	LC	NE					1		V	x	150-2300	INS
		Leptodeira septentrionalis	Falsa mapaná	NR	LC	NE						2	V		0-2300	CRV

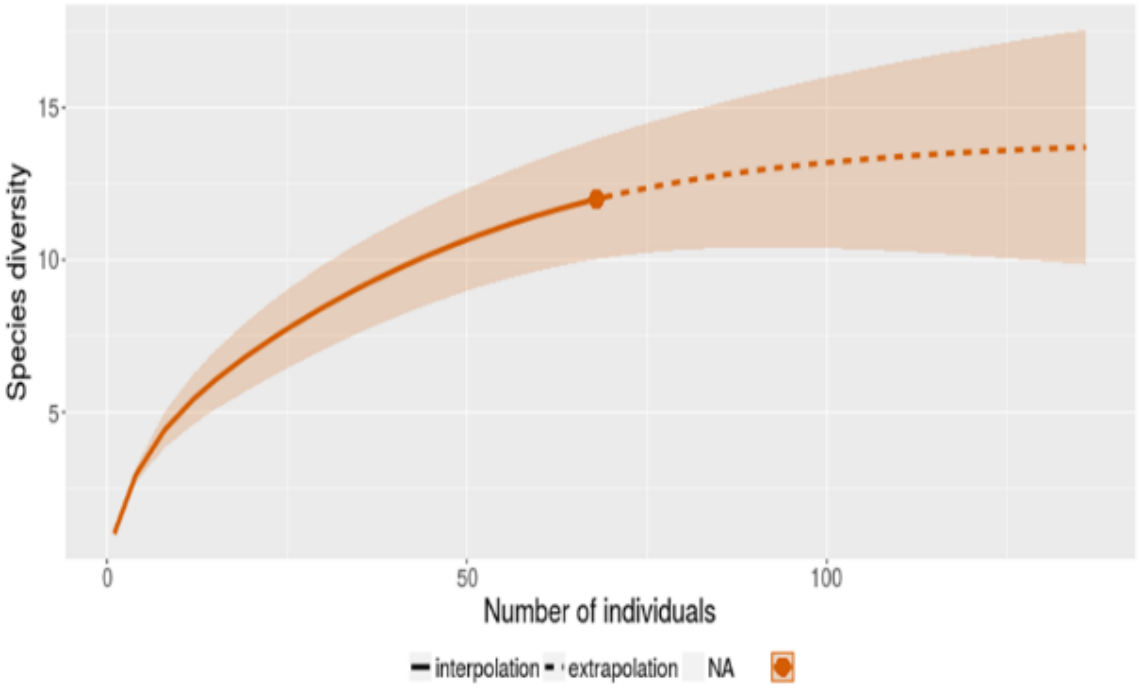
CONVENCIONES: **Categorías de amenaza**: Datos deficientes (DD); Preocupación menor (LC); No aplica (NA); No evaluado (NE); No reporta (NR)
Coberturas vegetales: Bosques (B); Territorios agrícolas (TA); Vegetación secundaria o en transición (VST)
Tipo de registro (**TR**): Auditivo: (A), Visual (V)
Endemico (END)
Gremio Trófico (**GT**): Carnívoro (CRV): Insectívoro (INS); Omnívoro (OMV)

5.2.10.1.3.2 Curvas de acumulación de especies

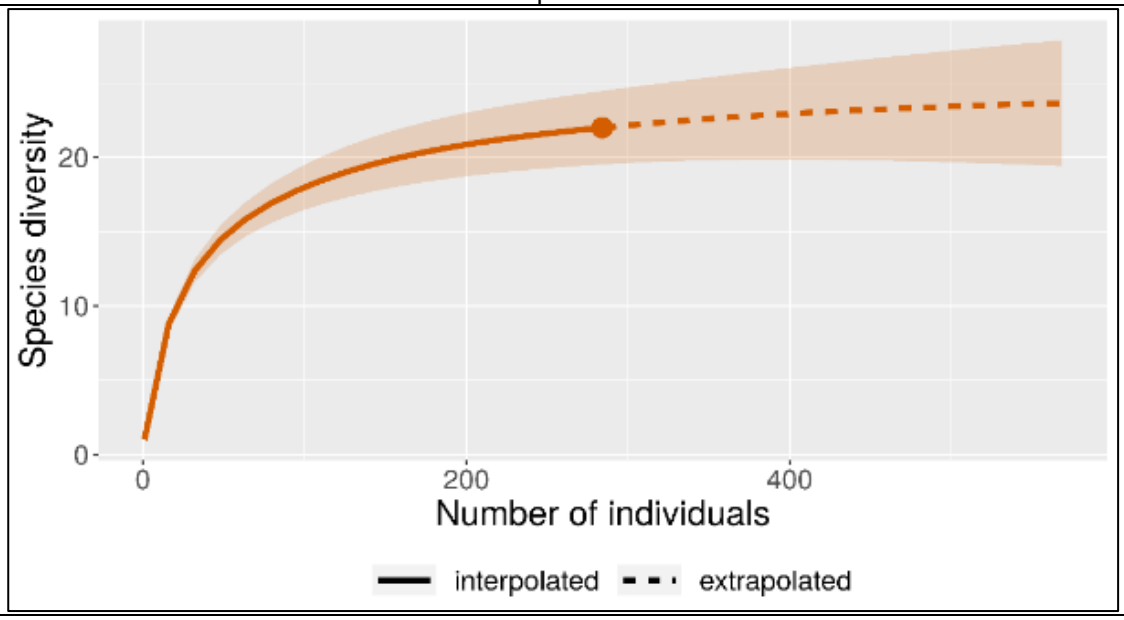
Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, en este caso, de acuerdo con el incremento en el número de individuos (Villareal et al., 2004). Esta metodología es muy útil dada la imposibilidad de lograr un inventario total de las especies presentes en una comunidad (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003). Dado lo anterior, la representatividad del muestreo se calculó teniendo en cuenta para la temporada invernal un total de 12 especies que agrupan 68 individuos y para la temporada seca un total de 22 especies distribuidas en 284 individuos y/o registros, analizados por medio del software online iNEXT (Chao et al., 2016).

Para la temporada de lluvias, la curva de acumulación describe un incremento parabólico (línea continua) del número de especies a lo largo de toda la detección de individuos durante el muestreo, mostrando que con un máximo de 8 individuos se incrementa la biodiversidad entre una a tres especies y que logra adoptar una tendencia asintótica únicamente cerca del tamaño de muestra de referencia (punto sólido) en donde para aportar la misma cantidad de especies se aumenta el esfuerzo de muestreo hasta un máximo de 15 individuos (Figura 5-37). Posteriormente, se estima el número de especies faltantes en el muestreo extrapolando el número de Hills de orden 0, es decir, la riqueza total de especies, utilizando un apropiado estimador asintótico de la riqueza de especies como lo es Chao 1 (línea punteada), el cual demuestra, que si se duplica el esfuerzo de muestreo desde 100% (n = 68) hasta 200% (n = 136), solo se podría lograr un incremento de 2 especies aproximadamente (Figura 5-37a).

Para el área de influencia del proyecto durante la temporada seca, la curva de acumulación de especies presenta un comportamiento asintótico. Se puede observar como a la mitad del muestreo (142 individuos registrados) se reportaba el 88,8 % de las especies y con tan solo 32 individuos muestreados ya se tenía una riqueza de 12 especies (>50%, Figura 5-37b). Este análisis basado en la interpolación y extrapolación de los registros arrojó un índice de completitud del muestreo del 98,9 % debido a que se observaron 22 especies de 23 spp esperadas en el sitio (Línea punteada). Este rango de encuentro calculado a partir de los números de Hills (extrapolación de la curva) demuestra, que si se duplica el esfuerzo de muestreo desde 100% (n = 284) hasta 200% (n = 568), se podría lograr un incremento de tan solo una especie aproximadamente.



a. Temporada de lluvias

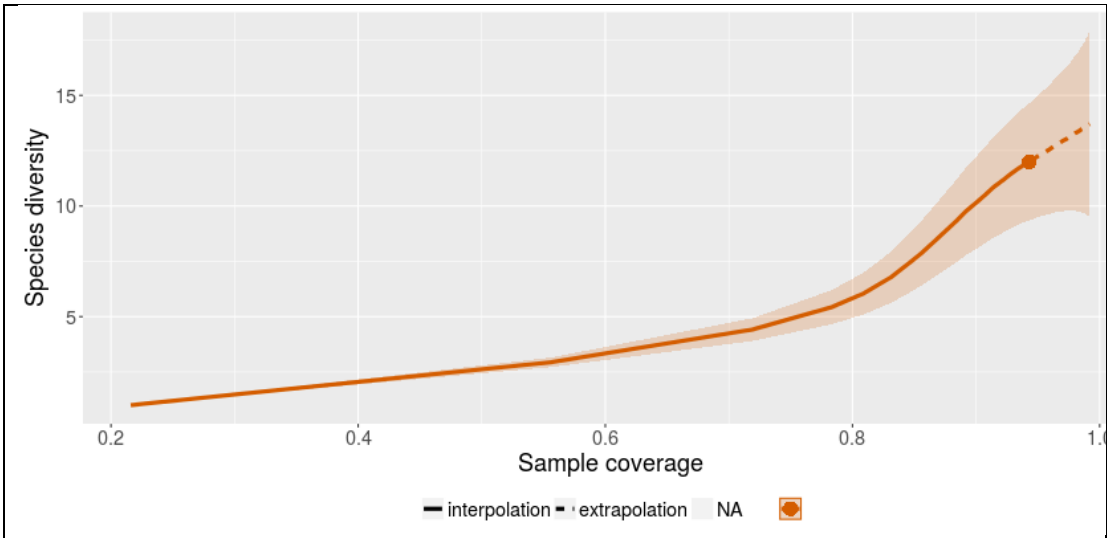


b. Temporada seca

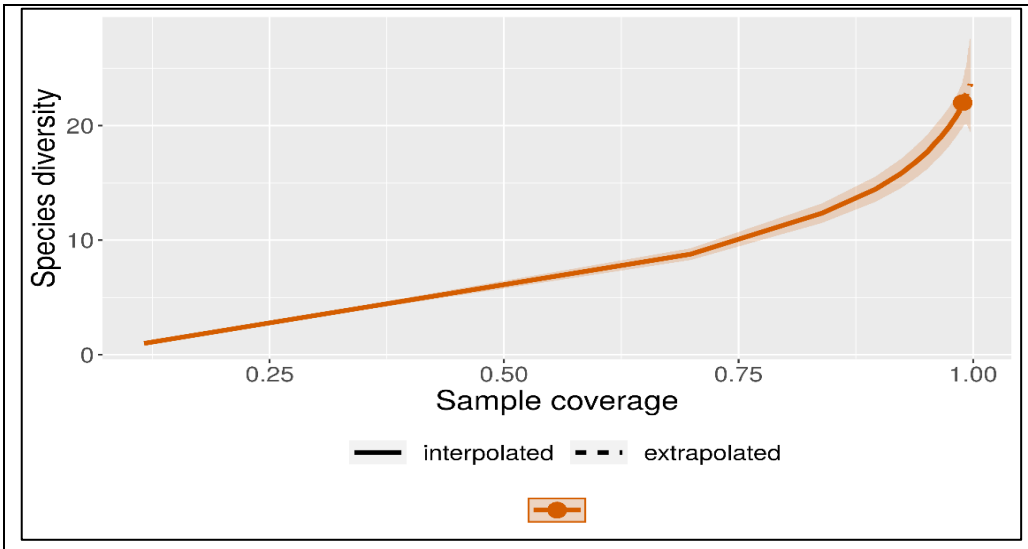
Figura 5-37. Curva de acumulación (riqueza de especies) basada en el tamaño de la muestra para la comunidad de anfibios y reptiles identificada en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

Para determinar la representatividad del muestreo, se realizó una curva de cobertura de muestreo, la cual refleja la completitud de la muestra con respecto al tamaño de la comunidad y a su vez permite corregir sesgos de metodologías tradicionales como las curvas de acumulación o rarefacción de especies que comparan la riqueza de especies entre sitios que no son similares, o que el esfuerzo de muestreo no es el mismo (Rodriguez-Cardozo, N.R., Arriaga-Villegas, N.C., y Díaz-Ricaurte, 2016).

Así, para la temporada de lluvias cuando el tamaño de muestra de referencia (n = 68) se lleva al doble de su tamaño (n = 136), es decir, cuando se duplica el esfuerzo de muestreo, la riqueza de especies se incrementa únicamente desde 12 a 14 especies aproximadamente, logrando aumentar la completitud del muestreo desde 94,29% hasta aproximadamente 99%(Figura 5-38a); mientras que para la temporada seca al extrapolar el tamaño de la muestra de referencia (n= 284 individuos) hasta el doble (n= 568), solo se sumaría una especie más, al pasar de 22 a 23 especies, lo que nos indica que los muestreos realizados en el área de influencia alcanzaron una eficiencia del 98,9% (Figura 5-38b). Esta alta representatividad en ambas temporadas de muestreo puede explicarse por la alta y variable oferta de recursos que ofrecen los diferentes tipos de coberturas, traduciéndose en una mayor disponibilidad de agua (arroyos, quebradas y estanques efímeros y/o permanentes) y mayor cobertura forestal que favorecen la supervivencia de los anfibios y reptiles, al proveer más microhábitats para refugio, reproducción y forrajeo.



a.Temporada de lluvias



b. Temporada seca

Figura 5-38. Curva de cobertura del muestreo de la diversidad de especies de anfibios y reptiles del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III, basada en la completitud del muestreo.

Así mismo, para la época de verano, se comparó la riqueza y representatividad del muestreo entre las tres coberturas teniendo en cuenta 66 individuos y 10 especies para los Bosques (B), 86 individuos y 12 especies para Territorios agrícolas (TA) y 132 individuos y 13 especies para Vegetación secundaria o en transición (Vst). Este análisis permite comparar la diversidad de especies entre hábitats al estandarizar por cobertura de muestreo, lo cual corrige sesgos existentes en comparaciones similares cuando se ha estandarizado por tamaño de muestra.

El sitio con la mayor cobertura de muestreo fue Territorios agrícolas (98,9 %), mientras que la Vegetación secundaria y/o en transición (97%) y el Bosque (95,6 %) obtuvo una menor cobertura. Aunque el número de especies de los tres sitios difiere tan solo por una o dos especies entre sí, tanto para Bosques como para Vegetación secundaria o en transición, a la mitad del muestreo (33 y 66 individuos registrados) se reportaba el 80 % de las especies y con tan solo 10-15 individuos muestreados ya se tenía una riqueza del 50 % (cinco especies y seis especies respectivamente). Sin embargo, la diferencia no es significativa con respecto a Territorios agrícolas en donde se reportó el 89,6 % de las especies a la mitad del muestreo (43 individuos) y con tan solo diez individuos se logró reportar el 50 % de las especies (seis especies; Figura 5-39).

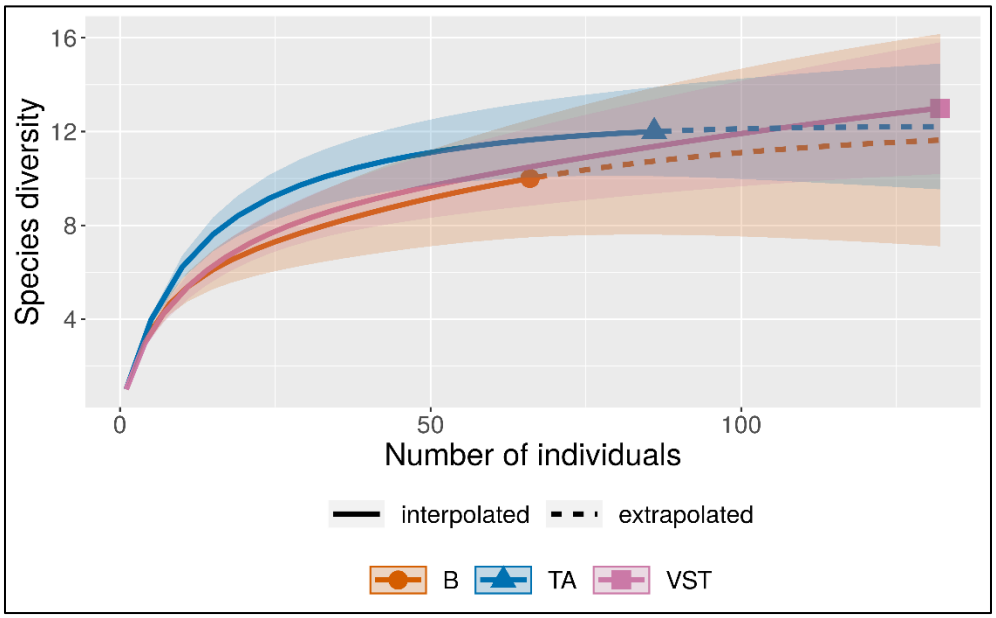


Figura 5-39 Curva de acumulación (riqueza de especies) para cada una de las tres coberturas caracterizadas, basada en el tamaño de la muestra para la comunidad de anfibios y reptiles identificada en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. Convenciones: Bosques (B), Territorios agrícolas (TA) y Vegetación secundaria o en transición (Vst).

Respecto a la completitud del muestreo, se evidencia que los muestreos realizados en las diferentes coberturas presentes en el área de influencia se pueden considerar como efectivos, registrando un alto porcentaje de la diversidad potencial presente en el área (eficiencias de muestreo superiores al 95%). Además, la gráfica muestra una cobertura del 98,9% para los Territorios agrícolas, es decir, que esta comunidad de herpetofauna fue completamente muestreada (número de especies registradas igual al número de especies esperadas). Al extrapolar y duplicar el número de individuos registrados para los Bosques (n=132) y la Vegetación secundaria o en transición (n=264), se logaría un incremento de tan solo una o dos especies (Figura 5-40).

La alta riqueza registrada en estas coberturas está estrechamente ligada a las características abióticas y bióticas propias de cada una. La presencia de cuerpos de agua (pequeños arroyos, quebradas y estanques efímeros y/o permanentes) rodeados por buena vegetación, favorecen la supervivencia de este grupo faunístico, al proveer más microhábitats para refugio, reproducción y forrajeo

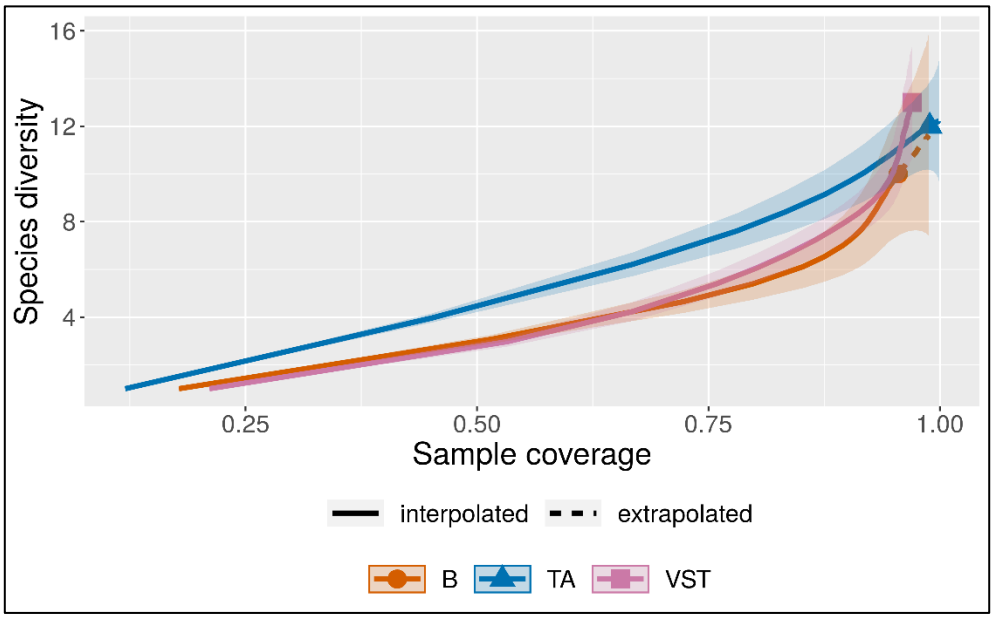


Figura 5-40. Curva de cobertura del muestreo de la diversidad de especies de anfibios y reptiles en las tres coberturas vegetales caracterizadas, basada en la exhaustividad del muestreo del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III. Convenciones: Bosques (B), Territorios agrícolas (TA) y Vegetación secundaria o en transición (Vst).

5.2.10.1.3.3 Diversidad alfa

Durante el muestreo realizado en época de lluvias, de acuerdo con los índices de diversidad alfa, los territorios agrícolas (TA) es el grupo de coberturas vegetales más diverso, tanto en estructura de la comunidad como en riqueza de especies. Es evidente que los TA presentan un valor intermedio de dominancia de Simspon dentro de la comunidad, pudiéndola hacer menos diversa por presentar una mayor cantidad de poblaciones dominantes por sus abundancias poblacionales, sin embargo, la diferencia no es significativa con respecto a la VST dado que los valores estimados son notablemente similares. La VST por su parte presentó mayor diversidad que los BQ, no por contener una mayor cantidad de especies, ya que en ambas se detectaron 6, sino por presentar una comunidad más equitativa y menos dominante en la distribución de los individuos entre las especies (Tabla 5-56).

Durante la temporada seca, los índices de diversidad alfa estimados fueron similares para las tres coberturas muestreadas (Tabla 5-56), indicando una diversidad relativamente alta y homogénea de anfibios y reptiles a lo largo del área de influencia. Aunque, la cobertura de Vegetación secundaria o en transición reporta una mayor riqueza de especies (13 spp), se observa una mayor diversidad en los Territorios agrícolas, con una comunidad que cuenta con una mayor uniformidad en las abundancias y con pocas especies dominantes. La leve diferencia entre los índices se debe al número de registros totales en cada cobertura y a la presencia de especies dominantes, en donde el 68% de los datos de las coberturas boscosas (B y VST),

estuvieron contenidos en tan solo tres especies, contrario a la cobertura de Territorios agrícolas en donde la distribución de las abundancias fue más homogénea.

Esta alta diversidad puede deberse a las particularidades ecosistémicas de cada sitio, en términos de disponibilidad de agua y cobertura vegetal, lo que se traduce en una mayor oferta de sitios idóneos para refugio, forrajeo y reproducción de las comunidades de anfibios y reptiles presentes en cada una de las coberturas. Además, estas óptimas condiciones, generan que cada ensamblaje esté conformado principalmente por especies especialistas de hábitat y pocas especies generalistas.

Tabla 5-56. Índices de diversidad alfa estimados para la comunidad de anfibios y reptiles en las diferentes coberturas vegetales caracterizadas dentro del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

Coberturas vegetales	Temporada de lluvias (2015)			Temporada seca (2020)		
	B	TA	VST	B	TA	VST
Medición de la riqueza específica						
Riqueza específica	6	9	6	10	12	13
Número de individuos	23	34	11	66	86	132
Índice de diversidad de Margalef (DM)	1.595	2.269	2.085	2,148	2,469	2,458
Medición de la estructura de la comunidad						
Índice de dominancia de Simpson (1-D)	0.3043	0.2215	0.2066	0,810	0,870	0,783
Índice de equidad de Shannon-Wiener (H')	1.435	1.762	1.673	1,864	2,21	1,894

Convenciones: BQ bosques, VST: vegetación secundaria o en transición, TA: territorios agrícolas

5.2.10.1.3.4 Abundancias relativas

En ambas temporadas de muestreo, la comunidad de anfibios y reptiles detectada en el área de influencia se encontró dominada notablemente por el orden Anura. Durante la temporada de lluvia, las ranas *Espadarana prosoblepon*, *Pristimantis viejas* y *P. penelopus* y como excepción el lagarto *Basiliscus galeritus*, se destacaron como las especies más dominantes por presentar las mayores abundancias poblacionales del muestreo que fueron 26, 14, 4 y 12 individuos, respectivamente (Figura 5-42).

Particularmente, *E. prosoblepon* aunque habita estrictamente en bordes de quebradas y arroyos por la notable dependencia de sus larvas a ecosistemas lóticos, es una de las especies más tolerantes a la perturbación del hábitat de la familia Centrolenidae, además, los individuos de esta especie permiten que sean identificados tanto por detección visual como auditiva. Así mismo, las especies *P. penelopus* y *B. galeritus* mantienen elevadas abundancias poblacionales en los bordes de quebradas y arroyos en donde desarrollan sus comportamientos sociales, además, *B. galeritus* utiliza la superficie del agua como ruta de escape durante eventos de depredación. Por su parte, *P. viejas* presenta una notable tolerancia a las perturbaciones de origen antrópico tanto en bordes de quebradas como en tierra firme, lo que explica su destacada abundancia poblacional.

De otro lado, el 50% de las especies (S = 6) (desde el tercer hasta el octavo punto de la Figura 5 2) presentaron abundancias poblacionales comunes que comprenden un rango desde 2 hasta 12 individuos por especie. Esta agrupación incluye nuevamente las poblaciones de las especies *P. penelopus* y *B. galeritus*, dado que presentan abundancias similares a las poblaciones más equitativas de la comunidad. Esto supone un estado de transición y una diferencia no significativa entre las condiciones de comunes y dominantes. Finalmente, el 33.33% de las especies (S = 4) (Figura 5-42) presentaron condición de raras dentro del muestreo por estar representadas únicamente por un individuo cada una. Estas especies pueden deber su condición a comportamientos de desplazamiento local que las hacen especies satélites de una comunidad o a que son especies residentes con bajos parámetros demográficos.

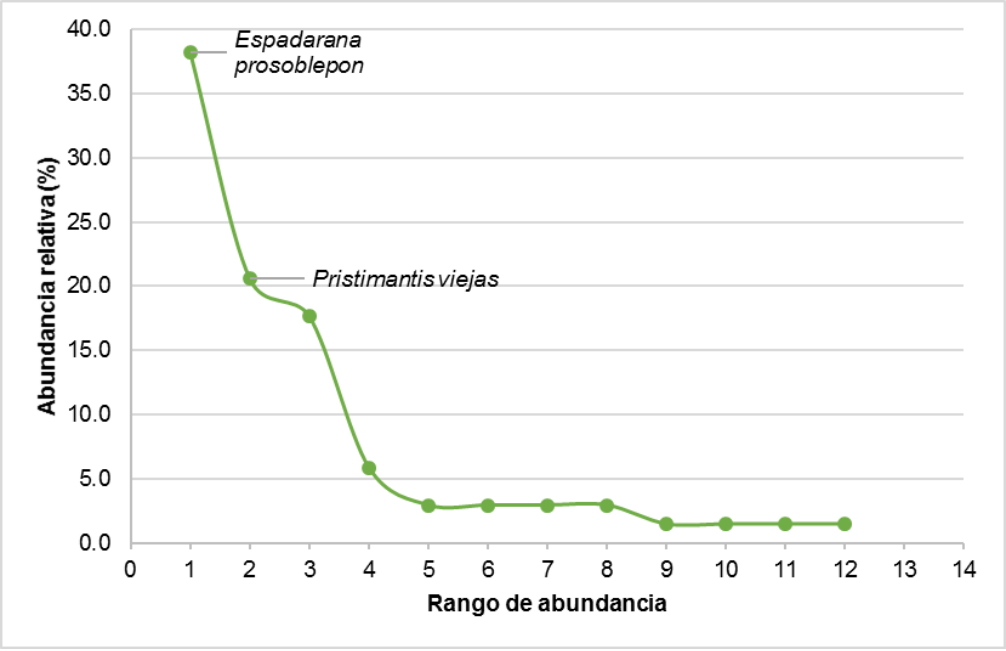


Figura 5-41. Abundancias relativas de las especies de anfibios y reptiles detectadas en el área de influencia durante la temporada de lluvias.

Durante la temporada seca, las especies con mayor abundancia registradas en la fase de campo fueron: *Pristimantis taeniatus* (75 individuos; 26,4 %), *Craugastor metriosistus* (34 individuos; 12 %), *Pristimantis viejas* (28 individuos; 9,9%), y *Espadarana prosoblepon* (25 individuos; 8,8 %; Figura 5-42). En general, muchos individuos aportantes a las abundancias de estas especies de ranas fueron machos cantores. Las especies *P. taenatius* y *C. metriosistus* son especies que se pueden encontrar en diferentes tipos de hábitats que varían desde zonas abiertas (i.e. potreros y cultivos) hasta al interior o bordes de bosque, siendo más frecuentes a lo largo de quebradas (Suárez, A.M., y Alzate-Basto, 2014); (Ospina-Sarria, J.J., Angarita-Sierra, T., y Pedroza-Banda, 2015). Por su parte, *P. viejas* y *E. prosoblepon*, habitan en la vegetación arbustiva presente en las orillas o cerca de cuerpos de agua, como pequeñas arroyos y quebradas encontradas al interior de los bosques (Suárez, A.M., y Alzate-Basto, 2014); (Basto-Riascos et al., 2017).

Adicionalmente, solo las especies de lagartos *Anolis sp.; Anadia ocellata* y la serpiente *Atractus lasallei* contaron con un solo registro durante todo el muestreo. Generalmente, la detectabilidad y abundancias de los anfibios y reptiles suelen ser bajas debido a sus requerimientos ecológicos, fisiológicos, reproductivos y comportamentales (e.j. especies fosoriales y semifosoriales de difícil detección). Sin embargo, muchas especies de ranas y sapos suelen vocalizar activamente en determinadas horas del día, posibilitando un mejor registro y ubicación de los individuos (Vargas-Salinas, F., Muñoz-Avila, J.A. y Morales-Puentes, 2019).

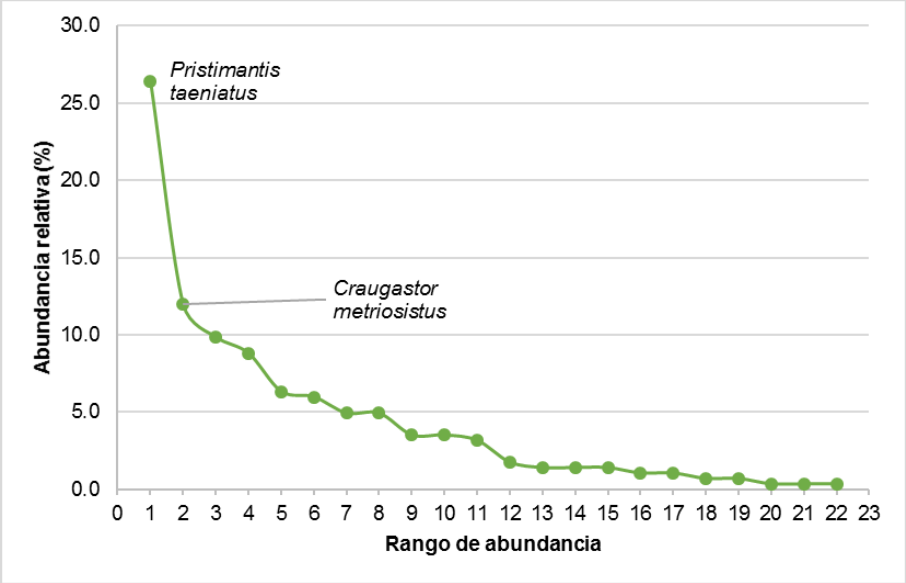


Figura 5-42. Abundancias relativas de las especies de anfibios y reptiles detectadas en el área de influencia

5.2.10.1.3.5 Diversidad beta

La diversidad beta mide el recambio entre las especies presentes en las diferentes coberturas, en donde, aumenta con especies únicas para cada sitio y disminuye con especies generalistas compartidas entre sitios (Vargas-Salinas, F., Muñoz-Avila, J.A. y Morales-Puentes, 2019). Estas comparaciones son útiles cuando se pretende definir áreas de interés para la conservación, ya que permiten identificar los ecosistemas que contengan el mayor número de especies, teniendo en cuenta el grado de disimilitud en términos de biodiversidad de los mismos.

De acuerdo con el coeficiente de similitud de Jaccard, durante el muestreo realizado en la temporada de lluvias, la vegetación secundaria o en transición (VST) y los Bosques son los grupos de coberturas vegetales más similares en términos de biodiversidad de anfibios y reptiles en el área de influencia, ya que comparten el 50% de las especies. De otro lado los territorios agrícolas comparten con estas dos un 38% de similaridad de especies. La similaridad de la biodiversidad entre estas comunidades depende principalmente del factor antrópico que perturba y modifica las condiciones naturales de estos grupos de coberturas, dando lugar a la permanencia de algunas especies facultativas en el uso del hábitat fundamentalmente en la VST, pero sobre todo, da lugar a la ocupación del espacio por especies notablemente generalistas en cuanto a las condiciones de nicho que requieren, especialmente en los TA (Figura 5-43).

La capacidad de resiliencia de la VST frente al mantenimiento de ciertas especies sensibles a la perturbación del hábitat determina su marcada cercanía con la biodiversidad de anfibios y reptiles de los Bosques (B). Finalmente, las notables diferencias estructurales y la gran variación en los diferentes requerimientos de nicho que ofrecen para la ocupación del espacio hacen de los B y los TA, los grupos de coberturas vegetales más disimiles en términos de biodiversidad de anfibios y reptiles detectados en el área de influencia, al compartir únicamente 3 (30%) de las 12 especies registradas a lo largo de todo el muestreo (Figura 5-43).

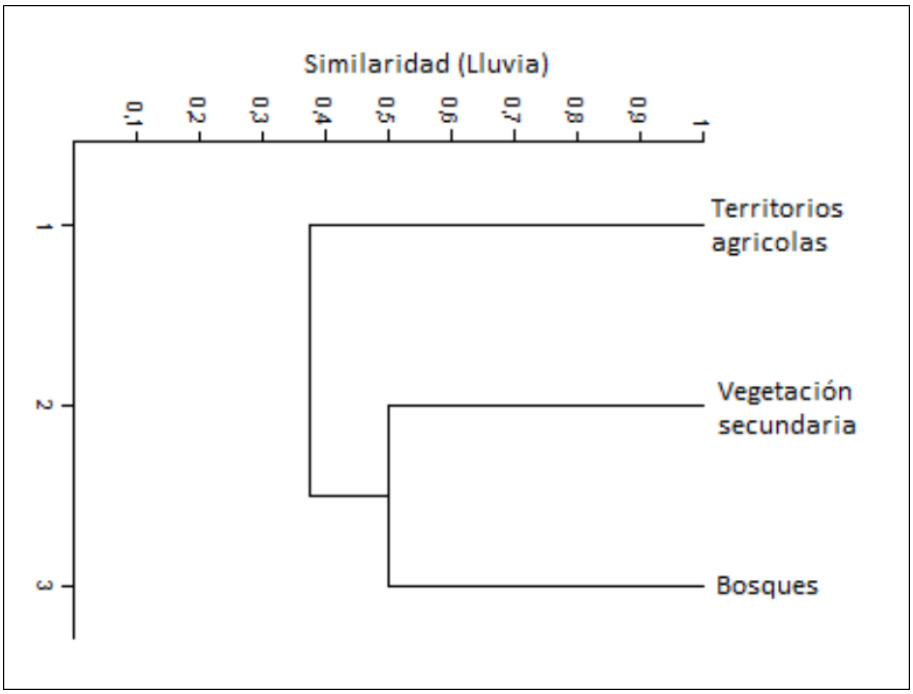


Figura 5-43. Dendrograma de similitud de Jaccard para el ensamble de anfibios y reptiles en los tres grupos de coberturas vegetales muestreadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante la temporada de lluvias

Para la temporada seca, las coberturas con mayor similaridad en términos de biodiversidad de anfibios y reptiles en el área de influencia fueron Bosques (B) y Vegetación secundaria o en transición (VST) con un 53,3% de especies compartidas, seguidos por Vst y Territorios agrícolas (TA) con un 19,0% y el menor valor de similitud fue entre (B) y (TA) con un 15,8 % (Figura 5-44).

Solo dos de las 22 especies registradas usaron los tres tipos de cobertura y nueve se compartieron entre pares de coberturas, incluyendo las especies más abundantes del muestreo (*Pristimantis taeniatus* y *Craugastor metriosistus*). Adicionalmente, seis de estas nueve especies estuvieron presentes solamente en las coberturas boscosas (B y VST) y siete de las 22 especies se registraron únicamente en los territorios agrícolas (TA). Estas asociaciones entre las coberturas de Bosques y Vegetación secundaria o en transición, se debe a la similitud en características bióticas y abióticas (humedad y de microhábitat) que permiten su colonización por especies con requerimientos ecológicos similares. Contrario a la cobertura de Territorios agrícolas donde se observa una mayor intervención de los espacios naturales.

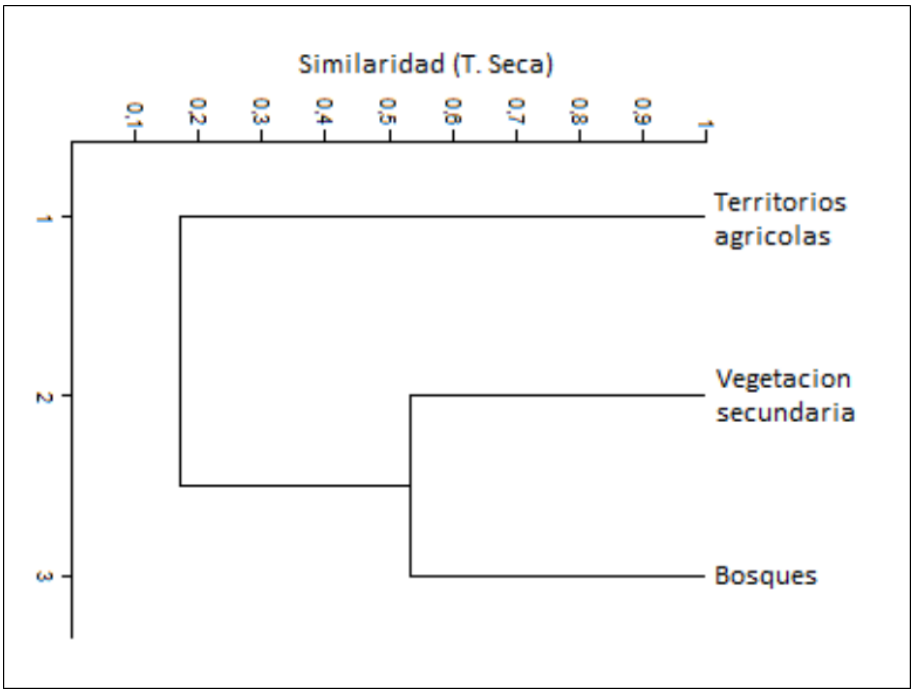


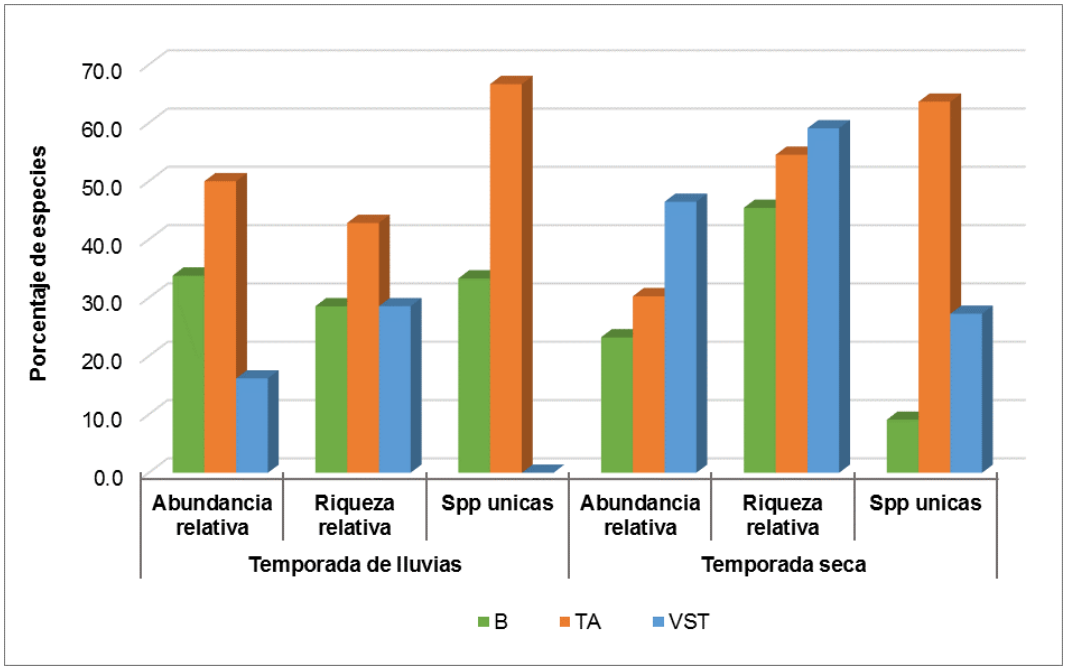
Figura 5-44. Dendrograma de similitud de Jaccard para el ensamble de anfibios y reptiles en los tres grupos de coberturas vegetales muestreadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante la temporada seca

5.2.10.1.3.6 Diversidad taxonómica por hábitat

En términos de abundancia (número de individuos), durante el muestreo en la temporada de lluvias, la cobertura de territorios agrícolas (TA), fue donde se registró la mayor abundancia de individuos, con un total del 50,0% de los registros (34 individuos), seguido por los Bosques (B) con un 33,8% de representatividad (23 individuos) y la finalmente Vegetación secundaria o en transición (VST) con un 16,2% y (11 individuos; Figura 5-45). Durante el muestreo en la temporada seca, la Vegetación secundaria o en transición (VST), fue donde se registró la mayor abundancia de individuos, con un total del 46,5% de los registros (132 individuos), seguido por los Territorios agrícolas (TA) con un 30,3% (86 individuos) y finalmente los Bosques (B) con un 23,2% de representatividad (66 individuos; Figura 5-45).

En términos de riqueza específica, durante el muestreo de la temporada de lluvias, los territorios agrícolas (TA) es el grupo de coberturas vegetales que presentó el mayor número de especies de anfibios y reptiles con un 42,86% de representatividad (9 especies), mientras que la vegetación secundaria o en transición (VST) y los bosques (B) presentaron ambos un 28,57% (6 especies cada una) (Figura 5-45), coincidiendo con lo estimado por los índices de diversidad alfa. Como se mencionó anteriormente, la amplia oferta de recursos de los TA provenientes de cultivos, áreas abiertas y espacios naturales, intervienen profusamente en el uso del hábitat de especies de anfibios y reptiles con diferentes niveles de requerimientos de nicho.

Durante el muestreo en temporada seca, el número de especies que conforman la comunidad de anfibios y reptiles presentes en el área de influencia fueron muy homogéneos entre coberturas, al registrarse diez especies en B (45,5 %), 12 en TA (54,5 %) y 13 en VST (59,1 %; Figura 5-45); coincidiendo con lo estimado por los índices de diversidad alfa. Esta alta abundancia y riqueza equiparable entre las tres coberturas puede deberse a la presencia de una alta heterogeneidad ambiental e indirectamente un mayor aporte de hojarasca en el suelo, lo que en conjunto ofrece mayor número de microhábitats para alimento, refugio y reproducción (Rojas-Murcia, L.E., Carvajal-Cogollo, J.E., y Cabrejo-Bello, 2016); (Vargas-Salinas, F., Muñoz-Avila, J.A. y Morales-Puentes, 2019).



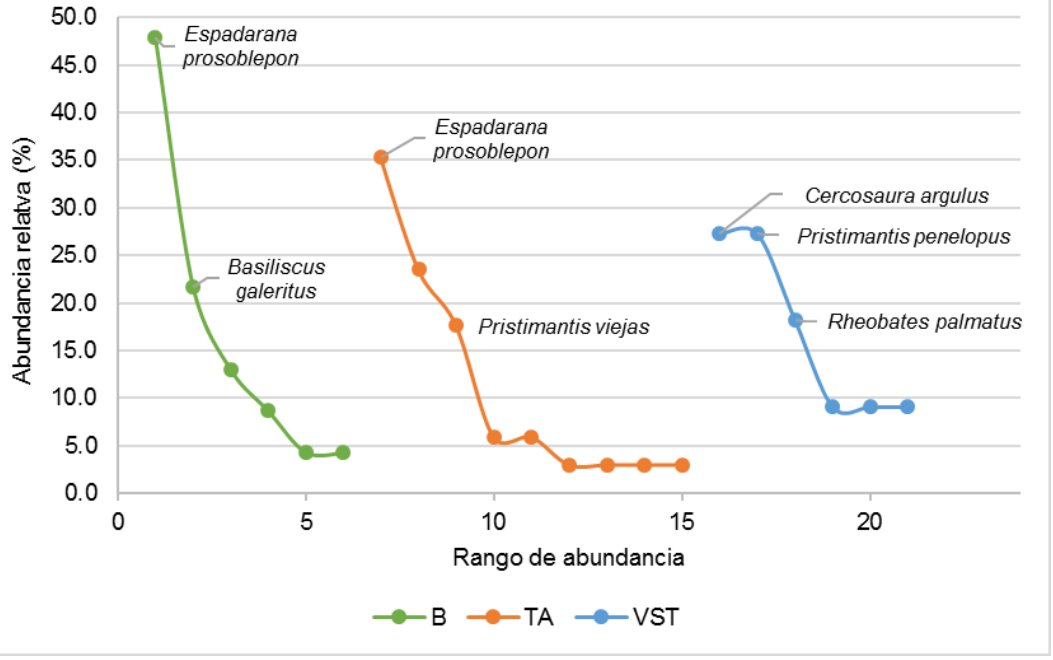
Convenciones: Bosques (B), Territorios agrícolas (TA) y Vegetación secundaria y/o en transición (VST).

Figura 5-45. Representatividad de la comunidad de anfibios y reptiles registrada en las diferentes coberturas vegetales en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

Durante el muestreo en temporada de lluvias las especies comunes a los tres tipos de coberturas fueron *Espadarana prosoblepon*, *Pristimantis viejas* y *Basiliscus galeritus* representando el 76,47% del total de los individuos colectados en dicha temporada; mientras que para el muestreo en época de lluvias las especies comunes a las tres coberturas fueron *Pristimantis taeniatus* y *Craugastor metriosistus* fueron las únicas especies registradas en los tres tipos de cobertura representando el 38,38% del total de los individuos colectados.

Con respecto a la distribución de las abundancias, durante la temporada de lluvias se encontró en general una baja cantidad de individuos donde en los bosques y los territorios agrícolas las especies con más de ocho individuos representaron el 47,8 y

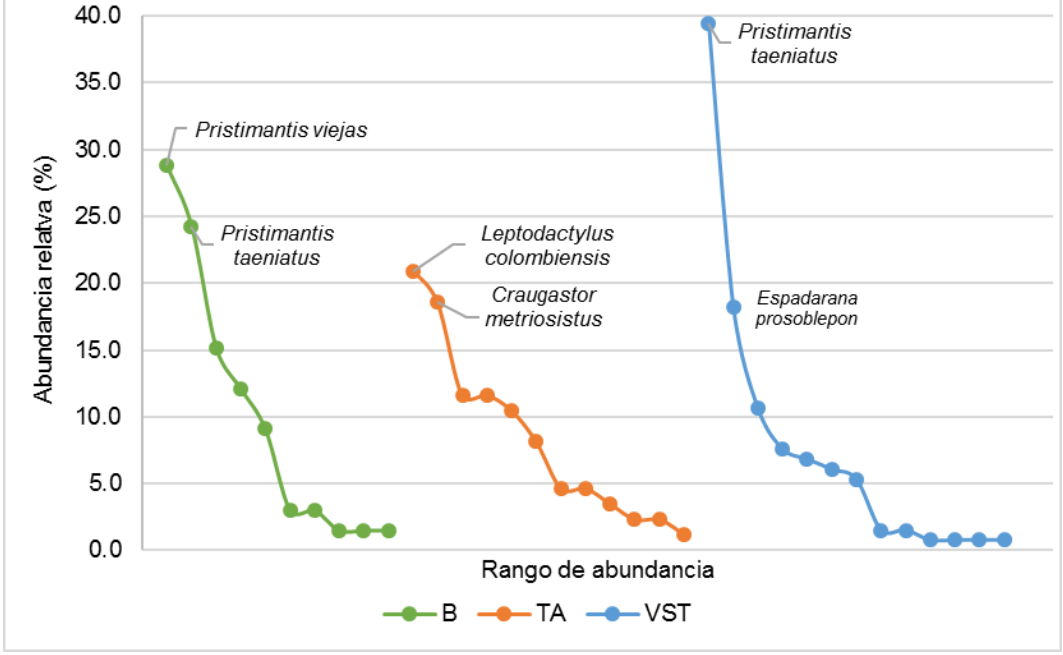
58,8% respectivamente. Las especies que registraron entre 5 y 2 individuos estuvieron representadas por el 43,5% en los Bosques (B), el 29,4% en los territorios agrícolas (TA) y 72,7% en la vegetación secundaria o en transición (VST) y las especies que presentaron registros únicos representaron el 8,7 en B, el 11,8 en TA y 27,3% en VST.



Convenciones: Bosques (B), Territorios agrícolas (TA) y Vegetación secundaria o en transición (VST).

Figura 5-46. Abundancia relativa de las especies de anfibios y reptiles registradas en las diferentes coberturas vegetales en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante la temporada de lluvias

Durante la temporada seca, el 68,2% de los datos de las coberturas boscosas (B y Vst), estuvieron contenidos en tres especies con más de 10 individuos, mientras que en la cobertura de Territorios agrícolas el 62,8% de los individuos estuvieron distribuidos en cuatro especies mostrando una distribución de las abundancias un poco más homogénea (Figura 5-47). El 27,3 y 28,8% de las especies para las coberturas B y Vst, presentaron abundancias poblacionales comunes (entre dos y diez individuos/spp) y entre el 3,0 y el 4,5% de las especies contaron con un único registro. Debido a la dependencia de este grupo faunístico con la estacionalidad (muestreo realizado en época seca), su detectabilidad y abundancia generalmente son bajas, por lo que es común no encontrar grandes cantidades de individuos en cortos periodos de tiempo.



Convenciones: Bosques (B), Territorios agrícolas (TA) y Vegetación secundaria o en transición (VST).

Figura 5-47. Abundancia relativa de las especies de anfibios y reptiles registradas en las diferentes coberturas vegetales en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante la temporada seca

Por otro lado, durante la temporada de lluvias se registraron 6 especies con registros únicos en las tres coberturas. Los bosques (B) presentaron solo dos especies únicas que representaron el 8,7% de los registros y los Territorios agrícolas reportan cuatro de las seis especies representadas en el 11,8% (Tabla 5-57). En la temporada seca se registraron 11 especies con registros únicos en las coberturas (Tabla 5-57). Los Territorios agrícolas reportan siete de las 11 especies con registros únicos en las coberturas (63,6%; Figura 5-45). En la cobertura Vegetación secundaria o en transición se registraron tres especies únicas (27,3 %) y en Bosque una especie con un solo evento de encuentro (9,1 %). Estas especies cuentan con requerimientos específicos de hábitat, desde especies típicas de zonas abiertas e intervenidas (e.j: Leptodactílidos) hasta especies propias de bosques y sensibles a los efectos de la transformación de las coberturas vegetales (e.j *A. ocellata*) (Suárez, A.M., y Alzate-Basto, 2014); (Vargas-Salinas, F., Muñoz-Avila, J.A. y Morales-Puentes, 2019).

Tabla 5-57. Listado de las especies de anfibios y reptiles exclusivas registradas en las diferentes coberturas vegetales en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

Orden	Familia	Especie	Nombre comun	Temporada lluviosa (2015)			Temporada seca (2019)		
				B	VST	TA	B	VST	TA
Anura	Aromobatidae	Rheobates palmatus	Rana cohete			x			
	Bufonidae	Rhinella alata	Sapito			x			
		Rhinella horribilis	Sapo común						x
	Craugastoridae	Craugastor metriosistus	Rana de hojarasca			x			
	Dendrobatidae	Andinobates opisthomelas	Rana venenosa	x					
	Hylidae	Hyloscirtus palmeri	Rana					x	
		Scinax rostratus	Rana						x
		Smilisca phaeota	Rana enmascarada	x					x
	Leptodactylidae	Leptodactylus colombiensis	Rana						x
		Leptodactylus fragilis	Rana						x
		Leptodactylus fuscus	Rana						x
Squamata		Anolis sp.	Lagartija				x		
	Gymnophthalmidae	Anadia ocellata	Lagartija					x	
		Cercosaura argulus	Lagartija			x			
	Teiidae	Holcosus festivus	Lobito						
	Colubridae	Atractus lasallei	Tierrera					x	
		Leptodeira septentrionalis	Falsa mapaná						x

Convenciones: Bosques (B); Territorios agrícolas (TA); Vegetación secundaria o en transición (VST).

5.2.10.1.3.7 Gremios tróficos

Las especies encontradas presentan en su mayoría (84%) una dieta compuesta de insectos, lo cual es propio de la mayoría de anuros y lagartos (Figura 5-48). Para las ranas y los sapos, se puede generalizar que en estado adulto su dieta está compuesta principalmente por la ingesta de artrópodos (Rojas-Murcia, L.E., Carvajal-Cogollo, J.E., y Cabrejo-Bello, 2016). Aunque en la literatura, la dieta de la rana enmascarada *Smilisca phaeota* se reporta como insectívora alimentándose principalmente de ortópteros, arañas y larvas de mosca (Ron, S. R., Read, M. y Pazmiño-Armijos, 2019), durante los muestreos se registró un individuo alimentándose de otro vertebrado más

pequeño, específicamente de una rana del género *Pristimantis* (posiblemente *P. taenatius;* Foto 5-13), lo que amplía el rango alimenticio de esta especie.

Foto 5-13. *Smilisca phaeota* ingiriendo una rana del género *Pristimantis*

Por su parte, los lagartos se alimentan de una mayor diversidad de presas en comparación con los otros grupos de reptiles, gracias a su capacidad de colonizar diversos estratos en el bosque con una tendencia a consumir principalmente una gran cantidad de artrópodos (Vargas-Salinas, F., Muñoz-Avila, J.A. y Morales-Puentes, 2019). Dentro del grupo de los lagartos, *Basiliscus galeritus*, fue la única especie omnívora reportada, presentando una dieta variada que va desde insectos hasta pequeñas ranas y otros lagartos (Guerra-Correa, 2019).

Finalmente, dentro del grupo de las serpientes se registra la especie carnívora, *Leptodeira septentrionalis*, conocida comúnmente como falsa mapaná; esta especie se alimenta de huevos de ranas, ranas y lagartijas (Vásquez, J. D., Toro, F. A., Alzate, E., 2018). Aunque, las serpientes son casi que exclusivamente carnívoras e ingieren a su presa completa, la especie *Atractus lasallei* ingiere invertebrados principalmente lombrices e insectos (Arredondo, 2015).

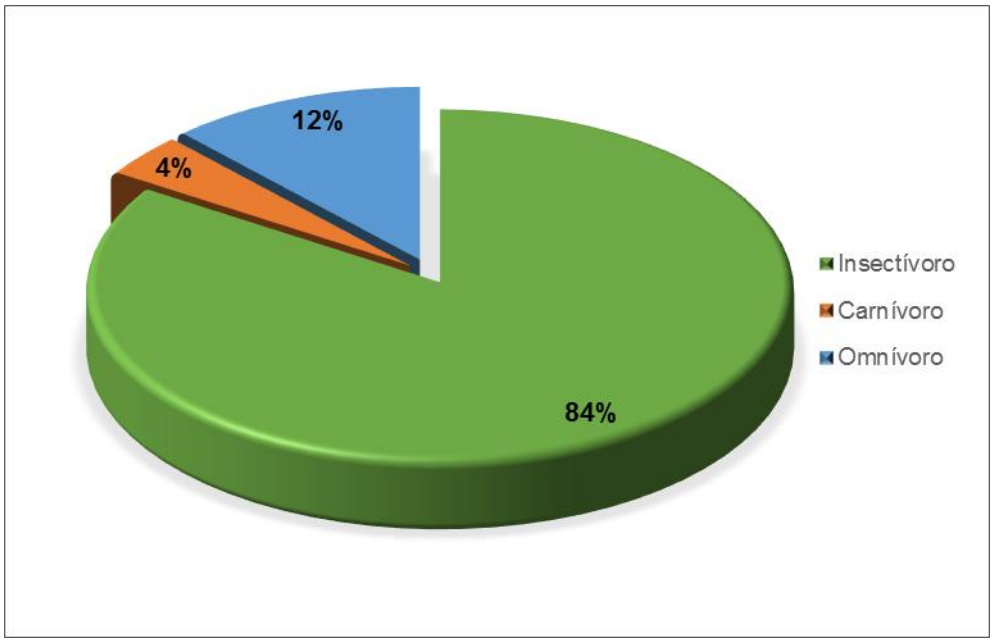


Figura 5-48. Distribución de los gremios tróficos para las especies de anfibios y reptiles registradas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

5.2.10.1.3.8 Especies migratorias

Ninguna de las especies de anfibios y reptiles registradas en el área de influencia se considera ni está documentada como migratoria. Dada las características biológicas (e.g. ectotermia y baja movilidad) de este grupo faunístico, se habla de pequeños desplazamientos entre las zonas de alimentación, reproducción y cría (Vargas-Salinas, F., Muñoz-Avila, J.A. y Morales-Puentes, 2019); generalmente inmersas en hábitats con buena cobertura forestal y presencia de cuerpos de agua que puedan ofertar una mayor disponibilidad de microhábitats usados por la herpetofauna para cumplir sus actividades diarias.

5.2.10.1.3.9 Usos, presiones e importancia cultural de las especies

La pérdida, fragmentación y contaminación de los ambientes naturales constituye la principal amenaza para las especies de anfibios y reptiles, especialmente para aquellas especies con requerimientos ecológicos específicos (coberturas boscosas) y sensibles a la perturbación de los ecosistemas, como las registradas durante los muestreos. Además, la estigmatización de todas las serpientes como venenosas y por ende, como animales peligrosos, genera ataques indiscriminados hacia ellas, desconociendo que solo 49 de las 300 especies (pertenecientes a dos familias, Elapidae y Viperidae, comúnmente llamadas corales y talla echis/Mapaná) registradas en Colombia, pueden causar la muerte a un ser humano y que el resto de serpientes carecen de veneno o mecanismos efectivos para su inyección y normalmente no producen complicaciones de gravedad (Vásquez, J. D., Toro, F. A., Alzate, E., 2018).

5.2.10.1.3.10 Categorías de amenaza, importancia económica y endemismo

De las 25 especies registradas, 19 se encuentran categorizadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2020b) como especies de preocupación menor, al poseer poblaciones ampliamente distribuidas y tolerantes a las modificaciones de los hábitats y la especie de sapito *Rhinella alata* como especie con datos insuficientes para su categorización debido a la carencia de información sobre su extensión de ocurrencia y requerimientos ecológicos y la especie *Andinobates opisthomelas* se encuentró categorizada como vulnerable (VU). A nivel nacional no se encontró ninguna especie amenazada según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Resoluciones | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). Tampoco se encontraron especies registradas dentro de los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2019).

Dentro del área de influencia se registraron seis especies de ranas que presentan endemismo para Colombia distribuidas disyuntamente entre los departamentos de Antioquia, Boyacá, Bolívar, Caldas, Caquetá, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Huila, Meta, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca, desde los 0 hasta los 2750 msnm (Ospina-Sarria, J.J., Angarita-Sierra, T., y Pedroza-Banda, 2015); (Jerez & Yara-Contreras, 2018); (Acosta-Galvis, 2019); (Frost, 2020). Adicionalmente, se registró la Salmandra (*Bolitoglossa ramosi*) especie de la familia Plethodontidae, cuyo hábitat natural son los bosques montanos húmedos tropicales o subtropicales, tierra arable, tierras de pastos, jardines rurales y áreas urbanas y una especie de serpiente de tamaño pequeño *Atactus lasallei* quien se encuentra al norte de la Cordillera Central en el departamento de Antioquia, entre los 1500-2300 m.s.n.m (Arredondo, 2015).

5.2.10.1.3.11 Registro fotográfico

Rheobates palmatus

Rhinella alata

Rhinella horribilis

Espadarana prosoblepon

Craugastor metriosistus

Pristimantis taeniatus

Pristimantis viejas

Leucostethus fraterdanieli

Hyloscirtus palmeri

Scinax rostratum

Smilisca phaeota

Leptodactylus colombiensis

Leptodactylus fragilis

Leptodactylus fuscus

Basiliscus galeritus

Anolis cf. granuliceps

Anadia ocellata

Cercosaura argulus

Leptodeira septentrionalis

Foto 5-14. Fotografías de algunas especies de anfibios y reptiles detectadas en el área de influencia

5.2.10.1.4 Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo con el listado de especies obtenido por la recopilación de información secundaria para el área de influencia, las especies registradas en este muestreo representan el 45 % de las especies reportadas para la zona.

La comunidad de anfibios y reptiles detectada en el área de influencia se encontró dominada notablemente por el orden Anura tanto en términos de abundancia () como de riqueza, en donde las familias Craugastoridae, Hylidae y Leptodactylidae contienen el mayor número de especies reportadas. Lo anterior se puede explicar por una mayor detectabilidad de los cantos de los machos, que facilita su localización y conteo.

La comunidad de anfibios y reptiles registrada en el área de influencia estuvo representada por especies comunes para el Oriente Antioqueño, incluyendo especies especialistas (*P. viejas y E. prosoblepon*) y generalistas (*C. metriosistus y P. taeniatus*) que tienden a ser abundantes en su área de distribución.

Los resultados de las curvas de acumulación y de cobertura del muestreo fueron altamente efectivos y representativos, al registrarse el 98,9 % del número total de especies esperadas para la comunidad de anfibios y reptiles del área de influencia, debido a una alta disponibilidad de recursos necesarios para el mantenimiento y sobrevivencia de este grupo.

La presencia de diferentes gremios tróficos en el área de influencia denota los diversos e importantes roles de los anfibios y reptiles en la dinámica de los diferentes ecosistemas. Los anfibios y reptiles representan la mayor biomasa de vertebrados en los ecosistemas (altas abundancias), presentan roles múltiples en la cadena trófica al ser presas y depredadores que contribuyen enormemente al reciclaje de nutrientes y flujo de energía entre los hábitats acuáticos y terrestres y a su vez, son excelentes bioindicadores del estado de conservación del hábitat.

Los tres tipos de coberturas presentaron valores altos de abundancia y riqueza según los índices estimados, lo cual puede explicarse a una alta heterogeneidad ambiental y una amplia oferta de recursos. Particularmente, las coberturas vegetales de Bosque y Vegetación secundaria reportaron especies con requerimientos específicos de hábitat con mayor sensibilidad a la transformación del ecosistema (e.j *Atractus lasallei* y *Anadia ocellata*. Lo anterior evidencia la importancia de invertir un mayor esfuerzo de manejo y conservación en estas coberturas, dado que este grupo de coberturas vegetales es más sensible a la pérdida de especies por la modificación del hábitat que los Territorios agrícolas, que albergan especies especialistas y generalistas en el uso de los recursos.

De las 25 especies registradas en las tres coberturas, 19 se encuentran categorizadas por la IUCN como especies de preocupación menor, *R. alata* como especie con datos insuficientes para su categorización y la especie *Andinobates opisthomelas* se encuentró categorizada como vulnerable (VU). Ninguna presenta categoriza de amenaza según la resolución del MADS ni se encuentran dentro de los apéndices CITES. Sin embargo, se registraron seis especies de ranas que presenta endemismo para Colombia, la salamandra *Bolitoglossa ramosi* y la especie de serpiente *A. lasallei* para Antioquia.

Teniendo en cuenta la creencia errónea de que todas las serpientes son venenosas y que por tal razón se da una eliminación indiscriminada y constante por parte de los pobladores, se sugiere hacer educación ambiental para sensibilizar tanto a la población local como al personal inmerso en el proyecto sobre la importancia no solo de este grupo de escamados sino de la fauna en general, como parte imprescindible de los ecosistemas.

Se sugiere poner especial atención a las poblaciones de las ranas Rheobates palmatus, *Craugastor metriosistus, Pristimantis viejas, Leucostethus fraterdanieli* y de la serpiente *Atractus lasallei*, ya que estas especies son endémicas y aunque no se encuentran categorizadas bajo alguna amenaza significativa, al igual que todos los anfibios y reptiles se pueden ver afectadas por la agricultura y la intervención del hombre en sus ambientes. La presencia de estas especies confiere un valor de conservación a los hábitats presentes en el área de influencia.

5.2.10.2 Aves

5.2.10.2.1 Introducción

Colombia posee una topología muy variada, configurada por las tres grandes cadenas montañosas y varios sistemas orográficos periféricos. Su ubicación geográfica privilegiada en el Norte de Suramérica, hace que el territorio colombiano sea un punto de contacto entre la avifauna proveniente del norte y sur del continente, además de ser una ruta de paso de muchas especies migratorias boreales y australes (Franco & Bravo, 2005). Con más de 1800 especies de aves reportadas, Colombia es conocido como el país con mayor diversidad de aves, albergando el 20% del número total de especies en el mundo (Restall et al., 2007).

Durante el último siglo, en el país se han desarrollado diversas actividades como la ganadería, la expansión de la frontera agrícola, la urbanización, entre otras, consideradas como las principales causas de amenaza para la avifauna nacional (L. M. Renjifo et al., 2014). Todas estas perturbaciones antropogénicas han tenido un carácter intensivo en la Región Andina, en donde se considera que se ha perdido aproximadamente el 73% de la cobertura vegetal original (L. Renjifo, 1999) ocasionando un fuerte impacto en la avifauna, especialmente en la distribución de algunas especies y provocando extinciones locales (L. Renjifo, 2001). Esta situación es particularmente preocupante si se tiene en cuenta el desconocimiento de incluso aspectos básicos de la historia natural de la mayoría de las especies, y de la composición de las comunidades de aves que se refleja en los recientes descubrimientos de nuevas especies para la ciencia (A. Cuervo et al., 2001); (A. M. Cuervo et al., 2005); (Carantón-Ayala & Certuche-Cubillos, 2010); (Lara et al., 2012).

El presente muestreo se realizó en el municipio de Cocorná, Antioquia, con él se obtendrá información básica sobre la comunidad de aves local. Se desarrollaron censos que permitieron realizar análisis de abundancias de las especies, para comparar la composición y estructura de la comunidad de aves entre los diferentes sitios de muestreo, lo que ayudará a entender la biodiversidad del área estudiada e

identificar áreas de importancia para las aves. Se espera que con los resultados de estos monitoréos se pueda empezar a entender la comunidad de aves en la zona y su sensibilidad a las actividades del proyecto, lo que permitirá diseñar estrategias para evitar o mitigar los impactos negativos.

5.2.10.2.2 Especies potencialmente presentes en el área de influencia biótica

Al considerar la información secundaria se tuvieron en cuenta 342 especies distribuidas en 45 familias y 19 órdenes (Tabla 5-58).

Tabla 5-58 Avifauna potencialmente presente en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza			Dist
				UICN	CITES	MADS	
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus soui*	Tinamú Chico	LC	NA	LC	Res
Galliformes	Cracidae	*Ortalis columbiana*	Guacharaca Colombiana	LC	NA	LC	End
	Cracidae	*Ortalis guttata*	Chalalaca	LC	NA	LC	Res
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Común	LC	NA	LC	Res
		Geotrygon montana	Paloma-Perdiz Roja	LC	NA	LC	Res
		Leptotila verreauxi	Tortolita Rabiblanca	LC	NA	LC	Res
		Patagioenas fasciata	Paloma collareja	LC	NA	LC	Res
		Patagioenas subvinacea	Paloma Colorada	LC	NA	LC	Res
		Zenaida auriculata	Torcaza Naguiblanca	LC	NA	LC	Res
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga ani*	Garrapatero Común	LC	NA	LC	Res
		Crotophaga sulcirostris	Garrapatero piquiestriado	LC	NA	LC	Res
		Piaya cayana	Cuco Ardilla	LC	NA	LC	Res
		Tapera naevia	Cuco Sin-fin	LC	NA	LC	Res
Caprimulgiformes	Nyctibiidae	*Nyctibius griseus*	Bienparado Común	LC	NA	LC	Res
	Caprimulgidae	*Hydropsalis cayennensis*	Guarda caminos rastrojero	LC	NA	LC	Res
		Nyctidromus albicollis	Guardacaminos Común	LC	NA	LC	Res
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne rutila*	Vencejo Cuellirrojo	LC	NA	LC	Res
		Streptoprocne zonaris	Vencejo de Collar	LC	NA	LC	Res
	Trochilidae	*Adelomyia melanogenys*	Colibrí Pechipunteado	LC	II	LC	Res
		Aglaiocercus kingii	Silfo Coliverde	LC	II	LC	Res
		Amazilia amabilis	Amazilia pechiazul	LC	II	LC	Res
		Amazilia franciae	Amazilia Andino	LC	II	LC	Res
		Saucerottia saucerrottei	Amazilia Coliazul	LC	II	LC	Res
		Polyerata tzacatl	Amazilia Colirrufo	LC	II	LC	Res
		Anthracothorax nigricollis	Mango Pechinegro	LC	II	LC	Res
		Chaetocercus mulsant	Rumbito buchiblanco	LC	II	LC	Res
		Chalybura buffonii	Colibrí de Buffon	LC	II	LC	Res
		Chlorostilbon mellisugus	Esmeralda coliazul	LC	II	LC	Res
		Coeligena coeligena	Inca Broncíneo	LC	II	LC	Res
		Coeligena torquata	Inca collarejo	LC	II	LC	Res

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza			Dist
				UICN	CITES	MADS	
		Colibri coruscans	Chillón Común	LC	II	LC	Res
		Discosura conversii	Cola de lira verde	LC	II	LC	Res
		Doryfera ludoviciae	Colibrí frentiverde	LC	II	LC	Res
		Florisuga mellivora	Colibrí Collarejo	LC	II	LC	Res
		Glaucis hirsutus	Ermitañi canelo	LC	II	LC	Res
		Haplophaedia aureliae	Helechero Común	LC	II	LC	Res
		Heliodoxa rubinoides	Diamante pechigamuza	LC	II	LC	Res
		Heliomaster longirostris	Picudo Coronado	LC	II	LC	Res
		Metallura tyrianthina	Mtetalura coliroja	LC	II	LC	Res
		Ocreatus underwoodii	Cola de Raqueta	LC	II	LC	Res
		Phaethornis guy	Ermitaño Verde	LC	II	LC	Res
		Phaethornis striigularis	Ermitaño Gorgiestriado	LC	II	LC	Res
		Phaethornis syrmatophorus	Ermitaño Leonado	LC	II	LC	Res
		Threnetes ruckeri	Ermitaño barbudo	LC	II	LC	Res
Gruiformes	Rallidae	*Aramides cajaneus*	Chilacoa	LC	NA	LC	Res
		Porphyrio martinica	Polla Azul	LC	NA	LC	Res
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Caravana Caravana	LC	NA	LC	Res
Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides striata*	Garcita Rayada	LC	NA	LC	Res
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Guala Común	LC	NA	LC	Res
		Cathartes burrovianus	Guala sabanero	LC	NA	LC	Res
		Coragyps atratus	Gallinazo	LC	NA	LC	Res
Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora	LC	III	LC	Mig
	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Gavilán Gallinazo	LC	II	LC	Res
		Buteo nitidus	Gavilan saraviado	LC	II	LC	Res
		Buteo platypterus	Gavilán Migratorio	LC	II	LC	Mig
		Buteo swainsoni	Gavilán Cuaresmero	LC	II	LC	Mig
		Buteogallus meridionalis	Gavilán savanero	LC	II	LC	Res
		Chondrohierax uncinatus	Caracolero ganchudo	LC	II	LC	Res
		Elanoides forficatus	Aguililla Tijereta	LC	II	LC	Res
		Elanus leucurus	Aguililla Blanca	LC	II	LC	Res
		Geranoaetus albicaudatus	Águila Coliblanca	LC	II	LC	Res
		Harpagus bidentatus	Gavilán lagartero	LC	II	LC	Res
		Rostrhamnus sociabilis	Caracolero común	LC	II	LC	Res
		Rupornis magnirostris	Gavilán Caminero	LC	II	LC	Res
Strigiformes	Stringidae	*Megascops choliba*	Currucutú Común	LC	II	LC	Res
		Pulsatrix perspicillata	Búho de anteojos	LC	II	LC	Res
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon collaris*	Trogón Collarejo	LC	NA	LC	Res
		Trogon personatus	Trogón Enmascarado	LC	NA	LC	Res
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*	Martín	LC	NA	LC	Res
		Chloroceryle americana	Martín Pescador Chico	LC	NA	LC	Res
		Megaceryle torquata	Martín Pescador Mayor	LC	NA	LC	Res
	Momotidae	*Momotus aequatorialis*	Barranquero Coronado	LC	NA	LC	Res
Galbuliformes	Galbulidae	*Galbula ruficauda*	Jacamar colirufo	LC	NA	LC	Res

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza			Dist
				UICN	CITES	MADS	
Piciformes	Capitonidae	*Capito hypoleucus*	Torito Capiblanco	VU	NA	EN	End
		Eubucco bourcierii	Torito Cabecirrojo	LC	NA	LC	Res
	Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Pichí bandeado	LC	NA	LC	Res
	Picidae	*Colaptes punctigula*	Carpintero Buchipecoso	LC	NA	LC	Res
		Colaptes rivolii	Carpintero Carmesí	LC	NA	LC	Res
		Colaptes rubiginosus	Carpintero Cariblanco	LC	NA	LC	Res
		*Melanerpes pulcher**	Carpintero bonito	LC	NA	LC	End
		Melanerpes pulcherani	Carpintero de antifaz	LC	NA	LC	Res
		Melanerpes rubricapillus	Carpintero Habado	LC	NA	LC	Res
		Picoides fumigatus	Carpintero Ahumado	LC	NA	LC	Res
		Picumnus olivaceus	Carpinterito Oliváceo	LC	NA	LC	Res
		Veniliornis dignus	Carpintero Ventriamarillo	LC	NA	LC	Res
		Veniliornis kirkii	Carpintero Rabirrojo	LC	NA	LC	Res
Falconiformes	Falconidae	*Caracara cheriway*	Guaraguaco Común	LC	II	LC	Res
		Herpetotheres cachinnans	Guaco	LC	II	LC	Res
		Milvago chimachima	Pigua	LC	II	LC	Res
Psittaciformes	Psittacidae	*Forpus conspicillatus*	Periquito	LC	II	LC	Res
		Pionus chalcopterus	Cotorra Maicera	LC	II	LC	Res
Passeriformes	Thamnophilidae	*Cercomacra nigricans*	Hormiguero yeguá	LC	NA	LC	Res
		Cercomacra tyrannina	Hormiguero negruzco	LC	NA	LC	Res
		Dysithamnus mentalis	Hormiguero Tiznado	LC	NA	LC	Res
		Drymophila striaticeps	Hormiguero rabilargo	LC	NA	LC	Res
		Epinecrophylla fulviventris	Hormiguero escamado	LC	NA	LC	Res
		Gymnopithys leucaspis	Hormiguero bicolor	LC	NA	LC	Res
		Microrhopias quixensis	Hormiguerito abanico	LC	NA	LC	Res
		Poliocrania exsul	Hormiguero dorsicastaño	LC	NA	LC	Res
		Myrmeciza longipes	Hormiguero pechiblanco	LC	NA	LC	Res
		Myrmotherula axillaris	Hormiguero flanquiblanco	LC	NA	LC	Res
		Myrmotherula schisticolor	Hormiguerito Pizarroso	LC	NA	LC	Res
		Thamnophilus doliatus	Batará barrado	LC	NA	LC	Res
		Thamnophilus multistriatus	Batará Carcajada	LC	NA	LC	Res
		Thamnophilus nigriceps	Batará negro	LC	NA	LC	Res
		Thamnophilus atrinucha	Bata´ra occidental	LC	NA	LC	Res
	Grallariidae	*Grallaria ruficapilla*	Tororoi Comprapán	LC	NA	LC	Res
	Rhinocryptidae	*Acropternis orthonyx*	Tapaculo ocelado	LC	NA	LC	Res
	Formicariidae	*Formicarius analis*	Gallito carinegro	LC	NA	LC	Res
	Furnariidae	*Anabacerthia striaticollis*	Hojarasquero Montañero	LC	NA	LC	Res
		Automolus ochrolaemus	Hojarasquero oliva	LC	NA	LC	Res
		Campylorhamphus pusillus	Guadañero Estriado	LC	NA	LC	Res
		Campylorhamphus trochilirostris	Guadañero Rojizo	LC	NA	LC	Res

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza			Dist
				UICN	CITES	MADS	
		Cranioleuca curtata	Chamicero capirotado	LC	NA	LC	Res
		Cranioleuca erythrops	Rastrojero Rubicundo	LC	NA	LC	Res
		Deconychura longicauda	Trepatroncos rabilargo	LC	NA	LC	Res
		Dendrocincla fuliginosa	Trepador Pardo	LC	NA	LC	Res
		Dendrocincla tyrannina	Trepador Cordillerano	LC	NA	LC	Res
		Glyphorynchus spirurus	Trepador Pico de cuña	LC	NA	LC	Res
		Lepidocolaptes lacrymiger	Trepador Montañero	LC	NA	LC	Res
		Lepidocolaptes souleyetii	Trepador Campestre	LC	NA	LC	Res
		Philydor rufum	Hojarasquero Ocráceo	LC	NA	LC	Res
		Premnoplex brunnescens	Corretroncos Barranquero	LC	NA	LC	Res
		Sittasomus griseicapillus	Trepador oliváceo	LC	NA	LC	Res
		Synallaxis albescens	Rastrojero Pálido	LC	NA	LC	Res
		Synallaxis azarae	Rastrojero Piscuíz	LC	NA	LC	Res
		Synallaxis brachyura	Rastrojero pizarra	LC	NA	LC	Res
		Thripadectes virgaticeps	Hojarasquero Común	LC	NA	LC	Res
		Xenops minutus	Xenops Pardusco	LC	NA	LC	Res
		Xenops rutilans	Xenops estriado	LC	NA	LC	Res
		Xiphocolaptes promeropirhynchus	Trepador gigante	LC	NA	LC	Res
		Xiphorhynchus lachrymosus	Trepatroncos lacrimoso	LC	NA	LC	Res
		Xiphorhynchus triangularis	Trepador Perlado	LC	NA	LC	Res
	Pipridae	*Ceratopipra erythrocephala*	Saltarín cabecidorado	LC	NA	LC	Res
		Lepidothrix coronata	Saltarín coronado	LC	NA	LC	Res
		Machaeropterus regulus	Saltarín Rayado	LC	NA	LC	Res
		Manacus manacus	Saltarín Barbiblanco	LC	NA	LC	Res
		Masius chrysopterus	Saltarín Moñudo	LC	NA	LC	Res
	Cotinguidae	*Rupicola peruvianus*	Gallito de rocas	LC	NA	LC	Res
		Lipaugus unirufus	Guardabosque rufo	LC	NA	LC	Res
		Pipreola aureopectus	Frutero Pechidorado	LC	NA	LC	Res
		Pipreola riefferii	Frutero Verdinegro	LC	NA	LC	Res
	Tityridae	*Pachyramphus cinnamomeus*	Cabezón canelo	LC	NA	LC	Res
		Pachyramphus polychopterus	Cabezón aliblanco	LC	NA	LC	Res
		Pachyramphus rufus	Cabezón Cinereo	LC	NA	LC	Res
		Pachyramphus versicolor	Cabezón barrado	LC	NA	LC	Res
		Piprites chloris	Saltarín oliva	LC	NA	LC	Res
		Schiffornis turdina	Saltarín amazonico	LC	NA	LC	Res
		Tityra inquisitor	Titira capirotada	LC	NA	LC	Res
		Tityra semifasciata	Tityra Enmascarada	LC	NA	LC	Res
	Tyrannidae	*Cnipodectes subbrunneus*	Atrapamoscas Zumbador	LC	NA	LC	Res
		Colonia colonus	Atrapamoscas rabijunco	LC	NA	LC	Res

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza			Dist
				UICN	CITES	MADS	
		Contopus cooperi	Pibí boreal	NT	NA	LC	Mig
		Contopus fumigatus	Atrapamoscas Sombrío	LC	NA	LC	Res
		Contopus virens	Atrapamoscas Oriental	LC	NA	LC	Mig
		Elaenia chiriquensis	Elaenia Menor	LC	NA	LC	Res
		Elaenia flavogaster	Elaenia Copetona	LC	NA	LC	Res
		Elaenia frantzii	Elaenia Montañera	LC	NA	LC	Res
		Legatus leucophaius	Atrapamoscas Pirata	LC	NA	LC	Res
		Leptopogon rufipectus	Atrapamoscas pechirrufo	LC	NA	LC	Res
		Lophotriccus pileatus	Tiranuelo Pileado	LC	NA	LC	Res
		Machetornis rixosa	Atrapamoscas Ganadero	LC	NA	LC	Res
		Mionectes oleagineus	Mionectes Ocráceo	LC	NA	LC	Res
		Mionectes olivaceus	Mionectes Oliváceo	LC	NA	LC	Res
		Mionectes striaticollis	Mionectes Estriado	LC	NA	LC	Res
		Myiarchus cephalotes	Atrapamoscas Montañero	LC	NA	LC	Res
		Myiarchus tuberculifer	Atrapamoscas Capinegro	LC	NA	LC	Res
		Myiarchus crinitus	Atrapamoscas copeton	LC	NA	LC	Res
		Myiarchus tyrannulus	Atrapamoscas crestipardo	LC	NA	LC	Res
		Myiodynastes chrysocephalus	Atrapamoscas lagartero	LC	NA	LC	Res
		Myiodynastes maculatus	Atrapamoscas Maculado	LC	NA	LC	Res
		Myiopagis viridicata	Elaenia verdosa	LC	NA	LC	Res
		Myiophobus fasciatus	Atrapamoscas pechirrayado	LC	NA	LC	Res
		Myiotheretes striaticollis	Atrapamoscas Chiflaperros	LC	NA	LC	Res
		Myiozetetes cayanensis	Suelda Crestinegra	LC	NA	LC	Res
		Myiozetetes similis	Suelda social	LC	NA	LC	Res
		Nephelomyias pulcher	Atrapamoscas Musguero	LC	NA	LC	Res
		Ochthoeca diadema	Pitajo de Diadema	LC	NA	LC	Res
		Ochthoeca fumicolor	Pitajo Ahumado	LC	NA	LC	Res
		Oncostoma olivaceum	Pico de gancho	LC	NA	LC	Res
		Phylloscartes ophthalmicus	Atrapamoscas Marmorado	LC	NA	LC	Res
		Phylloscartes lanyoni	Atrapamoscas antioqueño	EN	NA	LC	End
		Pitangus sulphuratus	Bichofué Gritón	LC	NA	LC	Res
		Poecilotriccus ruficeps	Tiranuelo Capirrufo	LC	NA	LC	Res
		Poecilotriccus sylvia	Espatulilla Rastrojera	LC	NA	LC	Res
		Pyrocephalus rubinus	Atrapamoscas Pechirrojo	LC	NA	LC	Res
		Pyrrhomyias cinnamomeus	Atrapamoscas Canela	LC	NA	LC	Res

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza			Dist
				UICN	CITES	MADS	
		Rhytipterna holerythra	Plañidera rufa	LC	NA	LC	Res
		Sayornis nigricans	Atrapamoscas Gallinacito	LC	NA	LC	Res
		Serpophaga cinerea	Tiranuelo Saltarroyo	LC	NA	LC	Res
		Todirostrum cinereum	Espatulilla Común	LC	NA	LC	Res
		Tolmomyias sulphurescens	Picoplano azufrado	LC	NA	LC	Res
		Tyrannulus elatus	Tiranuelo colorado	LC	NA	LC	Res
		Tyrannus melancholicus	Siriri Común	LC	NA	LC	Res
		Tyrannus tyrannus	Siriri norteño	LC	NA	LC	Mig
		Zimmerius chrysops	Tiranuelo Suelderito	LC	NA	LC	Res
	Vireonidae	*Cyclarhis nigrirostris*	Verderón Piquinegro	LC	NA	LC	Res
		Vireo flavifrons	Verderón Cariamarillo	LC	NA	LC	Mig
		Vireo leucophrys	Verderón Montañero	LC	NA	LC	Res
		Vireo olivaceus	Verderón Ojirrojo	LC	NA	LC	Res
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Carriquí Pechiblanco	LC	NA	LC	Res
		Cyanocorax yncas	Carriquí de montaña	LC	NA	LC	Res
		Cyanolyca armillata	Urraca Azul	LC	NA	LC	Res
	Hirundinidae	*Atticora tibialis*	Golondrina selvática	LC	NA	LC	Res
		Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina alfarera	LC	NA	LC	Mig
		Progne chalybea	Golondrina de campanario	LC	NA	LC	Res
		Progne tapera	Golondrina Sabanera	LC	NA	LC	Res
		Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina Azul	LC	NA	LC	Res
		Stelgidopteryx ruficollis	Golondrina Barranquera	LC	NA	LC	Res
	Troglodytidae	*Campylorhynchus zonatus*	Cucarachero matraquero	LC	NA	LC	Res
		Cantorchilus nigricapillus	Cucarachero Selvático	LC	NA	LC	Res
		Cinnycerthia unirufa	Cucarachero rufo	LC	NA	LC	Res
		Cinnycerthia olivacens	Cucarachero sepia	LC	NA	LC	Res
		Henicorhina leucophrys	Cucarachero Pechigrís	LC	NA	LC	Res
		Henicorhina leucosticta	Cucarachero pechiblanco	LC	NA	LC	Res
		Microcerculus marginatus	Cucarachero Buscatono	LC	NA	LC	Res
		Pheugopedius fasciatoventris	Cucarachero Buchinegro	LC	NA	LC	Res
		Pheugopedius mystacalis	Cucarachero Bigotudo	LC	NA	LC	Res
		Pheugopedius spadix	Cucarachero cabecinegro	LC	NA	LC	Res
		Troglodytes aedon	Cucarachero Común	LC	NA	LC	Res
		Troglodytes solstitialis	Cucarachero Montaraz	LC	NA	LC	Res
	Cinclidae	*Cinclus leucocephalus*	Mirlo acuático	LC	NA	LC	Res
	Turdidae	*Catharus aurantiirostris*	Zorzal montuno	LC	NA	LC	Res
		Catharus ustulatus	Zorzal de Swainson	LC	NA	LC	Mig
		Myadestes ralloides	Solitario Andino	LC	NA	LC	Res
		Turdus fuscater	Mirla Común	LC	NA	LC	Res

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza			Dist
				UICN	CITES	MADS	
		Turdus ignobilis	Mayo	LC	NA	LC	Res
		Turdus grayi	Mirla parda	LC	NA	LC	Res
	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero Aliblanco	LC	NA	LC	Res
		Chlorophonia cyanea	Clorofonia Verdeazul	LC	NA	LC	Res
		Euphonia cyanocephala	Eufonia Cabeciazul	LC	NA	LC	Res
		Euphonia laniirostris	Eufonia Caliandra	LC	NA	LC	Res
		Euphonia trinitatis	Eufonia de trinidad	LC	NA	LC	Res
		Euphonia xanthogaster	Eufonia Común	LC	NA	LC	Res
		Spinus xanthogastrus	Jilguero Pechinegro	LC	NA	LC	Res
	Passerelidae	*Arremon atricapillus*	Gorrión Montés	LC	NA	LC	Res
		Arremon aurantiirostris	Pinzón Pico	LC	NA	LC	Res
		Arremonops conirostris	Pinzón Conirrostro	LC	NA	LC	Res
		Atlapetes albinucha	Atlapetes Gorgiamarillo	LC	NA	LC	Res
		Atlapetes latinuchus	Gorrión cabecirufo	LC	NA	LC	Res
		Chlorospingus flavopectus	Montero Ojiblanco	LC	NA	LC	Res
		Zonotrichia capensis	Pinche Copetón	LC	NA	LC	Res
	Icteridae	*Hypopyrrhus pyrohypogaster*	Cacique Candela	VU	NA	VU	End
		Icterus auricapillus	Turpial cabecirrojo	LC	NA	LC	Res
		Icterus chrysater	Turpial Montañero	LC	NA	LC	Res
		Icterus galbula	Turpial de Baltimor	LC	NA	LC	Mig
		Molothrus bonariensis	Chamón Parásito	LC	NA	LC	Res
		Molothrus oryzivorus	Chamón Gigante	LC	NA	LC	Res
		Psarocolius angustifrons	Oropéndola Común	LC	NA	LC	Res
		Psarocolius decumanus	Oropéndola Crestada	LC	NA	LC	Res
	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Arañero Cabecirrufo	LC	NA	LC	Res
		Basileuterus tristriatus	Arañero Cabecilistado	LC	NA	LC	Res
		Cardellina canadensis	Reinita del canada	LC	NA	LC	Mig
		Geothlypis aequinoctialis	Reinita enmascarada	LC	NA	LC	Res
		Geothlypis philadelphia	Reinita Enlutada	LC	NA	LC	Mig
		Leiothlypis peregrina	Reinita Verderona	LC	NA	LC	Mig
		Mniotilta varia	Zebrita	LC	NA	LC	Mig
		Myioborus miniatus	Abanico Pechinegro	LC	NA	LC	Res
		Myioborus ornatus	Abanico Cariblanco	LC	NA	LC	Res
		Myiothlypis coronata	Arañero coronado	LC	NA	LC	Res
		Myiothlypis fulvicauda	Arañero rivereño	LC	NA	LC	Res
		Seiurus aurocapilla	Reinita hornera	LC	NA	LC	Res
		Parkesia motacilla	Reinita de Luisiana	LC	NA	LC	Mig
		Parkesia noveboracensis	Reinita Acuática	LC	NA	LC	Mig
		Setophaga castanea	Reinita Castaña	LC	NA	LC	Mig
		Setophaga fusca	Reinita Naranja	LC	NA	LC	Mig
		Setophaga petechia	Reinita Amarilla	LC	NA	LC	Mig
		Setophaga magnolia	Reinita magnolia	LC	NA	LC	Mig
		Setophaga pitiayumi	Reinita Tropical	LC	NA	LC	Res

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza			Dist
				UICN	CITES	MADS	
		Vermivora chrysoptera	Reinita Alidorada	LC	NA	LC	Mig
	Cardinalidae	*Cyanoloxia cyanoides*	Azulon silvícola	LC	NA	LC	Res
		Habia gutturalis	Habia Copetona	NT	NA	LC	End
		Passerina cyanea	Azulillo	LC	NA	LC	Mig
		Pheucticus ludovicianus	Picogordo Degollado	LC	NA	LC	Mig
		Piranga flava	Piranga Bermeja	LC	NA	LC	Res
		Piranga olivacea	Piranga Alinegra	LC	NA	LC	Mig
		Piranga rubra	Piranga Roja	LC	NA	LC	Mig
	Thraupidae	*Anisognathus lacrymosus*	Tangara lacrimosa	LC	NA	LC	Res
		Anisognathus somptuosus	Clarinero Primavera	LC	NA	LC	Res
		Chlorophanes spiza	Mielero Verde	LC	NA	LC	Res
		Coereba flaveola	Silga Común	LC	NA	LC	Res
		Conirostrum albifrons	Conirostro capirotado	LC	NA	LC	Res
		Creurgops verticalius	Buscaquiches rufo	LC	NA	LC	Res
		Cyanerpes caeruleus	Mielero Cerúleo	LC	NA	LC	Res
		Cyanerpes cyaeneus	Mielero patirojo	LC	NA	LC	Res
		Dacnis cayana	Dacnis azul	LC	NA	LC	Res
		Dacnis lineata	Dacnis Carinegra	LC	NA	LC	Res
		Diglossa albilatera	Diglosa Albilátera	LC	NA	LC	Res
		Diglossa caerulescens	Picaflor Azul	LC	NA	LC	Res
		Diglossa cyanea	Picaflor de antifaz	LC	NA	LC	Res
		Diglossa humeralis	Picaflor negro	LC	NA	LC	Res
		Diglossa sittoides	Diglosa Canela	LC	NA	LC	Res
		Eucometis penicillata	Güicha hormiguera	LC	NA	LC	Res
		Haplospiza rustica	Gorrión Pizarra	LC	NA	LC	Res
		Hemispingus atropileus	Hemispingus cabecinegro	LC	NA	LC	Res
		Hemispingus melanotis	Hemispingus antifaz	LC	NA	LC	Res
		Hemithraupis flavicollis	Pintasilgo culiamarillo	LC	NA	LC	Res
		Heterospingus xanthopygius	Chambergo cejirojo	LC	NA	LC	Res
		Mitrospingus cassini	Maraquera carisucia	LC	NA	LC	Res
		Pipraeidea melanonota	Viuva de antifaz	LC	NA	LC	Res
		Ramphocelus dimidiatus	Toche Sangretoro	LC	NA	LC	Res
		Ramphocelus flammigerus	Toche Enjalmado	LC	NA	LC	Res
		Saltator atripennis	Saltátor Alinegro	LC	NA	LC	Res
		Saltator coerulescens	Saltador papayero	LC	NA	LC	Res
		Saltator grossus	Picogordo pizarra	LC	NA	LC	Res
		Saltator maximus	Saltátor Oliva	LC	NA	LC	Res
		Saltator striatipectus	Saltátor Tío	LC	NA	LC	Res
		Schistochlamys melanopis	Pizarrita Sabanera	LC	NA	LC	Res
		Sericossypha albocristata	Pollo de monte	LC	NA	LC	Res
		Sicalis flaveola	Canario costeño	LC	NA	LC	Res
		Sporophila angolensis	Arrocero buchicastaño	LC	NA	LC	Res
		Sporophila crassirostris	Arrocero renegrido	LC	NA	LC	Res

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza			Dist
				UICN	CITES	MADS	
		Sporophila funerea	Curió Picogordo	LC	NA	LC	Res
		Sporophila minuta	Espiguero Ladrillo	LC	NA	LC	Res
		Sporophila nigricollis	Espiguero Capuchino	LC	NA	LC	Res
		Sporophila schistacea	Espiguero Pizarra	LC	NA	LC	Res
		Sporophila americana	Espiguero variable	LC	NA	LC	Res
		Tachyphonus delatrii	Parlotero de Yelmo	LC	NA	LC	Res
		Tachyphonus luctuosus	Parlotero Aliblanco	LC	NA	LC	Res
		Tachyphonus rufus	Parlotero Malcasado	LC	NA	LC	Res
		Tangara arthus	Tangara Dorada	LC	NA	LC	Res
		Stilpnia cyanicollis	Tangara Real	LC	NA	LC	Res
		Ixothraupis guttata	Tangara Goteada	LC	NA	LC	Res
		Tangara gyrola	Tangara Lacrada	LC	NA	LC	Res
		Stilpnia heinei	Tangara Capirotada	LC	NA	LC	Res
		Tangara icterocephala	Tangara Amarilla	LC	NA	LC	Res
		Tangara inornata	Tangara Cenicienta	LC	NA	LC	Res
		Tangara labradorides	Tangara Verde-Plata	LC	NA	LC	Res
		Stilpnia larvata	Tangara Collareja	LC	NA	LC	Res
		Tangara nigroviridis	Tangara Berilina	LC	NA	LC	Res
		Poecilostreptus palmeri	Tangara platinada	LC	NA	LC	Res
		Tangara vassorii	Tangara Azul	LC	NA	LC	Res
		Stilpnia vitriolina	Tangara Rastrojera	LC	NA	LC	Res
		Tangara xanthocephala	Tangara coronada	LC	NA	LC	Res
		Tersina viridis	Azulejo Golondrina	LC	NA	LC	Res
		Thraupis cyanocephala	Azulejo Montañero	LC	NA	LC	Res
		Thraupis episcopus	Azulejo Común	LC	NA	LC	Res
		Thraupis palmarum	Verdulejo Palmero	LC	NA	LC	Res
		Tiaris bicolor	Semillero pechinegro	LC	NA	LC	Res
		Tiaris fuliginosus	Semillero tisnado	LC	NA	LC	Res
		Tiaris olivaceus	Semillero Oliváceo	LC	NA	LC	Res
		Volatinia jacarina	Volatinero Negro	LC	NA	LC	Res

El 32,4 % de las especies reportadas pertenecen a dos de las familias más diversas del neotrópico (Remsen et al., 2017), Thraupidae (19%) y Tyrannidae (13,4%). Las especies de estas familias se distribuyen desde bosques densos hasta áreas muy intervenidas. En la Figura 5-50 se presenta la riqueza de las especies encontradas en esta revisión.

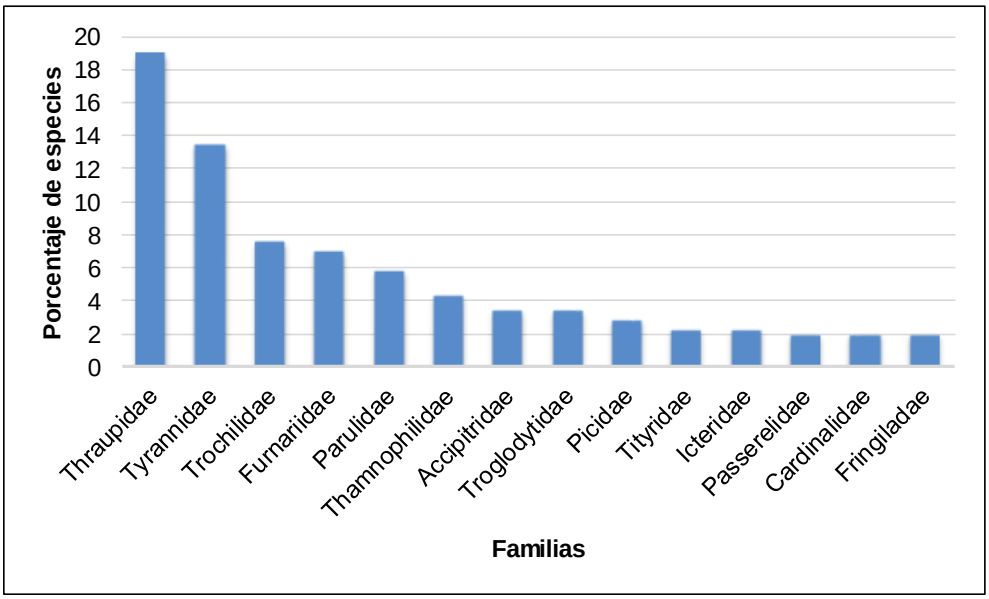


Figura 5-49 Distribución de familias de avifauna registradas en la revisión de información secundaria para el municipio de Cocorná III.

La gran mayoría de las especies registradas en el inventario están en la categoría de baja preocupación (LC), gracias a sus tamaños poblacionales y a sus amplias distribuciones; solo cinco especies, cuatro de ellas endémicas, se clasifican en alguna categoría de amenaza (IUCN, 2020b). Especies como el torito dorsiblanco (*Capito hypoleucus*) y el cacique candela (*Hypopyrrhus pyrohypogaster*) se encuentran en la categoría de Vulnerable (VU); el atrapamoscas antioqueño (*Phylloscartes lanyoni*) está clasificado como En Peligro (EN), y por último él Habia copetona (*Habia gutturalis*) y el pibí oriental (*Contopus cooperi*) se encuentran en la categoría de Casi Amenazado (NT).

De las 342 especies con presencia potencial, 25 son especies migratorias latitudinales que vienen principalmente de Norteamérica. Entre ellas se encuentran atrapamoscas, mirlas y reinitas. De estas, únicamente el pibí oriental (*Contopus cooperi*) se considera cercana a estar amenazada de extinción; las demás especies se encuentran comúnmente en diversas zonas del país y en diferentes coberturas vegetales que incluyen bosques, cultivos, sistemas forestales, rastrojos arbolados, entre otros.

5.2.10.2.3 Especies presentes en el área de influencia biótica

5.2.10.2.3.1 Composición de especies

Para el muestreo realizado en la temporada de lluvias se registró un total de 591 individuos pertenecientes a 81 especies agrupadas en 13 órdenes y 29 familias, mientras que en el muestreo realizado en la temporada seca se registraron 456 individuos pertenecientes a 86 especies distribuidas en 32 familias y 13 órdenes (Tabla 5-59). La mayoría de las especies fueron registradas gracias a las detecciones visuales y auditivas realizadas en los puntos fijos de observación, método reconocido por ser el más efectivo para realizar inventarios rápidos de aves Neotropicales (Stiles, F. G. y Roselli, 1998).

El 67,48% de las especies halladas en el área de influencia pertenecen al orden Passeriformes, seguido de los demás ordenes no Passeriformes, como los vencejos y colibríes (Apodiformes) como el segundo grupo con mayor porcentaje de especies (8,94%), seguido del orden Piciformes, que presentan un 5,69% del total de especies. Finalmente, con una menor representación se encuentran los órdenes Columbiformes, Cuculiformes yPsittaciformes, donde aportan cada uno el 2,44% de la diversidad de especies, en tanto que los demás órdenes aportan en conjunto el 15,45% de las especies, Tabla 5-59.

El orden Passeriformes comprende uno de los clados más diversos dentro del grupo de las aves, por lo que no es de sorprender su alta representatividad. Este grupo ocupa áreas en la mayoría de los biomas existentes, adaptándose de forma exitosa a las perturbaciones ambientales que puedan presentarse (Payevsky, 2014). Por otra parte, forman parte esencial de los procesos biológicos en los ecosistemas, garantizando la dispersión de semillas y por ende la biodiversidad de plantas, además, controlan poblaciones de artrópodos e insectos y facilitan procesos de polinización y regeneración de coberturas nativas (Payevsky, 2014).

Tabla 5-59. Lista de especies de aves presentes en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	TEMPORADA LLUVIAS			TEMPORADA SECA			Gremio	Tipo de Registro
				B	VST	TA	B	VST	TA		
Galliformes	Cracidae	*Ortalis columbiana*	Guacharaca colombiana	0	0	1	3	2	7	F	A
Columbiformes	Columbidae	*Geotrygon montana*	Paloma perdiz rojiza				1			S	R
		Columbina talpacoti	Tortolita rojiza	0	1	1			7	S	V
		Leptotila verreauxi	Tórtola colipinta	1	0	1			1	S	A
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga ani*	Garrapatero	3	0	4	1	3		O	A
		Piaya cayana	Cuco ardilla	0	1	0		1		O	V
		Tapera naevia	Cuco sin fin	1	0	0				I	A
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Guardacaminos	0	4	0				I	V
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	Vencejo collarejo	14	35	7		26		I	V
	Trochilidae	*Polyerata amabilis*	Amazilia pechiazul						2	N	V
		Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufo	0	3	0			4	N	V
		Amazilia amabilis	Amazilia pechiazul	4	0	1				N	R
		Anthracothorax nigricollis	Mango pechinegro						1	N	V
		Chalybura buffonii	Colibrí de Buffon				1		1	N	V
		Florisuga mellivora	Colibrí nuquiblanco						1	N	V
		Glaucis hirsutus	Ermitaño canelo					1	1	N	V
		Phaethornis anthophilus	Ermitaño carinegro						1	N	V
		Phaethornis striigularis	Ermitaño gorjiestriado	1	1	1				I	V
		Thalurania colombica	Ninfa coroniazul	1	1	0				N	R
Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Andarrios manchado	0	1	0				O	V
	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Caravana	0	0	2	11			O	A/V
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garcita bueyera	0	1	0				O	V
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Gallinazo negro	6	2	12	5	14	6	Ca	V
		Cathartes aura	Guala cabecirroja	1	0	0		2		Ca	V
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Cangrejero grande	0	2	1				C	V
		Rupornis magnirostris	Gavilán caminero	10	13	8	5	7	2	C	A/V
Strigiformes	Strigidae	*Pulsatrix perspicillata*	Búho de anteojos				1			C	V
Coraciiformes	Momotidae	*Baryphthengus martii*	Barranquero pechicastaño				1			O	A/V

Orden	Familia	Especie	Nombre común	TEMPORADA LLUVIAS			TEMPORADA SECA			Gremio	Tipo de Registro
				B	VST	TA	B	VST	TA		
Piciformes	Capitonidae	*Capito hypoleucus*	Torito dorsiblanco					1		O	V
		Eubucco bourcierii	Torito cabecirrojo						2	O	V
	Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Pichí bandeado						1	O	V
	Picidae	*Colaptes punctigula*	Carpintero pechipunteado	1	0	1			1	I	V
		Dryocopus lineatus	Carpintero real					2		I	A/V
		Melanerpes pulcher	Carpintero bonito	4	0	0		1		I	V
		Melanerpes rubricapillus	Carpintero habado				2	1	2	I	A/V
Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón reídor	0	0	1				C	V
		Milvago chimachima	Pigua				3	3	6	C	A/V
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazonas ochrocepala*	Lora real					4		F	A
		Forpus conspicillatus	Periquito	6	10	0				G	V
		Pionus chalcopterus	Cotorra maicera	0	0	8				G	V
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus multistriatus*	Batará carcajada						2	I	A/V
	Furnariidae	*Dendrocincla fulliginosa*	Trepatroncos pardo				3			I	V
		Synallaxis albescens	Rastrojero pálido				1		1	I	A
	Pipridae	*Manacus manacus*	Saltarín barbiblanco				1	2	1	F	A
		Machaeropterus regulus	Saltarín rayado	0	1	0				F	V
	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira enmascarada					2	1	I	V
		Tityra semifasciata	Titira enmascarada	0	1	2				I	V
	Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	Elenia copetona	2	7	0			3	I	A/V
		Contopus cinereus	Pibí tropical	0	3	1				I	V
		Legatus leucophaius	Atrapamoscas Pirata	0	2	0	1	1	5	I	A
		Leptopogon superciliaris	Atrapamoscas	1	4	6				I	V
		Machetornis rixosa	Sirirí bueyero						1	I	V
		Mionectes oleaginus	Atrapamoscas ocráceo	0	4	0		1	1	I	V/R
		Myiarchus cephalotes	Atrapamoscas Montañero					1		I	V
		Myiarchus tuberculifer	Atrapamoscas cabecinegro	0	0	3				I	V
		Myiozetetes cayanensis	Suelda crestinegra	1	3	4	3	1	9	I	A/V
		Myiodynastes chrysocephalus	Bienteveo coronidorado	0	0	1				I	V
		Myiodynastes maculatus	Sirirí rayado	0	0	5	3	9	3	I	A/V

Orden	Familia	Especie	Nombre común	TEMPORADA LLUVIAS			TEMPORADA SECA			Gremio	Tipo de Registro
				B	VST	TA	B	VST	TA		
		Phylloscartes ophthalmicus	Atrapamoscas marmóreo					1		I	V
		Pitangus sulphuratus	Bichofué	5	12	7	16	7	9	I	A/V
		Sayornis nigricans	Atrapamoscas cuidapuentes	8	2	7			2	I	V
		Serpophaga cinerea	Tiranuelo salta-arroyo				1			I	V
		Todirostrum cinereum	Espatulilla común	0	2	2			2	I	V
		Tyrannus melancholicus	Sirirí común	6	5	31	4	13	22	I	A/V
		Zimmerius chrysops	Tiranuelo cejiamarillo						2	I	V
	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Verderón cejirrufo						2	I	V
		Cyclarhis nigrirostris	Verder´n piquinegro	1	0	1				I	V
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Carriquí pechiblanco	0	10	7	6	1	5	O	A/V
	Hirundinidae	*Progne tapera*	Golondrina sabanera	1	0	0				I	V
		Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina azul	0	10	0				I	V
		Stelgidopteryx ruficollis	Golondrina barranquera	14	0	2	1			I	V/R
	Troglodytidae	*Cantorchilus nigricapillus*	Cucarachero ribereño	0	1	0				I	V
		Henicorhina leucosticta	Cucarachero pechiblanco						1	I	A
		Microcerculus marginatus	Cucarachero ruiseñor	1	0	0	7		2	I	A
		Troglodytes aedon	Cucarachero común	0	4	3			3	I	A/V
	Cinclidae	*Cinclus leucocephalus*	Mirlo acuático	0	0	1				I	V
	Turdidae	*Turdus ignobilis*	Mayo embarrador	1	0	3			2	O	A/V
		Turdus grayi	Mirla parda					1		O	A
		Turdus leucomelas	Mirla buchiblanca					1		O	A
		Catharus ustulatus	Zorzal buchipecoso	1	17	1	1			I	V/R
	Mimidae	*Mimus gilvus*	Sinsonte						8	I	A/V
	Fringillidae	*Euphonia cyanocephala*	Eufonia cabeciazul	1	0	0				F	V
		Euphonia laniirostris	Eufonia gorgiamarilla	1	0	6		1		F	V
		Euphonia xanthogaster	Eufonia buchinaranja	0	1	1				F	V
		Spinus psaltria	Jilguero aliblanco	0	0	1				G	V
	Passerellidae	*Arremon aurantiirostris*	Pinzón piquidorado	0	4	0	1	1		O	V/R
	Icteridae	*Icterus nigrogularis*	Turpial amarillo					1		O	A
		Psarocolius decumanus	Oropéndola crestada	16	7	0		1	9	O	A/V

Orden	Familia	Especie	Nombre común	TEMPORADA LLUVIAS			TEMPORADA SECA			Gremio	Tipo de Registro
				B	VST	TA	B	VST	TA		
	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Arañero cabecirrufo					1	2	I	V
		Basileuterus tristriatus	Arañero cabecirrayado					1		I	V
		Cardellina canadensis	Reinita de Canadá				1			I	V
		Mniotilta varia	Cebrita trepadora					1		I	V
		Myiothlypis fulvicauda	Arañero ribereño	3	3	3	3		1	I	V/R
		Setophaga castanea	Reinita castaña				2	1	2	I	V
		Setophaga fusca	Reinita gorjiamarilla	0	3	0				I	V
		Setophaga petechia	Reinita dorada				1			I	V
	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga abejera	2	5	4	1	2	3	I	V/RED
	Thraupidae	*Chlorophanes spiza*	Mielero	0	1	2				N	V
		Chlorospingus flavopectus	Montero ojiblanco	0	0	1				F	V
		Coereba flaveola	Mielero común	2	4	6			2	N	A/V/R
		Dacnis cayana	Dacnis azul	2	3	3				F	
		Dacnis lineata	Dacnis carinegra	0	2	0				F	
		Eucometis penicillata	Güicha hormiguera	0	1	0	1			I	V
		Hemithraupis guira	Pitasilgo guira	0	0	1				F	V
		Ramphocelus dimidiatus	Toche pico de planta	7	1	6		3	14	F	A/V
		Ramphocelus flammigerus	Toche enjalmado						3	F	V
		Saltator atripennis	Saltador alinegro	0	0	1				F	V
		Saltator coerulescens	Saltador papayero						1	F	A/V
		Saltator maximus	Saltador ajicero	0	3	2	1		1	F	V
		Sicalis flaveola	Canario común	5	0	2			4	S	V/R
		Sporophila nigricollis	Espiguero capuchino	0	0	2		1		S	V
		Tachyphonus delatrii	Parlotero crestado				2		7	F	V/R
		Stilpnia cyanicollis	Tangara real	2	2	6		1	3	F	V
		Stilpnia larvata	Tangara collareja						2	F	V
		Stilpnia vitriolina	Tangara rastrojera	0	2	2		1		F	V
		Tangara gyrola	Tangara cabecirrufa	0	0	1		1	2	F	V
		Tangara icterocephala	Tangara amarilla	0	0	1				F	V
		Tangara inornata	Tangara ceniciento	0	0	9				F	V

Orden	Familia	Especie	Nombre común	TEMPORADA LLUVIAS			TEMPORADA SECA			Gremio	Tipo de Registro
				B	VST	TA	B	VST	TA		
		Tersina viridis	Azulejo golondrina	1	2	0				F	V
		Thraupis episcopus	Azulejo	5	13	6		4	18	F	A/V/R
		Thraupis palmarum	Azulejo palmero	5	6	12		8	16	F	A/V
		Tiaris olivaceus	Semillero cariamarillo	2	0	0				G	V
		Volatinia jacarina	Espiguero saltarín	0	0	2				G	V

Convenciones: Tipo de registro (Reg): Visual (V); Auditivo (A); Red (R). Coberturas Vegetales: Bosques (B), Vegetacion secundaruioa y/o en transición (VST), Territorios agrícolas (TA). Gremio Alimenticio: (I) Insectivoro, (F) Frugívoro, (O) Omnivoro, (N) Nectarivoro, (C) Carnívoro, (G) Granivoro, (S) Semilleros, (Ca) Carroñero

Las familias más representativas en ambas temporadas de muestreo fueron Thraupidae (Tángaras y semilleros) con una abundancia del 27.16% en temporada de lluvias (22 especies) y del 17.44% en la temporada seca (15 especies) en temporada seca seguida por la familia Tyrannidae (Atrapamoscas) con una abundancia del 16,05% en temporada de lluvias (13 especies) y del 16,28% en la temporada seca (14 especies) (Figura 5-50). Esto quiere decir que más de una tercera parte de la riqueza de especies está concentrada solo en el 5,52% de las familias. Esto concuerda con lo que se sabe de estas dos familias que son las más diversas del neotrópico y que cuentan con especies que se distribuyen desde bosques densos hasta áreas muy intervenidas. Otras familias diversas en el área de estudio fueron Trochilidae (Colibrís), Parulidae (Reinitas) y Picidae (Carpinteros, tucanes y capitos).

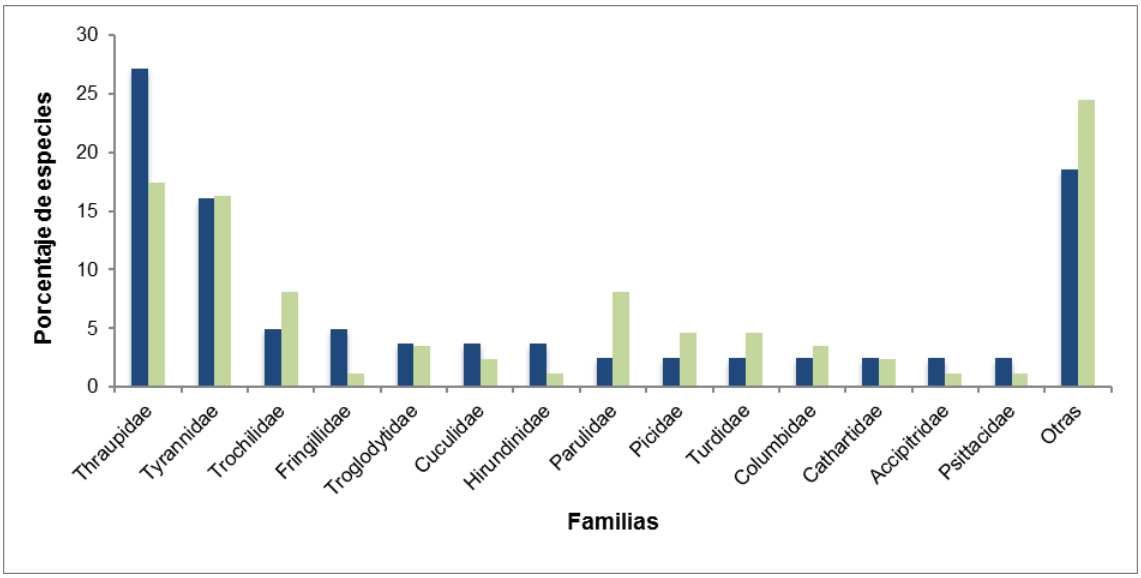


Figura 5-50. Representatividad de las principales familias de aves registradas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

5.2.10.2.3.1.1.1 Curvas de acumulación de especies

- Temporada de lluvias

La curva de acumulación de especies toma como unidad de muestreo el número de individuos de muestra de referencia reportados en campo, obtenidos tanto por observaciones como por capturas. En la Figura 5-51 se muestra la curva de acumulación de especies del área de interés para la temporada.

Para el muestreo realizado en temporada de lluvias, la curva de acumulación evidencia inicialmente que al alcanzar los 295 individuos el número de especies aumenta significativamente hasta alcanzar 66 especies, más adelante la curva se va

estabilizando, ya que, al duplicar el esfuerzo de muestreo a 590 individuos, la diversidad solo aumenta en 15 especies más, para un total de 81 taxones (punto sólido), de esta forma la curva de acumulación de especies toma una tendencia asintótica. Es de notar que, al extrapolar el número final de individuos observados al doble, es decir, a 1182 individuos, solo hay un incremento de 12 especies, acentuando la tendencia asintótica de la curva e indicando que se obtuvieron valores muy cercanos entre las especies encontradas versus las esperadas.

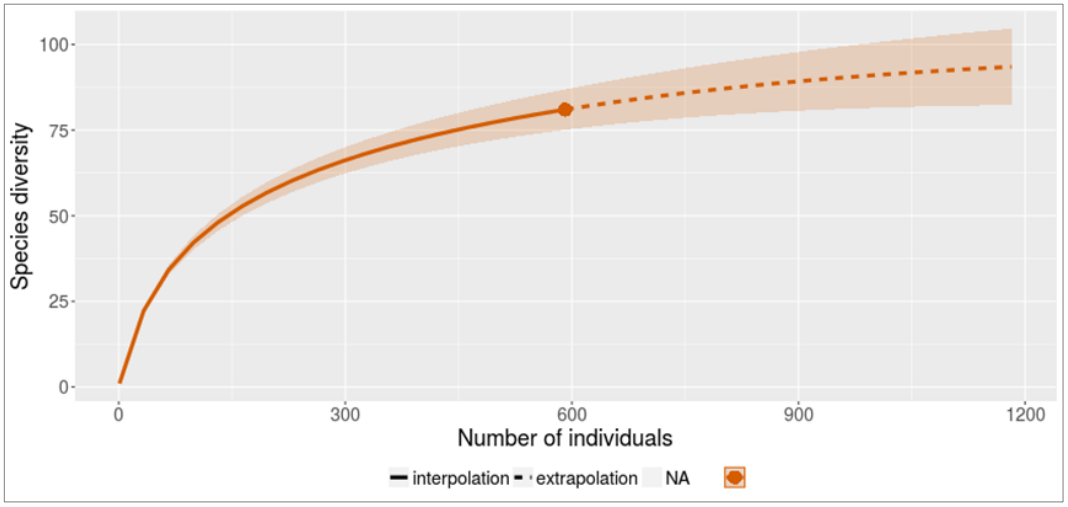


Figura 5-51. Curva de acumulación de especies de aves en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante el muestreo en invierno

Para la misma temporada, los resultados expresados en la curva de cobertura del muestreo (representatividad del muestreo) son característicos de un muy buen esfuerzo, ya que éste se encuentra en un rango de 95% a 98% de cobertura del muestreo (Figura 5-52). Si se doblara dicho esfuerzo, la representatividad aumentaría sólo un 2-5%, por lo cual no es viable, ya que el beneficio no sería significativo dado que la diversidad aumentaría en solo 12 especies más (línea punteada). Es de notar que, a pesar de la fragmentación a la que se ha visto sometida la región, muchas especies han desarrollado estrategias para adaptarse y establecerse en estos ecosistemas sensibles, sin embargo, la mayoría de las especies reportadas para el área de interés son generalistas (no tienen requerimientos ecológicos específicos).

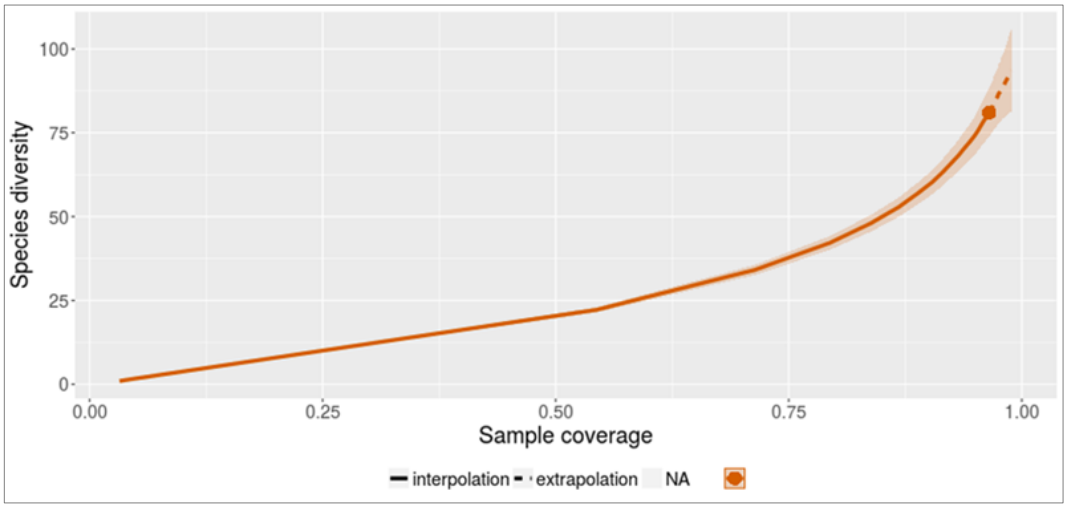


Figura 5-52. Curva de completitud del muestreo de aves en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III en temporada de invierno

- Temporada seca

La curva de acumulación de especies en la temporada seca tuvo un crecimiento constante sin estabilizarse. Las altas temperaturas de las zonas de muestreo obligan a las aves a disminuir sus patrones de actividad, con el fin de evitar un golpe de calor que afecte su supervivencia, y eso puede tener un impacto en la capacidad de registrar especies crípticas. Sin embargo, de acuerdo con la curva total de acumulación con el esfuerzo de muestreo realizado se registraron 86 especies, aproximadamente el 82.4 % de las especies que se registrarían si se duplicara el esfuerzo de muestreo (Figura 5-53). Con este esfuerzo de muestreo se logró una cobertura del muestreo de 93 % (Figura 5-54), es decir que fue adecuado para registrar una muestra significativa de la comunidad de aves presente en el sitio de muestreo.

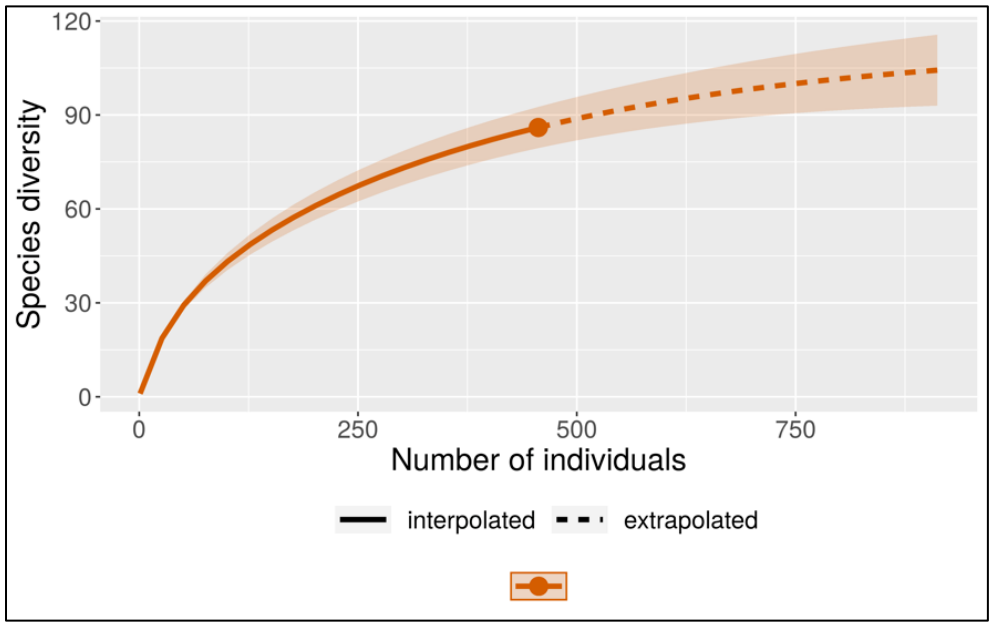


Figura 5-53. Curva de acumulación de especies de aves en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

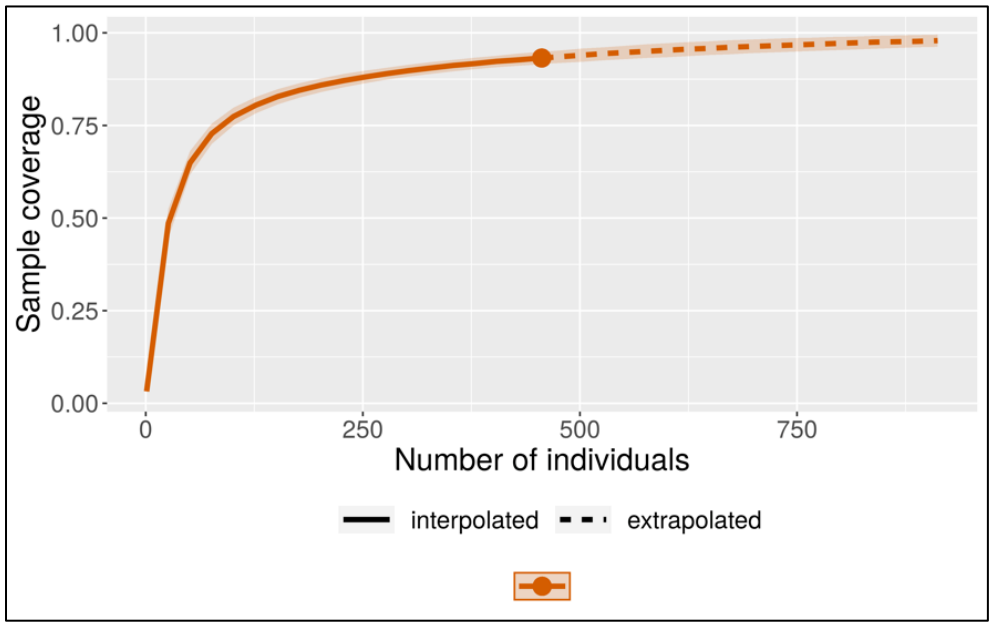


Figura 5-54. Curva de completitud del muestreo de aves en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

Cuando se analizan las coberturas de vegetación por separado, se observa que la única curva en alcanzar la estabilidad es la de los Territorios agrícolas, en la que fue posible registrar todas las especies disponibles en las unidades de muestreo escogidas, con un total de 52 especies de aves (Figura 5-55). Por otro lado, en la Vegetación Secundaria se registraron 46 especies, lo que corresponde a un 84 % de la diversidad acumulada que se obtendría si se doblara el esfuerzo de muestreo, lo que evidencia que las unidades de muestreo fueron las adecuadas para registrar gran parte de la diversidad del área de estudio. En la cobertura de Bosques se registró la menor cantidad de especies de aves, con un total de 33, lo que constituye un 68,9 % de la diversidad si se duplicara el esfuerzo de muestreo.

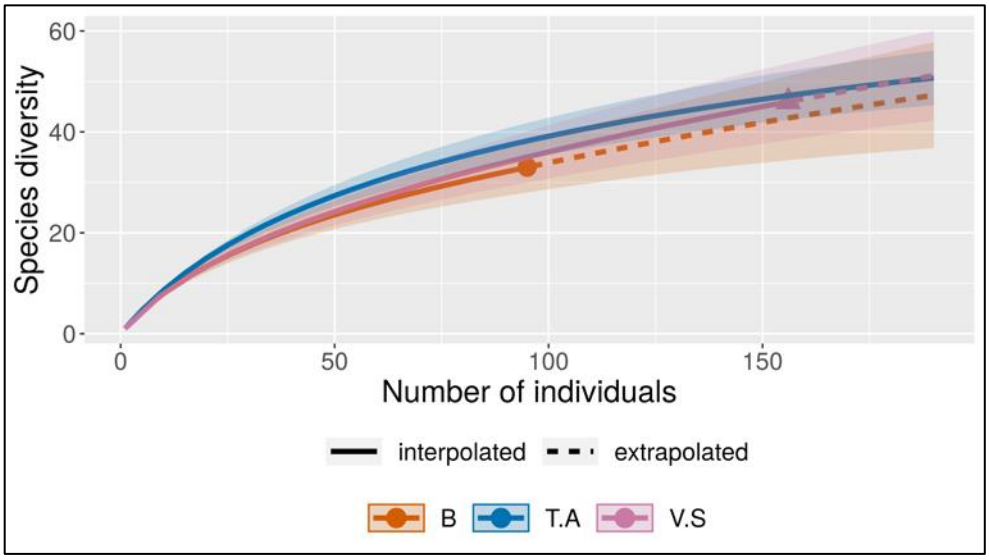
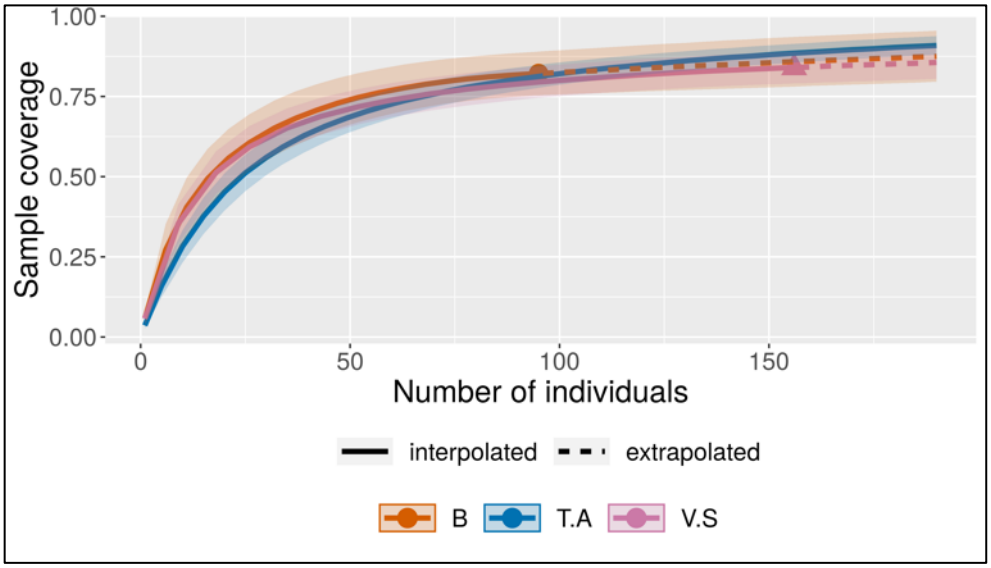


Figura 5-55. Curva de acumulación de diversidad de aves por cobertura vegetal: Bosques (B), Territorios Agrícolas (T.A) y Vegetación Secundaria (V.S).

En cuanto a la completitud del muestreo (Figura 5-56), los resultados de los análisis muestran que para las tres coberturas las unidades de muestreo fueron suficientes para alcanzar valores altos de completitud, que van entre el 82% (Bosques y Vegetación secundaria) y el 92% (Territorios agrícolas). Por tanto, es posible concluir que las aves registradas para las diferentes coberturas son una muestra significativa y representativa de la comunidad de aves presentes en cada una de ellas.



Convenciones: Bosques riparios y de galería (B), Territorios agrícolas (TA) y Vegetación Secundaria (V.S)

Figura 5-56 Curva de completitud del muestreo de aves por cobertura

5.2.10.2.3.2 Diversidad alfa

Los valores de diversidad alfa obtenidos para la comunidad de aves durante el muestreo en la temporada de lluvias se reportan en la Tabla 5-60. Estos muestran que los territorios agrícolas (TA) fue el grupo de coberturas que presentó la mayor diversidad con 55 especies, además, obtuvo el valor más alto del índice de diversidad de Margalef, lo que confirma su alta diversidad. En menor medida, se encuentra la vegetación secundaria o en transición (VS) y los bosques (BQ), que presentaron una riqueza de 48 y 39 especies, y valores más bajos del índice de Margalef.

El índice de diversidad de Simpson para las tres coberturas vegetales es cercano a uno (mayor a 0,94) lo que indica que las comunidades de aves de los tres grupos de coberturas presentan pocas especies dominantes por sus abundancias poblacionales con una cantidad similar de especies en cada grupo de coberturas, sin embargo, los TA fueron los de mayor valor, haciéndolos más diversos.

Al igual que en los parámetros anteriores, el índice de diversidad de Shannon-Wiener tuvo valores más altos para territorios agrícolas (TA), seguido de vegetación secundaria o en transición (VS) y los bosques (BQ), lo que muestra que los TA tienen un mayor nivel de uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies y por lo tanto mayor diversidad en el área de influencia.

Para la temporada seca, los análisis de diversidad alfa muestran que los Territorios agrícolas (TA) fue el grupo de coberturas que presentó la mayor diversidad con 52 especies, además, obtuvo el valor más alto del índice de diversidad de Margalef, lo que confirma su alta diversidad. En segundo lugar, se encuentra la Vegetación Secundaria (Vst) y después Bosques (B), que presentaron una riqueza de 46 y 33 especies respectivamente, y valores más bajos del índice de Margalef (Tabla 5-60).

El índice de diversidad de Simpson es cercano a uno (mayor a 0,93) para las coberturas analizadas, evidenciando la presencia de pocas especies de aves con abundancias significativamente mayores a las del resto de especies, y con una cantidad similar de especies en cada cobertura. Sin embargo, los TA presentaron un mayor valor, por lo tanto, se consideran los más diversos de las tres coberturas.

De igual manera, el índice de diversidad de Shannon-Wiener tuvo valores más altos para los TA, seguido de Vegetación Secundaria (Vst) y los Bosques (B), lo que muestra que los TA tienen un mayor nivel de uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies y por lo tanto mayor diversidad en el área de influencia. Los valores altos de los índices de diversidad de los Territorios Agrícolas podrían deberse a la heterogeneidad de coberturas vegetales que presentan, que van desde pastos (limpios y arbolados) hasta cultivos (arbóreos o herbáceos), lo que se traduce en una amplia oferta de recursos para aquellas especies resistentes a las perturbaciones ambientales, permitiendo además la convivencia de un número mayor de aves.

Tabla 5-60 Valores de los índices de diversidad para cada una de las coberturas vegetales evaluadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

Coberturas vegetales	Temporada de lluvias			Temporada seca		
	B	VST	TA	B	VST	TA
Medición de la riqueza específica						
Riqueza específica	39	48	55	33	46	52
Número de individuos	149	226	216	95	156	205
Índice de diversidad de Margalef (DM)	7,594	8,671	10,05	7.03	8.91	9.58
Medición de la estructura de la comunidad						
Índice de dominancia de Simpson (1-D)	0,9478	0,9474	0,9561	0.942	0.943	0.964
Índice de equidad de Shannon-Wiener (H')	3,246	3,38	3,555	1.335	1.405	1.534

5.2.10.2.3.3 Abundancias relativas

En términos de abundancia, durante la temporada de lluvias, entre las especies más representativas se encuentran los vencejos collarejos (*Streptoprocne zonaris*) con el 9% de los registros, lo que puede explicarse por ser una especie de comportamiento social y muy abundante en algunos lugares. El Sirirí común (*Tyrannus melancholichus*) fue la segunda especie más abundante y en tercer lugar el gavilán pollero (*Rupornis magnirostris*), las demás especies presentan abundancias por debajo del 4% (Figura 5-57). Las especies mencionadas anteriormente se agrupan en su mayoría como especies generalistas y de amplia distribución. Estas especies son muy tolerantes a la intervención antrópica, además muestran pocas variaciones en las poblaciones durante todo el año (BirdLife International, 2018). Debido a lo anterior, estas especies presentan una alta representatividad de individuos.

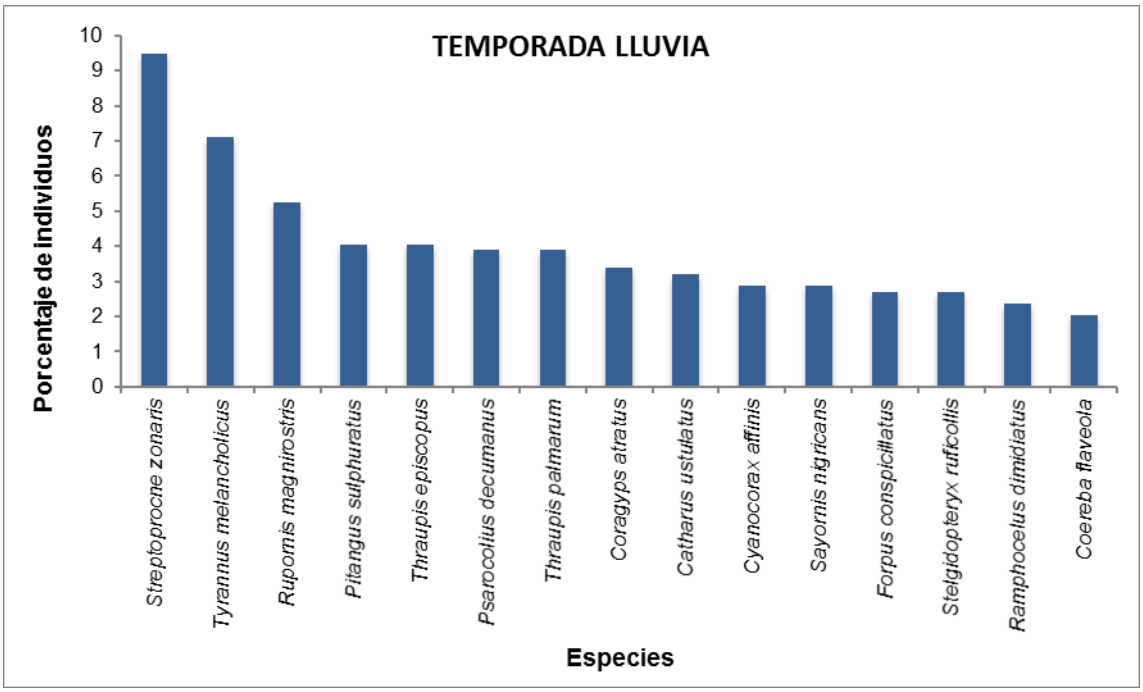


Figura 5-57. Abundancia relativa de las aves de mayor registro en el área de influencia del proyecto Cocorná III durante el muestreo en invierno

Para el muestreo realizado en temporada seca, la curva de rango abundancia total para este monitoreo muestra que la mayoría de las especies de aves presentan abundancias bajas en el área evaluada, y solo unas pocas especies cuentan con número de individuos mayor, como el sirirí común (*Tyrannus melancholicus*), el bichofué (*Pitangus sulphuratus*) y el vencejo collarejo (*Streptoprocne zonaris*) todas especies comunes y adaptadas a los ambientes intervenidos producto de las actividades humanas. Además, pertenecen en general a especies de

comportamientos gregarios al anidar o moverse, o que se reúnen en grupos grandes para buscar alimento en zonas abiertas. Todas ellas corresponden a gremios alimenticios diversos que se caracterizan por buscar recursos en zonas intervenidas que aún conservan coberturas vegetales considerables. (Figura 5-58).

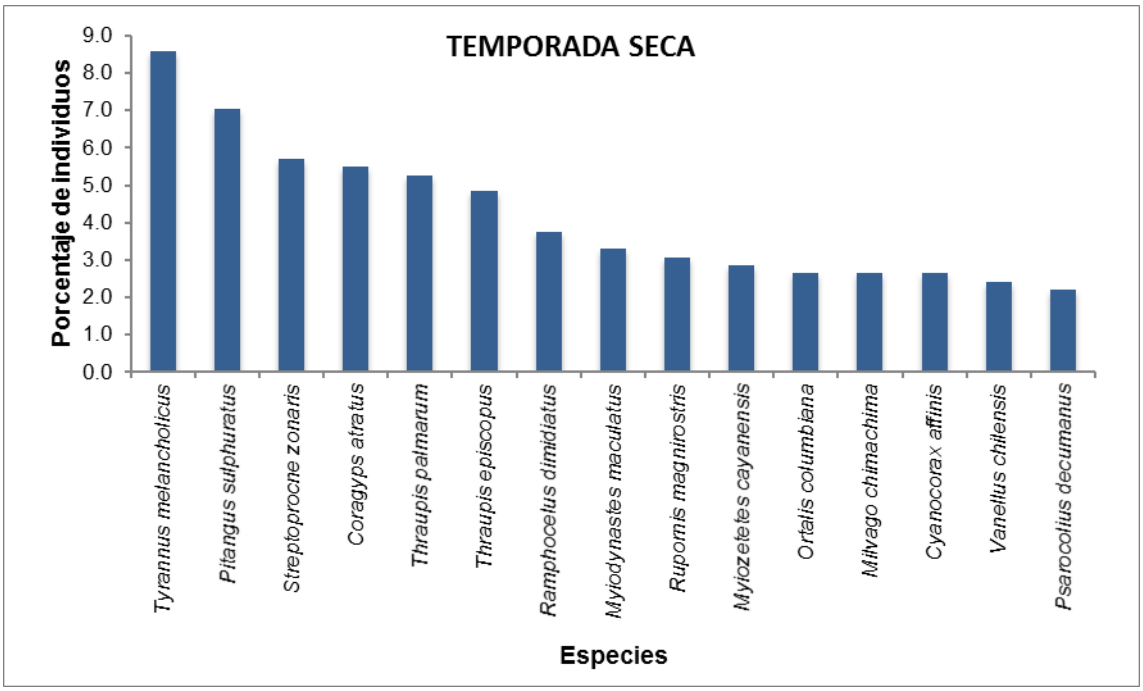


Figura 5-58. Abundancia relativa de las aves de mayor registro en el área de influencia del proyecto Cocorná III.

5.2.10.2.3.4 Diversidad beta

La diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje (Whittaker, 1999). Esta diversidad permite determinar la cantidad de especies que comparten diferentes comunidades que son definidas en una misma unidad geográfica y un mismo tiempo.

Para el muestreo realizado en la temporada de lluvias, de acuerdo con el coeficiente de similitud se encuentra que los territorios agrícolas (TA) y los bosques (B) son los hábitats más similares en cuanto a la composición de aves, ya que comparten un 40,3% de las aves registradas. De igual forma, los TA y la vegetación secundaria o en transición (VS) presentan una similitud del 39,2%, mientras que las coberturas más disímiles son la VS y los BQ, donde solo comparten un 36% de similitud (Figura 5-59).

De esta forma, la mayoría de las aves registradas en el área de influencia del proyecto comparten más de una cobertura vegetal (se observó la misma especie en diferentes

hábitats), lo que indica que hay flujo de la avifauna entre estas, ya que muchas de las especies utilizan unas zonas para alimentación, otras como refugio, pero la mayoría principalmente de paso. Así, las matrices forestales con unidades florísticas diversas resultan primordiales para el mantenimiento y permanencia de las comunidades de aves, aunque la relación de recambio sea baja, ya que, si se considera la explosión de frutos y otros recursos en temporadas de lluvia, estas formaciones naturales siguen siendo necesarias para un número considerable de aves tanto residentes como migratorias (Marín-Gómez, 2007).

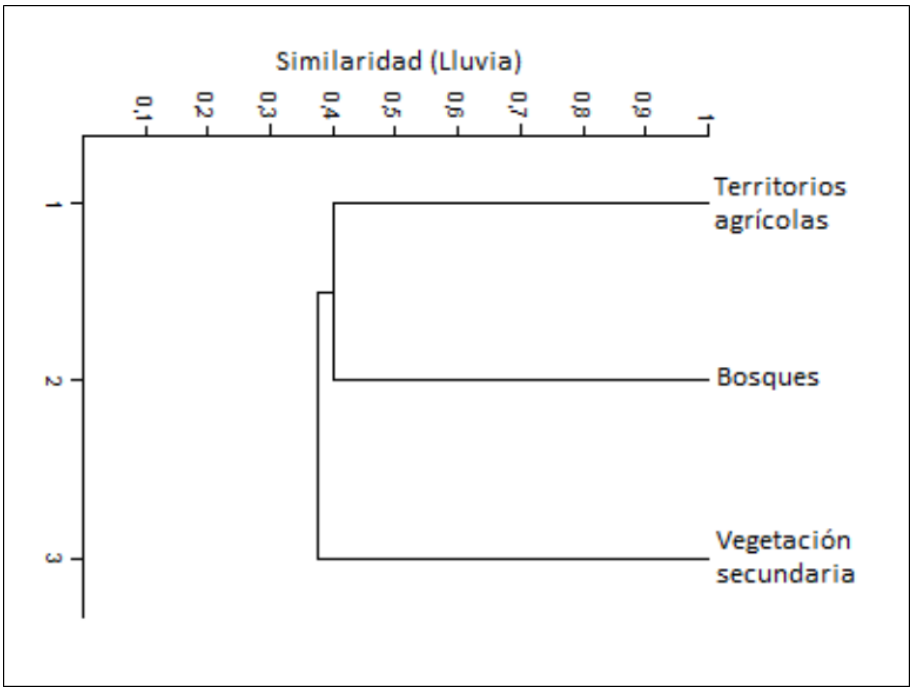


Figura 5-59 Dendrograma de similitud de Jaccard para las tres coberturas analizadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III, en el muestreo en época de lluvias.

Para el muestreo realizado en la temporada seca, este análisis muestra que las coberturas tienen un grado de similitud bajo, que va entre 32 y 27% (Figura 5-60). Sin embargo, se puede apreciar que las coberturas de Vegetación secundaria y Territorios agrícolas son más similares entre ellas que con la cobertura de Bosques, que aparece por fuera de la agrupación. Estas dos coberturas, aunque tienen diferencias en la estructura de la vegetación, lo que favorecería una diferenciación en las especies registradas, podrían estar compartiendo especies que se mueven entre ambas coberturas dada su cercanía geográfica. Por el contrario, la cobertura de Bosques cuenta con características particulares no solo de vegetación sino de topografía que la diferencian de las otras dos, disminuyendo su similitud con ellas.

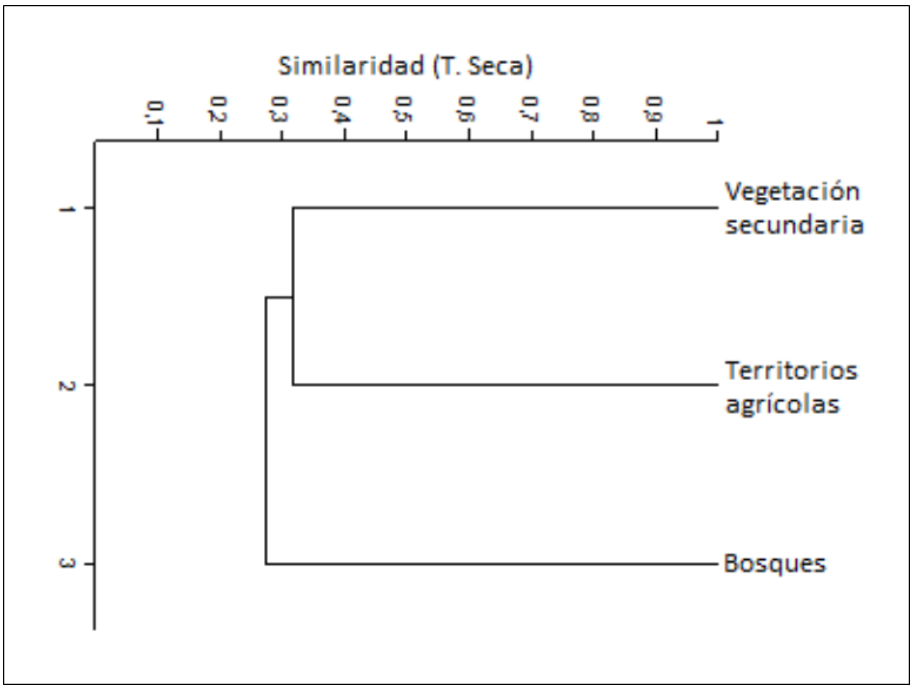


Figura 5-60 Dendrograma de similitud de Jaccard para las tres coberturas analizadas en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

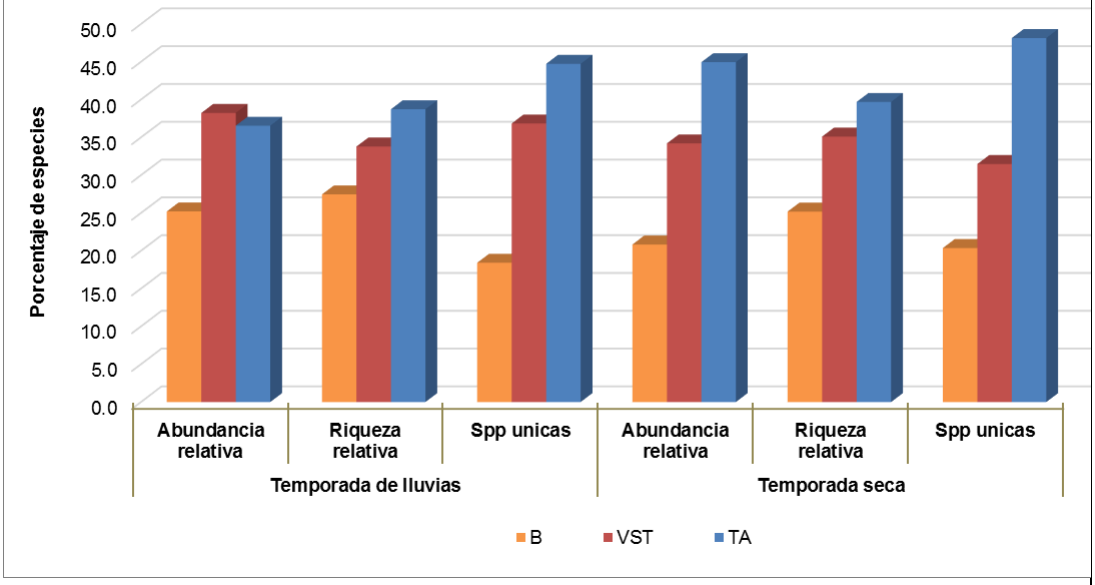
5.2.10.2.3.5 Diversidad taxonómica por hábitat

La caracterización de la avifauna presente en los ecosistemas del área de influencia se relaciona con el uso potencial que le pueden dar a cada una de estas matrices y la forma en que son aprovechadas por las aves como respuesta a su ecología y sus requerimientos de nicho como alimentación y zonas de refugio.

En términos de abundancia (número de individuos), durante el muestreo en la temporada de lluvias, la cobertura Vegetación secundaria o en transición (VST) fue donde se registró la mayor abundancia de individuos, con un total del 38,2,0% de los registros (226 individuos), seguido por la cobertura de territorios agrícolas (TA) con un total del 36,5% de los registros (216 individuos), y finalmente los Bosques (B) con un 25,28% de representatividad (149 individuos). Durante el muestreo en la temporada seca las cobertura de los Territorios agrícolas (TA) fue donde se registró la mayor abundancia de individuos, con un total del 45,0% de los registros (205 individuos), seguido por la Vegetación secundaria o en transición (VST), con un 34,2% (156 individuos) y finalmente los Bosques (B) con un 20,8% de representatividad (95 individuos; Figura 5-61).

En términos de riqueza específica, durante el muestreo de la temporada de lluvias, los territorios agrícolas (TA) es el grupo de coberturas vegetales que presentó el

mayor número de especies de aves con un 38,7% de representatividad (55 especies), mientras que la vegetación secundaria o en transición (VST) presentó un porcentaje del 33,8% (48 especies) y los bosques (B) presentaron un 27,50% (39 especies) (Figura 5-67), con valores muy similares para la temporada seca donde se registró en los territorios agrícolas (TA) un 39,7% de representatividad (52 especies), un 35,1% (46 especies) en la vegetación secundaria o en transición (VST) y un 25,20% (33 especies) en los bosques (B) (Figura 5-61), coincidiendo con lo estimado por los índices de diversidad alfa para ambas temporadas de muestreo.



Convenciones: Bosques (B); Vegetación secundaria (V.S) y Territorios agrícolas (T.A)

Figura 5-61 Representatividad de la comunidad de aves registrada en las diferentes coberturas vegetales en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

Es de resaltar que, muchas de las aves reportadas en campo tienen estrategias abiertas y oportunistas. Al ser organismos altamente móviles, las aves pueden desplazarse entre las diferentes matrices forestales dentro del área de influencia en busca de alimento o refugio, a pesar de ello, las aves tienen una preferencia por la ocupación del hábitat.

Por ejemplo, los Bosques (bosques de galería y bosques riparios) son ecosistemas estratégicos por ser corredores biológicos y de flujo genético que conectan pequeñas zonas. Estos son de gran importancia, pues albergan numerosas especies de aves, además, desempeñan funciones de sustento y cobijo para una gran cantidad de individuos de esta clase (Nieto & Silva, 2012) y su grado de vulnerabilidad se asocia principalmente a la pérdida de la cobertura vegetal (fragmentación y perturbación), los cuales les brindan los recursos necesarios para su supervivencia (Nieto & Silva, 2012).

Cuando se compara la abundancia y riqueza relativa de las especies registradas en las diferentes coberturas, se observa que los Territorios Agrícolas predominan ya que, no solo tienen el mayor número de especies de aves, sino que, además, presentaron un alto número de individuos con respecto a las otras dos coberturas. Como se mencionó anteriormente, los resultados obtenidos en los Territorios Agrícolas podrían deberse a la heterogeneidad de coberturas encontradas en ellos, lo que aumenta de manera considerable la oferta de recursos, para suplir requerimientos energéticos, de refugio y anidación.

Para el muestreo realizado en temporada de lluvias las tres coberturas comparten 18 especies de las 81 reportadas en el área (22,2% de la riqueza total), mientras que en temporada seca, las tres coberturas comparten 14 especies de las 86 reportadas en el área (16,2% de la riqueza total), lo que refuerza el resultado obtenido por los análisis de similitud de que las coberturas tienen características particulares gracias a las diferencias en las estructuras vegetales.

Para la cobertura de Territorios agrícolas se registraron 17 especies exclusivas de esta cobertura en el muestreo realizado en temporada de lluvias y 26 especies en temporada seca, de éstas, algunas corresponden a especies semilleras que aprovechan la gran cantidad de pastos que se encuentran en esta zona. Otras especies como la tángara collareja (*Stilpnia larvata*) y el sirirí bueyero (*Machetornis rixosa*) son comunes en áreas intervenidas con arbustos y matorrales (Tabla 5-61). En la cobertura de Vegetación Secundaria se registraron 14 especies únicas en el muestreo realizado en temporada de lluvias y 17 especies en la temporada seca, entre las que se encuentran el carpintero bonito (*Melanerpes pulcher*), un endémico de Colombia, y la cebrita trepadora (*Mniotilta varia*), una especie migratoria boreal. La cobertura de Bosques riparios y de galería fue la que tuvo el menor número de especies únicas con un total de 7 especies en la temporadea de luvias y 11 especies en la temporada seca. Algunas de éstas son especies dependientes de zonas boscosas, como la paloma perdiz roja (*Geotrygon montana*) que habita el sotobosque y el suelo de bosques húmedos. También se registraron especies como el búho de anteojos (*Pulsatrix perspicillata*), el rastrojero pálido (*Synallaxis albescens*) y la güicha hormiguera (*Eucometis penicillata*), que pueden habitar además áreas abiertas y pasturas, lo que indica que esta cobertura se encuentra todavía en una fase de transición con parches de otro tipo de vegetación.

Tabla 5-61. Especies de aves de registro exclusivo para cada cobertura vegetal en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TEMPORADA LLUVIAS			TEMPORADA SECA		
			B	VST	TA	B	VST	TA
Galliformes	Cracidae	*Ortalis columbiana*			x			
Columbiformes	Columbidae	*Geotrygon montana*				x		
		Columbina talpacoti						x
		Leptotila verreauxi						x

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TEMPORADA LLUVIAS			TEMPORADA SECA		
			B	VST	TA	B	VST	TA
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*		x			x	
		Tapera naevia	x					
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*		x				
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*					x	
	Trochilidae	*Polyerata amabilis*						x
		Amazilia tzacatl		x				x
		Amazilia amabilis						
		Anthracothorax nigricollis						x
		Florisuga mellivora						x
		Phaethornis anthophilus						x
Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*		x				
	Charadriidae	*Vanellus chilensis*			x	x		
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*		x				
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	x				x	
Strigiformes	Strigidae	*Pulsatrix perspicillata*				x		
Coraciiformes	Momotidae	*Baryphthengus martii*				x		
Piciformes	Capitonidae	*Capito hypoleucus*					x	
		Eubucco bourcierii						x
	Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*						x
	Picidae	*Colaptes punctigula*						x
		Dryocopus lineatus					x	
		Melanerpes pulcher	x				x	
Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*			x			
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazonas ochrocepala*					x	
		Pionus chalcopterus			x			
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus multistriatus*						x
	Furnariidae	*Dendrocincla fulliginosa*				x		
	Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*						x
		Legatus leucophaius		x				
		Machetornis rixosa						x
		Mionectes oleaginus		x				
		Myiarchus cephalotes					x	
		Myiarchus tuberculifer			x			
		Myiodynastes chrysocephalus			x			

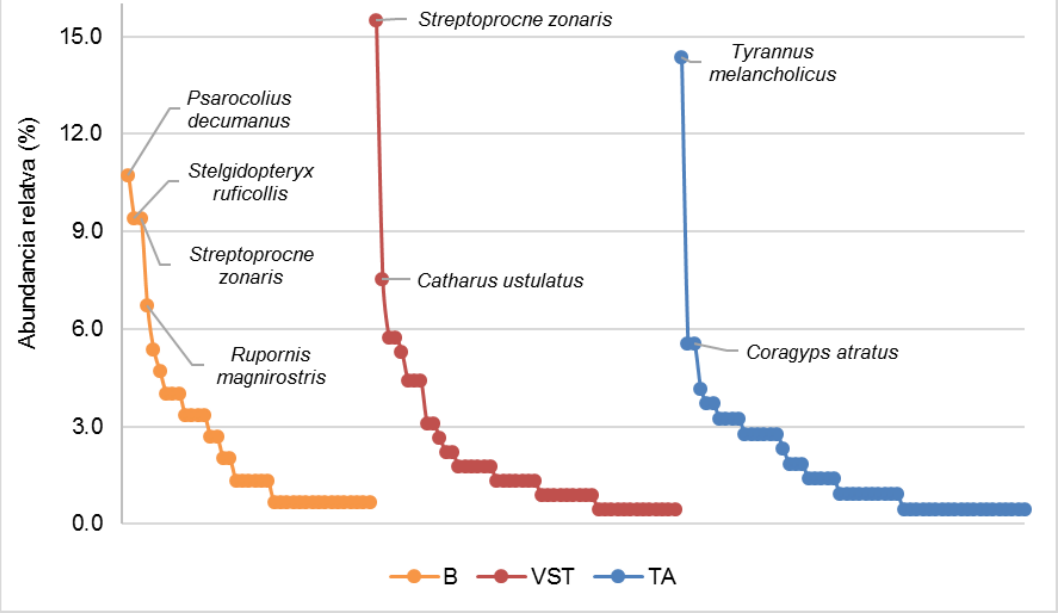
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TEMPORADA LLUVIAS			TEMPORADA SECA		
			B	VST	TA	B	VST	TA
		Myiodynastes maculatus			x			
		Phylloscartes ophthalmicus					x	
		Sayornis nigricans						x
		Serpophaga cinerea				x		
		Todirostrum cinereum						x
		Zimmerius chrysops						x
	Pipridae	*Machaeropterus regulus*		x				
	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*						x
	Hirundinidae	*Progne tapera*	x					
		Pygochelidon cyanoleuca		x				
		Stelgidopteryx ruficollis				x		
	Troglodytidae	*Cantorchilus nigricapillus*		x				
		Henicorhina leucosticta						x
		Microcerculus marginatus	x					
		Troglodytes aedon						x
	Cinclidae	*Cinclus leucocephalus*			x			
	Turdidae	*Turdus ignobilis*						x
		Turdus grayi					x	
		Turdus leucomelas					x	
		Catharus ustulatus				x		
	Mimus	*Mimus gilvus*						x
	Fringillidae	*Euphonia cyanocephala*	x					
		Euphonia laniirostris					x	
		Spinus psaltria			x			
	Passerellidae	*Arremon aurantiirostris*		x				
	Icteridae	*Icterus nigrogularis*					x	
	Parulidae	*Basileuterus tristriatus*					x	
		Cardellina canadensis				x		
		Mniotilta varia					x	
		Setophaga fusca		x				
		Setophaga petechia				x		
	Thraupidae	*Chlorospingus flavopectus*			x			
		Coereba flaveola						x
		Dacnis lineata		x				

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TEMPORADA LLUVIAS			TEMPORADA SECA		
			B	VST	TA	B	VST	TA
		Eucometis penicillata		x		x		
		Hemithraupis guira			x			
		Ramphocelus flammigerus						x
		Saltator atripennis			x			
		Saltator coerulescens						x
		Sicalis flaveola						x
		Sporophila nigricollis			x		x	
		Stilpnia larvata						x
		Stilpnia vitriolina					x	
		Tangara gyrola			x			
		Tangara icterocephala			x			
		Tangara inornata			x			
		Tiaris olivaceus	x					
		Volatinia jacarina			x			

Durante el muestreo en epoca de lluvias, en la cobertura de Bosque, las especies más abundantes fueron la oropéndola crestada (*Psarocolius decumanus*) la cual vive en los claros y los bordes de los bosques, seguida por el vencejo collarejo (*Streptoprocne zonaris*), la golondrina barranquera (*Stelgidopteryx ruficollis*) y el gavilán caminero (*Rupornis magnirostris*) las cuales son comunes en diversos tipos de cobertura y presentan amplia distribución.

Para la cobertura de Vegetación secundaria, se encontró que las especies más abundantes fueron el vencejo collarejo (*Streptoprocne zonaris*) especie propia de áreas abiertas y el Zorzal buchipecoso (*Catharus ustulatus*) el cual aunque es abundante trata de mantenerser alejaro de las construcciones y las actividades humanas(Figura 5-62).

En la cobertura de Territorios Agrícolas se observó que las dos especies que presentaron mayores abundancias fueron el siriri común (*Tyrannus melancholicus*) es un ave insectívora de zonas abiertas y el gallinazo negro (*Coragyps atratus*) ave carroñera de amplia distribución.



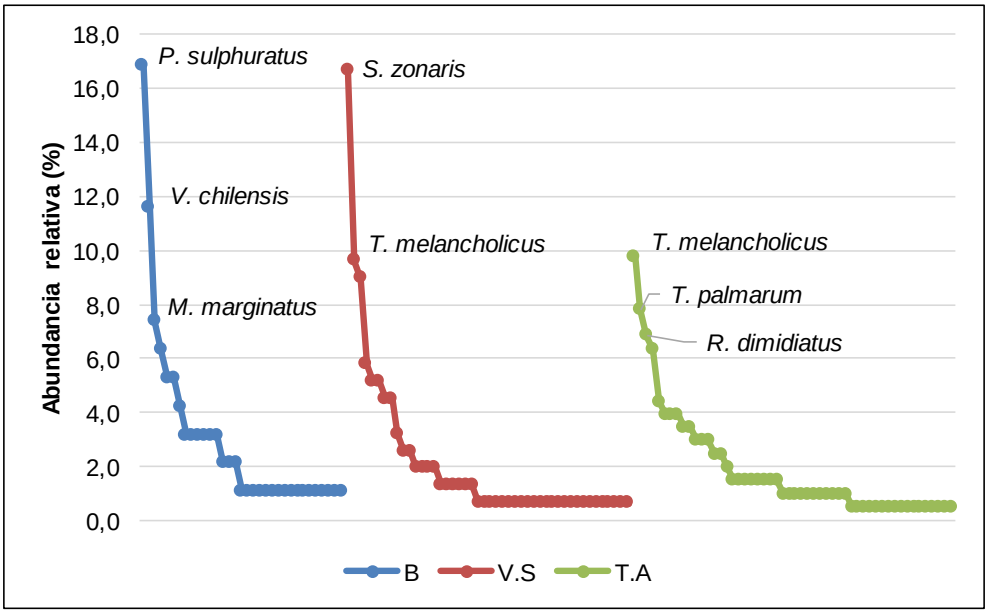
Convenciones: Bosques (B); Vegetación secundaria (VST) y Territorios agrícolas (TA).

Figura 5-62 Rango de abundancia de las aves en cada una de las coberturas caracterizadas dentro del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante el muestreo en temporada de lluvias

Durante el muestreo realizado en temporada seca, en la cobertura de Bosque, las dos especies más abundantes fueron el bichofué (*Pitangus sulphuratus*) y la caravana (*Vanellus chilensis*) (Figura 5-63), ambas especies características de áreas abiertas e intervenidas, a pesar de ser ésta una cobertura natural y con menos intervención que la de Vegetación Secundaria y Territorios agrícolas. Por otro lado, el cucarachero ruiseñor (*Microcerculus marginatus*), una especie que habita en bosques húmedos tropicales fue también una especie común en esta cobertura.

Para la cobertura de Vegetación secundaria, se encontró que las especies más abundantes son especies de áreas abiertas, el sirirí común (*Tyrannus melancholicus*) y el vencejo collarejo (*Streptoprocne zonaris*) (Figura 5-63), similar a lo encontrado para el monitoreo general. La gran abundancia de estas dos especies en esta cobertura indica que todavía es posible encontrar dentro de ésta espacios altamente intervenidos y abiertos.

En la cobertura de Territorios Agrícolas se observó que las dos especies que presentaron mayores abundancias fueron especies de hábitos contrastantes. Mientras que el sirirí común (*Tyrannus melancholicus*) es un ave insectívora de zonas abiertas, el Toche pico-de-plata (*Ramphocelus dimidiatus*) principalmente se mueve entre parches de bosque y zonas abiertas, en donde se alimenta de frutos en los estratos medios y bajos de la cobertura vegetal. Esto evidencia la diversa oferta de recursos en esta cobertura.



Convenciones: Bosques (B); Vegetación secundaria (V.S) y Territorios agrícolas (T.A).

Figura 5-63 Rango de abundancia de las aves en cada una de las coberturas caracterizadas dentro del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III dunte el muestreo en temporada seca

En la cobertura de Territorios Agrícolas se observó que las dos especies que presentaron mayores abundancias fueron especies de hábitos contrastantes. Mientras que el sirirí común (*Tyrannus melancholicus*) es un ave insectívora de zonas abiertas, el Toche pico-de-plata (*Ramphocelus dimidiatus*) principalmente se mueve entre parches de bosque y zonas abiertas, en donde se alimenta de frutos en los estratos medios y bajos de la cobertura vegetal. Esto evidencia la diversa oferta de recursos en esta cobertura.

5.2.10.2.3.6 Gremios tróficos

El gremio mejor representado fue el de los insectívoros en el cual se agruparon varias familias como Tyrannidae, Parulidae y Picidae (Figura 5-64). La presencia de estas especies en el área refleja la disponibilidad de recursos, dado que los insectos es uno de los grupos más abundantes gracias a su amplia diversidad. Además, estas aves insectívoras en la zona regulan las poblaciones de insectos que podrían ser considerados plagas, tanto para otras especies de animales y plantas, como para las personas que habitan el área de muestreo.

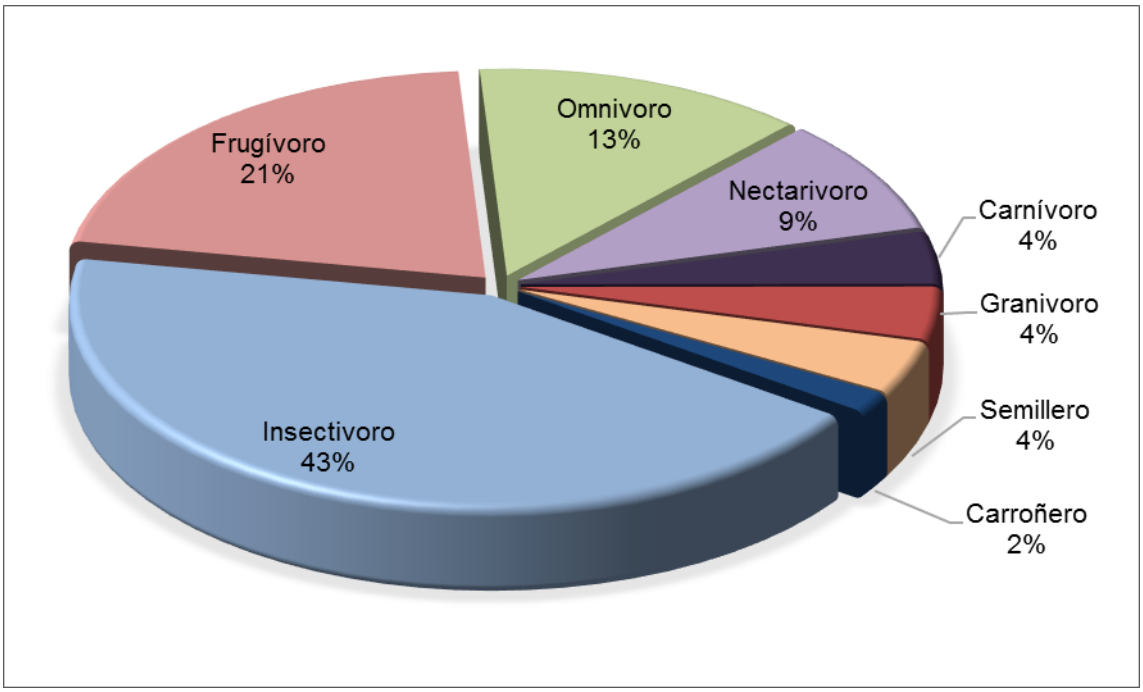


Figura 5-64. Representatividad de los gremios tróficos registrados en el área de influencia.

Las especies pertenecientes a familias que se alimentan de frutos como las Tangaras (Thraupidae) continuaron en representatividad. En este caso de las aves frugívoras, la disponibilidad de frutos en las diferentes especies de plantas presentes en las áreas es crucial para el mantenimiento de las poblaciones de aves, que a su vez son las responsables de la dispersión de semillas, un servicio ecosistémico crucial para el mantenimiento de las coberturas vegetales del sitio de muestreo.

Especies de familias con dietas a base de semillas como las palomas y tórtolas (Columbidae), y nectarívoras como los colibríes (Trochilidae), también tuvieron una alta representatividad, lo que coincide con la disponibilidad de recursos tanto florales como de semillas en las coberturas muestreadas, especialmente visibles en la cobertura de Territorios Agrícolas. La presencia de colibríes en las diferentes coberturas asegura la polinización de las especies de plantas del sitio de muestreo, permitiendo la reproducción de éstas y la continuidad de sus poblaciones.

El gremio de los omnívoros, se distribuyó en diferentes familias (Icteridae, Cuculidae, Momotidae) y estuvo representado por especies como el turpial amarillo (*Icterus nigrogularis*), el garrapatero piquiliso (*Crotophaga ani*) y el carriquí pechiblanco (*Cyanocorax affinis*); mientras que las especies carroñeras (Cathartidae) o las netamente carnívoras (Accipitridae, Falconidae, Strigidae) tuvieron menos representantes, lo cual era previsible dado el gran tamaño y los mayores requerimientos energéticos de estos grupos que requieren extensiones de hábitat

superiores a los de otras especies más pequeñas. En las diferentes coberturas se registraron varias especies carnívoras como la Pigua (*Milvago chimachima*), el gavilán caminero (*Rupornis magnirostris*) y el búho de anteojos (*Pulsatrix perspicillata*). En general para todos los sectores se encontró una diversa representatividad de todos los gremios lo que evidencia la buena disponibilidad de recursos que favorece la presencia de especies que prestan diferentes servicios ecosistémicos (Sekercioglu, 2012).

5.2.10.2.3.7 Especies migratorias

En el área de muestreo se registraron ocho especies de aves migratorias boreales, debido a que el monitoreo coincidió con la temporada de migración. Estas son el zorzal buchipecoso (*Catharus ustulatus*), el andarríos manchado (*Actitis macularius*), la piranga abejera (*Piranga rubra*), la reinita de Canadá (*Cardellina canadensis*), la reinita castaña (*Setophaga castanea*), la reinita dorada (*Setophaga petechia*), la reinita gorjiamarilla (*Setophaga fusca*) y la cebrita trepadora (*Mniotilta varia*). Las aves migratorias aprovechan hábitats diferentes a los de sus áreas de reproducción en sus cuarteles de invierno y por lo general, son más generalistas en estos últimos.

El zorzal buchipecoso (*Catharus ustulatus*) por ejemplo, aprovecha los niveles medios y bajos de los bosques y matorrales húmedos, áreas parcialmente despejadas y crecimiento secundario viejo, aunque durante la migración puede encontrarse prácticamente en cualquier sitio, incluso en áreas urbanas y abiertas (Palacio, 2012e). En el caso de la piranga abejera (*Piranga rubra*), esta especie puede habitar bosques secundarios húmedos, bordes de bosque, bosque seco tropical y bosque caducifolio. También aprovecha áreas abiertas con árboles dispersos, plantaciones, áreas urbanas, jardines y cercos vivos (Arango, 2014). La reinita de Canadá (*Cardellina canadensis*) ha sido registrada en Colombia en el sotobosque de matorrales densos de bosques húmedos y bosques de niebla, bosques secundarios, plantaciones de café, áreas con árboles dispersos y jardines (Palacio, 2012c).

La reinita dorada (*Setophaga petechia*) se ha registrado en manglares además de en otros ambientes, como arroyos, y áreas semiabiertas, incluyendo terrenos agrícolas (Palacio, 2012a). La cebrita trepadora (*Mniotilta varia*) utiliza una gran variedad de hábitats desde bosque en sucesión temprana hasta bosques maduros. También habita en matorrales, manglares, áreas abiertas, parques, plantaciones y jardines (Palacio, 2012d). Por otro lado, la reinita castaña (*Setophaga castanea*), se ha registrado en bosques tropicales húmedos de tierras bajas y en hábitats de crecimiento secundario (Palacio, 2012b)

Es decir, que de las seis especies migratorias registradas solo una, la reinita castaña (*Setophaga castanea*), está asociada solo a bosques y vegetación secundaria. Las cinco especies restantes son generalistas en las áreas de invernada y pueden encontrarse en las tres coberturas evaluadas en el presente monitoreo.

Por los estudios previos en zonas cercanas se sabe que podrían existir hasta 25 especies migratorias que utilizan la región como área de invernada. Posiblemente en

muestreos más exhaustivos durante el pico de la temporada de migración puedan registrarse más especies migratorias.

5.2.10.2.3.8 Usos, presiones e importancia cultural de las especies

La mayoría de las especies de aves registradas en el área de estudio son crípticas y difíciles de ver, a menos de que se tenga experiencia detectándolas. Por esta razón no son conocidas por los habitantes de la zona, que posiblemente reconocen a las más vistosas como las loras, pavas, turpiales, entre otras. Debido a este rasgo, no todas tienen un uso por parte de la comunidad.

En cuanto al consumo directo o la comercialización de especies silvestres, generalmente en las áreas rurales, éste proporciona a gran cantidad de familias un medio adicional para su subsistencia, y de que en las zonas urbanas es posible encontrar redes extensas de comercio ilegal, que proveen y demuestran la existencia de una demanda activa y creciente de carne de monte, entre otros productos (Mancera & Reyes, 2008). Sin embargo, en el área de estudio los habitantes obtienen la carne y los huevos de aves de corral, como gallinas, y por lo tanto, no cazan a las aves grandes como pavas y perdices.

La principal amenaza antropogénica en el área es la pérdida de cobertura boscosa por procesos de deforestación para expansión de pastos y comercio de madera, como fue posible registrar en la cobertura de Bosques (Foto 5-15).

Foto 5-15. Tala de bosques registrada en las coberturas boscosas del área de influencia.

5.2.10.2.3.9 Categorías de amenaza, importancia económica y endemismo

La mayoría de las especies registradas en el área de estudio están categorizadas en Preocupación Menor (LC), tanto a nivel nacional como internacional, lo que se traduce en especies con distribuciones amplias y poblaciones estables que no enfrentan situaciones de peligro. Se registró solo una especie amenazada, el torito dorsiblanco (*Capito hypoleucus*), especie endémica, que se encuentra en categoría Vulnerable (VU) a nivel global, y aumenta su amenaza a nivel nacional, donde está categorizado como En Peligro (EN). Tabla 5-62.

Según la IUCN, el torito dorsiblanco ha sido rebajado de categoría debido a información sobre su tolerancia a hábitats modificados, lo que implica que dentro de su rango restringido su población no está muy fragmentada. Sin embargo, la especie tiene una población muy pequeña que se encuentra en declive como resultado de la deforestación continua. Su población se estima que está en el rango de 2500 – 9999 individuos, con base en la evaluación de registros, descripciones de abundancias y la amplitud de su distribución.

El torito dorsiblanco habita bosques húmedos montano-bajos y bosques de galería entre 350-2000 msnm, en donde puede utilizar bosques primarios, secundarios e incluso altamente intervenidos. También se ha registrado en áreas con mosaicos de bosque, cultivos de café y pastos, pero parece que prefiere bosques primarios sobre los 1000 msnm (Laverde-R. et al., 2005). Aunque se ha observado cruzando pastos por distancias de 100 metros o más, en ocasiones se ha registrado que evita cruzar áreas de pastos y cultivos. La ocurrencia del torito dorsiblanco en ambientes modificados parece depender de la presencia en los alrededores de bosques primarios o poco intervenidos.

Tabla 5-62. Lista de especies de aves con algún grado se sensibilidad en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	IUCN	MADS	CITES	Distribución
Galliformes	Cracidae	Ortalis columbiana	Guacharaca colombiana				End
Apodiformes	Trochilidae	Polyerata amabilis	Amazilia pechiazul			APII	
		Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufo			APII	
		Amazilia amabilis	Amazilia pechiazul			APII	
		Anthracothorax nigricollis	Mango pechinegro			APII	
		Chalybura buffonii	Colibrí de Buffon			APII	
		Florisuga mellivora	Colibrí nuquiblanco			APII	
		Glaucis hirsutus	Ermitaño canelo			APII	
		Phaethornis anthophilus	Ermitaño carinegro			APII	
		Phaethornis striigularis	Ermitaño gorjiestriado			APII	
		Thalurania colombica	Ninfa coroniazul			APII	
Charadriiformes	Scolopacidae	Actitis macularius	Andarrios manchado				Mig
Accipitriformes	Accipitridae	Buteogallus urubitinga	Cangrejero grande			APII	
		Rupornis magnirostris	Gavilán caminero			APII	
Strigiformes	Strigidae	Pulsatrix perspicillata	Búho de anteojos			APII	
Piciformes	Capitonidae	Capito hypoleucus	Torito dorsiblanco	VU	EN		End
	Picidae	Melanerpes pulcher	Carpintero bonito				End
Falconiformes	Falconidae	Herpetotheres cachinnans	Halcón reídor			APII	
		Milvago chimachima	Pigua			APII	
Psittaciformes	Psittacidae	Amazonas ochrocepala	Lora real			APII	
		Forpus conspicillatus	Periquito			APII	
		Pionus chalcopterus	Cotorra maicera			APII	End
Passeriformes	Turdidae	Catharus ustulatus	Zorzal buchipecoso				Mig
	Parulidae	Cardellina canadensis	Reinita de Canadá				Mig
		Mniotilta varia	Cebrita trepadora				Mig
		Setophaga castanea	Reinita castaña				Mig
		Setophaga fusca	Reinita gorjiamarilla				Mig

Orden	Familia	Especie	Nombre común	IUCN	MADS	CITES	Distribución
		Setophaga petechia	Reinita dorada				Mig
	Cardinalidae	Piranga rubra	Piranga abejera				Mig
	Thraupidae	Ramphocelus flammigerus	Toche enjalmado				End

Convenciones:Categorias de amenaza: En Peligro (EN); Casi-Amenazado (NT), Vulnerable (VU) Cites: Apéndice II (ApII); Distribución (Dist): Endémica (End); Migratoria (Mig).

Otras especies endémicas registradas no se encuentran en ninguna categoría de amenaza. Es el caso del carpintero bonito (*Melanerpes pulcher*), el toche enjalmado (*Ramphocelus flammigerus*), la Cotorra maicera (*Pionus chalcopterus*) y la guacharaca colombiana (*Ortalis columbiana*), gracias a su distribución amplia y su población estable. Aunque han sido extirpados en muchos sitios de su distribución, son abundante en las localidades en donde aún habitan.

Cuando se evalúan los criterios del CITES, se encuentran varias especies clasificadas en el Apéndice II, dentro de las cuales están las de las familias Falconidae, Accipitridae y Trochilidae. Este apéndice agrupa especies que no necesariamente se encuentran en peligro de extinción, pero que pueden estarlo a menos de que su comercio sea estrictamente controlado. También incluye a las denominadas "especies similares", cuyos especímenes en el comercio se asemejan a aquellas especies listadas por razones conservación.

5.2.10.2.3.10 Registro fotográfico

Golondrina (*Stelgidopteryx ruficollis*)

Azulejo palmero (*Thraupis palmarum*)

Pinzón piquidorado (*Arremon aurantiirostris*)

Torito cabecirrojo (*Eubucco bourcierii*)

Carpintero real (*Dryocopus lineatus*)

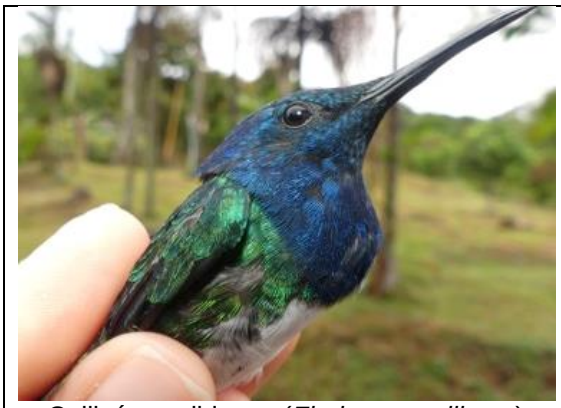
Elenia copetona (*Elaenia flavogaster*)

Arañero ribereño (*Myiothlypis fulvicauda)*

Cucarachero común (*Troglodytes aedon*)

Pichí bandeado (*Pteroglossus torquatus*)

Torito dorsiblanco (*Capito hypoleucus*)


Colibrí nuquiblanco (*Florisuga mellivora*)

Tangara real (*Stilpnia cyanicollis*)

Gavilán caminero (*Rupornis magnirostris*)

Piranga abejera (*Piranga rubra*)

Zorzal buchipecoso (*Catharus ustulatus*)

Atrapamoscas (*Mionectes oleaginus*)

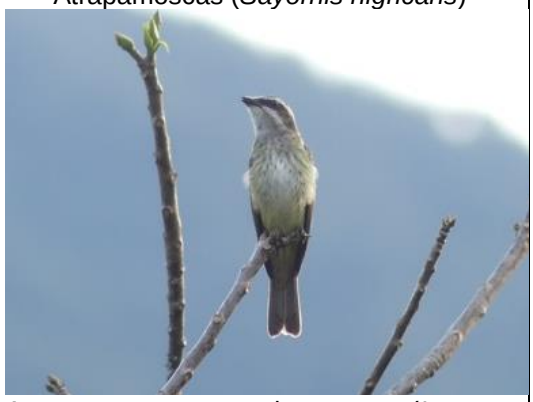
Ermitaño canelo (*Glaucis hirsutus*)

Suelda (*Myiozetetes cayanensis*)

Titira enmascarada (*Tityra semifasciata*)

Atrapamoscas (*Sayornis nigricans*)

Paloma perdiz rojiza (*Geotrygon montana*)


Atrapamoscas pirata (*Legatus leucophaius*)

Carpintero bonito (*Melanerpes pulcher*)

Sirirí rayado (*Myiodynastes maculatus*)

Sinsonte (*Mimus gilvus*)

Oropéndola (*Psarocolius decumanus*)

Canario común (*Sicalis flaveola*)

Mayo embarrador (*Turdus ignobilis*)

Toche (*Ramphocelus flammigerus*)

Amazilia colirrufa (*Amazilia tzcatl*)

Azulejo común (*Thraupis episcopus*)

Parlotero crestado (*Tachyphonus delatrii*)

Foto 5-16. Fotografías de algunas especies aves detectadas en el área de influencia

5.2.10.2.4 Conclusiones y recomendaciones

Durante este muestreo, los métodos más efectivos para registrar especies fueron las metodologías visuales y auditivas, que permitieron registrar casi la totalidad de las especies. Estas especies se encuentran usando los diferentes ambientes que ofrecen los sitios de muestreo, desde las áreas intervenidas, como los Territorios Agrícolas, y la Vegetación Secundaria, hasta áreas un poco más conservadas como la cobertura de Bosques riparios y de galería.

Con la metodología empleada y el tiempo de muestreo fue posible registrar una muestra adecuada de la comunidad de aves presentes en el área de estudio y en cada cobertura evaluada. Aunque un monitoreo más extenso y en diferentes temporadas climáticas podría aportar nuevos registros de especies crípticas, se considera que se cumplió el objetivo de caracterizar la avifauna en el área de influencia del proyecto.

A pesar de que la cobertura de Bosques riparios y de galería fue la que menor

diversidad presentó, el mantenimiento de su área es de vital importancia pues es la cobertura original del área de estudio, y posiblemente muchas especies asociadas exclusivamente a estos bosques se han perdido debido a la deforestación y al cambio de uso de la tierra. En los Territorios Agrícolas y la Vegetación secundaria se registraron valores mayores de diversidad, gracias a la heterogeneidad vegetal presentada por ambas coberturas. Especialmente en los Territorios Agrícolas, en los que se combinan cultivos con árboles y arbustos, que favorecen la presencia de aves con diferentes hábitos alimenticios.

Se pudieron registrar abundancias considerables de especies comunes en este tipo de hábitats, como el vencejo collarejo (*Streptoprocne zonaris*), el toche pico-de plata (*Ramphocelus dimidiatus*), y el azulejo común (*Thraupis episcopus*). Estas especies tienen habitos gregarios para anidar y buscar alimento, lo que hace fácil su detección, y sugiere que las coberturas tienen recursos suficientes para mantener poblaciones grandes de estas especies a lo largo del año de monitoreo.

Como parte del estudio en la zona, se identificaron patrones de presencia de especies migratorias boreales que fueron registradas en las diferentes coberturas, usándolas como cuarteles de invierno o zonas de parada durante los meses de noviembre y abril.

Casi la totalidad de especies registradas estuvieron en categoría de Baja Preocupación (LC), tanto a nivel internacional como nacional. Solo el torito dorsiblanco (*Capito hypoleucus*) se encuentra en categoría Vulnerable (VU) a nivel global y En Peligro (EN) a nivel nacional. La principal amenaza para el torito dorsiblanco es la destrucción de su hábitat, aunque tiene cierta tolerancia a las perturbaciones en bosques primarios (IUCN, 2020b). La principal amenaza de las aves de los sitios de muestreo es la pérdida de hábitat en las áreas aledañas a esta, debido a actividades como la ganadería extensiva y la agricultura, que reducen el área de bosque y homogenizan la matriz de paisaje.

5.2.10.3 Mastofauna

5.2.10.3.1 Introducción

Los mamíferos cuentan con una amplia diversidad y distribución a lo largo y ancho del planeta. Estos tienen un gran número de adaptaciones biológicas que les han permitido presentar un mosaico de diferencias en cuanto a su morfología, fisiología, ecología y comportamiento, características que han aprovechado para explotar un sinnúmero de hábitats (Vaughan et al., 2000). La diversificación en este grupo ha dado lugar a especies terrestres, voladoras, acuáticas o fosoriales. Sus hábitos alimenticios son variados pues existen frugívoros, insectívoros, omnívoros, nectarívoros, carnívoros o hematófagos (Vaughan et al., 2000). Por lo que se han considerado fundamentales en roles ecológicos tan importante para los diferentes hábitats al ser consumidores, depredadores, dispersores de semillas y polinizadores (Terborgh, 1992); (Boddicker M et al., 2001) funciones que dinamizan constantemente los ecosistemas. La presencia de determinado tipo de especies puede indicar el grado

de mantenimiento de un sistema, pudiendo utilizar a ciertos mamíferos como indicadores de la calidad de hábitat (Díaz-Pulido et al., 2015)

El trópico es una de las zonas de la tierra más biodiversas, aspectos abióticos y bióticos juegan un papel fundamental en su gran diversidad. Debido a su ubicación geográfica, Colombia se encuentra en el cuarto lugar a nivel mundial en cuanto a número de especies de mamíferos (528 sp) (Ramírez-Chaves H E, Suárez Castro A F, de Mastozoología S C, Zurc D, Concha Osbahr D C, Trujillo A, Noguera Urbano E A, Pantoja Peña G E, Rodríguez Posada M E, González Maya J F, Pérez Torres J, Mantilla Meluk H, López Castañeda C, Velásquez Valencia A, 2019). A nivel departamental, cerca del 43% de mamíferos se encuentran en Antioquia (Solari et al., 2013). Esta amplia diversidad en el departamento se ve diezmada por el constante deterioro de los ecosistemas naturales, en la actualidad los paisajes del Oriente Antioqueño están cubiertos principalmente por pastizales para el ganado y áreas dedicadas a la agricultura, viéndose diezmada cada vez más la vegetación nativa (Sánchez-Granada, D.P., Múnera-Puerta, W.A., Hinestroza-Blandón, L.M., y Montoya-Arango, 2016).

Teniendo en cuenta la importancia ecológica de los mamíferos y la degradación constante de los ecosistemas naturales, es evidente la necesidad de realizar inventarios de línea base y más aún si en estas zonas se realizaran actividades antrópicas que puedan impactar la comunidad de mamíferos. Esta información primaria permitirá tener un panorama más claro de la diversidad de mamíferos y de esta manera diseñar e implementar medidas que permitan mitigar los impactos negativos que se pueden generar.

5.2.10.3.2 Especies potencialmente presentes en el área de influencia biótica

Luego de depurar la información secundaria se consideraron 78 especies de presencia potencial en el área de influencia, incluidas en nueve órdenes y 23 familias (Tabla 5-63). Esta comunidad de mamíferos está compuesta en su mayoría por especies comunes en áreas con alteraciones antrópicas importantes.

Tabla 5-63. Especies de mastofauna potencialmente presentes en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Categoría de Amenaza		
				MADS	IUCN	CITES
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Chucha	NE	LC	NA
		Chironectes minimus	Chucha de agua	NE	LC	NA
		Caluromys lanatus	Chucha lanuda	NE	LC	NA
		Marmosa isthmica	Chucha mantequera	NE	NE	NA
		Marmosops parvidens	Chucha mantequera	NE	LC	NA
		Metachirus nudicaudatus	Chucha cuatro ojos	NE	LC	NA
		Philander opossum	Chucha cuatro ojos	NE	LC	NA

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Categoría de Amenaza		
				MADS	IUCN	CITES
		Monodelphis adusta	Colicorto	NE	LC	NA
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Gurre	NE	LC	NA
		Cabassous centralis	Coletrapo	NE	DD	NA
Pilosa	Bradypodidae	*Bradypus variegatus*	Perezoso	NE	LC	ApII
	Megalonychidae	*Choloepus hoffmanni*	Perezoso	NE	LC	NA
	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Oso hormiguero	NE	LC	NA
Carnivora	Canidae	*Cerdocyon thous*	Zorro	NE	LC	ApII
	Felidae	*Leopardus pardalis*	Tigrillo	NE	LC	ApI
		Puma concolor	Lion	NE	LC	ApI
		Puma yagouaroundi	Gato perro	NE	LC	ApII
	Mustelidae	*Eira barbara*	Zorro	NE	LC	NA
		Lontra longicaudis	Nutria	VU	NT	ApI
		Mustela frenata	Comadreja	NE	LC	NA
	Procyonidae	*Nasua nasua*	Cusumbo	NE	LC	NA
		Potos flavus	Perro de monte	NE	LC	NA
		Procyon cancrivorus	Mapache	NE	LC	NA
Artyodactila	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Tatabra	NE	LC	ApII
Primates	Aotidae	*Aotus griseimembra*	Marteja	VU	VU	ApII
	Callitrichidae	*Saguinus leucopus**	Titi	VU	EN	ApI
Chiroptera	Emballonuridae	*Cormura brevirostris*	Murciélago	NE	LC	NA
		Saccopteryx leptura	Murciélago	NE	LC	NA
		Saccopteryx bilineata	Murciélago	NE	LC	NA
	Thyroptera	*Thyroptera tricolor*	Murciélago	NE	LC	NA
	Phyllostomidae	*Anoura aequatoris*	Murciélago	NE	LC	NA
		Anoura caudifer	Murciélago	NE	LC	NA
		Anoura geoffroyi	Murciélago	NE	LC	NA
		Artibeus amplus	Murciélago	NE	LC	NA
		Artibeus planirostris	Murciélago	NE	LC	NA
		Artibeus lituratus	Murciélago	NE	LC	NA
		Carollia brevicauda	Murciélago	NE	LC	NA
		Carollia castanea	Murciélago	NE	LC	NA
		Carollia perspicillata	Murciélago	NE	LC	NA
		Dermanura rava	Murciélago	NE	LC	NA
		Desmodus rotundus	Murciélago	NE	LC	NA
		Enchisthenes hartii	Murciélago	NE	LC	NA
		Glossophaga soricina	Murciélago	NE	LC	NA
		Hsunycteris thomasi	Murciélago	NE	LC	NA

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Categoría de Amenaza		
				MADS	IUCN	CITES
		Lonchophylla robusta	Murciélago	NE	LC	NA
		Lonchorhina aurita	Murciélago	NE	LC	NA
		Lophostoma brasiliense	Murciélago	NE	LC	NA
		Mesophylla maconnelly	Murciélago	NE	LC	NA
		Micronycteris megalotis	Murciélago	NE	LC	NA
		Micronycteris schmidtorum	Murciélago	NE	LC	NA
		Platyrrhinus dorsalis	Murciélago	NE	LC	NA
		Platyrrhinus helleri	Murciélago	NE	LC	NA
		Phyllostomus discolor	Murciélago	NE	LC	NA
		Phyllostomus hastatus	Murciélago	NE	LC	NA
		Sturnira parvidens	Murciélago	NE	LC	NA
		Sturnira ludovici	Murciélago	NE	LC	NA
		Uroderma convexum	Murciélago	NE	NE	NA
		Vampyressa thyone	Murciélago	NE	LC	NA
	Vespertilionidae	*Eptesicus brasiliensis*	Murciélago	NE	LC	NA
		Myotis nigricans	Murciélago	NE	LC	NA
		Myotis riparius	Murciélago	NE	LC	NA
		Rhogeessa io	Murciélago	NE	LC	NA
	Molossidae	*Molossus molossus*	Murciélago	NE	LC	NA
		Tadarida brasiliensis	Murciélago	NE	LC	NA
	Sciuridae	*Notosciurus granatensis*	Ardilla	NE	LC	NA
		*Notosciurus pucheranii**	Ardilla	NE	DD	NA
	Cricetidae	*Melanomys caliginosus*	Ratón de monte	NE	LC	NA
		Microryzomys minutus	Ratón de monte	NE	LC	NA
		Neacomys tenuipes	Ratón de monte	NE	LC	NA
		*Nephelomys pectoralis**	Ratón de monte	NE	NE	NA
		Oligoryzomys fulvenscens	Ratón de monte	NE	LC	NA
		Reithrodontomys mexicanus	Ratón de monte	NE	LC	NA
		Rhipidomys latimanus	Ratón de monte	NE	LC	NA
		Transandinomys talamancae	Ratón de monte	NE	LC	NA
	Heteromyidae	*Heteromys anomalus*	Ratón de abazones	NE	LC	NA
	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Guagua	NE	LC	NA
	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Conejo negro	NE	LC	NA
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus brasiliensis*	Conejo sabanero	NE	LC	NA

Convenciones: Categoria de amenaza: No evaluado (NE); Bajo Riesgo (LC); Casi amenazado (NT); Datos deficientes (DD); Vulnerable (VU); Ningún apéndice (NA). Gremio Trófico: Carnívoro (Car); Frugívoro (Fru); Hematófago (Hm); Herbívoro (Hb); Insectívoro (Ins); Nectarívoro (Nec); Omnívoro (Om).* Especies endémicas.

Dentro del ensamblaje de mamíferos de presencia probable destacan los órdenes Chiroptera, Rodentia y Carnivora representando en conjunto el 78,2 % de las especies (Figura 5-65), este grupo incluye especies con una amplia variedad de hábitos alimenticios y de forrajeo que aportan servicios ecosistémicos fundamentales para los hábitats naturales que aún prevalecen.

Phyllostomidae fue la familia que obtuvo la mayor cantidad de especies (28:35,9 %) (Figura 5-66). La notable diversidad de esta familia no es de extrañar, ya que es considerada la familia de murciélagos más abundante en el neotrópico. Posiblemente la radiación extensiva de esta categoría taxonómica se puede asociar con la alta diversidad de plantas que se presentan en neotrópico, siendo su principal recurso alimenticio (García-García & Santos-Moreno, 2014).

En cuanto a la diversidad funcional dentro del listado de especies se encuentran representados siete gremios tróficos, implicados en el control poblacional de especies de vertebrados pequeños e invertebrados, además en la dispersión de semillas, polinización y ciclo de nutrientes. La función dinamizadora de los ecosistemas que pueden brindar estas especies es de vital importancia para hábitat transformados y disturbados como el que caracteriza en gran medida el área de influencia, así como al mantenimiento de los hábitats en mejor estado de conservación como los pequeños fragmentos de bosque de galería.

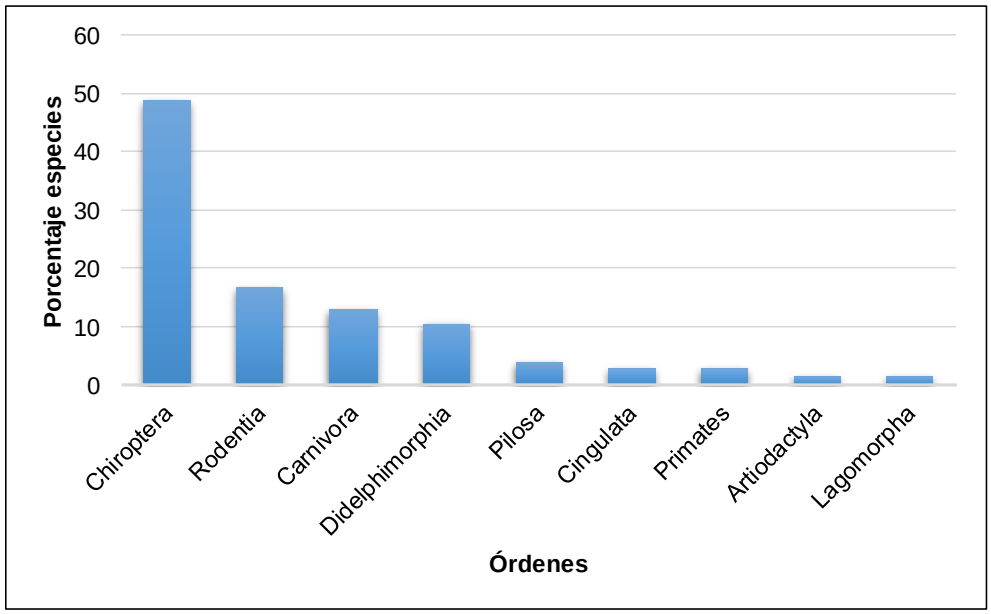


Figura 5-65. Representatividad respecto a la proporción de especies para los órdenes de mamíferos con presencia potencial en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

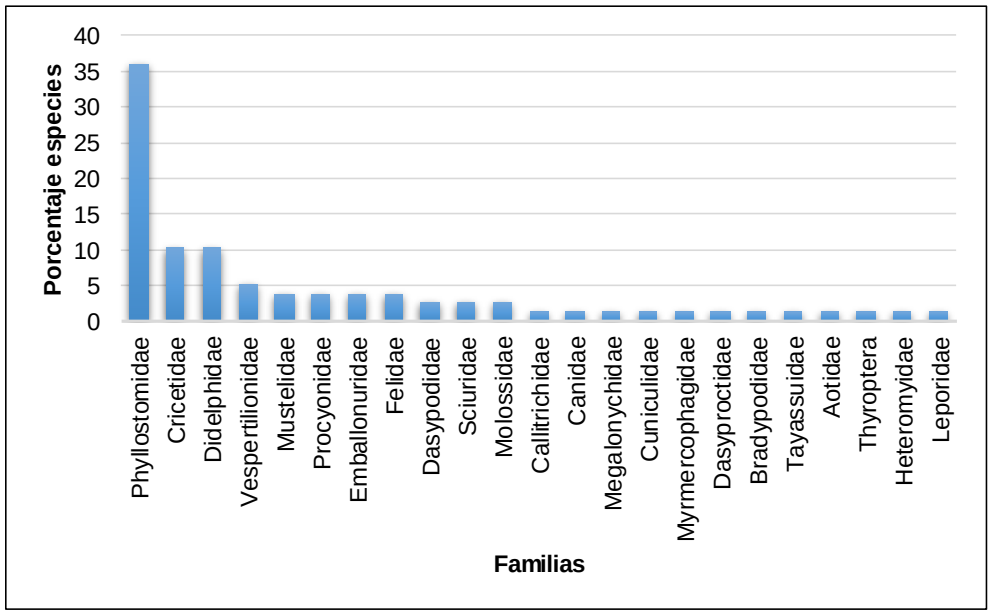


Figura 5-66. Representatividad respecto a la proporción de especies para las familias de mamíferos con presencia potencial en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

Respecto al nivel de amenaza de los mamíferos con presencia probable en el área, la (IUCN, 2020b) incluye una especie en la categoría casi amenazada (NT: *Lontra longicaudis*), una especie vulnerable (VU: *Aotus griseimembra*), y una en peligro (EN: *Saguinus leucopus*). A nivel nacional (Resoluciones | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017) se registran tres especies vulnerables (VU: *Aotus griseimembra*, *Saguinus leucopus* y *Lontra longicaudis*). Dentro de los apéndices del (CITES, 2019) cinco especies están incluidas en el apéndice II (*Aotus griseimembra, Cerdocyon thous*, *Pecari tajacu*, *Puma yagouaroundi* y *Bradypus variegatus*). y tres especies en el apéndice I (*Lontra longicaudis, Leopardus pardalis y Saguinus leucopus*). Como especies endémicas, con distribución únicamente dentro de la jurisdicción político-administrativa de Colombia se registró a *S. leucopus, Notosciurus pucheranii y Nephelomys pectoralis* (Solari et al., 2013).

Considerando la probabilidad de presencia de estas especies es importante priorizar en la conservación de los relictos de bosques y vegetaciones secundarias que aún prevalecen dentro del área de influencia con el fin de preservar la diversidad de mamíferos en el tiempo.

5.2.10.3.3 Especies presentes en el área de influencia biótica

5.2.10.3.3.1 Composición de especies

Para el muestreo en temporada de lluvias, se implementaron 306 noches/trampa considerando en conjunto las trampas Sherman y Tomahawk, seis noches/cámara para las cámaras trampa y 33 horas/red para un total de 396 metros/noche para el muestreo de mamíferos voladores. Luego de este esfuerzo de muestreo se registraron 32 especies, de estas, 25 se registraron por medio de métodos directos (cuatro a través de trampeo, seis por medio de observación directa y 15 más con redes de niebla), siete a través de rastros indirectos (una a través de rastros y seis más por entrevistas) (Tabla 5-64).

Las 32 especies registradas pertenecen a 13 familias incluidas en siete órdenes y corresponden a cerca del 6,1% de la totalidad de especies de mamíferos registradas en el país.

La mastofauna estuvo representada por siete órdenes, donde los tres más representativos en cuanto al número de especies fueron Chiroptera con un 46,9% seguido de Carnivora con el 18,8% y Rodentia con el 15,6% (Figura 5-67). De las 13 familias registradas, Phyllostomidae fue la de mayor número de especies con 15, representando el 46,9%, superando ampliamente a las demás familias (Figura 5-68).

Para la caracterización de la mastofauna de la PCH Cocorná III, en temporada seca se implementaron 176 noches/trampa considerando en conjunto las trampas Sherman y Tomahawk, 72 horas/red para un total de 864 metros/noche para el muestreo de mamíferos voladores y 24 horas/hombre en los recorridos libres. Con este esfurzo de muestreo se registraron 36 especies, de estas, 27 se registraron por medio de métodos directos (dos a través de trampeo, cinco por medio de observación directa y 20 más con redes de niebla), nueve a través de rastros indirectos (dos a través de excretas y siete más por entrevistas) (Tabla 5-64).

Las 36 especies registradas pertenecen a 15 familias incluidas en siete órdenes y corresponden a cerca del 6,9 % de la totalidad de especies de mamíferos registradas hasta ahora en el país (Ramírez-Chaves H E, Suárez Castro A F, de Mastozoología S C, Zurc D, Concha Osbahr D C, Trujillo A, Noguera Urbano E A, Pantoja Peña G E, Rodríguez Posada M E, González Maya J F, Pérez Torres J, Mantilla Meluk H, López Castañeda C, Velásquez Valencia A, 2019).

La mastofauna estuvo representada por siete órdenes, donde los tres más representativos en cuanto al número de especies fueron Chiroptera con un 55,6 % seguido de Carnivora y Rodentia con el 13,9 % cada uno (Figura 5-67). De las 15 familias registradas, Phyllostomidae fue la de mayor número de especies con 18, representando el 50 %, superando ampliamente a las demás familias (Figura 5-68).

Tabla 5-64 Composición de la comunidad de mamíferos registrados en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría Amenaza			Temporada de lluvias			Temporada seca			GT	TR
				MADS (2017)	IUCN (2020)	CITES (2019)	B	VST	TA	B	VST	TA		
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis marsupialis	Chucha	NE	LC	NA	2						Om	Ent
		Chironectes minimus	Chucha de agua	NL	LC	NA	1						Car	Obs
		Marmosops parvidens	Chucha mantequera	NE	LC	NA	1	2		1			Om	Obs
Cingulata	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	Gurre	NE	LC	NA	1	1				1	Om	Obs
Pilosa	Megalonychidae	Choloepus hoffmanni	Perezoso	NE	LC	NA							Her	Ent
	Myrmercophagidae	Tamandua mexicana	Oso hormiguero	NE	LC	NA							Ins	Ent
Carnivora	Canidae	Cerdocyon thous	Zorro	NE	LC	ApII						1	Om	Exc
	Felidae	Leopardus pardalis	Tigrillo	NL	LC	ApI							Car	Ent
	Mustelidae	Eira barbara	Zorro negro	NE	LC	NA							Om	Ent
		Lontra longicaudis	Nutria	VU	NT	ApI	1			1			Car	Exc
		Mustela frenata	Comadreja	NE	LC	NA							Car	Ent
	Procyonidae	Potos flavus	Perro de monte	NE	LC	NA				2	1		Fru	Obs
		Nasua nasua	Cusumbo	NL	LC	NA							Om	Ent
Primates	Callitrichidae	Saguinus leucopus	Titi	VU	EN	ApI	1	2		4	2		Om	Obs
Chiroptera	Emballonuridae	Peropteryx kappleri	Murciélago	NE	LC	NA					3		Ins	RN
	Phyllostomidae	Anoura aequatoris	Murciélago	NE	LC	NA					5		Nec	RN

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría Amenaza			Temporada de lluvias			Temporada seca			GT	TR
				MADS (2017)	IUCN (2020)	CITES (2019)	B	VST	TA	B	VST	TA		
		Anoura caudifer	Murciélago	NE	LC	NA				1			Nec	RN
		Anoura geoffroyi	Murciélago	NE	LC	NA			1		3		Nec	RN
		Artibeus amplus	Murciélago	NE	LC	NA					1		Fru	RN
		Artibeus lituratus	Murciélago	NL	LC	NA		1					Fru	RN
		Artibeus planirostris	Murciélago	NE	LC	NA			3		1		Fru	RN
		Carollia brevicauda	Murciélago	NE	LC	NA		14	10	9	23		Fru	RN
		Carollia castanea	Murciélago	NE	LC	NA		7	1	3			Fru	RN
		Carollia perspicillata	Murciélago	NE	LC	NA	3	27	13	56	30	2	Fru	RN
		Dermanura rava	Murciélago	NE	LC	NA		2		1			Fru	RN
		Desmodus rotundus	Murciélago	NE	LC	NA			2			1	Hm	RN
		Glossophaga soricina	Murciélago	NE	LC	NA					1		Nec	RN
		Hsunycteris cf. thomasi	Murciélago	NL	LC	NA	1						Nec	RN
		Lonchophylla robusta	Murciélago	NE	LC	NA			1		4		Nec	RN
		Mesophylla maconnelly	Murciélago	NE	LC	NA				1			Fru	RN
		Micronycteris schmidtorum	Murciélago	NE	LC	NA				2	1		Ins	RN
		Platyrrhinus dorsalis	Murciélago	NE	LC	NA	1	1	1		1		Fru	RN
		Platyrrhinus helleri	Murciélago	NE	LC	NA			1	1	3	2	Fru	RN
		Sturnira ludovici	Murciélago	NL	LC	NA		1					Fru	RN
		Sturnira parvidens	Murciélago	NE	LC	NA	1	8	8	6	3	47	Fru	RN
		Vampyressa thyone	Murciélago	NE	LC	NA		1		3			Fru	RN
	Vespertilionidae	Myotis nigricans	Murciélago	NE	LC	NA				1			Ins	RN

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría Amenaza			Temporada de lluvias			Temporada seca			GT	TR
				MADS (2017)	IUCN (2020)	CITES (2019)	B	VST	TA	B	VST	TA		
Rodentia	Sciuridae	Notosciurus granatensis	Ardilla	NE	LC	NA	2	2	1	3	3	1	Fru	Obs
	Cricetidae	Melanomys caliginosus	Ratón de monte	NE	LC	NA	1				2		Om	TS
		Trasandinomys talamancae	Ratón de monte	NE	LC	NA				1		3	Om	TS
		Oligoryzomys fulvenscens	Ratón de monte	NL	LC	NA		4					Ins/Fru	TS
	Cuniculidae	Cuniculus paca	Guagua	NE	LC	NA		1					Fru	Ent
	Dasyproctidae	Dasyprocta punctata	Conejo negro	NE	LC	NA			1				Fru	Ent

Convenciones: Categoria de amenaza: No evaluado (NE); Bajo Riesgo (LC); Casi amenazado (NT); Vulnerable (VU); Ningún apéndice (NA). Covertura vegetal: Bosques (B); Vegetación secundaria (Vst) y Territorios agrícolas (Ta).Gremio Trófico (GT): Carnívoro (Car); Frugívoro (Fru); Hematófago (Hm); Herbívoro (Hb); Insectívoro (Ins); Nectarívoro (Nec); Omnívoro (Om). Tipo de Registro (TR): Entrevistas (Ent); Huellas (Hue); Observación (Obs); Excretas (Exc); Red de niebla (RN); Trampa Sherman (TS). *Especie endémica.

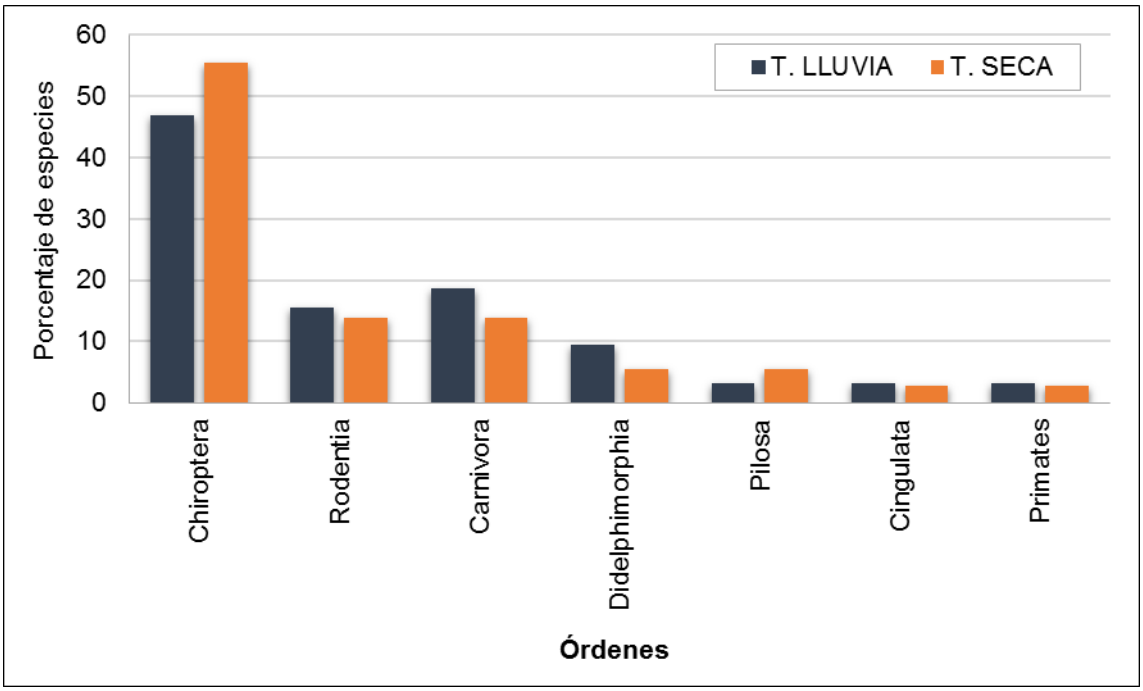


Figura 5-67. Representatividad de especies para los órdenes de mamíferos presentes en el área de influencia de la PCH Cocorna III

La mayoría de las especies encontradas son de hábitos generalistas y son comunes en hábitats perturbados (Emmons & Feer, 1999). Además, se destaca el registro de dos especies incluidas dentro de categorías de amenaza, la nutria *Lontra longicaudis* y el titi *Saguinus leucopus*, este último endémico.

Teniendo en cuenta que el orden con el mayor número de especies en Colombia es Chiroptera (Ramírez-Chaves H E, Suárez Castro A F, de Mastozoología S C, Zurc D, Concha Osbahr D C, Trujillo A, Noguera Urbano E A, Pantoja Peña G E, Rodríguez Posada M E, González Maya J F, Pérez Torres J, Mantilla Meluk H, López Castañeda C, Velásquez Valencia A, 2019) y que dentro de este orden se encuentra la familia Phyllostomidae una de las más diversas en el Neotrópico (Estrada & Coates-Estrada, 2002), los resultados dentro de esta caracterización se ajustan perfectamente a lo esperado.

Las características del área de influencia en cuanto a la conformación de las unidades vegetales y al grado de perturbación de los hábitats naturales, son propicias para el establecimiento de la comunidad de mastofauna registrada durante la caracterización. Una comunidad conformada por especies generalistas, en especial por murciélagos de la familia Phyllostomidae cuyas poblaciones son especialmente prolijas en estas áreas con vegetación secundaria en transición, donde especies vegetales pioneras constituyen la mayor cantidad de biomasa y son el principal ítem alimenticio de

especies frugívoras, en especial de aquellas incluidas en los géneros más destacados durante la caracterización como lo fueron *Carollia, Sturnira y Artibeus.*

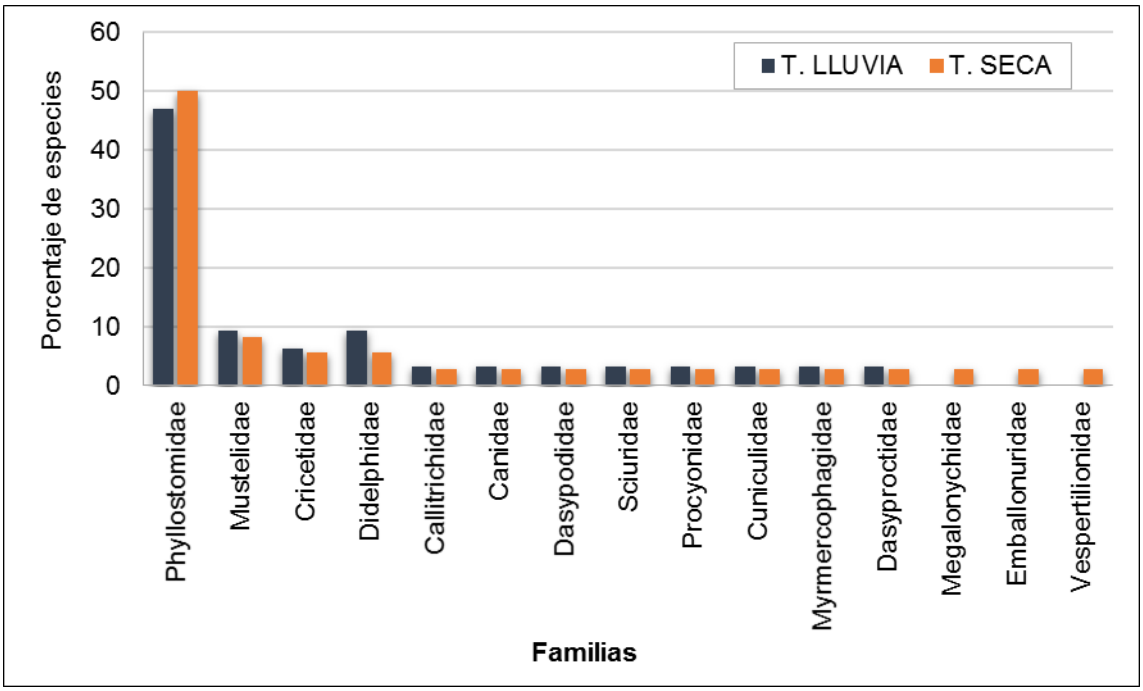


Figura 5-68. Representatividad de especies para las familias de mamíferos presentes en el área de influencia

Otro variable a considerar dentro de los porcentajes de representatividad de especies en los diferentes órdenes tienen que ver con el tipo de metodología utilizado para la captura de mamíferos. Por ejemplo, las redes de niebla suele ser un método exitoso para la captura de murciélagos, mientras que el trampeo para mamíferos pequeños (roedores) resulta por lo general ser poco efectivo. Esto puede obedecer a varios factores, como la presencia de hormigas y hongos que pueden deteriorar rápidamente el cebo, haciéndolo uno de los principales problemas en muestreos en tierras bajas (Mitchell et al., 1994); (Monge, 2010), así como los hábitos escurridizos de varias especies que suelen evitar entrar en las trampas y a que algunas especies son arborícolas y su captura suele ser dificultosa (Voss & Emmons, 1996). Otro factor para tener en cuenta son los hábitos escurridizos y crípticos de la mayoría de las especies de mamíferos lo que dificulta aún más su registro.

5.2.10.3.3.2 Curva de acumulación de especies

Con el fin de determinar la representatividad del muestreo de mamíferos, se construyeron curvas de acumulación de especies y de cobertura del muestreo. Para tal fin se consideró el número de registros como unidad muestreal, este valor se

obtuvo de la información primaria obtenida mediante capturas, observaciones directas e indirectas y no fueron tenidos en cuenta los datos de entrevista.

Para el muestreo realizado en temporada de lluvias, el análisis se realizó teniendo en cuenta un total de 26 especies y 133 individuos y/o registros. Analizando estos datos por medio del software online iNEXT (Chao et al., 2016), arrojó un índice de completitud del muestreo del 91%.

El comportamiento de los datos muestra que la mitad de las especies (13) fueron registradas cuando solo se habían acumulado 37 individuos por lo que el registro de los 13 restantes necesito de 96 individuos más. En tanto al alcanzarse la mitad de los registros que fueron 66 ya se llevaban 19 especies o sea el 73% de estas, por lo que al acumularse el 27% restante de individuos solo se logró sumar siete especies más. Para estimar el número de especies que faltaron por detectar se utilizaron los números de Hills (línea punteada), donde se realizó la extrapolación de la curva al duplicarse la unidad de muestreo desde 133 a 266 registros. En este caso, al duplicarse el muestreo solo se sumarian nueve especies más, al pasar de 26 a 35 especies esperadas (Figura 5-69).

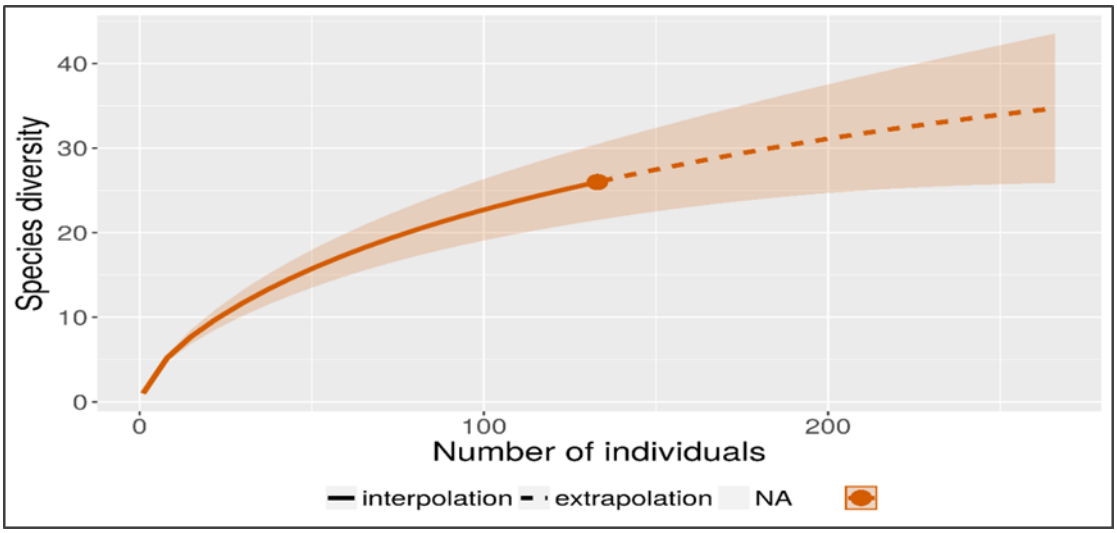


Figura 5-69. Curva de acumulación (riqueza de especies) basada en el tamaño de la muestra para la comunidad de mamíferos identificada en toda el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante la temporada de lluvias

Con el fin de determinar la representatividad del muestreo, se construyó una curva de cobertura del muestreo, donde se extrapoló el tamaño de muestra de referencia hasta el doble (266 individuos9, con el fin de confrontarlo finalmente con la riqueza de especies esperada (Figura 5-70). En este orden de ideas cuando se duplica el muestreo desde el tamaño de la muestra (n=133) hasta (n=266), la riqueza de especies pasaría de 26 a 35 especies aproximadamente, pasando de un nivel de

cobertura del muestreo de 91% hasta un 94% aproximadamente. Estos resultados indican, que a pesar de la dificultad en cuanto a la captura y registro de la mayoría de los mamíferos, el muestreo es representativo para la comunidad de mamíferos del área de influencia ya que al doblar el esfuerzo de muestreo solo se aumentaría en un 3% la completitud de este.

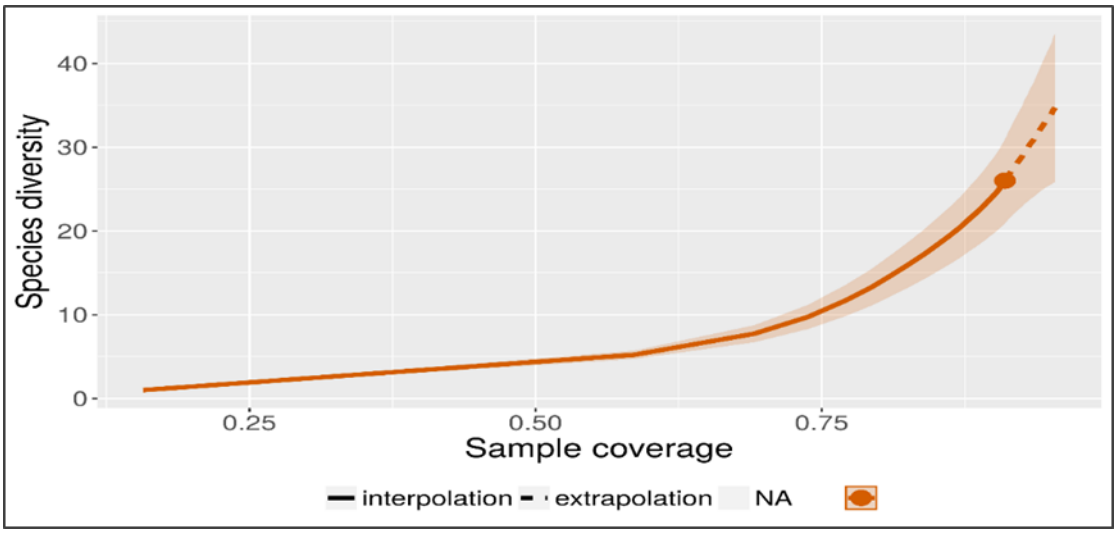


Figura 5-70. Curva de cobertura del muestreo de la diversidad de especies de mamíferos basada en la exhaustividad del muestreo para toda el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III para el muestreo durante la temporada de lluvias

Para el muetreo realizado en la temporada seca, el análisis se realizó teniendo en cuenta un total de 29 especies y 241 individuos y/o registros. Analizando estos datos por medio del software online iNEXT (Chao et al., 2016), arrojó un índice de completitud del muestreo del 95%.

La curva de acumulación de especies muestra que la curva aún sigue en ascenso y que al extrapolarse los datos (sección punteada) al doble de esfuerzo desde 241 a 482 individuos, se esperaría aproximadamente 12 especies más, llegándose a 41 especies (Figura 5-71). Estos resultados tienen que ver con el número de especies raras o con abundancias muy bajas, que fueron las que primaron en el muestreo, donde pocas especies obtuvieron abundancias muy altas.

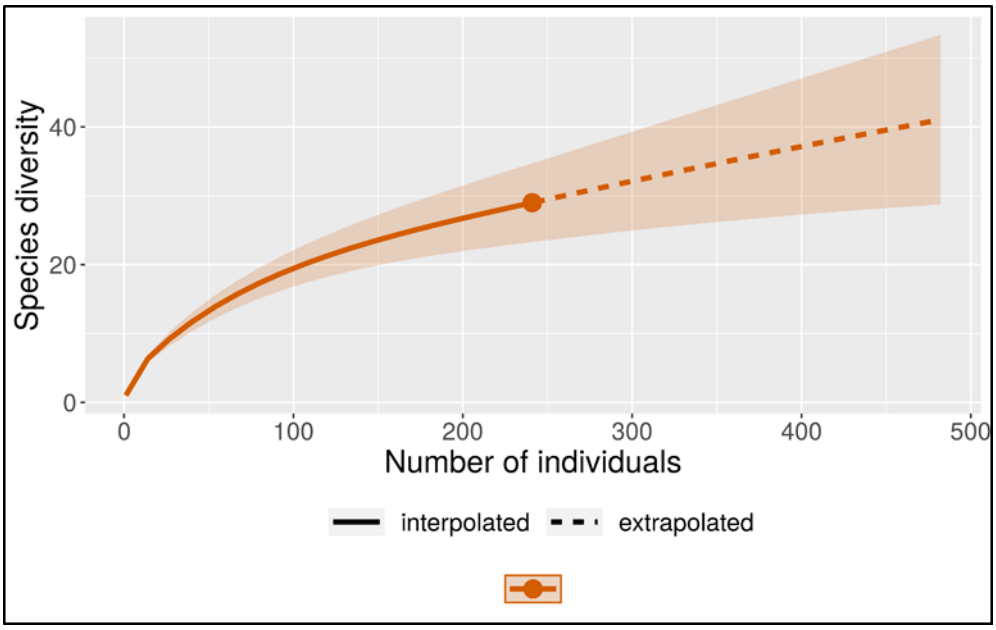


Figura 5-71. Curva de acumulación (riqueza de especies) basada en el tamaño de la muestra para la comunidad de mamíferos identificada en toda el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III para el muestreo realizado en temporada seca

Con el fin de determinar la representatividad del muestreo, se construyó una curva de cobertura del muestreo, donde se extrapoló el tamaño de muestra de referencia hasta el doble (482 individuos), con el fin de confrontarlo finalmente con la riqueza de especies esperada (Figura 5-72). Como resultado la riqueza de especies pasaría de 29 a 41 especies aproximadamente, permaneciendo en un nivel de cobertura del muestreo del 95 %.

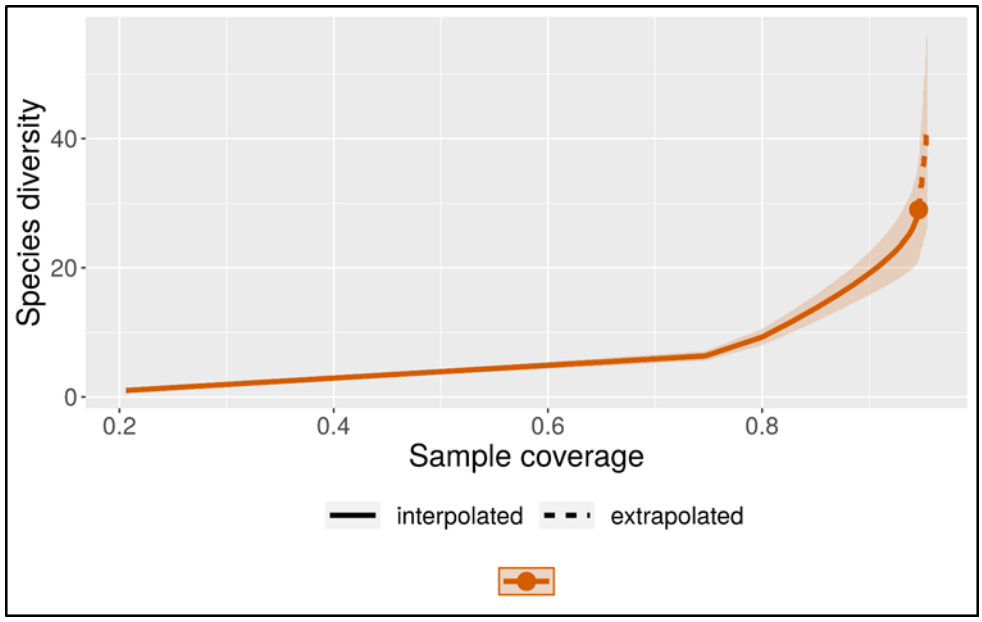
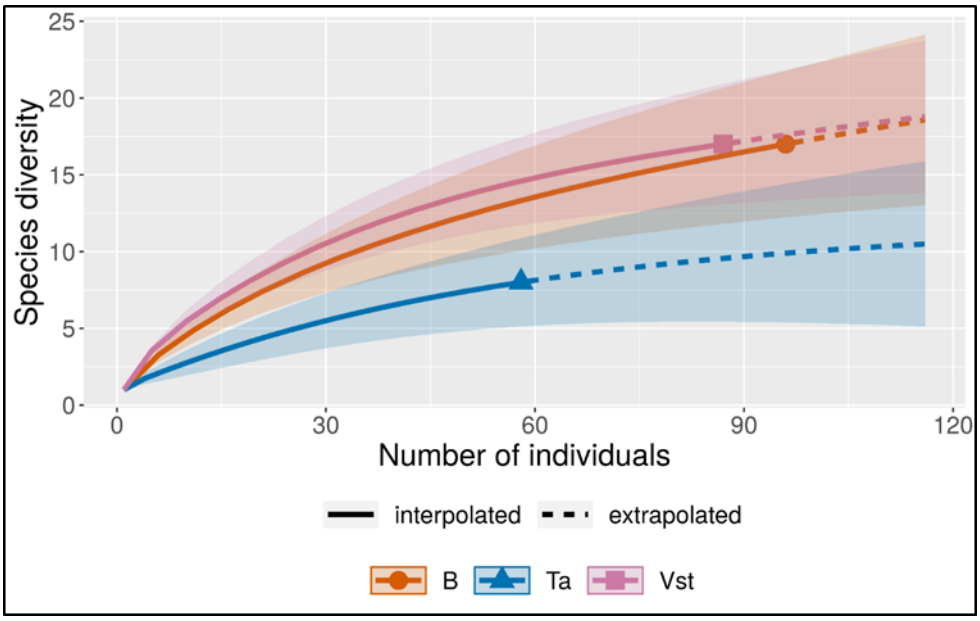


Figura 5-72. Curva de cobertura del muestreo de la diversidad de especies de mamíferos basada en la exhaustividad del muestreo para toda el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III para el muestreo realizado en temporada seca

Para determinar la representatividad del muestreo en cada una de las coberturas vegetales se construyeron curvas de acumulación y de cobertura para cada una de ellas. En este caso el valor de referencia para realizar la extrapolación de números de Hill es el doble del menor valor, el cual es el número de registros de territorios agrícolas (n=116). Los valores para cada cobertura vegetal arrojaron un porcentaje de completitud del 93 % para vegetación secundaria (VST) y territorios agrícolas (TA) y 92 % para bosques (B).

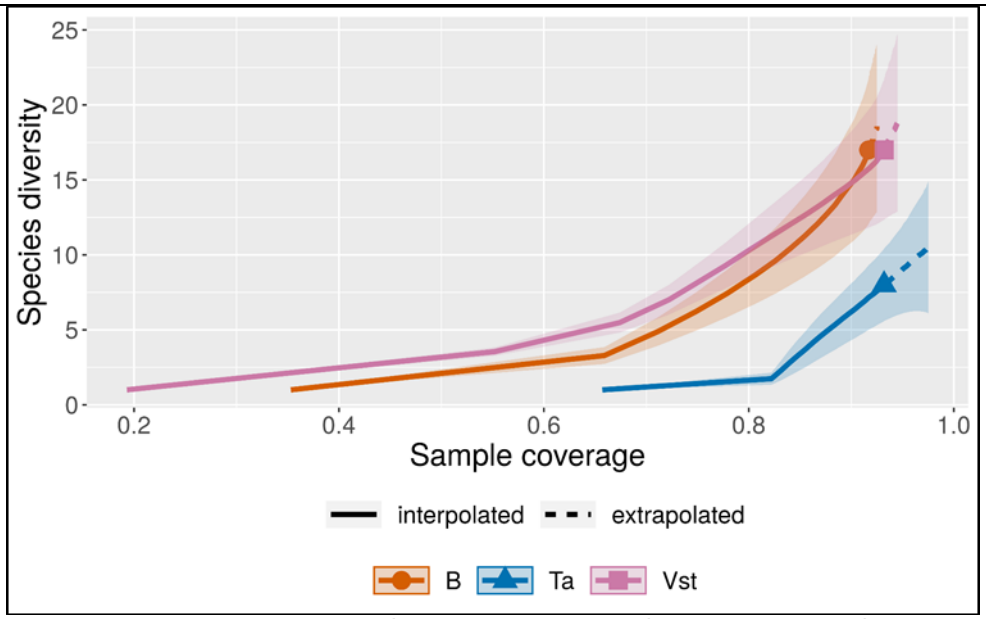
Al graficarse los datos para las coberturas imprimiendo el mismo esfuerzo de muestreo para las tres y al extrapolar los resultados a 116 individuos, se observa que en bosques (B) y vegetación secundaria (Vst) solo se alcanzarían dos especies de más, mientras que para territorios agrícolas (TA) se pasaría de ocho a 11 especies. Respecto al comportamiento de las curvas, Vst y B aun no alcanzan la asíntota, mientras que en TA se suaviza más la curva (Figura 5-73).



Convenciones: Bosques (B); Vegetación secundaria o en transición (Vst); Territorios agrícolas (TA)

Figura 5-73. Curva de acumulación (riqueza de especies) para cada una de las tres coberturas caracterizadas, basada en el tamaño de la muestra para la comunidad de mamíferos identificada en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

Respecto a la eficacia del muestreo, al comparar el acumulado de especies con el porcentaje de completitud para cada cobertura, se observa que al extrapolar, Bosques (B) pasaría de 17 a 19 especies llegando a alcanzar un porcentaje de completitud del 93 %, vegetación secundaria sumaria también tres especies totalizando 19 y su porcentaje pasaría de 93 % al 94 % y por último, territorios agrícolas (TA) que alcanzó un índice de completitud de 93 % alcanzaría un 97 % sumando tres especie (Figura 5-74).



Convenciones: Bosques (B); Vegetación secundaria o en transición (Vst); Territorios agrícolas (TA).

Figura 5-74. Curva de cobertura del muestreo de la diversidad de especies de mamíferos en las tres coberturas vegetales caracterizadas, basada en la exhaustividad del muestreo del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

Las curvas de acumulación de especies indican que los muestreos incluyeron una alta proporción de mamíferos que albergan cada una de las coberturas vegetales, con un déficit de muestreo entre el 7 % y 8 %. Estos resultados indican, que, a pesar de la dificultad en cuanto a la captura y registro de la mayoría de los mamíferos, el muestreo es representativo para la comunidad de mamíferos del área de influencia ya que no hay una gran diferencia entre los porcentajes de completitud actuales respectos a los esperados.

5.2.10.3.3.3 Diversidad alfa

Con relación a las tres unidades vegetales muestreadas, durante el muestreo realizado en época invernal la cobertura de bosques (B) presentó la mayor diversidad en cuanto al índice de Margalef (3,967), así como en cuanto a estructura de la comunidad con un mayor índice de Shannon-Wiener (2,393) y un índice de dominancia de Simpson más bajo (0,1016), a pesar de ser la cobertura con el menor número de registros (16) y no ser la que presentara el mayor número de especies (12) (Tabla 5-65). Las diferencias entre los valores de diversidad de las tres coberturas radicaron en las abundancias de pocas especies sobre el resto. La vegetación secundaria o en transición (VST) fue la cobertura con la mayor riqueza de especies (15) y el mayor número de registros (74), pero solo tres especies representaron el 66% de las capturas, esto se expresa en una dominancia mayor (0,1965) (Tabla 5

65). Territorios agrícolas (TA) por su parte también superó a bosques en cuanto al número de registros (43), pero obtuvo una dominancia mayor de 0,1909 (Tabla 5 10).

En el muestreo realizado en la temporada seca, la vegetación secundaria (Vst) presentó la mayor diversidad en cuanto al índice de Margalef (3,582), así como en cuanto a estructura de la comunidad con un mayor índice de Shannon-Wiener (2,087) y un índice de diversidad de Simpson más alto (0,798) (Tabla 5-65). Las diferencias entre los valores de diversidad en coberturas como B y Vst que presentaron igual número de especies radicó en las abundancias de algunas especies, respecto a B solo la especie *C. perspicillata* representó el 58 % de los registros totales, en tanto que en Vst, dos especies fueron las más dominantes. TA fue la cobertura menos diversa y donde la especie *S. parvidens* domino ampliamente con un 81% de los registros.

Tabla 5-65. Índices de diversidad alfa estimados para la comunidad de mamíferos en las diferentes coberturas vegetales caracterizadas dentro del área de influencia del proyecto PCH Cocorná

Coberturas vegetales	TEMPORADA LLUVIAS			TEMPORADA SECA		
	B	VST	TA	B	VST	TA
Medición de la riqueza específica						
Riqueza específica	12	15	12	17	17	8
Número de individuos	16	74	43	96	87	58
Índice de diversidad de Margalef (DM)	3.967	3.253	2.925	3.505	3.583	1.724
Medición de la estructura de la comunidad						
Índice de dominancia de Simpson (1-D)	0.1016	0.1965	0.1909	0.6406	0.7980	0.3371
Índice de equidad de Shannon-Wiener (H')	2.393	2.044	1.955	1.709	2.087	0.836

Convenciones: Bosques (B), Territorios agrícolas (TA), Vegetación secundaria y/o en transición (VST)

Los resultados en cuanto al número de especies y los valores de diversidad entre unidades vegetales, destacan que aunque las diversidades fueron relativamente bajas, tanto B como Vst fueron los que presentaron los mayores índices de diversidad (Margalef y Shannon-Wiener), este sería un resultado esperado teniendo en cuenta que ambas coberturas se caracterizan por ser más complejas en cuanto a su estructuración vegetal que TA y por consiguiente podrían brindar mayores recursos alimenticios y de refugio a la fauna. TA que incluyo pastos y cultivos, debido a su baja complejidad podría ser una zona de paso hacia otros fragmentos de vegetación

colindantes y podría a su vez ser reservorio de alimento temporal en el caso de los cultivos.

5.2.10.3.3.4 Diversidad Beta

Para analizar la diversidad beta se realizó una prueba de similitud de Jaccard teniendo en cuenta las tres coberturas analizadas dentro del área de influencia. Durante el muestreo realizado en la temporada de lluvias, las coberturas con mayor similaridad fueron bosques (B) y vegetación secundaria o en transición (Vst) con un 35% de especies compartidas, entre Vst y territorios agrícolas Ta se dio un 29% y el menor valor de similitud fue entre (B) y Ta con un 20% (Figura 5-75). En general los indices de similitud entre coberturas fueron muy bajos, teniendo en cuenta que muchas de estas coberturas son adyacentes unas a otras y pueden en teoria ser utilizadas por la mayoria o casi todas las especies registradas, considerando que en su mayoria son generalistas y muy comunes en estos mosaicos de coberturas. Sin embargo, hubo una mayor similitud entre (B) y Vst, resultado esperado pues estas coberturas tienen una estructura más compleja en cuanto a diversidad y estratificación que los territorios agricolas.

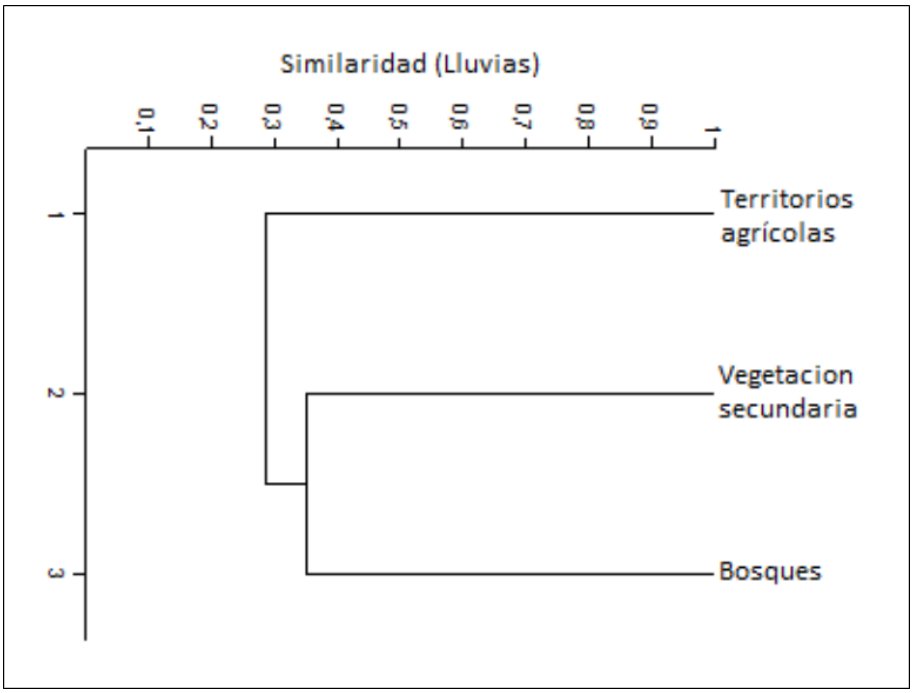


Figura 5-75. Análisis clúster utilizando los índices de Jaccard en la comunidad de mamíferos en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante la temporada de lluvias

En el muestreo realizado en la temporada seca, la similitud en la composición de la mastofauna entre coberturas estuvo entre un 19 % y un 31 % (Figura 5-76). Las coberturas con mayor similaridad fueron bosques (B) y vegetación secundaria (Vst) con un 31% compartiendo ocho especies. La mayoría de las especies compartidas

por estas dos coberturas obedecieron a murciélagos frugívoros y dos especies arborícolas *Saguinus leucopus* y *Potos flavus*. Las coberturas menos símiles fueron territorios agrícolas (TA) y vegetación secundaria (Vst) compartiendo cuatro especies (*Carollia perspicillata, Platyrrhinus helleri, Sturnira parvidens y Notosciurus granatensis*) las cual fueron las especies que se registraron en las tres unidades vegetales.

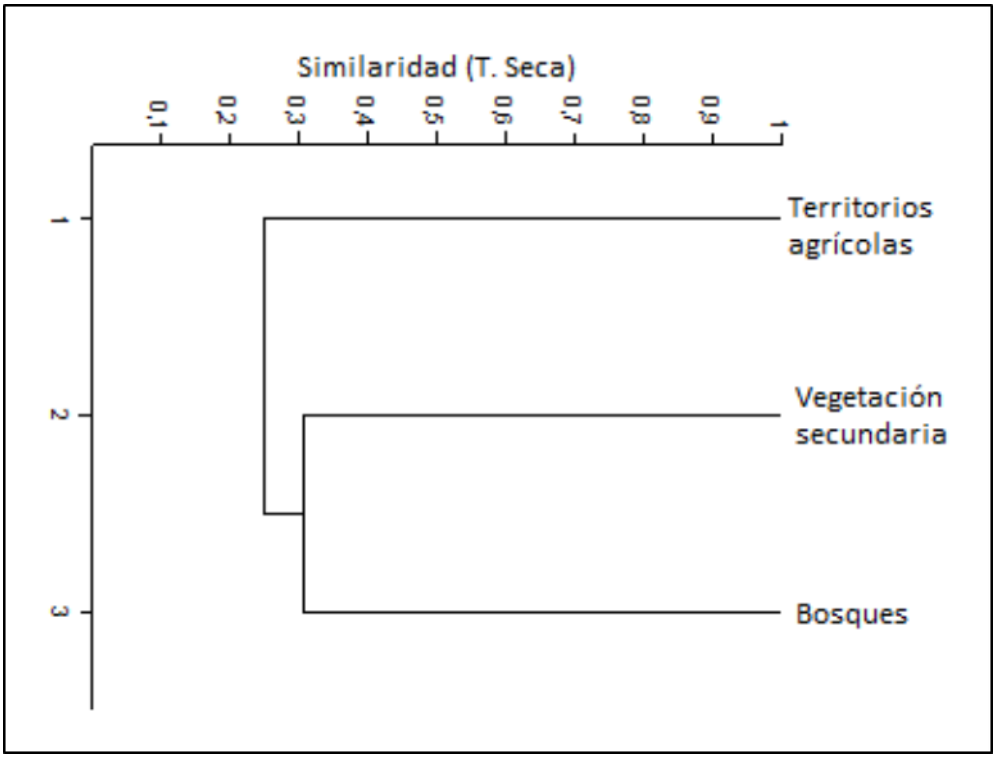


Figura 5-76. Análisis clúster utilizando los índices de Jaccard en la comunidad de mamíferos en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III durante la temporada seca

Las diferencias estructurales en las coberturas vegetales pueden ser las responsables de que exista un bajo recambio de especies. Los pastos pueden limitar la presencia de algunas especies de hábitos arborícolas o cuyos requerimientos ecológicos no puedan ser suplidos en una cobertura donde la oferta de recursos alimenticios o de refugio es limitada. Los bosques y la vegetación secundaria por otra parte al tener una estructura vegetal más compleja y por estar asociados a fuentes hídricas, son hábitats que ofrecen una mayor oferta de recursos y pueden ser utilizados como rutas de desplazamiento.

5.2.10.3.3.5 Abundancias relativas

Las abundancias se calcularon para cada grupo de mamíferos (Mamíferos pequeños no voladores, mamíferos voladores y mamíferos medianos y grandes), considerando que para cada uno se aplicaron diferentes métodos de muestreo.

5.2.10.3.3.5.1 Mamíferos pequeños no voladores

A través de métodos de captura (Trampa Sherman) se capturaron para la temporada de lluvias tres especies y nueve individuos. El raton *Oligoryzomys fulvenscens* y el marsupial *Marmosops parvidens* cada uno de ellos con cuatro individuos y el ratón *Melanomys caliginosus* con una sola captura. Para el muetreo en temporada seca se capturaron dos especies y seis individuos; los ratones *Melanomys caliginosus* y *Transandinomys talamancae* con dos y cuatro individuos respectivamente. Las especies encontradas en ambas temporadas de muestreo son bastante comunes y abundantes en su área de distribución y al parecer son tolerantes a perturbaciones moderadas de hábitat (IUCN, 2020b).

5.2.10.3.3.5.2 Mamíferos medianos y grandes

Con respecto a los registros para mamíferos medianos y grandes obtenidos en los recorridos libres, fue la ardilla *Notosciurus granatensis* la que predominó en ambas campañas de muestreo con cinco observaciones durante el muestreo en época de lluvias y siete en época seca, seguida del tití *Saguinus leucopus* con tres en época de lluvias y seis en época seca. En época de lluvias se presentaron dos especies con dos registros; el armadillo *Dasypus novemcinctus* y la chucha *Didelphis marsupialis*, las demás especies solo tuvieron un registro cada una. En la temporada de lluvias el perro de monte *Potos flavus* fue observado en tres ocasiones y las especies *Cerdocyon thous*, *Lontra longicaudis, Dasypus novemcinctus* y *Marmosa* sp en una sola (Figura 5-77).

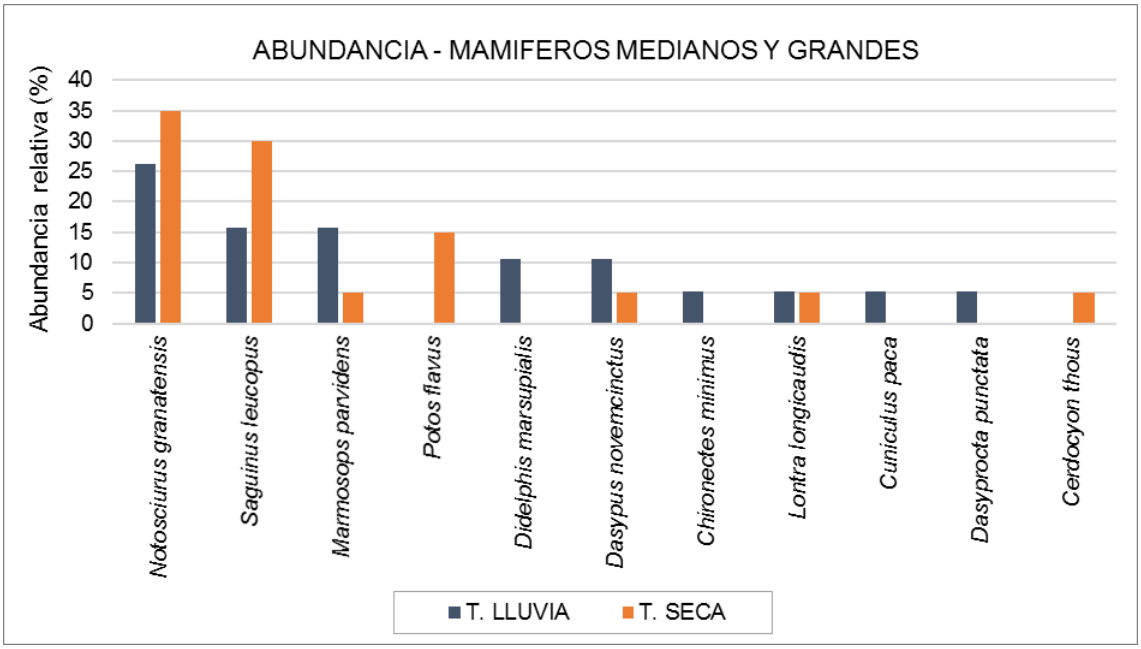


Figura 5-77. Abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes registrados en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

En ambas temporadas de muestreo, las especies que obtuvieron más registros, suelen ser más conspicuas y presentar abundancias altas en su área de distribución, en el caso del titi *Saguinus leucopus* este es fácilmente reconocido por su vocalización y se desplaza en grupos numerosos, entre tanto, las cuatro especies con solo un registro suelen ser muy esquivas y son de comportamiento sigiloso y solitario.

5.2.10.3.3.5.3 Mamíferos voladores

Para el muestreo realizado en temporada de lluvias, se capturaron en total 15 especies y 109 individuos, donde se observaron cuatro especies abundantes *Carollia perspicillata*, *Carollia brevicauda*, *Carollia castanea* y *Sturnira parvidens*. (Figura 5-78). Se encontraron, además, cuatro especies exhibieron abundancias medias y siete fueron capturadas una sola vez.

Para el muestreo realizado en temporada seca, se capturaron en total 20 especies y 215 individuos, donde se observaron tres especies abundantes *Carollia perspicillata*, *Carollia brevicauda* y *Sturnira parvidens* (Figura 5-78). El resto de las especies presentaron abundancias bajas.

En ambos miestreos realizados, las especies dominantes generalmente son las más abundantes en otros estudios realizados en el Neotrópico en hábitats conformados por mosaicos de cultivos, pastos y vegetación secundaria, ya que en estos ecosistemas la presencia de plantas pioneras se da en abundancia y estas son el ítem alimenticio más importante de estas especies (Estrada & Coates-Estrada, 2002); (Muscarella & Fleming, 2007).

Esto muestra el grado de tolerancia de varias especies de murciélagos a la pérdida de hábitat y a la fragmentación, gracias a la habilidad de atravesar áreas abiertas para llegar a otros fragmentos de bosque u otro tipo de vegetación, y por su capacidad de usar los distintos recursos que le puede ofrecer una matriz antropogénica (Estrada & Coates-Estrada, 2002). En ecosistemas perturbados es común encontrar pocas especies dominantes, seguidas de especies de abundancia media y luego un número mucho mayor de especies raras o con muy bajas abundancias, por lo que los resultados son acordes con lo que se esperaría en un ecosistema como el del área de influencia.

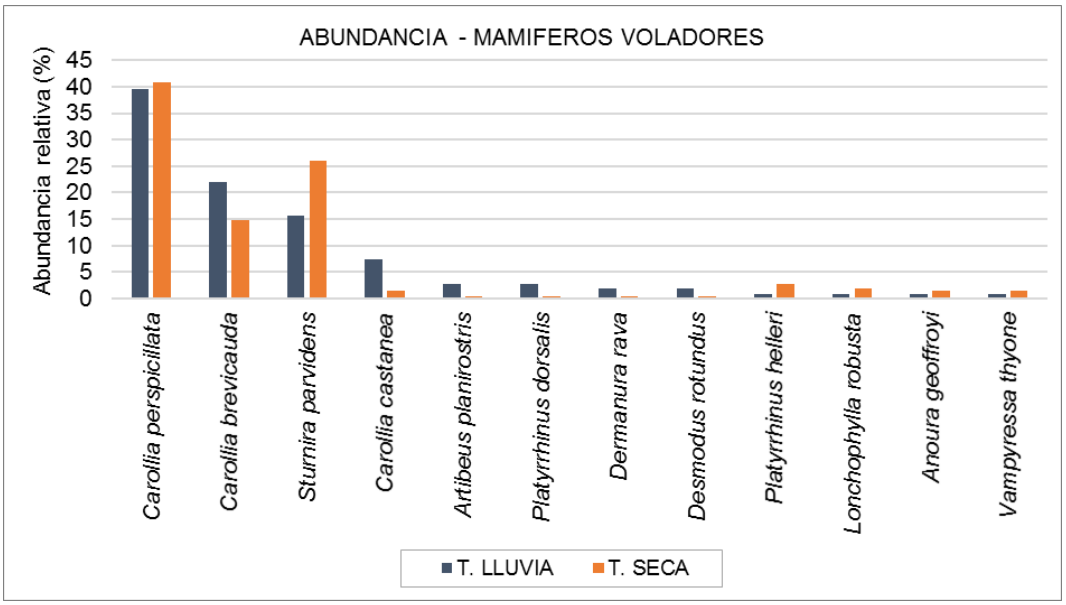


Figura 5-78. Abundancia relativa de mamíferos voladores registrados en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

5.2.10.3.3.6 Diversidad taxonómica por hábitats

Como una aproximación a la diversidad taxonómica para el grupo de coberturas se presenta la distribución de la riqueza, abundancia relativa y la proporción de las especies únicas en cada unidad vegetal.

En el muestreo realizado en la temporada de lluvias, fueron registradas 15 especies en vegetación secundaria o en transición (Vst) y tanto bosques (B) como territorios agrícolas (Ta) registraron 12 cada una. En el muestreo realizado en temporada seca la cobertura de Bosques (B) y la vegetación secundaria registraron la misma cantidad de especies (17 cada una) y fue territorios agrícolas la cobertura donde los valores de abundancia, riqueza y especies únicas fueron los más bajos (Figura 5-79), encontrándose que en términos generales los registros estuvieron muy parejos.

Durante los muestreos realizados solo cuatro especies comparten las tres coberturas muestreadas y de éstas dos fueron a su vez las más abundantes (*Carollia perspicillata* y *Sturnira parvidens*). A nivel de número de individuos registrados, en el muestreo realizado en temporada de lluvias VST superó ampliamente las demás coberturas con un total de 72 registros, siendo Bosques (B) la que presentó el valor más bajo con 16, contrario a lo registrado en el mueteo de la temporada seca donde el mayor número de individuos se obtuvo en la cobertura de Bosques con un total 96 registros (Figura 5-79).

Con respecto a las especies exclusivas por cobertura, en el muestreo realizado en la temporada de lluvias se evidenció la presencia de 5 especies en la cobertura de bosques y seis en las otras dos coberturas, no se evidencio una dominancia entre

coberturas, de hecho, la mayoría de las especies que se encontraron en una sola o dos coberturas pueden hacer uso de las tres coberturas. En el muestreo realizado en la temporada seca las especies exclusivas predominaron en la cobertura de vegetación secundaria y en territorios agrícolas solo se presentaron tres especies exclusivas a esta cobertura (Figura 5-79).

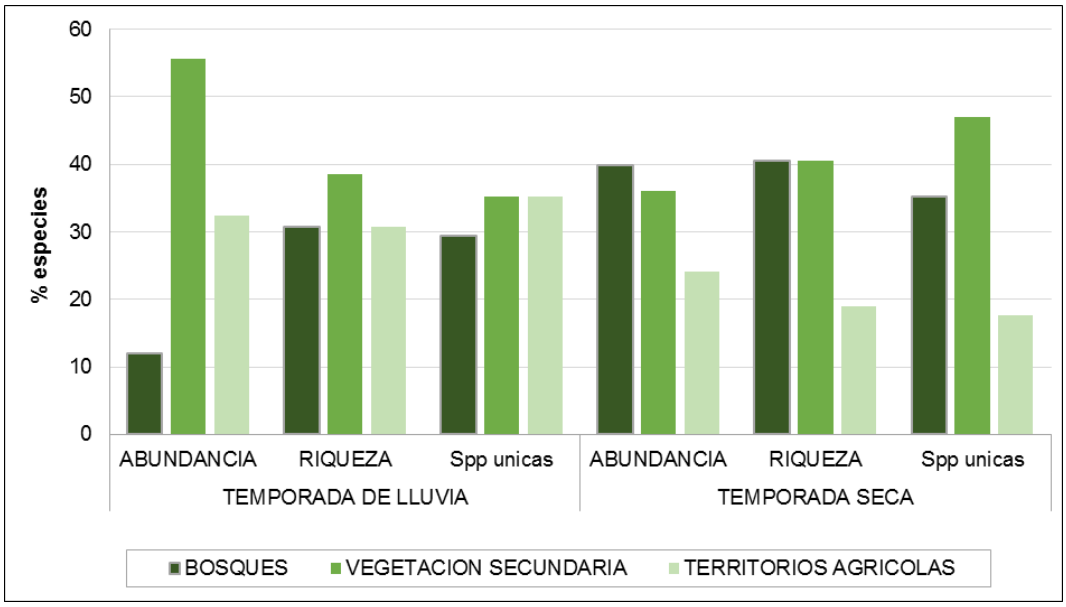


Figura 5-79. Distribución de riqueza, abundancias relativas y porcentaje de especies únicas para cada cobertura vegetal dentro del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

Dentro de las coberturas de bosques y vegetación secundaria se dieron registros de especies cuyos requerimientos ecológicos pueden llegar a ser más específicos, es el caso de especies arborícolas como el titi *S. leucopus* y el perro de monte *Potos flavus*, por tal razón los resultados respecto a las abundancias y riquezas relativas en bosques y vegetación son acordes con lo que se esperaría de ecosistemas fragmentados, ya que en estos hábitats confluyen especies que no pueden explorar o explotar recursos limitados brindados por coberturas homogéneas como los pastos.

Algunas especies fueron solo registradas en una cobertura vegetal, aunque algunas pueden llegar a explotar una cobertura más que otras en particular aquellas que tengan cobertura vegetal (bosques y vegetación secundaria), es probable que muchas de ellas se muevan o hagan uso de varias unidades vegetales, además considerando que algunas coberturas colindan entre sí. La mayoría de los murciélagos que fueron exclusivos de alguna cobertura lo fueron de vegetación secundaria o bosques, solo uno fue único a territorios agrícolas, el hematófago *Desmodus rotundus*, una especie cuyas presas principales en áreas ganaderas suelen ser los bovinos o equinos, lo que puede explicar su registro único en pastos.

La capacidad de desplazamiento de los murciélagos y en particular de las especies registradas en el área de influencia les permite aprovechar los recursos que le provee

una matriz antropogénica, por tal razón es muy probable que la mayoría de las especies no estén restringidas a una sola cobertura y que su exclusividad corresponda a una ocurrencia ocasional durante los muestreos y la dificultad de su captura más que de una exclusividad en el uso del hábitat.

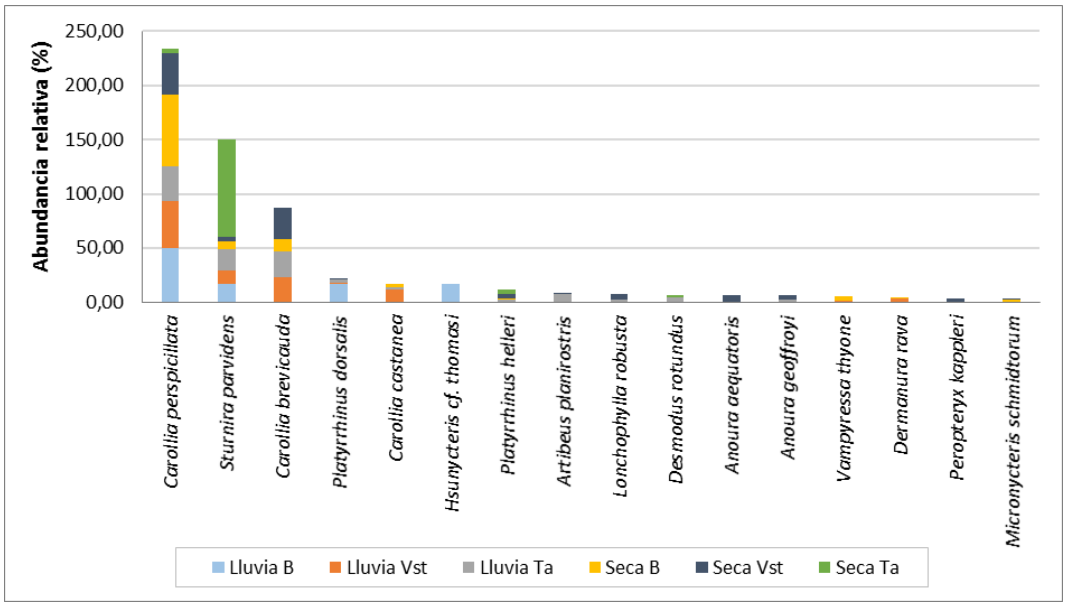
Tabla 5-66. Especies de mamíferos de registro exclusivo para cada cobertura vegetal en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Temporada de lluvias			Temporada seca		
				B	Vst	Ta	B	Vst	Ta
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis marsupialis	Chucha	x					
		Chironectes minimus	Chucha de agua	x					
Carnivora	Canidae	Cerdocyon thous	Zorro						x
	Mustelidae	Lontra longicaudis	Nutria	x			x		
Cingulata	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	Gurre						x
Chiroptera	Emballonuridae	Peropteryx kappleri	Murciélago					x	
	Phyllostomidae	Anoura aequatoris	Murciélago					x	
		Anoura caudifer	Murciélago				x		
		Anoura geoffroyi	Murciélago			x		x	
		Artibeus amplus	Murciélago					x	
		Artibeus lituratus	Murciélago		x				
		Artibeus planirostris	Murciélago			x		x	
		Dermanura rava	Murciélago		x		x		
		Desmodus rotundus	Murciélago			x			x
		Glossophaga soricina	Murciélago					x	
		Hsunycteris cf. thomasi	Murciélago	x					
		Lonchophylla robusta	Murciélago			x		x	
		Mesophylla maconnelly	Murciélago				x		
		Platyrrhinus helleri	Murciélago			x			
		Sturnira ludovici	Murciélago		x				
		Vampyressa thyone	Murciélago		x		x		
	Vespertilionidae	Myotis nigricans	Murciélago				x		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Temporada de lluvias			Temporada seca		
				B	Vst	Ta	B	Vst	Ta
Rodentia	Cricetidae	Melanomys caliginosus	Ratón de monte	x				x	
		Oligoryzomys fulvenscens	Ratón de monte		x				
	Cuniculidae	Cuniculus paca	Guagua		x				
	Dasyproctidae	Dasyprocta punctata	Conejo negro			x			

Respecto a las especies *C. thuos* y *D. novemcinctus* registrados en territorios agrícolas, sus hábitos generalistas les permiten hacer uso de recursos alimenticios que pueden proveer los pastos o monocultivos, las dos especies pueden alimentarse de artrópodos, pequeños vertebrados o hasta frutos (Emmons & Feer, 1999). La fuerte fragmentación que se observa sobre estas coberturas debido a la expansión agrícola y ganadera ha generado que las especies más resilientes empiecen a hacer uso de las coberturas artificializadas adyacentes como fuente adicional de alimento y refugio.

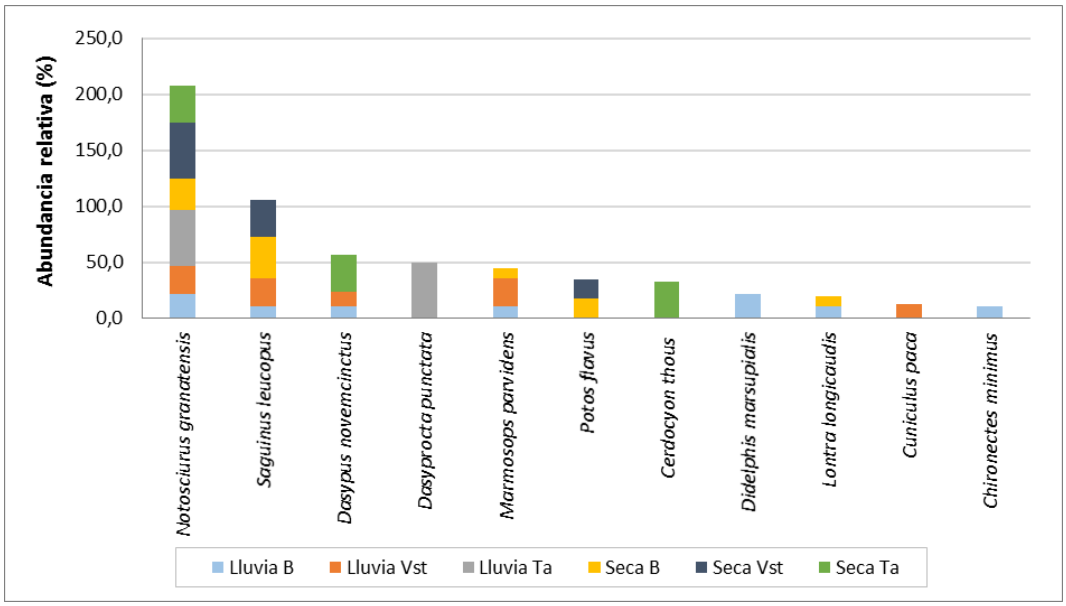
Con el fin de analizar la estructura de las comunidades en cada cobertura vegetal y cada temporada de muestreo se realizaron graficas de rango de abundancia para cada grupo de mamíferos (voladores y medianos). Respecto a mamíferos voladores los patrones de abundancias entre coberturas muestran una tendencia semejante donde una o dos especies dominan sobre las demás, para el caso de B y Vst la especie *C. perspicillata* es ampliamente dominante y para TA es *Sturnira parvidens* la especie más abundante (Figura 5-80), estos rangos de abundancias son típicas en ecosistemas alterados donde especies generalistas suelen presentar abundancias altas sobre un mayor número de especies que exhiben abundancias medias o bajas. *C. perspicillata* y las especies del género *Stunira* son murciélagos de sotobosque abundantes en ecosistemas alterados, esto como consecuencia de sus hábitos de forrajeo y que su principal fuente alimenticia son las plantas de los géneros *Piper* y *Solanum* muy abundantes en coberturas antropizadas o en estados sucesionales (Muscarella & Fleming, 2007).



Convenciones: Bosques (B); Vegetación secundaria (Vst) y Territorios agrícolas (TA)

Figura 5-80. Rango de abundancia de los mamíferos voladores en cada una de las coberturas caracterizadas dentro del área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

Respecto a mamíferos medianos y grandes, en bosques se dio el mayor número de registros (Figura 5-81). Las abundancias para la generalidad de las especies fueron muy bajas y no se observa una alta dominancia de especies sobre las demás. El hecho de que en bosques se registraron más especies que en las demás coberturas puede estar dado porque estos hábitats son ricos en recursos hídricos, además son áreas de forrajeo y sirven como corredores protegidos para el desplazamiento de especies (Galindo-González & Sosa, 2003).



Convenciones: Bosques (B); Vegetación secundaria (Vst) y Territorios agrícolas (TA).

Figura 5-81 Rango de abundancia de las especies de mamíferos medianos y grandes por cobertura vegetal en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

Las áreas boscosas ya sean parches de vegetación secundaria o bosques son fundamentales en ecosistemas fuertemente fragmentados ya que al remover la cobertura vegetal se aumenta la distancia entre fragmentos y se podria incrementar la pérdida de especies sobre todo de aquellas que no logran franquear zonas abiertas extensas (Galindo-González & Sosa, 2003), por lo tanto estos hábitats pueden ser considerados de vital importancia para los mamíferos presentes en el área de influencia.

5.2.10.3.3.7 Gremio trófico

Los gremios tróficos se categorizaron de acuerdo con las preferencias alimenticias de cada especie (Emmons & Feer, 1999); (Soriano, 2000); (Tirira, 2017); (Suárez-Castro & Ramírez-Chaves, 2015). Fueron seis los gremios representados, donde, los frugívoros fueron dominantes con un 46%, seguido de los omnívoros con el 19% y los Nectarívoros con el 16 %, los tres gremios restantes obtuvieron representación de entre 10,8% al 2,7 (Figura 5-47).

Fueron los frugívoros el grupo funcional más importante en el área de influencia representados casi en su totalidad por murciélagos de la familia Phyllostomidae que como se ha mencionado es la más abundante en el Neotrópico, particularmente en ecosistemas alterados. En ambientes perturbados como el que presenta el área de influencia, las especies de este gremio cumplen un rol importante en los procesos de

sucesión vegetal temprana, al conectar elementos del paisaje como ecosistemas deforestados y regenerar el núcleo de vegetación; por lo que pueden ser considerados como taxa críticos en la recuperación de paisajes fragmentados (Galindo-González et al., 2000); (Muscarella & Fleming, 2007).

Los omnívoros por su parte estuvieron representados por las zarigüeyas *Didelphis marsupialis* y *Marmosa* sp, el gurre *Didelphis novemcinctus*, los zorros *Cerdocyon thous* y *Eira barbara*, el primate *Saguinus leucopus* y dos roedores *Transandinomys talamancae y Melanomys caliginosus*. Todas estas especies pueden alimentarse de una gran variedad de recursos que van desde frutos, insectos y/o vertebrados pequeños, lo que los hace participes en procesos como la dispersión de semillas y control poblacional de sus presas (Emmons & Feer, 1999; Suárez-Castro & Ramírez-Chaves, 2015), esta plasticidad en el uso de los recursos les permite adaptarse a hábitat perturbados como los que predominan en el área de influencia.

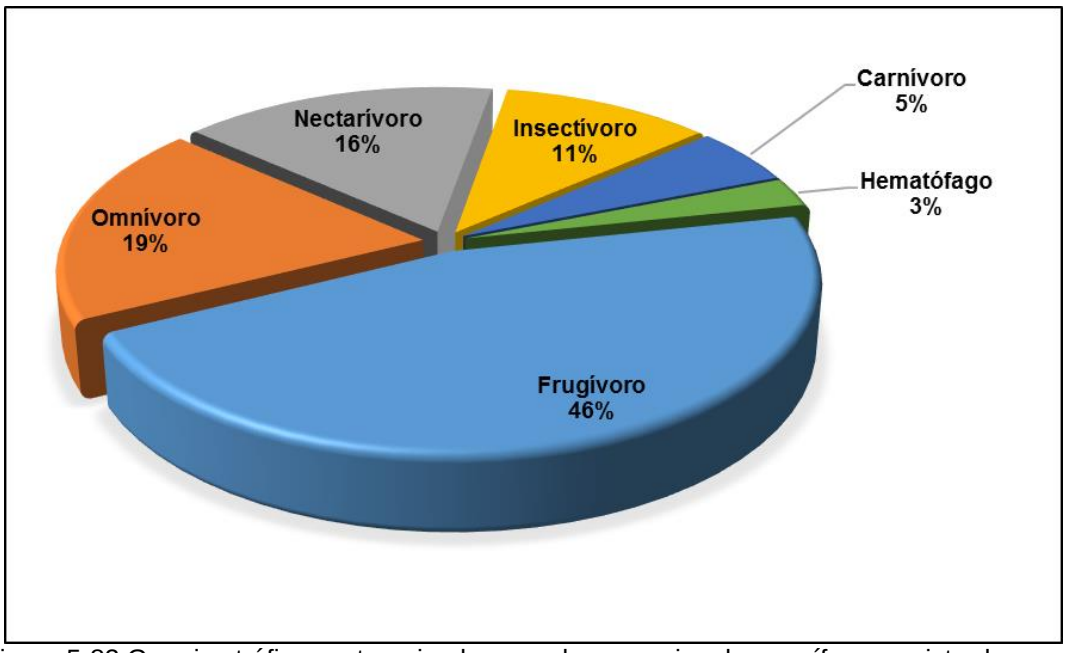


Figura 5-82 Gremios tróficos categorizados para las especies de mamíferos registradas en el área de influencia.

Los nectarívoros *Anoura aequatoris, Anoura caudifer, Anoura geoffroyi, Lonchophylla robusta y Glossophaga soricina,* pueden moverse entre bosques continuos y fragmentados, así como en áreas de regeneración natural, ayudando a mantener las conexiones genéticas entre poblaciones fragmentadas de plantas (Kunz, Braun de Torrez, et al., 2011).

Los insectívoros representados por cuatro murciélagos *Peropteryx kappleri, Micronycteris schmidtorum, Myotis nigricans* son consumidores voraces, llegando a comer más del 25% de su peso en una noche. Este alto consumo de insectos ha llevado a que se les considere controladores biológicos, un servicio ecosistémico

importante para el ser humano, teniendo en cuenta que muchas especies de insectos pueden tener afectación sobre cultivos o sobre la salud humana (Kunz, de Torrez, et al., 2011). Dentro de este grupo también hacen parte el oso hormiguero *Tamandua mexicana* el cual tienen dentro de su dieta a las hormigas y termitas como ítem principal (Sandoval-Gómez et al., 2012). Su acción como controlador biológico de poblaciones de estos invertebrados es de vital importancia (Fernandez et al., 2015).

Los carnívoros (*L. longicaudis* y *Mustela frenata*) fue el quinto gremio trófico en importancia, al ser depredadores son controladores de poblaciones de vertebrados pequeños, es evidente la ausencia de carnívoros de mayor tamaño como es el caso de los felinos grandes, especies que necesitan ecosistemas más conservados, donde la presencia de presas sea abundante y constante (Suárez-Castro & Ramírez-Chaves, 2015).

Por último, un gremio estuvo representados por una especie, tratándose del murciélago hematófago *D. rotundus* el cual se alimenta exclusivamente de sangre, puede ser considerado como plaga por los habitantes del área pues sus presas en zonas ganaderas suelen estar concentradas en el ganado bovino, equino y porcino, representando en ocasiones grandes pérdidas por trasmitir enfermedades como la rabia o infecciones de parásitos o protozoarios (Zapata-Escobar, 2014).

5.2.10.3.3.8 Especies migratorias

La migración se define como un movimiento estacional y cíclico de animales relacionado con los cambios periódicos del clima o la disponibilidad del alimento, o bien para asegurar la reproducción. En casi todos los casos la migración implica movimientos periódicos de un sitio a otro y de regreso al primero (Ruelas E, 2009). En Colombia se han reportado que 30 murciélagos y siete de agua dulce, al parecer son migratorias que podrían llevar a cabo movimientos cíclicos estacionales de carácter latitudinal, altitudinal, local y/o transfronterizo (Amaya-Espinel & Zapata, 2014).

En los mamíferos, a diferencia de otros grupos faunísticos, las migraciones se dan en mayor proporción de tipo local y longitudinal a lo largo de las cuencas hidrográficas donde están distribuidos, muchos de estos procesos migratorios se han relacionado con la búsqueda de alimento (Saavedra-Rodríguez & Rojas-Díaz, 2009). En el área de influencia se registraron cinco especies incluidas en la guía de especies migratorias para el país (Amaya-Espinel & Zapata, 2014), los murciélagos (*Anoura geoffroyi, Platyrrhinus dorsalis, Vampyressa thyone* y *Desmodus rotundus*) y la nutria *Lontra longicaudis*.

Respecto a los murciélagos registrados al parecer presentan movimientos migratorios estacionales horizontales y altitudinales en respuesta a la fluctuación del alimento (Amaya-Espinel & Zapata, 2014). Existen evidencias empíricas de que presentan movimientos entre distintas franjas de elevación en su área de distribución (Saavedra-Rodríguez & Rojas-Díaz, 2009). La cronología de migración para estas especies también es desconocida, pero se asume que tiene que ver con la disponibilidad de

alimento, en el caso de *D. rotundus* al parecer esta se ajusta a la oferta de presas, lo que podría ser semestral o anual cuando se habla de ecosistemas boscosos (Amaya-Espinel & Zapata, 2014), sin embargo, como las presas para la especie en el área pueden ser en su mayoría ganado vacuno y esta actividad es constante, es posible que existan otros patrones de movimientos para la especie en la región.

En Colombia la información sobre rutas de migración es escasa (Saavedra-Rodríguez & Rojas-Díaz, 2009), sin embargo, es importante anotar que las cuencas de ríos y quebradas son elementos de los paisajes tropicales y andinos muy importantes para los movimientos de forrajeo y estacionales de numerosas especies de murciélagos. Esto es particularmente importante para especies que realizan movimientos estacionales a lo largo de gradientes de elevación (Sánchez-Palomino et al., 1993). Por lo que es posible que las especies migratorias hagan uso de la cuenca del río Cocorná y sus afluentes para sus desplazamientos.

Algunos mamíferos semiacuáticos como la nutria *Lontra longicaudis* presentan un tipo de migración longitudinal utilizando rutas brindadas por la continuidad de los ríos. Las rutas de migración de la especie aún son desconocidas, sin embargo, en ríos del Pacifico, se mueve a lo largo de los cursos de agua entre los sectores estuarinos y los tramos de mayor altura en sectores de agua dulce (Amaya-Espinel & Zapata, 2014). El río Cocorná es sin lugar a duda la ruta de desplazamiento que utilizaría la especie dentro del área de influencia.

5.2.10.3.3.9 Usos, presiones e importancia cultural de las especies

La zona de muestreo se caracteriza por presentar un mosaico de coberturas donde los territorios agrícolas, ya sea pastos o cultivos hacen parte importante del paisaje, por tal razón, tal vez dentro de las principales amenazas que se ejercen sobre la mastofauna en general tenga que ver con la degradación constante de su hábitat natural sobre todo con la tala de vegetación nativa para el establecimiento de áreas de potrero (Foto 5-17) o monocultivos como la caña.

Foto 5-17 Procesos de tala y pastos adecuados para el pastoreo de ganado bovino dentro del área de influencia.

Otra de las presiones que se ejercen sobre algunas especies, en particular, aquellas cinegéticas tienen que ver con la cacería que, aunque no ocupa un plano importante dentro de las actividades de la comunidad, aun se ejerce sobre especies como la guagua *Cuniculis paca*, el conejo negro *Dasyprocta punctata* y el gurre *Dasypus novemcinctus*. Otro factor importante a tener en cuenta es la presión que se ejerce sobre algunas especies por considerarlas dañinas, entre ellas la chucha *Didelphis marsupialis*, especie frecuentemente perseguida por alimentarse de aves de corral, adicionalmente, algunos integrantes de la comunidad tienen una percepción errónea sobre algunas especies, por ejemplo, muchos consideran que todos los murciélagos son vampiros y por ende son atacados indiscriminadamente, desconociendo la variedad de especies que existen y los servicios ecosistémicos que los murciélagos prestan.

5.2.10.3.3.10 Categorías de amenaza, importancia económica y endemismo

De las todas las especies registradas durante la caracterización, dos se encuentran incluidas dentro categorías de amenaza, la nutria *L. longicaudis* incluida dentro de la categoría casi amenazada (NT) por la IUCN (2020) y vulnerable (VU) a nivel local por el MADS (2017), el titi *S. leucopus* se encuentra dentro de la categoría en peligro (EN) por la IUCN (2020) y vulnerable (VU) por el MADS (2017). Con respecto a los apéndices del (CITES, 2019), los cuales ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva de fauna y flora, dos son las especies incluidas en el Apéndice I (*L. longicaudis* y *S. leucopus*) y una en el Apéndice II (*C. thous*). En cuanto a especies restringidas al territorio colombiano, fue el titi *S. leucopus* la única especie endémica (Ramírez-Chaves et al., 2016).

La nutria *L. longicaudis* presenta amplia distribución en Colombia y aunque es cierto que la especie tiene cierta resiliencia a ecosistemas alterados (Pardini R & Trajano E., 1999); (Santos LB & Reis NR., 2012), no es claro el estado actual de las poblaciones en Colombia ni la viabilidad de estas a futuro (Trujillo & Arcila, 2006). Se ha comprobado que las poblaciones de la especie son mucho más proliferas en ríos o quebradas conservadas, donde existe una vegetación riparia que permita resguardo, rocas o agregaciones de rocas que sirven como madrigueras y donde la ictiofauna sea abundante (Emmons & Feer, 1999); (Larivière S., 1999); (Duque-Dávila et al., 2013). Entre los mayores factores negativos para la especie se encuentran la constante deforestación de las orillas de los ríos, así como la creciente contaminación de estos, especialmente por actividades mineras, lo que podría generar una pérdida considerable en la fauna íctica (Trujillo & Arcila, 2006). Estos impactos negativos podrían limitar el recurso alimenticio y de refugio para la especie e influir negativamente sobre las poblaciones de esta.

La especie se registró a través de heces encontradas sobre rocas en la orilla del río. Sobre este tramo del río Cocorná parte de la vegetación riparia aún se conserva en buen estado, sus aguas son rápidas, presenta rocas a lo largo de todo el tramo y es común ver pequeñas cuevas formadas por agregaciones de rocas (Foto 5-18). Todas estas características proveen un hábitat propicio para la especie.

Foto 5-18 Tramo del río Cocorná donde se registraron heces de *L. longicaudis.*

Con respecto al tití *Saguinus leucopus* es una de las especies del género *Saguinus* con la distribución más restringida (Defler, 2003). La disminución de su hábitat original es la amenaza más fuerte (Morales-Jiménez, A.L., Link, A. & Stevenson, 2008). Aunque existen poblaciones de la especie que han logrado adaptarse a cierto grado de perturbación (Roncancio N, Rojas, W & Esteves, 2009) la viabilidad de estas poblaciones a futuro es incierta teniendo en cuenta que la tasa de deforestación en su área de distribución sigue en aumento (Sistema de monitoreo de bosques y carbono para Colombia –SMBYC & IDEAM., 2019). En el área de influencia fueron avistados en vegetación secundaria y bosques. El tamaño de los grupos osciló entre tres y seis individuos, sin embargo, este número puede ser mayor debido a que en muchas ocasiones es difícil contabilizarlos en su totalidad.

5.2.10.3.3.11 Registro fotográfico

Anoura aequatoris

Anoura caudifer

Anoura geoffroyi

Artibeus amplus

Artibeus planirostris

Carollia brevicauda

Carollia castanea

Carollia perspicillata

Desmodus rotundus

Lonchophylla robusta

Micronycteris schmidtorum

Myotis nigricans

Peropteryx kappleri

Platyrrhinus helleri

Sturnira parvidens

Vampyressa thyone

Glossophaga soricina

Melanomys caliginosus

Transandinomys talamancae

Foto 5-19 Registro fotográfico de algunas especies capturadas en el área de influencia.

5.2.10.3.4 Conclusiones y recomendaciones

La estructura de la comunidad de mamíferos presentes en el área de influencia, en cuanto a especies dominantes que la componen, son propias de ecosistemas que presentan perturbaciones, donde los murciélagos representaron el orden más diverso en la caracterización como resultado de la abundancia de especies generalistas propias de áreas intervenidas. Cabe resaltar la presencia de dos especies con grados altos de vulnerabilidad *L. longicaudis* y *S. leucopus*.

Se registró una diversidad de gremios tróficos importante, donde los frugívoros y los omnívoros fueron los más representativos y los cuales son trascendentales en procesos como la dispersión de semillas, un proceso fundamental en áreas intervenidas.

En general la comunidad de mamíferos registrada en el área de influencia representa una muestra importante de la mastofauna presente, ya que la curva de acumulación para toda el área arrojó una cobertura del muestreo del 95%. A nivel más específico dentro de las unidades vegetales la eficacia del muestreo osciló entre un 92% a un 93%.

Coberturas vegetales como los bosques y los relictos de vegetación secundaria fueron las más diversas en cuanto a la riqueza de especies y estructura de la comunidad. Considerando las vastas áreas potrerizadas, estas franjas de vegetación son relevantes como refugio, aprovisionamiento de recursos y corredores biológicos para la mastofauna presente en el área de influencia.

Existen dentro del área de influencia fuertes presiones sobre los mamíferos silvestres, dentro de las cuales la degradación del hábitat es las más preponderante, comprendida por la fragmentación y disminución drástica de áreas boscosas naturales. Todo esto sumado a la falta de conocimiento del papel que juega la fauna en el medio. Por tal razón se recomienda implementar campañas educativas con la comunidad aledaña al proyecto que busquen generar conciencia sobre la importancia de conservar la fauna nativa, así como evitar impactar los remanentes de vegetación que aún persisten en el área y apuntar a un enriquecimiento de áreas en sucesión.

Se exhorta a la planificación y ejecución de planes de manejo que incluyan labores de ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies durante las labores constructivas, así como monitoreos exclusivos para especies vulnerables que estén enfocados en comparar en el tiempo las dinámicas poblacionales de estas especies y como el proyecto en su construcción y operación ha impactado tales poblaciones.

Por último, se recomienda monitoreos periódicos de la mastofauna dentro del área de influencia en particular en las áreas de obras que permita dilucidar con mayor precisión las dinámicas de la comunidad de mamíferos y las asociaciones a las diferentes unidades vegetales, así como el efecto que sobre la mastofauna pueda tener la ejecución del proyecto.

5.2.11 Ecosistemas acuáticos

El río Cocorná hace parte de la cuenca del río Calderas y éste a su vez del río Samaná. El río atraviesa al municipio de Cocorná (Antioquia-Colombia) de occidente – oriente, se extiende desde los 450 msnm en el cañón del río Santo hasta los 2.350 msnm en el sector del altiplano del Oriente Antioqueño; este rango altitudinal brinda temperaturas medias que fluctúan entre los 26º y 16º C. En la cabecera municipal, la altura es 1.350 msnm y presenta una temperatura media de 23º C. La humedad relativa promedio es del 82% con oscilaciones entre el 40% y el 95%.

El sistema de vertientes que conforman la región, sumado al patrón de intensas lluvias, configuran en Cocorná un alto potencial hidrológico, que es compartido con sus municipios vecinos. Esta riqueza hidrológica brinda espacios de recreación y turismo a lo largo de la mayor parte de sus quebradas y riachuelos, y posibilita el desarrollo de proyectos hidroeléctricos.

El río se caracteriza por tener un gran número de afluentes cuyos nacimientos se localizan hacia la parte alta y media del municipio y es la zona donde se incluye la mayor concentración de la población del municipio, se destacan entre sus afluentes, la quebrada Guayabal como fuente abastecedora del acueducto de la cabecera municipal y las quebradas La Hundida, La Cascada, El Coco, La Peña, San Juan y La Rumbona.

La topografía en general del río y sus tributarios, está conformada por pendientes largas y pronunciadas, que, a lo largo de su recorrido, presentan una gran heterogeneidad de hábitat, por ejemplo, una variedad de morfología del cauce en términos de ancho, profundidad, velocidad, caudales, sustratos en el lecho y vegetación ribereña, los cuales son apropiados para el establecimiento y sobrevivencia de la biota acuática asociada a cada sistema.

Algunas partes de las laderas se observan muy desprotegidas de vegetación ya que no hay un manejo racional de los recursos naturales renovables y no renovables necesarios para el desarrollo económico sostenible. En el área de interés se observan pequeños núcleos de plantaciones forestales en su mayoría de especies nativas. Los sectores de menores pendientes se han transformado en potreros o áreas de cultivos. Los usos predominantes del suelo son potreros en gramas naturales para la ganadería y algunos cultivos de caña de azúcar, frijol, naranja y mandarina. La vegetación a lo largo del río está compuesta rastrojos altos y algunos manchones de bosques intervenidos, que se ubican en las orillas del cauce. Además, a lo largo de su recorrido, las enormes rocas en el lecho del río y el caudal forman piscinas naturales y cascadas, constituyendo hábitat para la biota acuática.

5.2.11.1 Descripción de los sitios de muestreo

A continuación, se describen los sitios de estudio con base en las características del hábitat según lo propuesto dentro del sistema australiano de evaluación fluvial (AusRivAS) y modificado para los sistemas acuáticos de los Andes por Jiménez-Segura & Alvarez-Bustamante, (2015) Los sitios de muestreo seleccionados y las fechas de realización de éstos son los mismos que los seleccionados para el muestreo de Calidad del Agua. La georreferenciación y ubicación esquemática de los sitios de muestreo se presenta en la tabla y figura siguientes:

Tabla 5-67 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo en el río Cocorná para el proyecto de la PCH Cocorná III

Veredas	Tramo de muestreo	Latitud	Longitud	X	Y	Elevación (m.s.n.m)
La Placeta y El tesoro	Captación	6°2'35,2"	75°12'45,4"	874330	1160136	1370
Mazotes y Las Mercedes	Tramo Medio	6°2'33,1"	75°11'45,6"	876169	1160068	1282
Mazotes y San José	Descarga	6°2'36,3"	75°10'53,1"	877784	1160163	1136
Convenciones: m.s.n.m. = metros sobre el nivel del mar						

La ubicación esquemática de los sitios de muestreo se presenta en la siguiente figura:

Figura 5-83 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo en el río Cocorná en el área de aprovechamiento de su caudal con fines hidroeléctricos para la PCH Cocorná III
Fuente: Google Earth, (modificada para el presente documento)

5.2.11.1.1 Captación

A nivel altitudinal este tramo del río se ubica a 1370 m.s.n.m, en jurisdicción del municipio de Cocorná. Fluye por todo un valle poco profundo con márgenes de baja pendiente y en forma cóncava, ambas márgenes se encuentran cubiertas por vegetación exótica y nativa, de igual forma se observan algunos afloramientos rocosos. La matriz de vegetación está principalmente compuesta por matorrales, plantas rastreras, algunas gramíneas que son usadas para la ganadería en ambas laderas del tramo evaluado, y en menor proporción por arboles menores a 10 m de altura agrupados de forma semi-contínua; lo que conlleva a que el dosel arbóreo no alcanza a brindar sombra al cauce (Foto 5-20).

El canal de este sitio presenta una forma de “U” y es escalonado en dos partes. El cauce es amplio, siendo la margen derecha la de mayor caudal. El lecho está conformado principalmente por rocas, guijarro y arena (Foto 5-20). La matriz de sedimentación es una estructura abierta, 0-5 % es sedimento fino (arena), otros son grava (10%), rocas de menos de 1m (65%), rocas de 1 a 3m (25%). Algunas rocas de tamaño medio se distribuyen por el canal mojado, las cuales proveen diferentes flujos de velocidad formando rápidos, rizos y algunas cascadas en varias partes del tramo. En el momento del monitoreo esta zona fue de alta corriente, compuesta principalmente de cascadas, rápidos, deslizaderos, charcas y rizos (Foto 5-20)

Aspecto zona de captación aguas arriba

Aspecto zona de captación aguas abajo

Foto 5-20. Sitio de muestreo Captación del río Cocorná en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Cocorná III

5.2.11.1.2 Tramo Medio

A nivel altitudinal este tramo del río se ubica a 1282 m.s.n.m, en jurisdicción del municipio de Cocorná. Se observa que este sitio se encuentra en un valle con pendiente en ángulo agudo, y con ambas riberas con pendientes escarpadas. La vegetación sobre ambas márgenes es abundante constituida principalmente por una franja continua de plantas nativas, y con una gran presencia de árboles mayores a 8

m, arbustos, plantas rastreras y matorrales. El dosel arbóreo proporciona 30% de sombra al cauce principal (Foto 5-21).

El lecho del río en este sitio presenta una compactación moderada, la cual consiste la organización de los sedimentos por tamaño y con pequeños traslapes entre estos. La matriz de sedimentación es una estructura abierta, 0-5 % es sedimento fino (arena), otros son grava (20%), rocas de menos de 1m (60%), rocas de 1 a 3m (15%). El color del agua fue transparente y no se detectaron olores extraños en el sedimento y el agua. Se observaron barras centrales compuestas por rocas y grava en el tramo evaluado, sin embargo, la conectividad del río es buena. En el momento del monitoreo este fue un tramo de alta corriente que tiene principalmente saltos, cascadas, rápidos, deslizaderos, charcas y rizos. Con respecto a los saltos que se presentan en este segmento se puede observar uno aproximadamente de 7 metros de altura, donde la velocidad del agua en esta parte del río es particularmente alta (Foto 5-21).

Aspecto zona de tramo medio aguas arriba

Aspecto zona de tramo medio aguas abajo

Foto 5-21. Sitio de muestreo Tramo medio del río Cocorná en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III

5.2.11.1.3 Descarga

A nivel altitudinal este tramo del río se ubica a 1136 m.s.n.m, en jurisdicción del municipio de Cocorná. Se observa que este sitio es un valle poco profundo y ambas márgenes cóncavas. La vegetación de la zona ribereña es nativa y semicontinua, la cual se compone por arboles (>10 m altura) (35%), arboles (<10m altura) (35%), y una pequeña franja de vegetación arbustiva, los cuales le dan un sombrado del canal de aproximadamente 11%. De igual forma, este sitio está conformado de pastos y gramíneas, ya que este tramo del río atraviesa un potrero que es usado para la ganadería (Foto 5-22).

El lecho del río para este sitio presenta una compactación moderada, la cual consiste la organización de los sedimentos son por tamaño y con pequeños traslapes entre estos. La matriz de sedimentación es una estructura abierta, 0-5 % es sedimento fino

(arena), otros son grava (40%), rocas de menos de 1m (25%), rocas de 1 a 3m (25%). El color del agua fue transparente y no se detectaron olores extraños en el sedimento y el agua. Se observaron barras centrales en el tramo evaluado conformadas por rocas de 1 a 3m de diámetro y la conectividad del cauce del río es buena. En el momento del monitoreo presento ser una zona de alta corriente que tiene principalmente cascadas, rápidos, deslizaderos y rizos.

Aspecto zona de Descarga aguas arriba

B.

Aspecto zona de Descarga aguas abajo

Foto 5-22. Sitio de muestreo Descarga del río Cocorná en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III

5.2.11.2 Perifiton

5.2.11.2.1 Introducción

El término perifiton hace referencia tanto a los animales como a los vegetales que viven adheridos a tallos y hojas de plantas acuáticas enraizadas o que se adhieren a otras superficies (Odum, 1983). Sin embargo, estos componentes son separados en ficoperifiton (vegetal algal) y zooperifiton (animal).

El ficoperifiton está comprendido por microalgas adheridas a sustratos duros como piedras, troncos, raíces u otros. Esta comunidad conforma el principal punto de entrada de la energía en ecosistemas acuáticos, gracias a su capacidad fotosintética, esto les permite capturar la energía lumínica proveniente del sol y transformarla en compuestos orgánicos (carbohidratos), a partir de los cuales se mantienen los niveles tróficos superiores.

Diversos autores han relacionado estas comunidades con el grado de contaminación orgánica de las aguas así: oligosaprobio, aguas limpias y con buen desarrollo de la comunidad; mesosaprobio, aguas medianamente contaminadas, con baja presencia de algas y abundancia de ciliados; y polisaprobio para aguas muy contaminadas con predominio de bacterias.

Varios autores que han trabajado con estas comunidades han encontrado que desempeñan un papel fundamental en la dinámica de los ecosistemas acuáticos, por ejemplo, producen metabolitos orgánicos para diferentes organismos en la cadena alimenticia, presentan una alta tasa de reciclaje de nutrientes además son utilizados como indicadores de la calidad del agua.

A continuación, se hace una pequeña referencia a los grupos más importantes de algas perifíticas encontrados en el presente estudio:

- División Cyanophyta

También conocida con el nombre de Myxophyta o algas verdeazules. Algunos las consideran como bacterias por carecer de una membrana nuclear definida (cianobacterias); varían desde formas unicelulares hasta coloniales. Algunas especies tienen la capacidad de fijar nitrógeno de la atmósfera (ej: *Anabaena*) y por tal razón la literatura las asocia a aguas deficitarias de nitrógeno, o a sistemas donde la relación nitrógeno: fósforo se desplaza hacia el último. Pueden ser consideradas como poseedoras de un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones por demás difíciles. Debido a lo anterior, pueden encontrarse distribuidos en todos los biotopos de los ecosistemas lenticos ya que poseen adaptación cromática, la cual les permite adoptar un color aproximadamente complementario de la luz disponible, lo que conduce a un mejor aprovechamiento de dicha luz. Se considera que son propias de condiciones fluctuantes, en ambientes estables son reemplazadas por otros grupos de microalgas.

Estas algas se presentan fundamentalmente cuando las condiciones ambientales se desvían notablemente de las condiciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno-fósforo acaba manifestándose en un avance o retroceso en el desarrollo de las algas verdeazules. Si la relación se desarrolla a favor del fósforo, se presentarán cianofíceas que incorporarán nitrógeno al ecosistema. Debido a ésta última propiedad se consideran de gran importancia en la productividad del ecosistema acuático.

Las algas del grupo de las Cyanophyta, en su mayoría se reproducen en gran cantidad formando masas (“blooms”), algunas especies de este grupo, cuando se presentan en altas densidades, producen olor a hierba y a terpenos, mientras que otras especies pueden indicar polución térmica. Algunas especies causan obstrucción de filtros y se pegan a las paredes de los embalses, pueden causar corrosión del hierro y producir limo; además son indicadoras polución.

- División Chrysophyta

Se denominan también pardo amarillentas o pardo doradas. En agua dulce existen tres clases de las cinco que representa esta división y son Chrysophyceae, Bacillariophyceae y Xantophiceae. Las crisofíceas (Chrysophyceae) son flageladas unicelulares y la literatura las asocia a aguas claras con bajo contenido de nutrientes.

De esta división nos interesa principalmente la clase Bacillariophyceae. Usualmente se les denomina diatomeas, presentan una gran variedad de formas y tamaños, pero con la característica común de constituir conchas silíceas cuyos patrones de ornamentación son importantes en su taxonomía. Se encuentran asociadas con el fondo (perifiton) o cualquier superficie rígida; cuando aparece en el plancton son señal inequívoca de muestras tomadas de aguas de poca profundidad o de alta turbulencia.

Se trata de una clase ampliamente diversificada. Las diatomeas del grupo Bacillariophyta son algas de muy amplia distribución y de características ecológicas muy variables. Existen formas planctónicas y bentónicas, éstas últimas son las colectadas en el presente estudio y crecen sobre sustratos tales como roca, arena o barro, y segregan estructuras mucilaginosas para adherirse al sustrato; algunas son indicadoras de aguas limpias, mientras que otras pueden indicar presencia de cloruro de sodio. Otras pueden crecer en ambientes oscuros carentes de CO_2 y algunos géneros son indicadores de pH bajo, salinidad alta, presencia de cromo y algunos causan obstrucción de filtros.

- División Euglenophyta

Son casi enteramente dulceacuícolas. Se encuentran normalmente en pequeños cuerpos de agua, ricos en materia orgánica y, en general, son organismos unicelulares solitarios, se considera que las euglenofitas cumplen un papel menor en aguas tropicales, donde se hallan normalmente varias especies de *Trachelomonas*. Aunque son organismos fotosintetizadores, muchas de sus especies pueden ser saprófagas (consumidoras de materia orgánica en descomposición). En general se consideran como indicadoras de aguas ricas en materia orgánica; predominan en los bentos, pero algunas especies son planctónicas.

5.2.11.2.2 Resultados

5.2.11.2.2.1 Composición de especies

En el área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III, se registraron 37 taxones distribuidos en Veintinueve (29) familias, veintiún (21) órdenes, cinco (5) clases y cuatro (4) divisiones. En términos de densidad y riqueza la división el mayor registro lo obtuvo la división Bacillariophyta (25 taxones) con el 56,12%, seguido de la división Cyanobacteria la cual obtuvo un aporte del 36, 56% (4 taxones), luego la Chlorophyta con un aporte del 6,12% (3 taxones) y Charophyta con un aporte del 1,25% (5 taxones) a la densidad total (ver Tabla 5-68).

Tabla 5-68 Composición taxonómica del ficoperifiton hallado en los tramos evaluados del río Cocorná en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III (Años 2015, 2018 y 2022)

División	Clase	Órden	Familia	Taxones
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia
				Hantzschia

División	Clase	Órden	Familia	Taxones
				Triblionella
		Cocconeidales	Achnanthidiaceae	Achnanthidium
			Cocconeidaceae	Cocconeis
		Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella
			Gomphonemataceae	Encyonema
				Gomphonema aff trumcatum
				Gomphonema
		Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia
		Achnanthales	Achnanthaceae	Achnanthes
		Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia
			Diadesmidiaceae	Luticola
			Naviculaceae	Navicula
				Gyrosigma
			Pinnulariaceae	Pinnularia
			Stauroneidaceae	Stauroneis
		Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora
		Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria
		Rhabdonematales	Tabellariaceae	Tabellaria
				Tabellaria. aff flocculosa
		Licmophorales	Ulnariaceae	Ulnaria
		Surirellales	Surirellaceae	Surirella
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	Aulacoseira
		Melosirales	Melosiraceae	Melosira
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	Closterium
			Desmidiaceae	Cosmarium
			Peniaceae	Penium
		Zygnematales	Mesotaeniaceae	Cylindrocystis
				Mesotaenium
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Cylindrocapsaceae	Cylindrocapsa
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	Dactylococcopsis
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	Aphanizomenon
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Eulyngbya
				Oscillatoria

División	Clase	Órden	Familia	Taxones
		Pleurocapsales	Pleurocapsaceae	Myxosarcina

En términos de densidad en los dos periodos evaluados, el año 2015 tuvo el mayor registro con 73.252 Ind/cm², seguido del año 2022 con un registro de 61.053 Ind/cm² por último el año 2018 estuvo representado con 51.952 Ind/cm². Entre estaciones de muestreo el tramo captación obtuvo el mejor registro para el año 2015 con 34.263,1 Ind/cm², seguido del año 2022 cn un registro de 28.070,2 Ind/cm² y por último el año 2018 con un registro de 19.271,7 Ind/cm².

En el tramo medio la mayor densidad se presentó en el año 2022 con una densidad 21.403,5 Ind/cm² seguido del año 2015 con una densidad 20.778,8 Ind/cm²y por último el año 2018 con una densidad de 12.183,2 Ind/cm².

En el tramo de descarga la mayor densidad se presentó en el año 2018 con una densidad 20.497,4 Ind/cm² seguido del año 2015 con una densidad 18.210,3 Ind/cm² y por último el año 2022 con una densidad de 11.578,9 Ind/cm² (ver Figura 5-84).

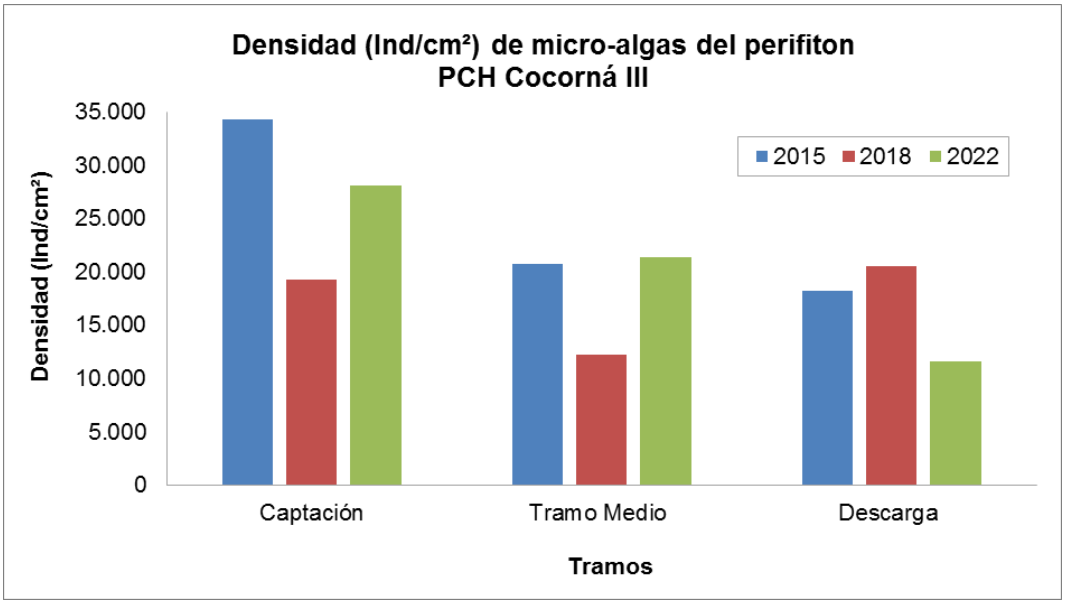


Figura 5-84. Variación espacial y temporal de la densidad (Ind/cm²) del ficoperifiton registrado en los tramos evaluados del río Cocorná en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III en diferentes etapas de muestreo

5.2.11.2.2.2 Tramo Captación

En este tramo de muestreo del área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III, se registró un total de veintisiete (27) taxones de organismos perifiticos, distribuidos en veintidós (22) familias, quine (15) órdenes, cinco (5) clases y cuatro (4) divisiones. Entre periodos de muestreo el año 2015 obtuvo el mejor registro contribuyendo a la densidad en este tramo con 34.263 Ind/cm², seguido por el año 2022 con 34.263 Ind/cm² y en el 2018 se alcanzó una densidad de 19.272 Ind/cm² (Tabla 5-69).

Tabla 5-69. Composición taxonómica y numérica (en Ind/cm2) del ficoperifiton registrado en el tramo Captación del río Cocorná. Área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III, en diferentes eriodos de muestreo

División	Clase	Orden	Familia	Taxón	Tramo Captación			
					2015	2018	2022	TOTAL
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	231,16	4518,87		4750,03
				Hantzschia			175,44	175,44
		Cocconeidales	Achnanthidiaceae	Achnanthidium			2456,14	2456,14
			Cocconeidaceae	Cocconeis	25,68		877,19	902,88
		Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella		443,03	1228,07	1671,10
			Gomphonemataceae	Encyonema	25,68			25,68
				Gomphonema		7575,76	2631,58	10207,34
		Achnanthales	Achnanthaceae	Achnanthes	25,68			25,68
		Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia			2456,14	2456,14
			Naviculaceae	Navicula	25,68	4740,39	8771,93	13538,00
				Gyrosigma			175,44	175,44
			Pinnulariaceae	Pinnularia			1228,07	1228,07
			Stauroneidaceae	Stauroneis			350,88	350,88
		Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria		886,05	1578,95	2465,00
		Rhabdonematales	Tabellariaceae	Tabellaria		310,12	701,75	1011,87
				Tabellaria aff flocculosa	128,42			128,42
		Licmophorales	Ulnariaceae	Ulnaria	25,68			25,68
		Surirellales	Surirellaceae	Surirella			175,44	175,44
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	Aulacoseira			701,75	701,75
		Melosirales	Melosiraceae	Melosira	25,68	177,21	1754,39	1957,28

División	Clase	Orden	Familia	Taxón	Tramo Captación			
					2015	2018	2022	TOTAL
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	Closterium			175,44	175,44
			Desmidiaceae	Cosmarium			175,44	175,44
			Peniaceae	Penium			1403,51	1403,51
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium		44,30		44,30
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	Aphanizomenon			175,44	175,44
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Eulyngbya	7422,82	132,91		7555,73
				Oscillatoria	26326,60	443,03	877,19	27646,82
Riqueza de especies (S)					10	10	20	27
Densidad (Ind/cm²)					34263,11	19271,66	28070,18	81604,95

Para este tramo, veinte (20) de los veintisiete (27) taxones registrados correspondieron a la división Bacillariophyta aportando con el 54,44% a la densidad total (44.428,27 Ind/cm²), mientras que la división Cyanobacteria registró con tres taxones un aporte del 43,35% (35.377,99 Ind/cm²), y en menor proporción las divisiones Charophyta que con tres taxones presentó un aporte del 2,15% a la densidad total (1754,39 Ind/cm²) y por último la división Chlorophyta con un aporte del 0,05% a la densidad total (44,30 Ind/cm²) ver Figura 5-85 y Figura 5-86.

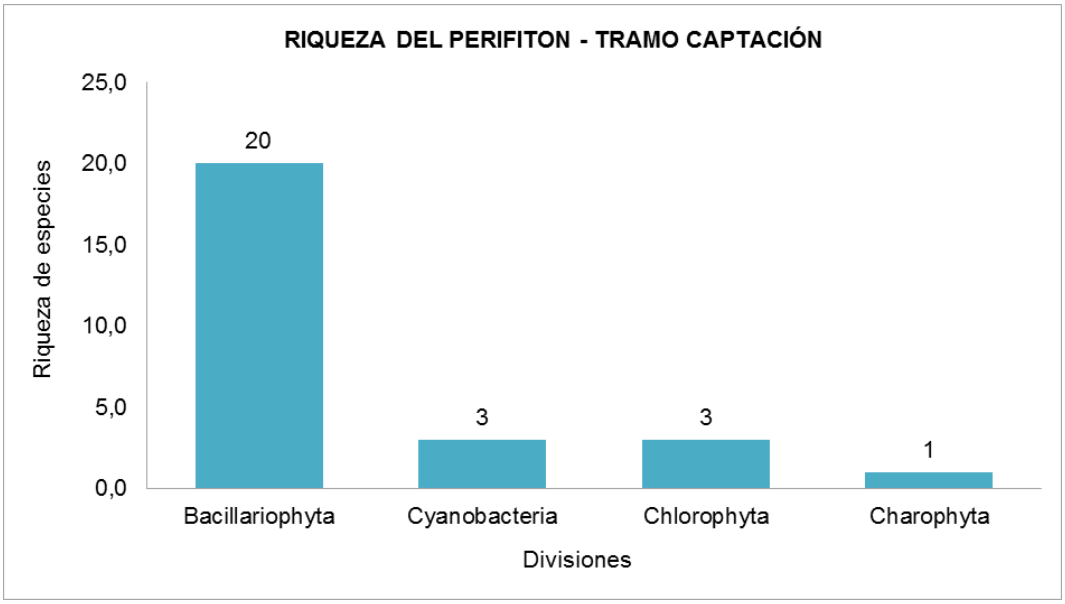


Figura 5-85. Riqueza de especies del ficoperifiton registrado en el tramo Captación en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III, en diferentes campañas de muestreo

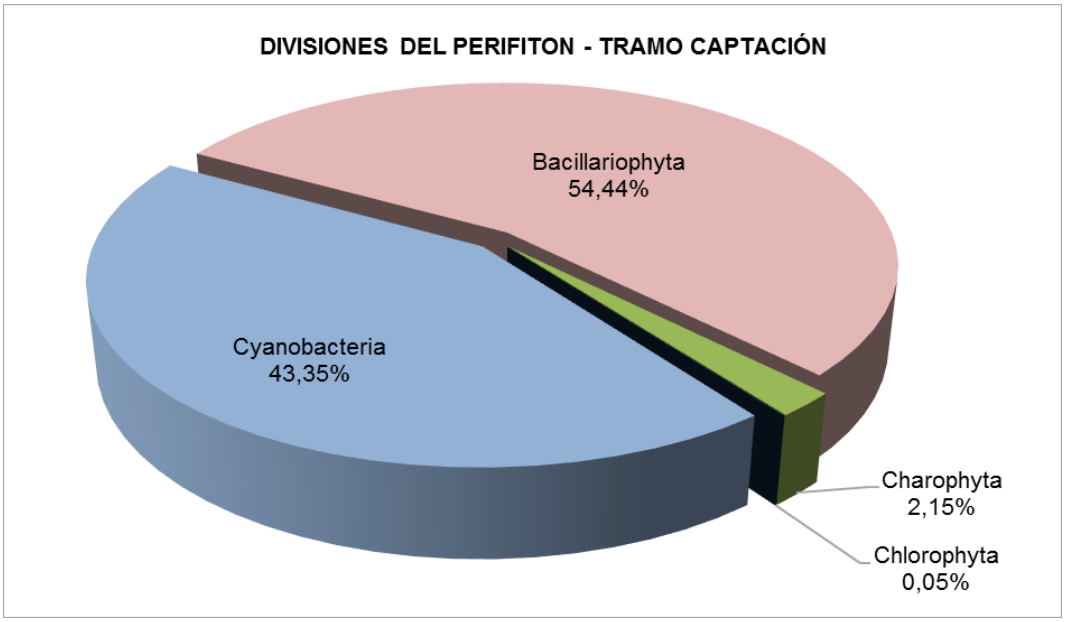


Figura 5-86. Porcentaje de las divisiones a la composición taxonómica del perifiton registrado en el tramo Captación, en el área de influencia del Proyecto PCH Cocorná III

La mejor contribución de micro-algas del perifiton lo registra la Cyanobacteria *Oscillatoria* quien representa la mayor densidad (27.646,82 Ind/cm²) con el 33,88% , seguido de la diatomea *Navicula* con una densidad de 13538,00 Ind/cm² con un aporte del 16,59%, *Gomphonema con* 10207,34 Ind/cm² un aporte del 12,51%, *Eulyngbya* 7555,73 Ind/cm² con un aporte del 9,26%. Los taxones *Nitzschia, Fragilaria, Achnanthidium y Frustulia* contribuyeron con porcentajes entre el 5,82% y 3,01% y los demás taxones realizaron aportes que representaron menos del 2,40% a la densidad (ver Figura 5-87).

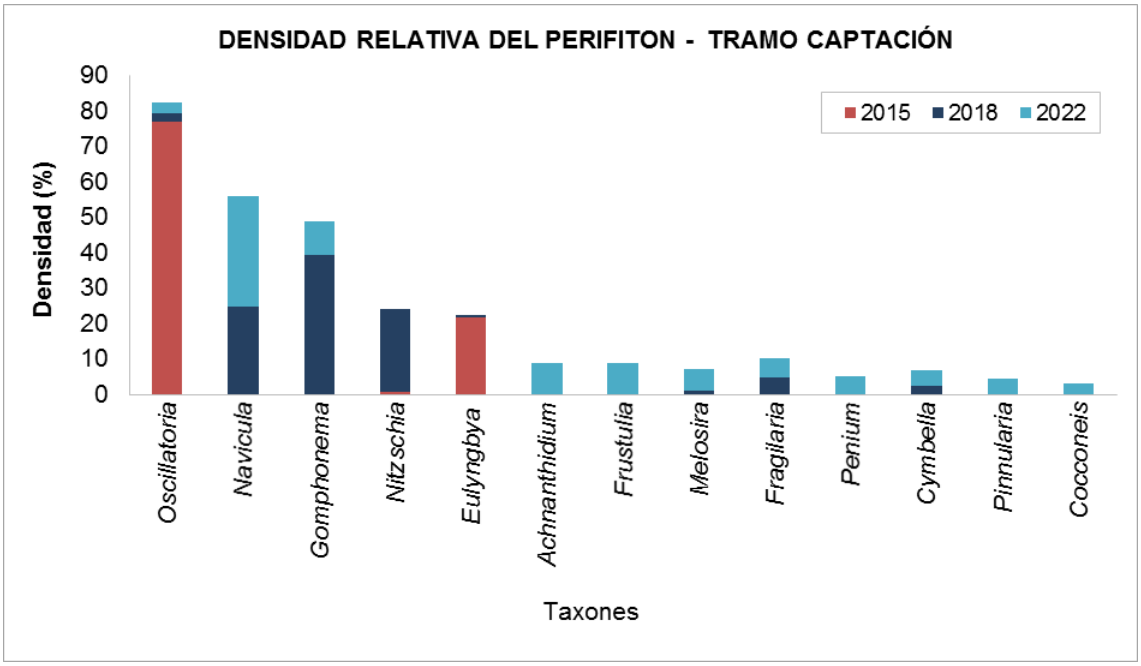


Figura 5-87. Densidad relativa (%) de los taxones más representativos del perifiton registrado en el tramo Captación en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III, en diferentes periodos de muestreo

5.2.11.2.2.3 Tramo Medio

La composición taxonómica en este tramo de muestreo del área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III, registró un total de veintiocho (28) taxones de micro-algas, distribuidos en veintiun (21) familias, dieciseis (16) órdenes, cinco (5) clases y cuatro (4) divisiones. Para los periodos de muestreo, en el año 2022 se obtuvo el mejor registro contribuyendo a la densidad en este tramo con 21.404 Ind/cm² seguido del año 2015 con 20.779 Ind/cm² y por último en el 2018 se obtuvo 12.183 Ind/cm² (ver Tabla 5-70).

Tabla 5-70. Composición taxonómica y numérica (en Ind/cm^2) del ficoperifiton registrado en el tramo Medio del río Cocorná. Área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III (Cocorná, Antioquia). Años 2015 y 2018.

División	Clase	Orden	Familia	Taxón	Tramo Medio		
					2015	2018	2022
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	283	3.278	
				Hantzschia			877,19
				Triblionella			877,19
		Cocconeidales	Achnanthidiaceae	Achnanthidium			4385,96
			Cocconeidaceae	Cocconeis	26	133	526,32
		Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella		89	877,19
			Gomphonemataceae	Encyonema	51		1052,63
				Gomphonema aff trumcatum	26		
				Gomphonema	26		3333,33
		Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	26		
		Naviculales	Diadesmidiaceae	Luticola	26		
			Naviculaceae	Navicula	26	3.633	4210,53
			Pinnulariaceae	Pinnularia			175,44
			Stauroneidaceae	Stauroneis			175,44
		Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora	26		
		Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria		930	3157,89
		Rhabdonematales	Tabellariaceae	Tabellaria		842	175,44
				Tabellaria. aff flocculosa	231		
		Licmophorales	Ulnariaceae	Ulnaria		222	
		Surirellales	Surirellaceae	Surirella			175,44
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	Aulacoseira			175,44
		Melosirales	Melosiraceae	Melosira		310	526,32
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Mesotaeniaceae	Cylindrocystis	51		
				Mesotaenium		266	

División	Clase	Orden	Familia	Taxón	Tramo Medio		
					2015	2018	2022
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Cylindrocapsaceae	Cylindrocapsa	51		
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium		1.905	350,88
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Eulyngbya	3.570	133	
				Oscillatoria	16.361	443	350,88
Riqueza de especies (S)					14	12	17
Densidad (Ind/cm²)					20.779	12.183	21.404

De los veintiocho (28) taxones registrados para este tramo, veinte (22) taxones correspondieron a la división Bacillariophyta contribuyendo el 56,81% a la densidad total (30.883,07 Ind/cm²), seguido por el aporte a la densidad de la división Cyanobacteria con el 38,37% (20.857,98 Ind/cm²), la división Chlorophyta con el 4,24% (2.307,26 Ind/cm²) y en menor medida fue la división Charophyta con un aporte del 0,58% a la densidad total (317,19 Ind/cm²) ver Figura 5-88 y Figura 5-89.

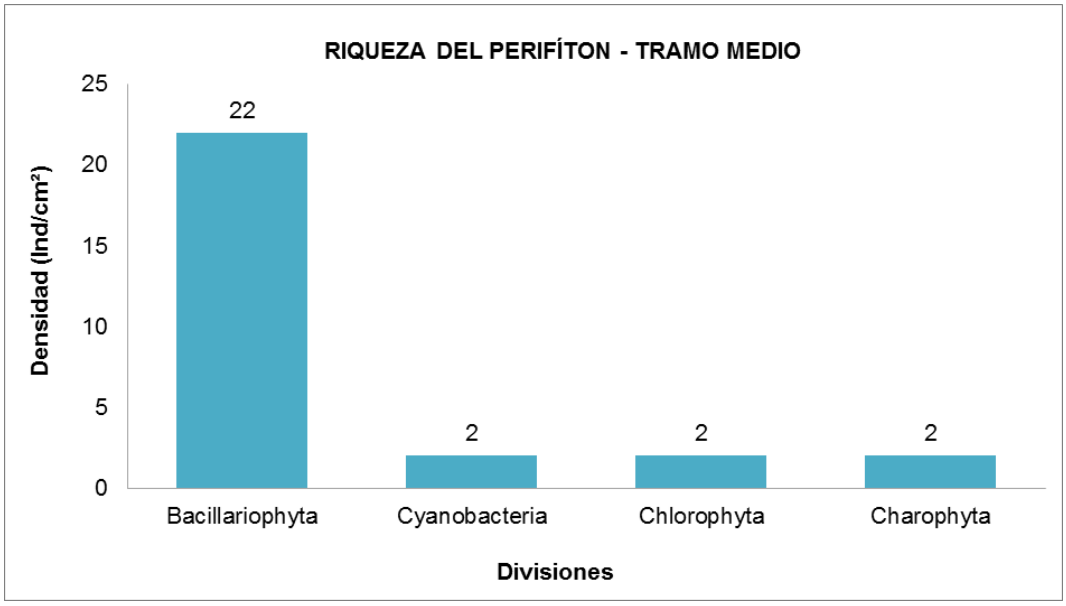


Figura 5-88. Riqueza de las divisiones del ficoperifiton registrado en el tramo Medio del área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III

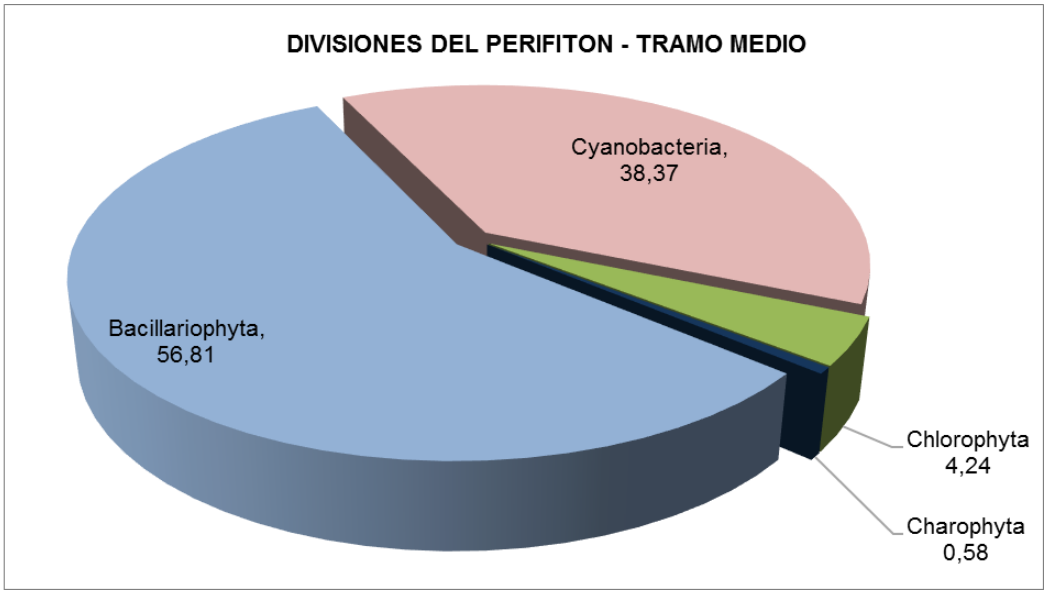


Figura 5-89. Porcentaje de las divisiones a la composición taxonómica del perifiton registrado en el tramo Medio, en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

La mejor contribución de micro-algas del perifiton lo registra la Cyanobacteria *Oscillatoria* quien representa la mayor densidad (17154,9Ind/cm²) con el 31,6%, seguido de *Navicula* con 7869,0 Ind/cm² con un aporte a la densidad del 14,5%. Las distomeas *Achnanthidium*, *Fragilaria*, *Nitzschia* y *Gomphonema* aportaron entre el 8,1% y 6,2% de la abundancia total sumando entre los cuatro taxones un aporte del 28,3% a la densidad total del perifiton. La cianobacteria Eulyngbya presento una densidad del 3703,1 Ind/cm² con un aporte a la densidad del 6,85%. Los veintiun taxones restantes presentaron densidades relativas muy bajas sumando entre todas el 18,8% de la densidad total (ver Figura 5-90).

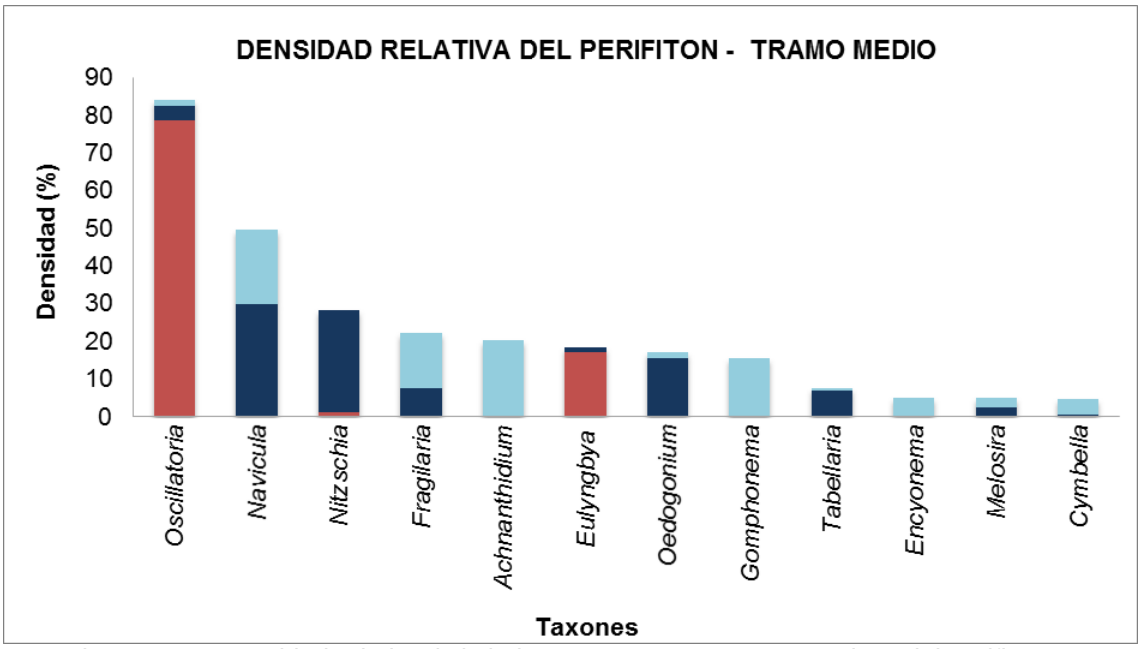


Figura 5-90. Densidad relativa (%) de los taxones mas representativos del perifiton registrado en el tramo Medio del río Cocorná en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III

5.2.11.2.2.4 Tramo Descarga

El ensamblaje del ficoperifiton en este tramo de muestreo del área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III, registró un total de veintiun (21) taxones de micro-algas, distribuidos en diecisiete (17) familias, trece (13) órdenes, cinco (5) clases y cuatro (4) divisiones. En el periodo del 2018 se registró la mayor densidad del ensamblaje del ficoperifiton con un aporte de 20.497 Ind/cm² a la densidad, seguido del año 2015 con una contribución de 18.210 Ind/cm² y por ultmo en el año 2022 se alcanzó una densidad de 11.579 Ind/cm² (ver Tabla 5-71).

Tabla 5-71. Composición taxonómica y numérica (en Ind/cm²) del ficoperifiton registrado en el tramo Descarga en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III

División	Clase	Orden	Familia	Taxón	Tramo Descarga		
					2015	2018	2022
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	77	8.093	
				Hantzschia			175,44
		Cocconeidales	Achnanthidiaceae	Achnanthidium			3333,33
			Cocconeidaceae	Cocconeis		591	
		Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	26	4.076	
			Gomphonemataceae	Encyonema	26		2456,14
				Gomphonema		1.004	526,32
		Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia			526,32
			Naviculaceae	Navicula	51	3.013	2456,14
			Stauroneidaceae	Stauroneis			526,32
		Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria			526,32
		Rhabdonematales	Tabellariaceae	Tabellaria		1.122	
				Tabellaria. aff flocculosa	77		
	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	Melosira			526,32
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	Cosmarium			175,44
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Cylindrocapsaceae	Cylindrocapsa	7.808		
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium		1.063	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	Dactylococcopsis			175,44
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Eulyngbya	4.264	1.536	
				Oscillatoria	5.830		175,44
		Pleurocapsales	Pleurocapsaceae	Myxosarcina	51		
Riqueza de especies (S)					9	8	12
Densidad (Ind/cm²)					18.210	20.497	11.579

Para este tramo de muestreo de los veintiun (21) taxones registrados, catorce (14) taxones correspondieron a la división Bacillariophyta con un aporte del 58,08% a la densidad total (29.207,76Ind/cm²), seguido de la división Cyanobacteria con un aporte del 29,93% a la densidad total (12.032,08 Ind/cm²), en menor proporción se encuentra la división Chlorophyta con un aporte del 17,64% a la densidad total (8.871 Ind/cm²) y por último la división Charophyta que tuvo un aporte de solo el 0,35% a la densidad total (175,44 Ind/cm²) ver Figura 5-91 y Figura 5-92.

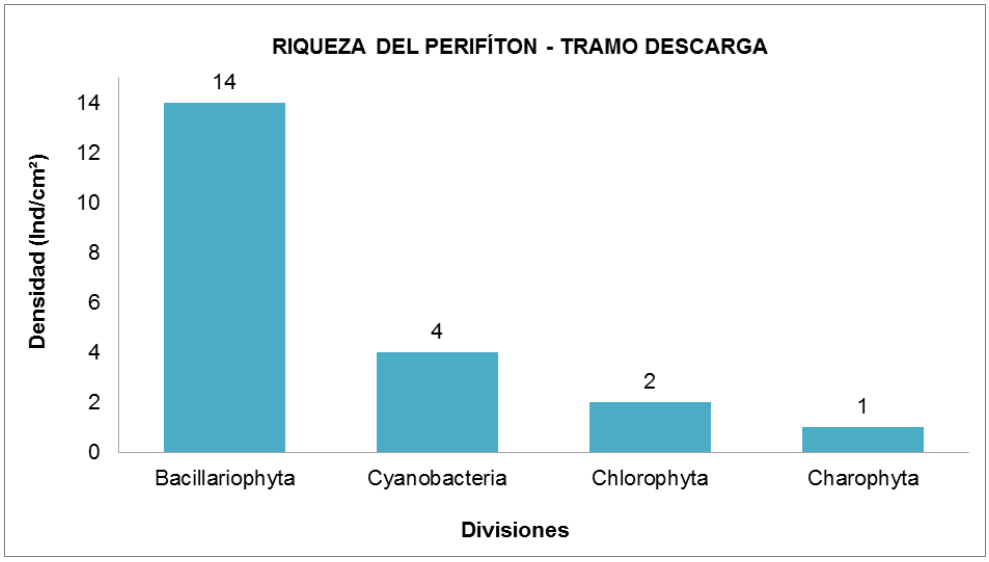


Figura 5-91. Riqueza de las divisiones del ficoperifiton registrado en el tramo Descarga en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III

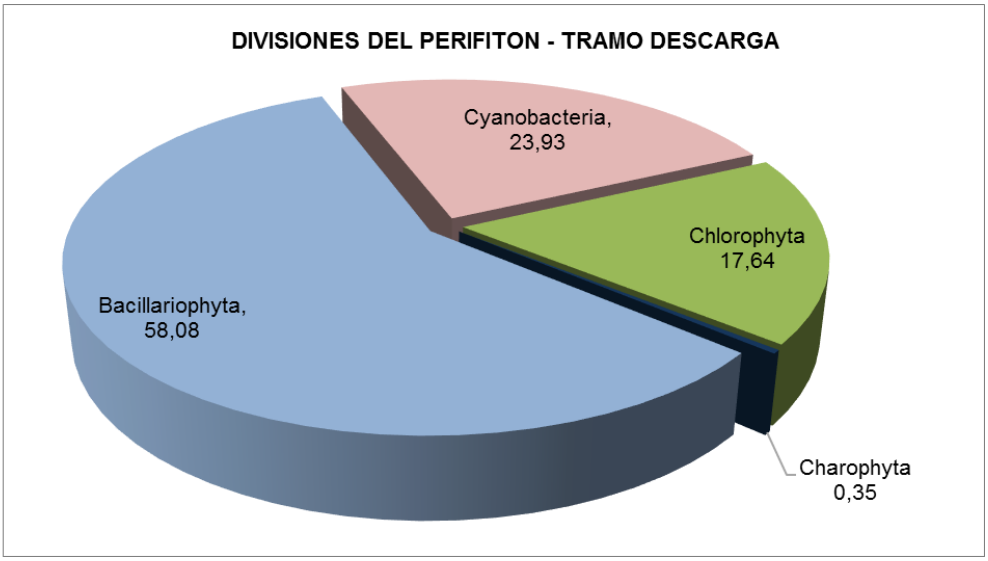


Figura 5-92. Porcentaje de las divisiones a la composición taxonómica del ficoperifiton registrado en el tramo Descarga en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III

El mayor registro al ensamblaje de micro-algas del perifiton lo registro la diatomea *Nitzschia* quien representa la mayor densidad (8169,68 Ind/cm²) con el 16,25%, seguido de la chlorophyta *Cylindrocapsa* con 7.808 (Ind/cm²) con un aporte a la densidad del 15,53%. Así mismo las Cyanobacterias *Oscillatoria* y *Eulyngbya* aportaron al ensamble ficoperifitico 6005,82 y 5.799 Ind/cm² respectivamente, sumando un total de 23,48% a la comunidad. Los taxones como y *Cymbella,* aportaron 10,98 y 8,16 % a la densidad, mientras que los 15 taxones restantes y que presentaron densidades por debajo del 7% aportaron en conjunto a la densidad el 25,62% (ver Figura 5-93).

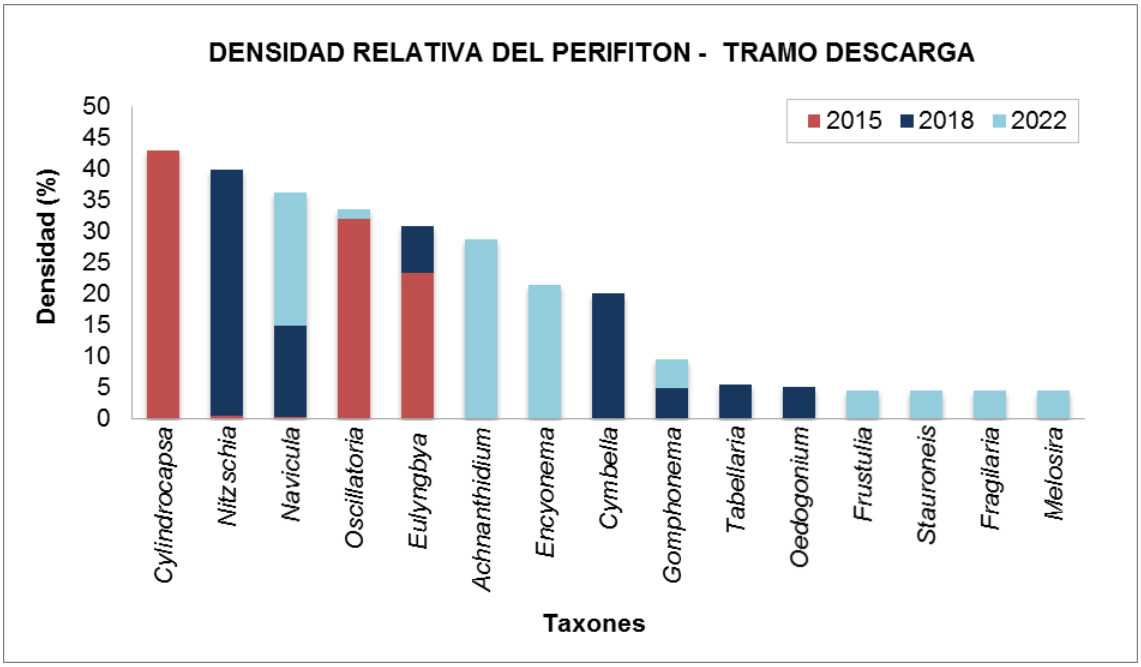


Figura 5-93. Densidad relativa (%) del ficoperifiton registrado en el tramo Descarga del río Cocorná en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III

5.2.11.2.2.5 Indicadores Ecológicos

Los valores de diversidad estuvieron mejor representados en el periodo del año 2022, donde el índice de diversidad de Shannon osciló entre 0,62 y 1,17 Nats/ind en el año 2015, para el año 2018 los valores oscilaron entre 1,53 y 1,89 Nats/ind y para el año en el 2022 entre 1,97 y 2,42 Nats/ind. Estos datos concuerdan con los valores del índice de equidad que paulatinamente fue aumentando a la unidad del tramo captación hacia el tramo descarga en ambos periodos, con mejores resultados para el año 2022. Esto se corresponde con los bajos valores de dominancia para el año 2022, los cuales oscilaron entre 0,14 y 0,18, mientras que para el año 2015 se

presentaron los valores más altos, como se muestra en Figura 5-94, los cuales oscilaron entre 0,34 y 0,64.

Tabla 5-72. Valores de los índices ecológicos estimados a nivel espacial y temporal del ficoperifiton en los tramos evaluados del río Cocorná en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III

Año	Tramo de muestreo	Riqueza (S)*0,1	Diversidad de Shannon (H')	Equidad de Pielou (J')	Dominancia de Simpson (Ds)
2015	Captación	1,00	0,62	0,27	0,64
	Medio	1,40	0,70	0,27	0,65
	Descarga	0,90	1,17	0,53	0,34
2018	Captación	1,00	1,53	0,66	0,27
	Medio	1,20	1,89	0,76	0,20
	Descarga	0,80	1,73	0,83	0,23
2022	Captación	2,00	2,42	0,81	0,14
	Medio	1,70	2,27	0,80	0,14
	Descarga	1,20	1,97	0,79	0,18

Cabe resaltar que los valores de densidad en los tres tramos de muestreo fueron similares en los tres periodos (2015, 2018 y 2022), con un promedio de 20694,67 Ind/cm², siendo indicador de que el río Cocorná tiene buenas condiciones para el desarrollo del ensamble ficoperifitico. *Oscillatoria* contribuyó a la alta densidad del tramo Captación y Medio posiblemente puede estar asociada a la disponibilidad de microhábitats como remansos y corriente donde las cianobacterias de tamaños pequeños pueden formar grandes agregados. Donato et al 2003 afirma que la diversidad es baja en la fase inicial y alta en la fase final, mientras que son más complejos los ciclos de vida y las estrategias reproductivas a medida que avanzan las etapas de colonización, lo que podría suponer que la comunidad del perifiton se encuentra en estados iniciales de la sucesión en ambos periodos.

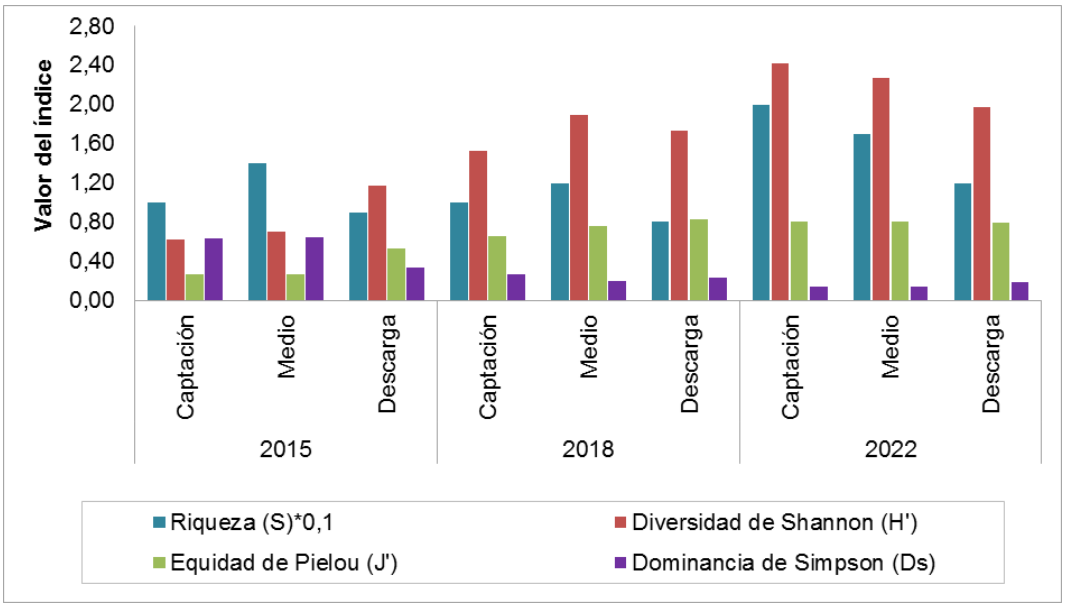


Figura 5-94. Valores de los índices ecológicos estimados a nivel espacial y temporal del perifiton en los tramos evaluados del río Cocorná en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III

5.2.11.2.2.6 Similaridad de especes

Con el fin de identificar posibles diferencias en la composición y abundancia del perifiton se calculó el coeficiente de Bray-Curtis, donde para el muestreo realizado en el año 2015 muestra que los sitios con mayor afinidad de especies fueron el tramo medio y captación con una similaridad del 74% lo que indica una distribución similar en estos dos sitios para el establecimiento de las micro-algas perifíticas mientras que la descarga con respecto a estos dos sitios una similaridad del 44% (Figura 5-95).

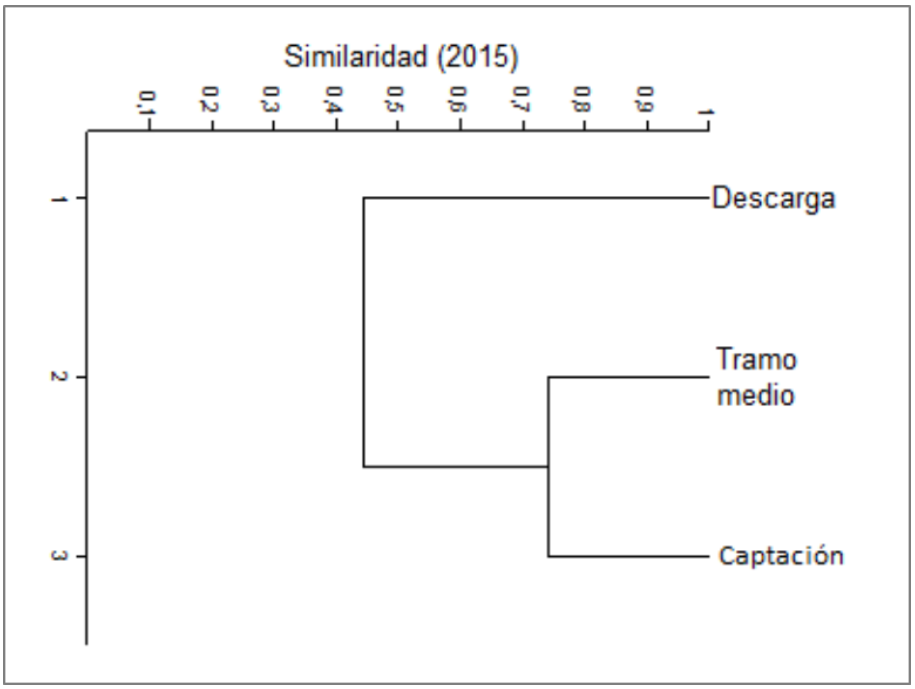


Figura 5-95.Diagrama del análisis de similaridad del perifiton entre los tramos evaluados del río Cocorná en el Año 2015 en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico Cocorná III

En el año 2018 el análisis de similaridad muestra que el tramo medio y captación se presentó una similaridad del 57%, mientras que el tramo Descarga compartió con estos dos un porcentaje de similaridad del 48%, lo que indica una distribución similar entre captación y descarga para el establecimiento de las micro-algas perifíticas (Figura 5-96).

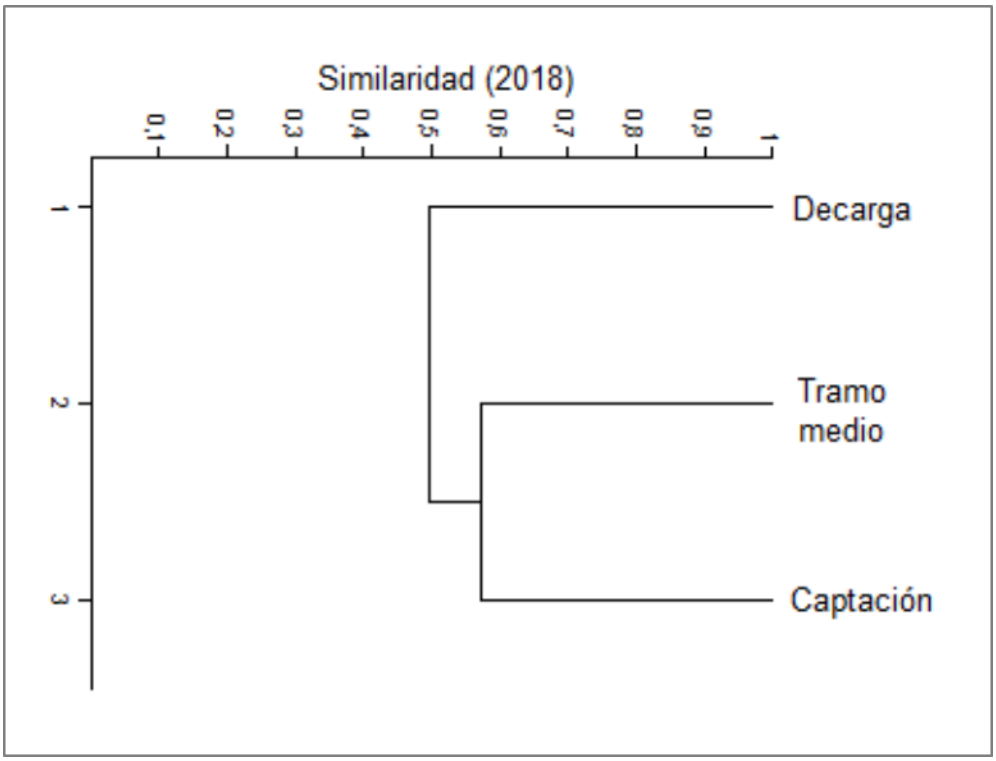


Figura 5-96.Diagrama del análisis de similaridad del perifiton entre los tramos evaluados del río Cocorná en el Año 2018 en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico Cocorná III

Con respecto al año 2022 el análisis de asociación muestra que el Tramo medio y Captación se presentó una similaridad del 58%, mientras que el tramo Descarga copartio con estos un porcentaje de similaridad del 47%, lo que indica una distribución moderadamente similar en estos dos sitios para el establecimiento de las micro-algas perifíticas (Figura 5-97).

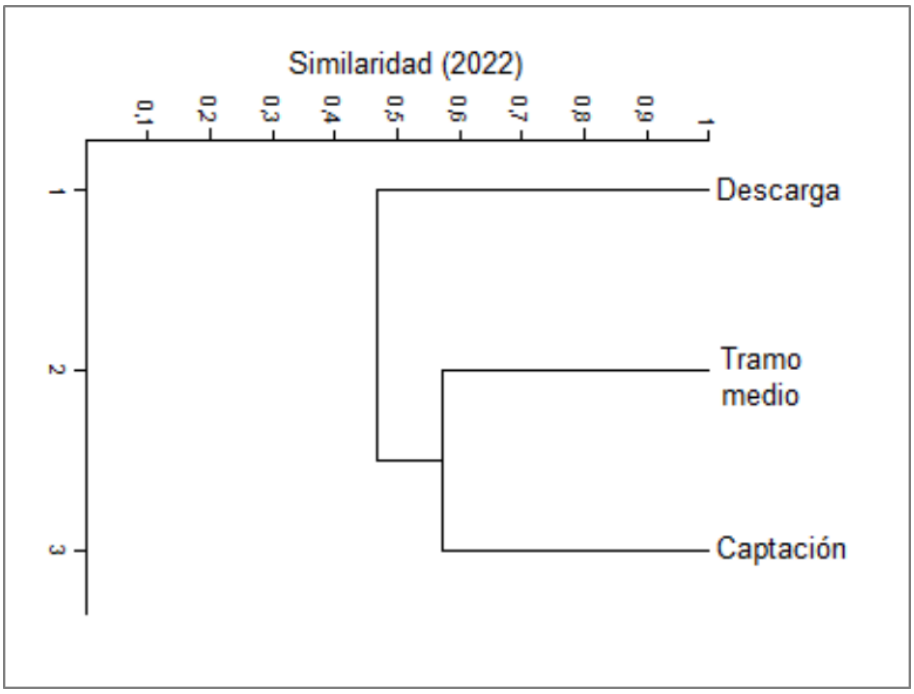
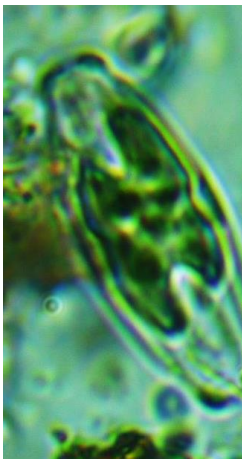


Figura 5-97. Diagrama del análisis de similaridad del perifiton entre los tramos evaluados del río Cocorná en el Año 2022 en el área de influencia del Proyecto hidroeléctrico Cocorná III

Para los tres periodos de muestreo el índice de similaridad de Bray Curtis mostró tendencia a agrupar los tramos Captación y Medio lo que indica que a los largo de los diferentes periodos muestreados se conservan ciertas características medioambientales que permiten que se desarrolle el ensamblaje del ficoperifiton, como es el caudal, la velocidad de la corriente, rugosidad del sustrato, disponibilidad de nutrientes, características físicas-químicas, donde los taxones aumentan en densidad y riqueza al presentarse estos recursos.

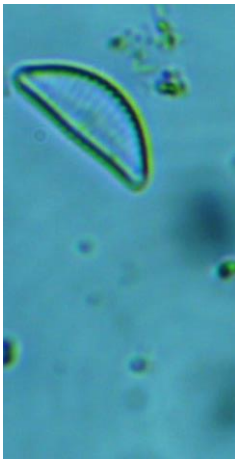
A continuación, se presenta el registro fotográfico (Foto 5-23) de algunos de los taxones observados:

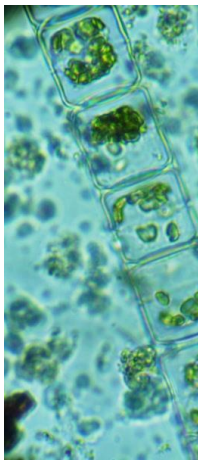

Amphora sp.

Navicula sp.

Oscillatoria sp.

Eulyngbya sp.


Gomphonema sp. y *Encyonema* sp.


Melosira sp.

Cymbella sp.

Closterium sp.

Tabellaria aff flocculosa

Cocconeis sp.

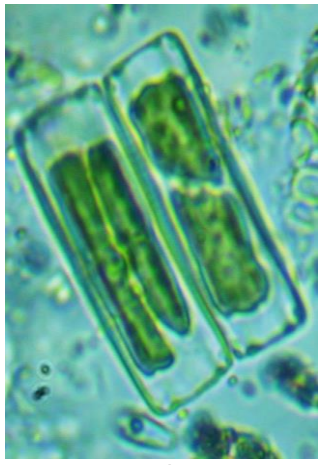

Eunotia sp.

Foto 5-23. Registro fotográfico de algunos de los taxones registrados en el ficoperifiton en el área de influencia de la PCH Cocorná III

5.2.11.2.2.7 Aspectos ecológicos de los taxones dominantes en el ficoperifiton

En términos generales las diatomeas han sido consideradas como microalgas eficientes y rápidas para colonizar, debido a la plasticidad que tienen para habitar varios sustratos. Por tal motivo y debido a las características morfológicas como presencia de pared celular, adaptabilidad, alta tasa de reproducción y capacidad de adhesión al sustrato mediante la secreción de mucílago, permite la colonización a altos de flujo de la corriente (Peterson, 1996).

La mayoría de diatomeas encontradas en los dos períodos tienen morfología alargada y presencia de rafe lo cual les permite mayor cohesión con los sustratos (Martínez, L.; Donato, 2003), como es el caso *Tabellaria aff. flocculosa* y *Nitzschia* los cuales han sido reportadas como tolerantes a la polución (Díaz & Rivera, 2004). Por otro lado las especies del género *Melosira* constituyen largas colonias en forma de cadenas y quedan mucho más expuestas a la acción de la corriente. Pequeñas variaciones son suficientes para mantener débiles las poblaciones retrocediéndolas a etapas previas de la sucesión (Montoya & Ramírez, 2007), es común encontrar este tipo de géneros en ambientes con alto contenidos de nutrientes (Cox, 1996 y Ramírez, 2000).

Los cambios en la hidrología, especialmente en el flujo y la velocidad de la corriente, se consideran como disturbios que desencadenan el proceso de sucesión, estas especies presentan tamaños pequeños y morfología sencilla, mientras que en los estados tardíos las especies presentan tamaños grandes y morfología más compleja, como es el caso de la Cyanobacteria *Oscillatoria* que son organismos que poseen estrategias de fijación a los sustratos, además de otras adaptaciones fisiológicas que le permiten desarrollarse en diversidad de ambientes, sin embargo este tipo de algas se encuentran sujetas a los cambios hidrológicos, físicos y químicos, más que a las interacciones y estrategias entre las poblaciones (Díaz & Rivera, 2004) y (Hernandez et al., 2014).

5.2.11.2.2.8 Aspectos Relación entre las variables fisicoquímicas y bióticas (Análisis de correspondencia canónica ACC)

El registro de micro-algas para el área de influencia de la “Proyecto hidroeléctrico Cocorná III” en tres tramos de muestreo (captación, medio y descarga) en tres campañas de monitoreo (2015, 2018 y 2022) correspondieron principalmente a la divisiónes Bacillariophyta (58,08%) y Cyanobacteria (23,93%). Para definir las variables físico y químicas del agua que influyen en la densidad del ficoperifiton se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) en los tres tramos evaluados y las tres campañas de muestreo realizadas.

El análisis de correspondencia canónica (ACC) presento una relación alta donde el porcentaje de confiabilidad es del 71,4 representados en el eje 1 con un valor de 0,29 y una correspondencia de 50,7% y en el eje 2 un valor de 0,11 y un porcentaje de 20,7%, entre el grupo de 17 variables ambientales compuestos por pH, conductividad, oxígeno disuelto, turbiedad, cloruros, sulfatos, alcalinidad, dureza total, nitratos, nitritos, DQO, DBO, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, sólidos totales, fosforo

total, Grasas y aceites coliformes fecales y coliformes totales (ver Tabla 5-73 y Figura 5-98).

En el primer eje de ordenación se ve una correlación directa de los resultados encontrados en los tramos de Captación y Tramo medio del muestreo realizado en el año 2018 donde especies como *Eulyngbya*, *Ulnaria Mesotaenium* y *Tabellaria*, estuvieron condicionados por la conductividad, DBO y Fosforo total.

En el segundo eje de ordenación los resultados obtenidos en el muestreo del 2015 y el tramo de descarga del 2018, se evidencia que los parámetros que influyeron en la presencia de las especies *Gomphonema* aff *trumcatum*, *Eunotia*, *Luticola*, *Amphora*, *Cylindrocystis*, *Cylindrocapsa*, *Achnanthes*, *Tabellaria*. aff *flocculosa*, *Nitzschia*, *Myxosarcina*, estuvieron condicionados por la concentración de Grasas y aceites, la Turbiedad, los Sólidos suspendidos y los Coliformes totales y Fecales.

En el tramo Medio del año 2022 los parámetros de Oxígeno disuelto, Dureza total, alcalinidad, niritos, nitratos y nitratos y los sólidos disueltos y totales determinaron la presencia de especies como *Triblionella*, *Stauroneis*, *Achnanthidium*, *Oedogonium*, *Hantzschia*, *Cosmarium* y Oedogonium siendo la alcalinidad un parámetro que mide indirectamente los cationes químicamente unidos a los carbonatos y demás aniones que se ven con la acción buffer en el agua (Roldán, 2008).

De otro lado las especies *Fragilaria*, *Surirella*, *Melosira*, *Oscillatoria*, *Cocconeis* y *Cymbella* estuvieron condicionadas por el valor del pH y la DQO la cual se relaciona principalmente por la disponibilidad de materia orgánica y por ende en la captación de nutrientes, esencial para los requerimientos nutricionales en el desarrollo y la fotosíntesis de las micro-algas (Roldán, 2008).

El sitio de descarga del año 2022 tuvo una afinidad siganificativa con los taxones *Encyonema* y *Dactylococcopsis*; mientras que la Captación del año 2022 la presentó con los taxones *Aulacoseira*, *Pinnularia*, *Penium*, *Gyrosigma*, *Closterium* y *Aphanizomenon* sin estar influenciados por ninguno de los parámetros fisicoquímicos.

En general se observa una alta variabilidad de la algas en relación a los parámetros fisicoquímicos analizados de las diferentes campañas de muestreo, posiblemente debido a la época monitoreada, respondiendo a las variables ambientales debido a su densidad, composición y distribución de especies de micro-algas del perifiton.

Tabla 5-73 Resultados del análisis de correspondencia canónica entre la densidad del ficoperifiton en relación con las variables ambientales en tres tramos evaluados en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Cocorná III, durante diferentes campañas de muestreo.

Componente	1	2	3	4	5	6	7	8
Valores propios	0,290	0,118	0,075	0,059	0,014	0,009	0,005	0,002
%	50,7	20,7	13,14	10,23	2,471	1,592	0,8049	0,3699
Componente	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6	Axis 7	Axis 8
DensT	0,302	0,020	0,026	-0,019	-0,015	0,000	0,004	-0,001
Nitzschia	1,060	0,195	0,445	-0,447	1,108	0,016	0,103	-0,219

Componente	1	2	3	4	5	6	7	8
Hantzschia	-1,027	0,594	-0,779	-0,559	0,067	-0,097	0,060	-0,010
Triblionella	-0,999	0,704	-1,509	-1,060	0,110	-0,156	0,102	-0,016
Achnanthidium	-1,068	0,638	-0,018	-0,004	0,018	-0,035	0,011	-0,004
Cocconeis	-0,304	-0,441	-0,145	-0,193	-0,350	-0,615	-0,426	0,083
Cymbella	-0,615	-0,483	-0,364	-0,186	-0,106	0,367	-0,102	0,030
Encyonema	-1,103	1,642	0,569	0,607	-0,016	0,020	-0,048	0,016
Gomphonema aff trumcatum	1,080	0,227	0,551	-0,592	2,697	0,100	-1,228	0,335
Gomphonema	-0,991	-0,062	-0,397	-0,426	0,073	-0,067	0,048	-0,009
Eunotia	1,080	0,227	0,551	-0,592	2,697	0,100	-1,228	0,335
Achnanthes	1,069	0,187	0,385	-0,343	-0,201	-0,091	1,157	-1,872
Frustulia	-1,007	-0,839	0,779	0,256	0,014	0,021	0,004	-0,004
Luticola	1,080	0,227	0,551	-0,592	2,697	0,100	-1,228	0,335
Navicula	-0,999	-0,305	0,181	-0,063	0,037	-0,024	0,032	0,000
Gyrosigma	-0,958	-1,470	0,632	0,018	0,043	0,005	0,031	-0,008
Pinnularia	-0,963	-1,198	0,364	-0,116	0,051	-0,015	0,040	-0,009
Stauroneis	-1,105	0,680	0,691	0,513	-0,027	0,023	-0,034	0,002
Amphora	1,080	0,227	0,551	-0,592	2,697	0,100	-1,228	0,335
Fragilaria	-0,577	0,050	-0,758	0,071	0,002	0,147	-0,047	0,006
Tabellaria	-0,046	-0,710	-0,828	1,212	0,133	-0,015	-0,006	0,024
Tabellaria. aff flocculosa	1,064	0,205	0,478	-0,489	1,307	0,047	0,059	0,088
Surirella	-0,978	-0,383	-0,439	-0,521	0,076	-0,076	0,067	-0,012
Aulacoseira	-0,966	-1,035	0,203	-0,197	0,056	-0,028	0,045	-0,010
Melosira	-0,755	-0,391	0,112	0,355	0,024	0,043	-0,004	-0,012
Ulnaria	0,668	-0,508	-1,746	2,649	0,570	-0,911	0,424	-0,159
Closterium	-0,958	-1,470	0,632	0,018	0,043	0,005	0,031	-0,008
Cosmarium	-1,098	0,317	1,048	0,693	-0,039	0,050	-0,046	0,003
Penium	-0,958	-1,470	0,632	0,018	0,043	0,005	0,031	-0,008
Cylindrocystis	1,080	0,227	0,551	-0,592	2,697	0,100	-1,228	0,335
Mesotaenium	0,622	-0,590	-1,996	3,000	0,660	-1,007	0,338	0,042
Cylindrocapsa	1,070	0,219	0,533	-0,570	2,291	0,102	-0,787	0,637
Oedogonium	-0,794	0,605	-1,404	-0,882	-0,023	0,153	-0,033	-0,005
Dactylococcopsis	-1,239	2,105	1,464	1,367	-0,120	0,095	-0,123	0,015
Aphanizomenon	-0,958	-1,470	0,632	0,018	0,043	0,005	0,031	-0,008
Eulyngbya	0,702	-0,324	-1,187	1,551	-0,179	0,796	-0,312	0,049
Oscillatoria	-0,322	-0,419	-0,359	0,576	-0,039	0,310	-0,113	0,004
Myxosarcina	1,011	0,167	0,415	-0,421	-0,358	0,116	2,093	2,606
Variables tramo								
Cap_2015	1,058	0,181	0,386	-0,351	-0,201	-0,091	1,159	-1,878
Med_2015	1,103	0,241	0,548	-0,575	2,697	0,099	-1,233	0,350
Des_2015	1,047	0,189	0,410	-0,395	-0,358	0,115	2,085	2,629
Cap_2018	0,761	-0,108	-0,584	0,368	-1,071	2,719	-1,085	0,083
Med_2018	0,673	-0,558	-2,002	3,038	0,660	-1,008	0,327	0,074
Des_2018	0,982	0,059	0,277	-0,411	-1,709	-1,911	-1,786	0,406
Cap_2022	-0,995	-1,492	0,636	-0,009	0,042	0,006	0,039	-0,031
Med_2022	-1,021	0,691	-1,506	-1,076	0,110	-0,156	0,107	-0,030
Des_2022	-1,221	2,116	1,462	1,380	-0,120	0,094	-0,127	0,026
Variables ambientales								
PH	-0,328	-0,084	-0,366	0,458	-0,501	0,031	-0,552	-0,094
Cond	0,343	-0,200	-0,353	0,252	-0,496	0,334	-0,558	0,009

Componente	1	2	3	4	5	6	7	8
OD	-0,580	0,054	-0,487	0,421	-0,466	0,009	0,058	0,179
Turb	0,485	-0,044	0,004	-0,156	-0,119	0,835	-0,006	0,215
Alcal	-0,808	0,258	0,151	-0,107	-0,257	-0,201	-0,438	-0,037
DurT	-0,603	0,315	0,301	-0,333	-0,382	0,019	-0,593	-0,059
Nitra	-0,927	0,143	-0,046	0,216	0,206	-0,135	0,198	-0,125
Nitri	-0,995	0,210	0,119	-0,028	-0,041	-0,006	-0,008	-0,132
DQO	-0,149	-0,072	-0,258	0,180	-0,364	0,797	-0,266	-0,223
DBO	0,281	-0,209	-0,426	0,348	-0,305	0,644	-0,307	-0,069
SS	0,268	-0,048	-0,031	-0,125	-0,287	0,903	0,011	0,154
SD	-0,304	0,066	-0,016	-0,081	-0,277	0,762	-0,449	0,095
ST	-0,188	0,043	-0,021	-0,095	-0,294	0,836	-0,367	0,113
FT	0,300	-0,302	-0,632	0,691	-0,278	-0,148	-0,201	0,177
GyAc	0,251	0,037	0,187	-0,214	-0,076	0,043	0,688	0,785
CT	0,438	0,011	0,219	-0,269	-0,163	-0,161	0,324	-0,538
CF	0,297	-0,032	0,123	-0,202	-0,524	-0,572	-0,510	0,119

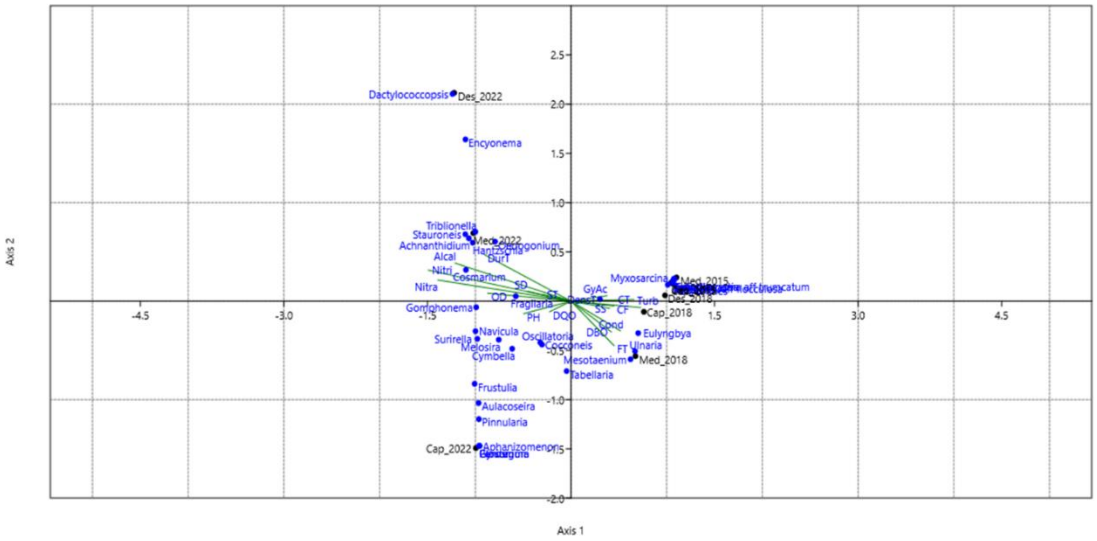


Figura 5-98. Análisis de correspondencia canónica entre la densidad del ficoperifiton en relación con las variables ambientales en el área de influencia del proyecto Cocorná III

5.2.11.2.3 Conclusiones

Se encontró que la división Bacillariophyta fue la que dominó en riqueza el ensamblaje del ficoperifiton con el 56,12% de los taxones, seguida de la división Cyanobacteria un aporte del 36,56%, las cuales aportaron en total el 92,68% de la composición algal.

En el área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III, se registraron 37 taxones distribuidos en Veintinueve (29) familias, veintiún (21) órdenes, cinco (5) clases y cuatro (4) divisiones. En términos de densidad y riqueza la división el mayor

registro lo obtuvo la división Bacillariophyta (25 taxones) con el 56,12%, seguido de la división Cyanobacteria la cual obtuvo un aporte del 36,56% (4 taxones), luego la Chlorophyta con un aporte del 6,12% (3 taxones) y Charophyta con un aporte del 1,25% (5 taxones) a la densidad total (ver Tabla 5-68).

En los tramos de muestreo de los periodos períodos muestreados, los taxones que presentaron mejores densidades fuer la Cyanobacteria *Oscillatoria* y las diatomeas *Nitzschia* y *Navicula.*

Normalmente las condiciones físicas-químicas e hidrológicas determinan el establecimiento del perifiton, por lo cual la estructura estuvo determinada por una diversidad baja para el año 2015 y moderada para el resto de los periodos muestreados, mientras que la equidad fue media baja para el año 2015 y más alta para el resto de los períodos muestreados, lo que se corresponde con la dominancia la cual presentó unos valores inversos a la equidad. Estos resultados nos llevan a asumir que se presenta una estructura simple para este ensamble con pocos taxones y dominancia de algunos de ellos dentro la composición de las especies, condición que se debe a la biodisponibilidad de los nutrientes e influyen en la capacidad de adhesión de las algas al sustrato.

El índice de Bray-Curtis tuvo una asociación moderada en los tres periodos de muestreo, donde los tramos Captación y Medio siempre presentaron una asociación de similaridad más alta debido a que los taxones encontrados entre estos dos tramos de muestreo presentaron una distribución similar a lo largo de los diferentes periodos muetreados.

5.2.11.3 Macroinvertebrados

5.2.11.3.1 Introducción

Dentro de los estudios limnológicos los macroinvertebrados acuáticos se han usado como base (composición, estructura y bioindicación) para analizar los cuerpos de agua, debido a que juegan un papel importante en todos los procesos ecológicos de los sistemas acuáticos. Estos organismos actúan como testigos biológicos del nivel de deterioro ambiental de las corrientes de agua, donde cualquier efecto o cambio que ocurra en el sistema se verá reflejado en su composición, estructura, distribución y abundancia, sirviendo así, como una gran herramienta para la evaluación espacio-temporal de los cuerpos de agua y de los cambios en su calidad mediante su seguimiento (Cole, 1983), (Margalef, 1983), (Rosenberg & Resh, 1993), (Alba-Tercedor, 1996), (González & Viña, 1998), (Shieh & Yang, 2000), (Wetzel, 2001), (Ramírez & Roldán, 2008).

5.2.11.3.2 Resultados

5.2.11.3.2.1 Composición de especies

Para el área de interés se recolectaron, en las tres campañas de muestreo un total de 3650 individuos los cuales se distribuyeron en 13 órdenes 35 familias y 46 taxones de agrupación de los cuales los más representativos en ambos muestreos fueron Ephemeroptera y Trichoptera (Figura 5-99).

Para el año 2015 se colectaron 1706 individuos distribuidos en 10 órdenes, 31 familias y 34 taxones identificados. Para el año 2018 se colectaron 1668 individuos distribuidos en 10 órdenes, 31 familias y 34 taxones identificados. Para el año 2018 se colectaron 1668 individuos distribuidos en 10 órdenes, 19 familias y 28 taxones identificados. Para el año 2022 se colectaron 276 individuos distribuidos en 10 órdenes, 16 familias y 12 taxones identificados.

Tabla 5-74 Composición taxonómica y abundancia de los macroinvertebrados reportados en el río Cocorná en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Cocorná III

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Noviembre de 2015			Septiembre de 2019			Enero de 2022			Total general
					CAP	MED	DES	CAP	MED	DES	CAP	MED	DES	
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	s.i.*	s.i.*	7		1							8
	Clitellata	Hirudinea	Glossiphoniidae	s.i.*							2			2
Platyhelminthes	Rhabditophora	Tricladida	s.i.*	s.i.*				1						1
			Dugesiidae	*Dugesia*			1							1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Cantharidae	s.i.*			3							3
			Carabidae	s.i.*			1							1
			Chrysomelidae	s.i.*							3			3
			Dryopidae	*Dryops*	1		1							2
			Elmidae	*Disersus*	1	1		1						3
				Heterelmis			3	1	1					5
				Huleechius	1	2	1	2	1	1				8
				Macrelmis		6	1			1				8
				Notelmis					1					1
				Pharceonus	1									1
				s.i.*			4							4
			Hydrophilidae	s.i.*			1	1						2
			Lampyridae	s.i.*			2						1	3
			Psephenidae	*Psephenops*		1								1
			Ptilodactylidae	*Anchytarsus*				1						1
				s.i.*			1							1
		Diptera	Blephariceridae	*Limonicola*	8		1	3	8	15				35
			Chironomidae	s.i.*	2	13	37	3	1	2	25	18	4	105
			Empididae	*Hemerodromia*			2							2
			Psychodidae	*Maruina*		7								7

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Noviembre de 2015			Septiembre de 2019			Enero de 2022			Total general
					CAP	MED	DES	CAP	MED	DES	CAP	MED	DES	
			Simuliidae	*Simulium*			1	3	2	13				19
			Tipulidae	*Antocha*							3		2	5
				Limonia			10							10
				Molophilus				1	1					2
				Tipula	1									1
		Ephemeroptera	Baetidae	*Americabaetis*				7	3					10
				Baetodes	534	39	69	12	19	37				710
				Camelobaetidius	155	9	108	117	60	184				633
				Mayobaetis	4	3	7							14
				Nanomis				50	24	28				102
				s.i.*	164	24	80	6	4	8	25	13	2	326
			Leptohyphidae	*Leptohyphes*	18	2	12	19	86	68	1			206
				Tricorythodes	3	10	27	6	14	10	17	18	5	110
			Leptophlebiidae	*Thraulodes*	24	4	5	9	15	4	7	14	3	85
		Hemiptera	Naucoridae	*Limnocoris*	1		3							4
			Notonectidae	*Buenoa*			1							1
			Veliidae	*Rhagovelia*		6	62					1		69
		Lepidoptera	Noctuidae	s.i.*									1	1
			Crambidae	*Parapoynx*		1	2							3
				Petrophila				1						1
		Megaloptera	Corydalidae	*Corydalus*	2			1	1	3			1	8
		Odonata	Libellulidae	*Brechmorhoga*		1	3			3	5		1	13
		Plecoptera	Perlidae	*Anacroneuria*	9	13		1	2	1	8	9	16	59
		Trichoptera	Glossosomatidae	s.i.*	6	105	17	80	226	333	1	5	1	774
			Helicopsychidae	*Helicopsyche*	3		2	18	13	56	4			96
			Hydrobiosidae	*Atopsyche*	2	3	1	1	6	7	1			21

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Noviembre de 2015			Septiembre de 2019			Enero de 2022			Total general
					CAP	MED	DES	CAP	MED	DES	CAP	MED	DES	
			Hydropsychidae	*Leptonema*	1	2	1	2	8	6	9	15	15	59
				Smicridea	3	13	13	2	8	27		10	10	86
			Hydroptilidae	*Metrichia*			4							4
				Zumatrichia		1								1
			Leptoceridae	*Grumichella*					2	2				4
				Nectopsyche				1		1				2
				Oecetis						1				1
			Xiphocentronidae	*Xiphocentron*		1								1
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	*Physella*				1						1
Total individuos					**951**	**267**	**488**	**351**	**506**	**811**	**111**	**103**	**62**	**3650**
Total taxones					**23**	**23**	**35**	**28**	**23**	**23**	**14**	**9**	**13**	**59**

Aunque entre años y sitios de muestreo se presentaron se presentaron diferencias en el ensamble de macroinvertebrados, se resalta que en todas las campañas de muestreo se presentó un predominio de los taxones pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera y Trichoptera (Figura 5-99 y Tabla 5-74).

Al considerar la dominancia de estos dos órdenes en los tramosy periodos analizados, se puede inferir una buena calidad ecológica del cuerpo de agua, pues los órdenes Ephemeroptera y Trichoptera han sido considerados, junto con Plecoptera, los de mayor sensibilidad a la contaminación del agua (Bouchard, 2004).

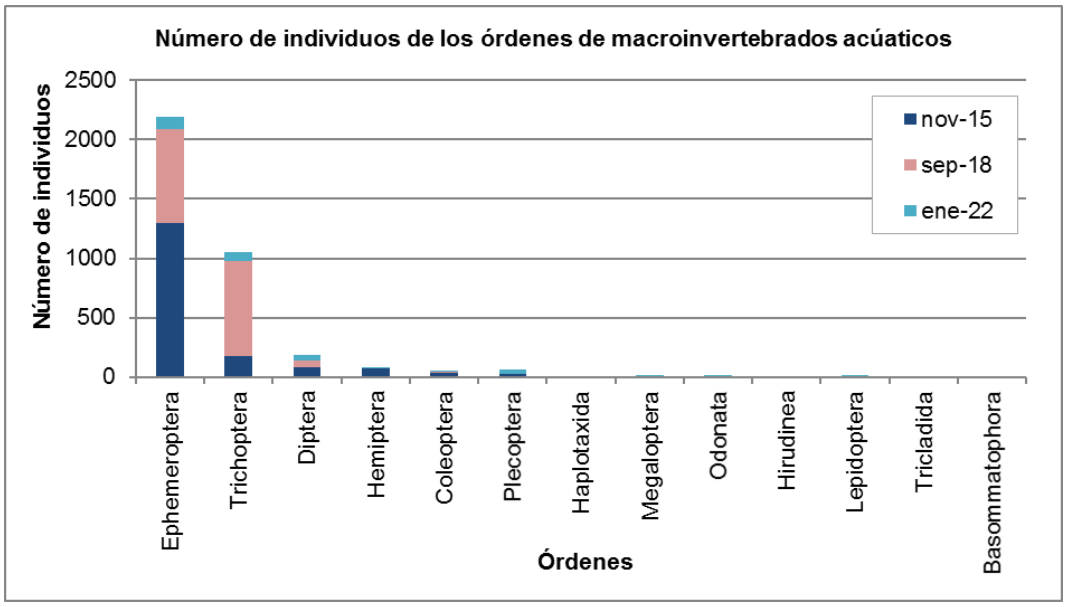


Figura 5-99. Abundancia relativa de los órdenes de macroinvertebrados acuáticos reportados en el en el área de influencia del proyecto Hidroeléctrico Cocorná III

De otro lado los taxones más representativos corresponden a los individuos de la familia Glossosomatidae s.i.* con un total de 774 individuos los cuales en el muestreo del 2018 predominaron con 639 individuos representado un 38,30% del total de los individuos colectados en dicho año; seguidos del taxón Baetidae con un total de 710 individuos, predominando en el muestreo del 2015 con 639 individuos los cuales representan el 37,63% del total de individuos colectados en dicho año (Figura 5-101).

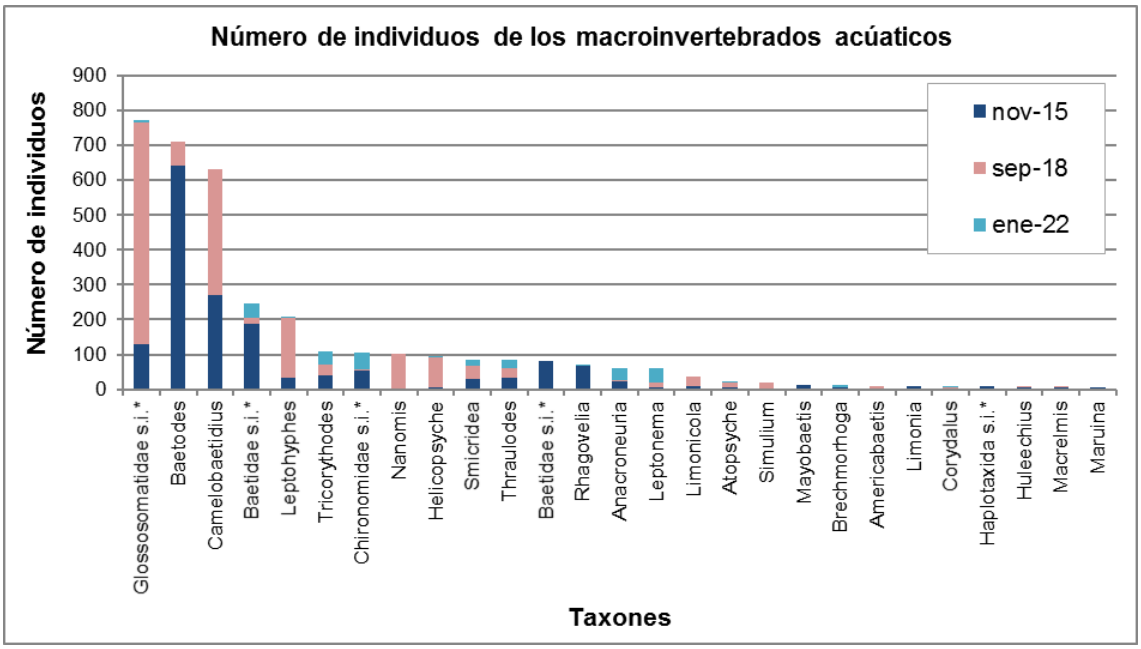


Figura 5-100. Abundancia relativa de los taxones de macroinvertebrados acuáticos más representativos reportados en el área de influencia del proyecto Hidroeléctrico Cocorná III

5.2.11.3.2.2 Abundancia por sitio de muestreo

En el tramo de Captación, durante el año 2015, se recolectaron 951 individuos identificando ocho órdenes, 16 familias y 23 taxones predominando el género *Baetodes* con 534 individuos, *Camelobaetidius* con 155 individuos y los individuos sin identificar de la familia Baetidae con 164 individuos. En el muestreo realizado en el año 2018 se colectaron 351 individuos pertenecientes a 9 órdenes, 20 familias y 28 taxones, predominando los taxones *Camelobaetidius* con 117 individuos y los individuos sin identificar de la familia *Glossosomatidae* con 80 individuos. Por último en el muestreo del año 2022 se colectó un total 111 individuos distribuidos en 7 órdenes, 13 familias y 9 taxones identificados de los cuales los más predominantes fueron Baetidae s.i. y Chironomidae s.i. con 25 individuos cada uno seguidos por *Tricorythodes* co 17 individuos (Tabla 5-74).

En los tres muestreos realizados los organismos que presentaron mayor abundancia relativa en este sitio fueron *Baetodes* con el 56,2% durante el 2015 y *Camelobaetidius* con 33,3% en el 2018 y Baetidae s.i. con el 22,5% en el 2022 (Foto 5-24), indicando que este tramo presenta una calidad buena del agua, debido a que dichos taxones prefieren hábitats limpios y con buena oxigenación (Buss & Salles, 2007; Flowers & De la Rosa, 2010). (Figura 5-101).

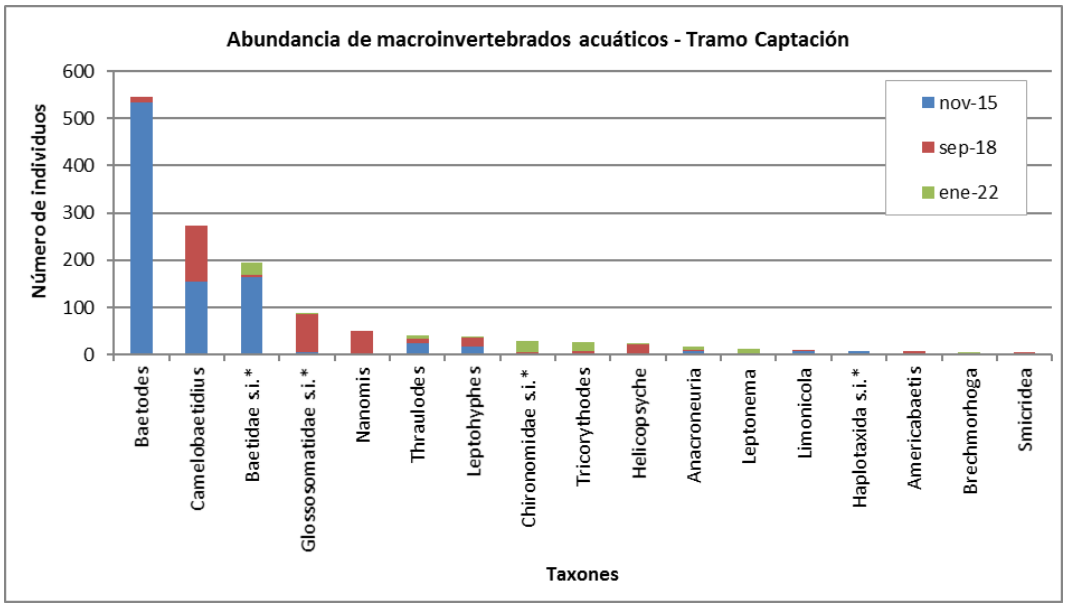


Figura 5-101. Abundancia relativa de los taxones más representativos de macroinvertebrados acuáticos reportados en el tramo de Captación en el AID del Proyecto Cocorná III

En el tramo Medio, en el muestreo realizado en el 2015 se encontraron 267 individuos, de los cuales se identificaron ocho órdenes, 16 familias y 23 taxones, mientras que en el muestreo realizado en el año 2018 se colectaron 506 individuos pertenecientes a 8 órdenes, 15 familias y 23 taxones, predominando en ambos muestreos el taxón Glossosomatidae (Foto 5-24) con un porcentaje de abundancia de 39,3% (105 individuos) en 2015 y 44,66% (226 individuos) en 2018. En el 2022 se encontraron 103 individuos, de los cuales se identificaron cinco (5) órdenes, ocho (8) familias y seis (6) géneros identificados. De los taxones encontrados los más representativos fueron Tricorythodes (Efemeropteros) y larvas de Chironomidae s.i.* (Dipteros) cada una con 18 individuos (17,47%) seguidos por Leptonema (Tricopteros) con 15 individuos (14,5%) (Tabla 5-74 y Figura 5-102).

Las larvas de Glossosomatidae se encuentran encima de piedras en ríos y quebradas de aguas limpias, a veces en grandes números, sobre todo en la zona de corriente moderada, donde raspan algas de la superficie pedregosa (Springer, 2010) y son prefieren aguas de buena calidad. Las ninfas de la familia Baetidae, a las cuales pertenecen los taxones anteriormente mencionados, son abundantes en la mayoría de las quebradas y ríos no contaminados y aunque los Chironomidos son resistentes a cuerto grado de contaminacón éstos al encntrarse en baja cantidad no es un indicativo directo de contaminacin del cuerpo de agua.

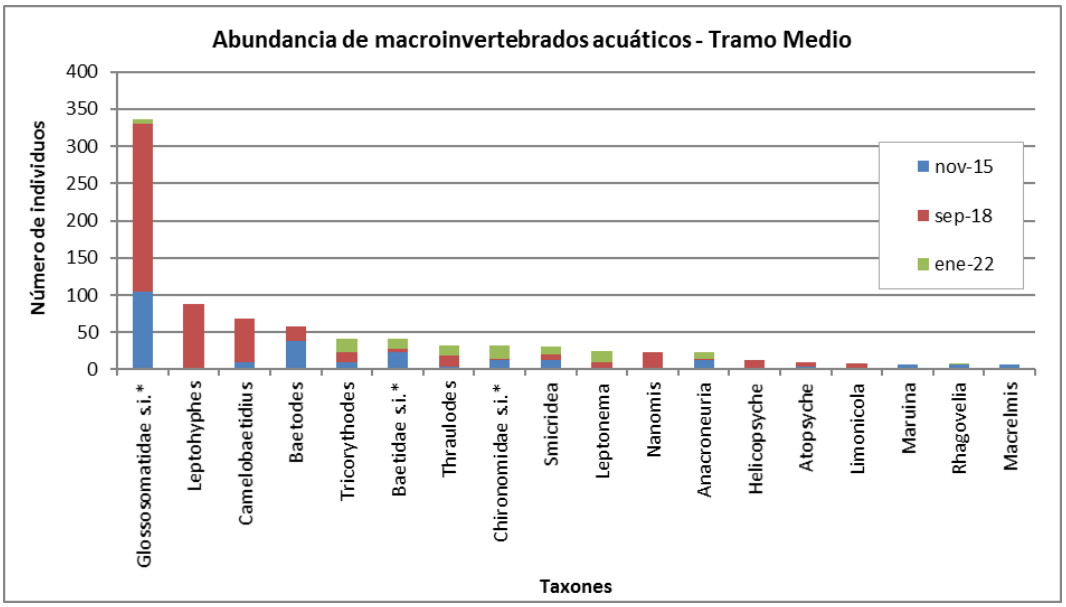


Figura 5-102**.** Abundancia relativa de los taxones más representativos de macroinvertebrados acuáticos encontrados en el tramo Medio de la PCH Cocorná III

En el tramo de Descarga, durante el muestreo realizado en el 2015 se recolectaron 488 individuos, de los cuales fueron identificados nueve órdenes, 27 familias y 35 taxones (Tabla 5-74). En este periodo de muestreo se exhibió una dominancia de los taxones *Camelobaetidius* (22,1%), *Baetidae* sp. (16,4%) y *Baetodes* (14,1%) presentando una abundancia relativa media (Figura 5-103). Durante el muestreo realizado en el 2018 se recolectaron 811 individuos, de los cuales fueron identificados siete órdenes, 15 familias y 40 taxones (Tabla 5-74), mostrándose una dominancia marcada de los taxones Glossosomatidae s.i. con una abundancia del 41,06% (333 individuos) y Camelobaetidius con una abundancia del 22,69% (184 individuos) Durante el muestreo realizado en el 2022 se recolectaron 62 individuos, de los cuales fueron identificados ocho órdenes, 12 familias y 8 géneros taxones (Tabla 5-74), mostrándose una dominancia de los taxones Anacroneuria con una abundancia del 25,80% (16 individuos), Leptonema con una abundancis relativa de 24,19% 15 individuos) y Smicridea con una abundancia del 16,12% (10 individuos) (ver Figura 5-103).

Las ninfas de la familia Baetidae, a las cuales pertenecen los taxones anteriormente mencionados, son abundantes en la mayoría de las quebradas y ríos no contaminados. En las quebradas torrentosas de América los géneros *Baetodes* y Camelobaetidius son muy abundantes, se agarran a las piedras -inclusive hasta en las corrientes muy rápidas o en las cascadas- y algunas especies de estos géneros están entre los efímeros que pueden tolerar cierto grado de contaminación y alteración de su hábitat (Flowers & De la Rosa, 2010). Se destaca también el alto número de individuos de la familia Glossosomatidae las cuales son propias de aguas

con buena calidad ecológica. Con respecto a los individuos que dominaron en el 2022 se destaca que todos son propios de aguas con bajas cargas contaminantes.

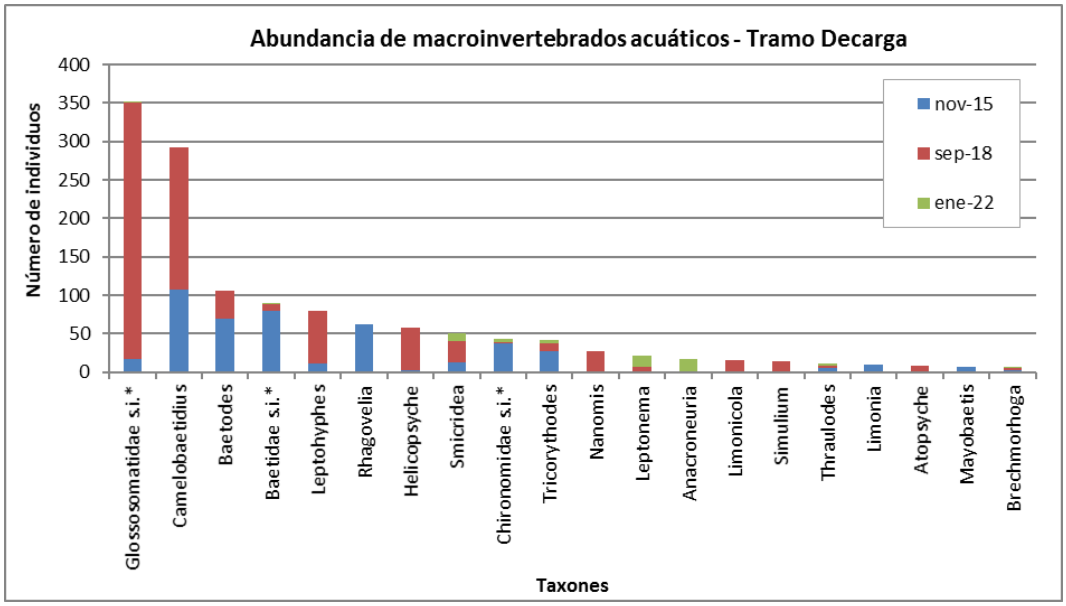


Figura 5-103**.** Abundancia relativa de los taxones más representativos de macroinvertebrados acuáticos reportados en el tramo de Descarga en el río Cocorná.

Se destacan algunos taxones por ser de aguas muy limpias, aunque en poca cantidad, tales como *Anacroneuria*, *Thraulodes, Atopsyche*, Lampyridae sp., Ptilodactilidae sp., *Psephenops, Xiphocentron* y *Limonicola* (Foto 5-24) (Domínguez, E.; Fernández, 2009; Roldan, 2003).

Baetodes

Camelobaetidius

Glossosomatidae sp

Baetidae sp

Anacroneuria

Thraulodes

Atopsyche

Lampyridae sp

Psephenops

Xiphocentron

Limonicola

Foto 5-24. Principales macroinvertebrados acuáticos reportados en los tramos de muestreo en el área de influencia de la PCH Cocorná III

5.2.11.3.2.3 Índices ecológicos

5.2.11.3.2.3.1 Diversidad, dominancia y equidad (Diversidad alfa)

Durante el muestreo del 2015, en el área de influencia directa de la PCH Cocorná III, los descriptores ecológicos revelaron una condición ecológica buena para los tramos Medio y de Descarga, y un estado medio para el tramo de Captación (Tabla 5-75), mientras que para el muestreo realizado en el 2018 los que se presentaron condiciones de buenas condiciones ecológicas en el tramo de captación y de media calidad en los otros dos tramos muestreados. Para el año 2022 se presentaron valores que reflejan condiciones de buena calidad ecológica. Estos valores pueden ser explicados por la presencia de gran cantidad de áreas en pastos, lo cual, por efectos de escorrentía de agroquímicos al río, pueden estar afectando las condiciones de calidad del agua, lo cual sumado a las características de torrencialidad del río propician el predominio de algunas especies que se adaptan al tipo de hábitats presentes en este tipo de corrientes.

Tabla 5-75**.** Valores de los descriptores ecológicos a partir de los macroinvertebrados acuáticos colectados en los diferentes tramos de muestreo de la PCH Cocorná III.

ÍNDICES ECOLÓGICOS	NOVIEMBRE DE 2015			SEPTIEMBRE DE 2018			ENERO DE 2022		
	CAP	MED	DES	CAP	MED	DES	CAP	MED	DES
Riqueza de especies (S)	23	23	35	28	23	23	14	9	13
Número de individuos	951	267	488	351	506	811	111	103	62
Dominancia de Simpson (D)	0,37	0,20	0,12	0,19	0,25	0,24	0,10	0,14	0,17
Diversidad de Shannon (H´)	1,41	2,21	2,48	2,13	1,94	1,92	2,2	2,05	2,07
Equidad de Pielou (J´)	0,45	0,70	0,70	0,64	0,62	0,61	0,8	0,93	0,81

5.2.11.3.2.4 Análisis de similaridad (Diversidad beta)

El índice de similaridad de Bray-Curtis para el año 2015 mostró una baja similitud entre los tramos de medio y descarga, registrándose un porcentaje de asociación entre estos dos tramos del 32% y entre estos y el tramo de Captació solo presntaron un porcentaje de asociación del 24% lo cual muestra que la composición taxonómica entre tramos de muestreo tuvo poca similaridad. (Figura 5-106).

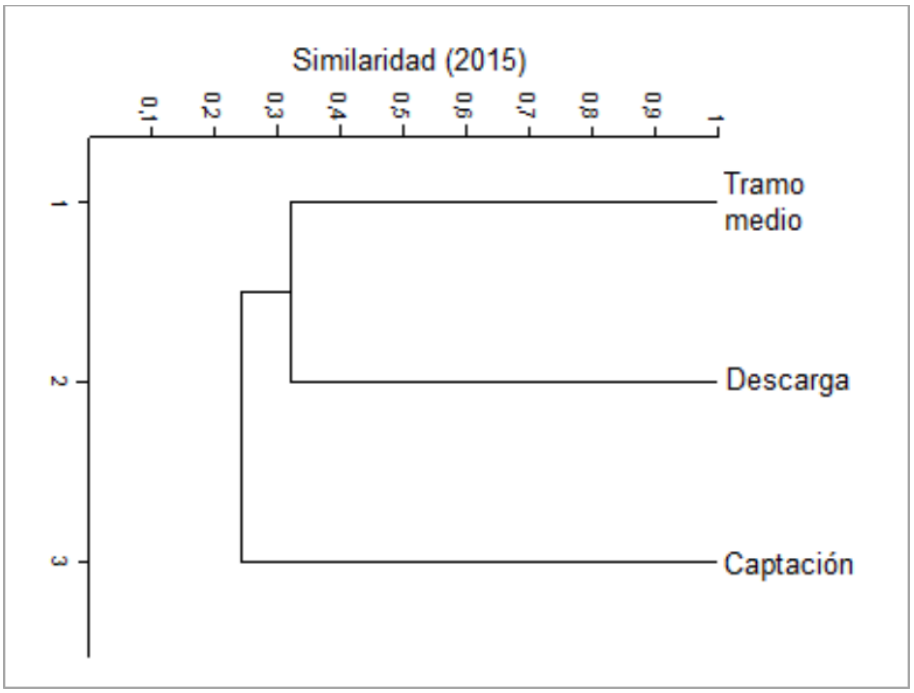


Figura 5-104. Análisis de agrupamiento espacial para los tramos muestreados en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III durante el muestreo del año 2015

Durante el muestreo del 2018 se presentó un mejor porcentaje de similaridad mostrando entre los tramos Medio y Captación del 70% y estos dos tramos con el tramo de descarga tienen una similaridad del 55% de asociación, lo cual muestra que aunque los porcentajes fueron diferentes con respecto al año 2015, la distribución entre la estructura y composición fue similar entre estos años de muestreo siendo notoria la presencia y abundancia de *Camelobaetidius* y Glossosomatidae.

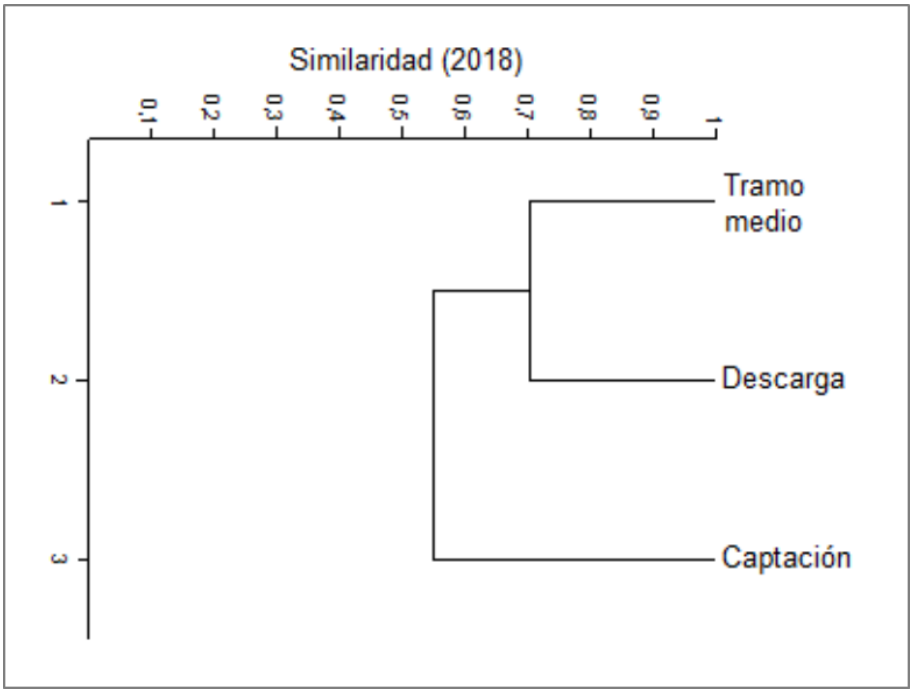


Figura 5-105. Análisis de agrupamiento espacial para los tramos muestreados en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III durante el muestreo del año 2018

Durante el muestreo del 2022 se presentó un análisis de agrupamiento donde tramos Captación y Tramo Medio presentaron un porcentaje de similaridad del 68% mientras que el tramo de descarga se relaciona con estos dos con un porcentaje del 49%, mostrando una asociación media para los tramos de muestreo lo que indica que la composición y estructura del ensamble difiere entre tramos de muestreo (Figura 5-106).

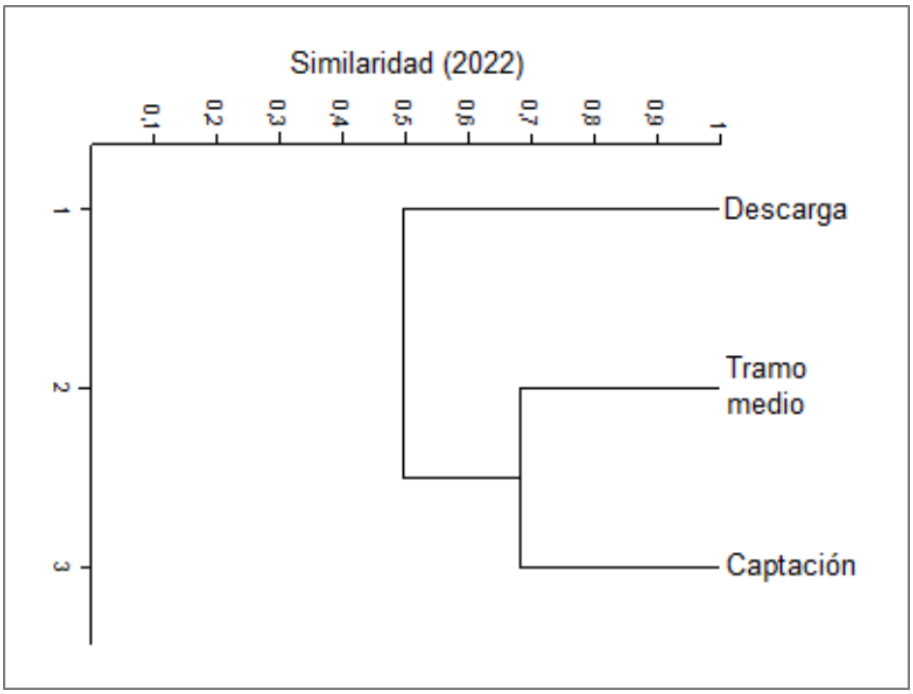


Figura 5-106. Análisis de agrupamiento espacial para los tramos muestreados en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III

5.2.11.3.2.5 Índice de calidad de agua BMWP/col

Se calculó el índice BMWP adaptado para Colombia, para cada uno de los tramos del área de influencia. Este método califica a cada familia de macroinvertebrados asignándole un valor de 1 a 10 de acuerdo con el grado de sensibilidad a la contaminación, siendo las familias con valor 1 las que toleran las condiciones de calidad del agua más contaminadas. De acuerdo con el puntaje obtenido para cada grupo, se calificó la calidad del agua y su significado ecológico.

Según el índice BMWP/Col, para el muestreo realizado en el mes de noviembre del 2015, se presentó un valor de 115 en el tramo de captación, 120 en medio y 174 en descarga. Para el muestreo realizado en el mes de septiembre del 2018, los valores fueron de 132 en el tramo de captación, 115 en medio y 117, en descarga. Para el muestreo realizado en el mes de enero del 2022, los valores fueron de 88 en el tramo de captación, 62 en el tramo medio y 87 en descarga.

Las aguas del río Cocorná en estos tramos y durante el periodo muestreado, se catalogaron como de Clase I, de agua limpias a muy limpias en los años 2015 a 2018 a ser clasificados en Clase II de aguas moderadamente contaminadas (ver Tabla 5-76 y Tabla 5-77). Se destaca que en términos generales se encontró un mayor número de familias (17 familias) en el grupo I, en el que se encuentran los indicadores de aguas limpias, mostrando que las condiciones del río en el tramo muestreado presentan un buen estado ecológico.

Tabla 5-76. Valor del índice BMWP/Col para las familias encontradas en los tramos de muestreo en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III

Familia	nov-15			sep-18			ene-22			Grupos
	CAP	MED	DES	CAP	MED	DES	CAP	MED	DES	
Lampyridae			10						10	Grupo I: indicador de aguas limpias
Psephenidae		10								
Ptilodactylidae			10	10						
Blephariceridae	10		10	10	10	10				
Perlidae	10	10		10	10	10	10	10	10	
Glossosomatidae	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Hydroptilidae		10	10							
Simuliidae			9	9	9	9				
Leptophlebiidae	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Hydrobiosidae	9	9	9	9	9	9	9			
Xiphocentronidae		9								
Dryopidae	8		8							
Baetidae	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Veliidae		8	8			8		8		
Helicopsychidae	8		8	8	8	8	8			
Hydropsychidae	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Leptoceridae				8	8	8				
Elmidae	7	7	7	7	7	7				Grupo II: indicador de aguas medianamente contaminadas.
Psychodidae		7								
Leptohyphidae	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Naucoridae	7		7							
Notonectidae			7							
Noctuidae									7	
Corydalidae	6			6	6	6			6	
Libellulidae		6	6			6	6		6	
Dugesiidae			6							
Empididae			5							
Hydrophilidae			4	4						Grupo III: indicador de aguas contaminadas
Chrysomelidae							4			
Tipulidae	4		4	4	4		4		4	
Glossiphoniidae							3			
Physidae				3						
Haplotaxida	2		2							
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

Tabla 5-77. Resultados de la aplicación del índice BMWP/Col, en los tramos de muestreo en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III

Fecha	Tramos evaluados	Valor BMWP	Clase	Calidad	Características
nov-15	CAP	115	I	Buena	Aguas limpias
	MED	120	I		
	DES	174	I	Muy buena	Aguas muy limpias
sep-18	CAP	132	I		
	MED	115	I	Buena	Aguas limpias
	DES	117	I		
ene-22	CAP	88	II	Aceptable	Aguas moderadamente contaminadas
	MED	62	II	Aceptable	
	DES	87	II	Aceptable	

5.2.11.3.2.6 Relación entre los macro-invertebrados acuáticos y las variables ambientales

Las relaciones tan estrechas de los parámetros fisicoquímicos en el desarrollo larval y adultos de macroinvertebrados acuáticos, han resultado útiles en el análisis del ecosistema para elaborar planes de manejo, ya que estas comunidades y su productividad se ven afectadas por diversos factores del medio físico tales como temperatura del agua, velocidad de la corriente, naturaleza del substrato y flujo. (Margalef, 1983).

En la exploración de los datos tomados en los años 2015, 2018 y 2022, no se encontró una respuesta directa entre la abundancia de los macro-invertebrados acuáticos y las variables físicas, químicas y microbiológicas del agua. Por lo tanto, se procedió a realizar un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC), con el fin de determinar la relación de este conjunto de variables y la abundancia de macro-invertebrados en los periodos muestreados, en los tres tramos asociados al muestreo en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III (Captación, Medio y Descarga).

El modelo del ACC, para los muestreos realizados, no mostró una relación significativa, donde se puede observar que el valor de variabilidad obtenido para el eje 1 es de 36,21 % y para el eje 2 es de 24,5% sumando un total de 60,96%. Ambos ejes registran valores por debajo del 50% de explicación para la correlación de la distribución de las especies y las variables, indicado que el porcentaje de correlación entre las variables fisicoquímicas- microbiológicas vs la abundancia de cada una de las comunidades hidrobiológicas es bajo para la mayoría de los casos. Sin embargo, se registra para el eje 1 una asociación entre las concentraciones de Nitratos, Nitritos con los taxones Tricorythodes, Thraulodes y Chironomidae y para el eje 2, se registra

una relación entre los coliformes totales y las grasas y aceites con los taxones Mayobaetis y Baetodes. Los resultados obtenidos en los muestreos realizados en el año 2022 muestran que no existe correlación entre los parámetros fisicoquímicos y los taxones reportados.

Tabla 5-78. Resultados del Análisis de Correspondencia Canónica para los tramos de muestreo en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III

COMPONENTE	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6	Axis 7	Axis 8
Valores Propios	0,25	0,17	0,10	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01
% Correlaciones especie-ambiente	36,21	24,75	15,01	8,13	6,60	4,26	3,07	1,96
Componente								
Haplotaxida s.i.*	2,41	1,55	0,94	-0,31	-0,18	-0,88	0,17	-0,19
Glossiphoniidae s.i.*	1,52	-6,64	1,30	-7,30	18,69	-0,47	-11,31	-7,46
Tricladida s.i.*	-1,75	1,08	-0,83	-8,44	-2,68	11,30	1,79	-2,77
Dugesia	1,50	-1,34	-6,98	0,75	-2,54	-2,06	-0,57	-1,78
Cantharidae s.i.*	1,50	-1,34	-6,98	0,75	-2,54	-2,06	-0,57	-1,78
Carabidae s.i.*	1,50	-1,34	-6,98	0,75	-2,54	-2,06	-0,57	-1,78
Chrysomelidae s.i.*	1,52	-6,64	1,30	-7,30	18,69	-0,47	-11,31	-7,46
Dryops	2,02	0,31	-2,46	0,14	-1,19	-1,38	-0,15	-0,87
Disersus	0,16	0,71	0,65	0,66	-0,09	8,00	0,38	-1,54
Heterelmis	0,11	-0,52	-4,21	-0,97	-1,77	-0,14	1,65	-4,21
Huleechius	-0,54	0,22	-0,52	0,88	-0,20	4,71	0,43	-1,79
Macrelmis	-0,30	-0,80	-0,31	8,33	1,40	9,41	-1,54	-0,42
Notelmis	-2,22	0,32	0,74	1,33	1,47	-5,82	8,14	-12,92
Pharceonus	2,54	1,97	2,07	-0,46	0,16	-0,71	0,27	0,04
Elmidae s.i.*	1,50	-1,34	-6,98	0,75	-2,54	-2,06	-0,57	-1,78
Hydrophilidae s.i.*	-0,12	-0,13	-3,91	-3,85	-2,61	4,62	0,61	-2,28
Lampyridae s.i.*	1,25	-3,70	-1,58	0,43	-9,30	-2,81	-5,89	-6,65
Psephenops	-0,32	-0,92	0,72	10,90	2,26	13,41	-0,93	-1,88
Anchytarsus	-1,75	1,08	-0,83	-8,44	-2,68	11,30	1,79	-2,77
Ptilodactylidae s.i.*	1,50	-1,34	-6,98	0,75	-2,54	-2,06	-0,57	-1,78

COMPONENTE	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6	Axis 7	Axis 8
Limonicola	-0,90	0,78	0,47	-0,28	0,15	-1,93	-0,56	0,91
Chironomidae s.i.*	0,98	-3,46	-1,24	-0,60	2,70	0,77	0,98	1,45
Hemerodromia	1,50	-1,34	-6,98	0,75	-2,54	-2,06	-0,57	-1,78
Maruina	-0,32	-0,92	0,72	10,90	2,26	13,41	-0,93	-1,88
Simulium	-1,81	0,45	-0,27	-0,80	-0,27	-1,09	-3,08	4,73
Antocha	1,21	-7,35	4,47	-4,46	2,09	-2,01	-13,40	-11,03
Limonia	1,50	-1,34	-6,98	0,75	-2,54	-2,06	-0,57	-1,78
Molophilus	-1,99	0,70	-0,04	-3,56	-0,61	2,74	4,96	-7,85
Tipula	2,54	1,97	2,07	-0,46	0,16	-0,71	0,27	0,04
Americabaetis	-1,89	0,85	-0,35	-5,51	-1,44	6,17	3,69	-5,82
Baetodes	1,84	1,35	0,94	0,24	0,00	-0,13	0,03	-0,14
Camelobaetidius	-0,25	0,61	-0,69	-1,11	-0,67	0,29	-0,72	0,75
Mayobaetis	1,41	-0,30	-2,75	2,58	-0,74	1,64	-0,40	-1,28
Nanomis	-1,93	0,73	-0,17	-3,68	-0,92	3,31	1,11	-1,74
Baetidae s.i.*	1,67	-0,18	-0,36	0,01	0,84	0,10	0,01	-0,10
Leptohyphes	-1,44	0,44	0,09	0,02	0,41	-2,48	1,47	-2,61
Tricorythodes	0,27	-2,63	-0,48	-0,44	1,29	-0,07	2,25	1,09
Thraulodes	0,42	-1,23	1,12	-1,04	0,52	0,06	4,24	1,05
Limnocoris	1,76	-0,51	-4,72	0,44	-1,87	-1,72	-0,36	-1,33
Buenoa	1,50	-1,34	-6,98	0,75	-2,54	-2,06	-0,57	-1,78
Rhagovelia	1,34	-1,37	-6,18	1,60	-2,11	-0,69	-0,20	-1,36
Noctuidae sp1	0,74	-8,42	9,21	-0,20	-22,81	-4,33	-16,54	-16,39
Parapoynx	0,90	-1,20	-4,42	4,13	-0,94	3,10	-0,69	-1,81
Petrophila	-1,75	1,08	-0,83	-8,44	-2,68	11,30	1,79	-2,77
Corydalus	-0,53	-0,21	1,74	-0,84	-2,89	-1,21	-3,05	-0,37
Brechmorhoga	0,50	-3,47	-0,30	-1,69	5,07	-0,68	-7,23	-2,45
Anacroneuria	0,73	-3,98	3,56	0,99	-3,31	1,47	-1,89	-1,98

COMPONENTE	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6	Axis 7	Axis 8
Glossosomatidae s.i.*	-1,68	0,21	0,22	1,21	0,47	-0,13	-0,07	-0,04
Helicopsyche	-1,63	0,27	0,05	-1,40	0,54	-0,59	-2,60	3,03
Atopsyche	-1,05	-0,03	0,28	1,35	1,46	-0,45	-0,30	-1,30
Leptonema	0,15	-4,61	3,23	-1,19	-3,10	-1,62	1,39	0,75
Smicridea	-0,42	-1,76	0,61	1,65	-2,70	-0,14	-0,14	2,52
Metrichia	1,50	-1,34	-6,98	0,75	-2,54	-2,06	-0,57	-1,78
Zumatrichia	-0,32	-0,92	0,72	10,90	2,26	13,41	-0,93	-1,88
Grumichella	-2,12	0,39	0,48	0,93	0,83	-4,48	1,01	-1,62
Nectopsyche	-1,88	0,77	-0,30	-3,96	-1,25	4,08	-2,16	3,45
Oecetis	-2,02	0,46	0,22	0,52	0,19	-3,14	-6,12	9,68
Xiphocentron	-0,32	-0,92	0,72	10,90	2,26	13,41	-0,93	-1,88
Physella	-1,75	1,08	-0,83	-8,44	-2,68	11,30	1,79	-2,77
Variables tramo								
Cap_2015	0,64	0,38	0,21	-0,02	0,01	-0,03	0,00	0,00
Med_2015	-0,08	-0,21	0,08	0,61	0,10	0,40	-0,02	-0,03
Des_2015	0,38	-0,23	-0,73	0,04	-0,12	-0,06	-0,01	-0,02
Cap_2018	-0,44	0,16	-0,08	-0,48	-0,12	0,34	0,04	-0,04
Med_2018	-0,56	0,06	0,08	0,08	0,07	-0,17	0,17	-0,18
Des_2018	-0,51	0,11	0,02	0,03	0,01	-0,10	-0,13	0,13
Cap_2022	0,38	-1,30	0,16	-0,42	0,85	0,00	-0,24	-0,11
Med_2022	0,23	-1,22	0,30	-0,09	-0,06	0,01	0,58	0,37
Des_2022	0,18	-1,71	1,01	-0,03	-1,06	-0,10	-0,34	-0,23
Variables ambientales								
PH	-0,69	-0,15	0,30	-0,54	-0,08	-0,17	0,00	-0,04
Cond	-0,81	0,48	-0,19	-0,39	-0,02	0,26	0,02	-0,02
OD	-0,27	-0,44	0,18	-0,59	-0,18	-0,49	0,28	0,07
Turb	-0,14	0,47	-0,48	-0,21	-0,08	0,66	0,02	-0,08

COMPONENTE	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6	Axis 7	Axis 8
Alcal	-0,05	-0,77	0,60	-0,29	-0,15	-0,21	-0,10	0,24
DurT	-0,09	-0,58	0,50	-0,33	-0,20	0,06	-0,17	0,32
Nitra	0,34	-0,89	0,60	-0,21	-0,05	-0,38	0,08	-0,06
Nitri	0,34	-0,95	0,64	-0,39	-0,08	-0,25	-0,01	0,09
DQO	-0,30	0,04	0,11	-0,72	-0,09	0,38	0,09	-0,08
DBO	-0,61	0,44	-0,18	-0,47	-0,03	0,38	0,12	-0,16
SS	-0,10	0,31	-0,37	-0,47	-0,09	0,56	0,03	-0,06
SD	-0,29	-0,24	0,11	-0,57	-0,13	0,53	-0,02	0,04
ST	-0,26	-0,13	0,00	-0,58	-0,13	0,57	-0,01	0,02
FT	-0,83	0,41	-0,24	-0,15	0,03	-0,26	0,14	-0,20
GyAc	0,36	0,06	-0,68	0,10	-0,06	-0,17	-0,03	-0,02
CT	0,46	0,51	-0,06	0,10	0,04	-0,15	-0,07	0,10
CF	-0,44	0,29	-0,13	0,09	0,03	-0,24	-0,20	0,30

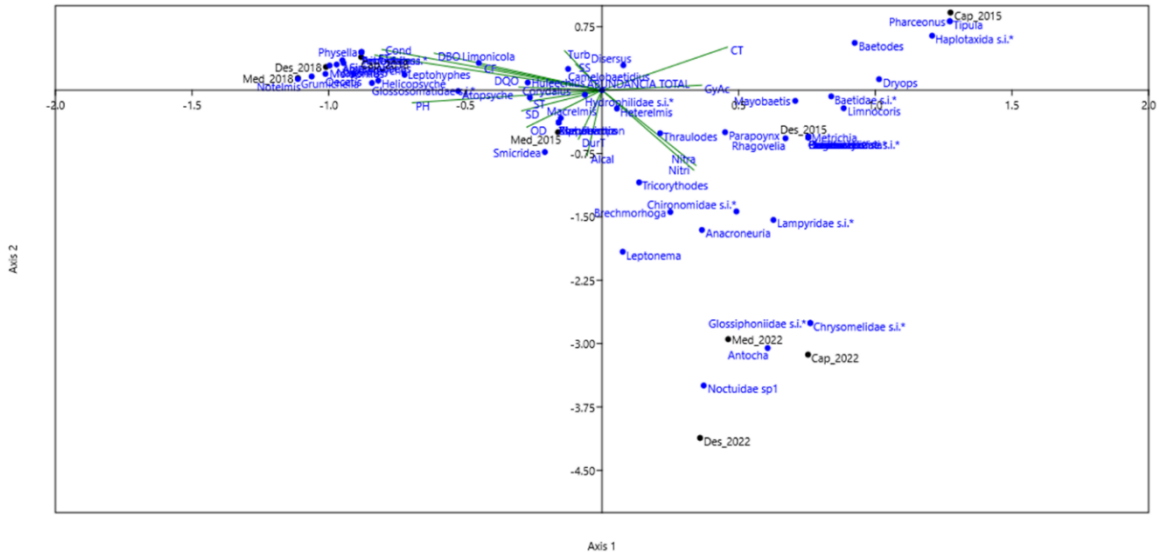


Figura 5-107. Resultados del Análisis de Correspondencia Canónica, de la relación entre los macro-invertebrados acuáticos y las variables ambientales en el de los tramos de muestreo en el AID del proyecto de la PCH Cocorná III

5.2.11.3.3 Conclusiones

Las características entre los tramos de muestreo analizados mediante los macroinvertebrados acuáticos del río Cocorná presentaron buenas condiciones ecológicas y biológicas del agua, mostrando una leve afectación para el muestreo realizado en el año 2022.

El hecho de que a lo largo del gradiente del río se presenten diferentes taxones dominantes en cada tramo de muestreo, evidencia la gran heterogeneidad de recursos y hábitats disponibles, y a su vez, corrobora la buena calidad ambiental que estos ofrecen a este tipo de organismos.

En términos generales los organismos que presentaron mayor abundancia relativa fueron Glossosomatidae y *Baetodes*, indicando que a lo largo de la zona de interés se presenta una calidad buena del agua, debido a que dichos taxones prefieren hábitats limpios y con buena oxigenación.

Al considerar la dominancia de algunos órdenes y familias encontradas en los diferentes tramos analizados, se puede inferir una buena calidad ecológica del cuerpo de agua, lo que está acorde con los resultados del índice BMWP donde se presentaron condiciones de calidad de buenas a excelentes en los años 2015 y 2018, mientras en el muestreo realizado en el año 2022 se muestra una afectación a las condiciones ecológicas pasando a calidad regular, lo cual puedo deberse a las presiones antrópicas y a la época de muestreo donde los tersores ambientales son mayores generando así que la cantidad de familias colectadas sea menor lo cual influye directamente en el valor final de dicho indicador.

5.2.11.4 Ictiofauna

5.2.11.4.1 Introducción

Dentro de los componentes bióticos dulceacuícolas se encuentra la ictiofauna y, según Matthews, (1998) son el grupo de vertebrados con mayor número de especies, de acuerdo con (Nelson et al., 2016) cerca de la mitad de las especies de vertebrados vivos del planeta son peces, esto equivale aproximadamente a 32.000 especies. Colombia es la segunda nación de Suramérica con mayor riqueza de especies (Maldonado et al., 2008), teniendo hasta el momento un reporte de peces dulceacuícolas de 1.494 especies, (DoNascimiento et al., 2017), muchas de estas, tienen importancia económica y alimenticia. Paradójicamente, los peces constituyen el grupo de vertebrados menos conocido en nuestro país (Mojica et al., 2012), y los estudios de evaluación de posibles alteraciones sobre la estructura de los ensamblajes de peces debido a acciones del hombre, son escasos, y la mayoría se reducen a inventarios donde el abordaje ecológico es de corto plazo, sin considerar que la dinámica de las poblaciones debe vincular tiempos de observación superiores a los ciclos de vida de las especies analizadas.

Antioquia tiene un potencial hidroeléctrico abundante y de buena calidad, gracias a la combinación de aguas ricas en caudal y regulación natural, caídas topográficas abundantes y condiciones geológicas estables en el subsuelo, esto sumado a la conectividad tanto vial como eléctrica para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos. Aunque las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) son consideras emisoras cero de gases efecto invernadero (GEI), es preciso tener en cuenta las demás implicaciones ambientales que tiene su construcción y operación (Duque & Arango, 2016).

En general, los ambientes acuáticos de los andes colombianos están siendo modificados, producto de la intervención antrópica (Anderson & Maldonado-Ocampo, 2010), por lo tanto, es necesario establecer monitoréos de la fauna íctica, que permitan conocer el estado y la respuesta de los peces a estos cambios en sus ambientes silvestres, para diseñar y ejecutar planes de manejo y mitigación.

5.2.11.4.2 Especies probables de ser detectadas en el área de influencia

Las especies que pueden estar presentes en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III, son algunas de las que reporta (Jaramillo-Villa et al., 2010) n su artículo Peces del oriente de Antioquia, puesto que el área en mención hace parte de la subregión del oriente antioqueño, se tuvo en cuenta como fuente de información secundaria dicho artículo, ya que fue un trabajo riguroso por tener en cuenta tres fuentes de información, revisión de la información disponible en bibliotecas regionales, revisión de colecciones que tuvieran registros del área estudiada y colectas puntuales en cuencas sin información previa. Los taxones de peces que podrían estar presentes en el área de estudio se relacionan en la Tabla 5-79.

Tabla 5-79. Especies probables de ser detectadas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III. Los géneros con asterisco significan que albergan varias especies que pueden estar en el área de estudio.

Orden	Familia	Género	Especie
Characiformes	Parodontidae	Parodon	Parodon suborbitalis Valenciennes, 1850
		Saccodon	Saccodon dariensis (Meek & Hildebrand, 1913)
	Chrenuchidae	Characidium	Characidium phoxocephalum Eigenmann, 1912
	Characidae	Astyanax*	
		Hemibrycon*	
	Bryconidae	Brycon	Brycon henni Eigenmann, 1913
Siluriformes	Trichomycteridae	Trichomycterus*	
	Astroblepidae	Astroblepus*	
	Loricariidae	Chaetostoma*	
		Lasiancistrus	Lasiancistrus caucanus Eigenmann, 1912

5.2.11.4.3 Caracterización del área de influencia

5.2.11.4.3.1 Composición de especies

Consolidando los registros de los tres muestreos que se han realizado en el area de estudio, se encontro que, el orden Siluriformes represento el 23,97% de los individuos capturados, mientras que el 76,03% correspondio a los Characiformes. Se registraron cuatro familias, concentrandose la mayoria de los individuos en la familia Characidae (76,03%), seguida por Astroblepidae (14,38), Trichomycteridae con un 8,22% de los individuos y Loricariidae con el 1,37% de los individuos. (ver Figura 5-108).

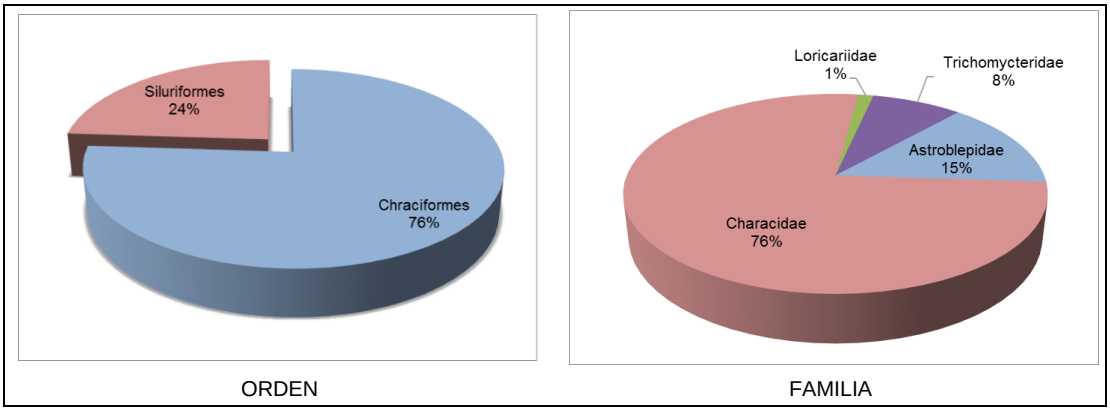


Figura 5-108. Distribución porcentual de los grupos taxonómicos de los individuos de la fauna íctica registrada en tres tramos del río Cocorná durante los muestreos, en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

La mayor abundancia de peces se registró en el tramo Descarga (N=71), seguido por los tramos Medio y Captación, con 61 y 14 individuos, respectivamente. El mayor número de especies se registró en Descarga, con seis (6) especies; mientras que en Captación y tramo medio se encontraron, cuatro y cinco especies, respectivamente (ver Figura 5-109). La mayor riqueza y abundancia en Descarga, puede deberse a la heterogeneidad de las condiciones de flujo de la corriente, que según Maldonado-Ocampo et al., (2005) inciden directamente en la disponibilidad y ocupación de los meso hábitat por parte de los peces.

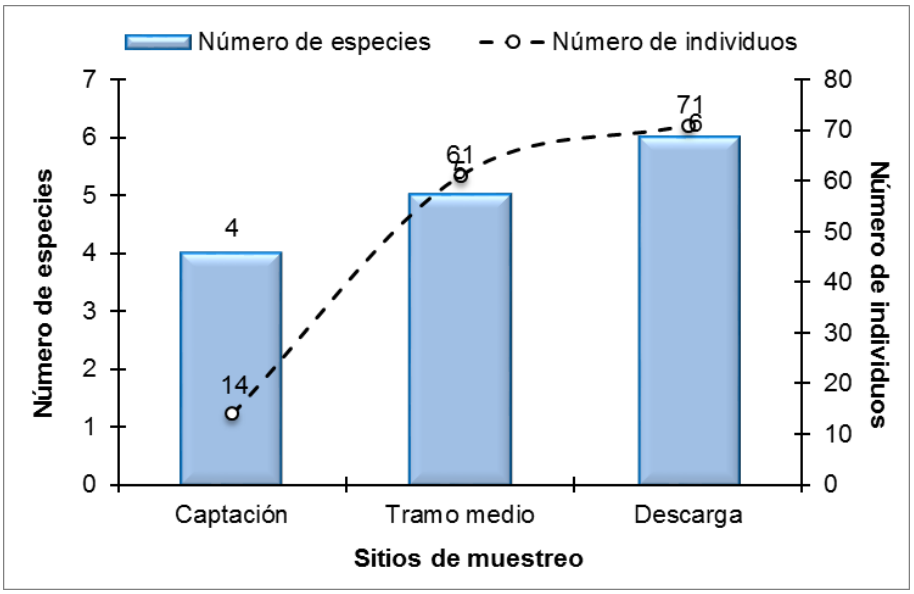


Figura 5-109. Abundancia de individuos y riqueza de especies registradas en tres tramos del río Cocorná durante tres muestreos, en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

En cuanto a la composición de especies por tramo, se encontró que Descarga tiene el mayor número de especies y las mayores abundancias, siendo *Hemibrycon* sp, la especies con mayor representación con 52 individuos, seguido por *Hemibrycon boquiae* (N=7) y *Astroblepus* sp (N=4) el resto de las especies de este sitio tiene abundancias por debajo de los tres individuos, en Tramo medio se registró el mismo número de individuos de *Hemibrycon* sp que en Descarga (N=52), sin embargo, se capturaron 7 individuos de la especie *Astroblepus* cf. *homodon* y solo se capturo un individuo de cada una de las otras dos especies registradas. En el sitio Captación se capturó Trichomycterus banneaui y Trichomycterus striatus con cinco y cuatro individuos respectivamente, dos individuos de Trichomycterus sp y de Astroblepus cf. homodon y Astroblepus chapmani se capturó uno y dos individuos respectivamente (ver Figura 5-110).

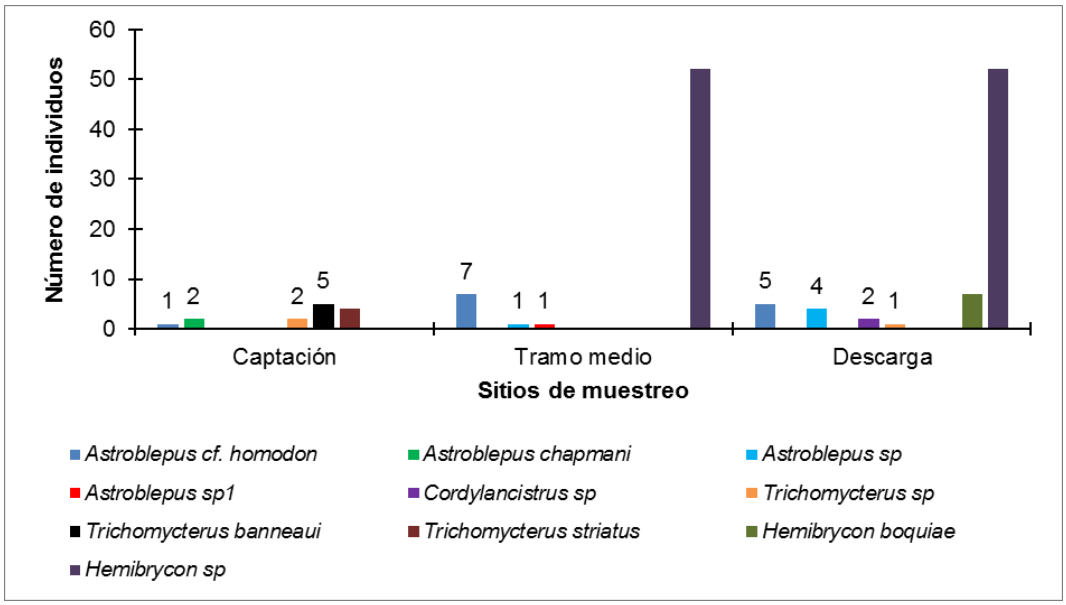


Figura 5-110. Abundancia de individuos de cada una de las especies icticas capturadas en tres tramos del río Cocorná, en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

En los tres tramos muestreados en las lluvias del año 2015 y el estiaje de 2018, se capturó un total de 146 individuos, distribuidos en diez especies, cuatro familias y dos órdenes taxonómicos (ver Tabla 5-80). Los dos órdenes registrados en este monitoreo son los que presentan las mayores riquezas de especies para Colombia (DoNascimiento et al., 2017).

Tabla 5-80. Composición taxonómica y abundancias de individuos de las especies capturadas en tres tramos del río Cocorná, área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

Taxa	Nombre común	Año 2015 (Lluvias)			Total 2015	Año 2018 (Transición)			Total 2018	AÑO 2022 (Estiaje)			TOTAL 2022	Total general
		CAP	TM	DES		CAP	TM	DES		CAP	TM	DES		
SILURIFORMES														
Astroblepidae														
Astroblepus cf. homodon	Guachilejo	1			1		1		1		6	5	11	13
Astroblepus chapmani	Guachilejo									2			2	2
Astroblepus sp							1	4	5					5
Astroblepus sp1							1		1					1
Loricariidae														
Cordylancistrus sp				1	1			1	1					2
Trichomycteridae														
Trichomycterus sp		2		1	3									3
Trichomycterus banneaui	Briola									5			5	5
Trichomycterus striatus	Briola									4			4	4
CHARACIFORMES														
Characidae														
Hemibrycon boquiae								7	7					7
Hemibrycon sp			52	52	104									104
Total general		3	52	54	109	0	3	12	15	11	6	5	22	146

La mayor abundancia de peces se registró durante el periodo de lluvias en los tramos Medio (N=52) y Descarga, (N=54), mientras que en el periodo de estiaje el mayor número de individuos se capturó en Captación (N=11). De acuerdo a los tramos y periodos muestreados se registró diversa cantidad de especies, es así como para la captación del año 2018 no se capturó ninguna especies, en Tramo medio de 2015 y Tramo Medio y Descarga del año 2022 se registró solo una especie, en Captación del año 2015 se registraron dos especies y en el resto de tramos y periodos muestreados se registraron tres especies. Las menores abundancias presentadas en algunos periodos de muestreo, puede deberse a un desplazamiento de la biota del sistema en su parte media - baja, lo cual es consecuencia de crecidas (aumentos de caudal) que arrastran material del lecho y a la mayoría de los peces hacia a la parte baja, sin embargo, a lo largo del tiempo los peces vuelven a remontar la corriente y recolonizan sus meso hábitat.

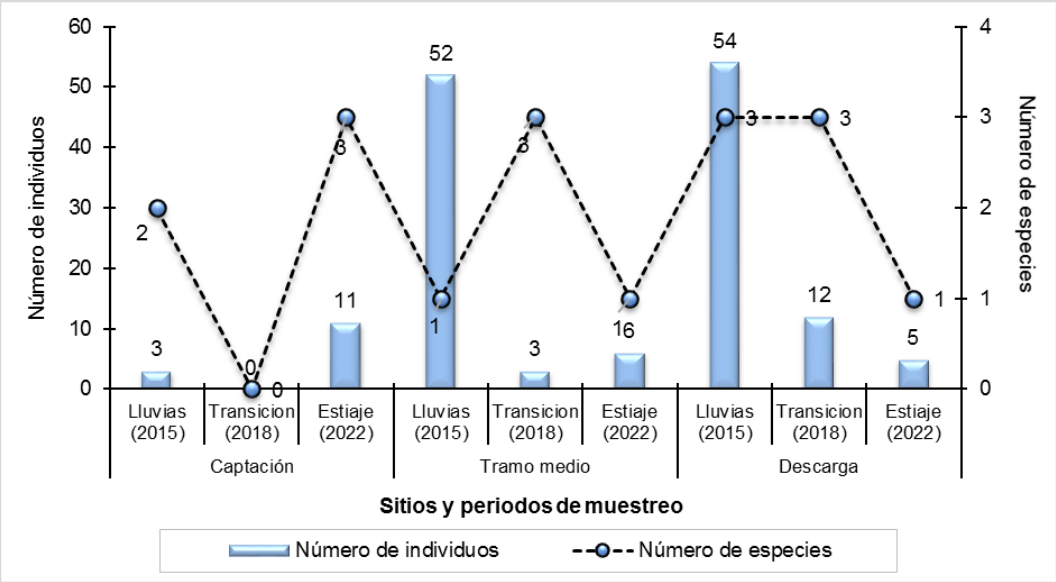


Figura 5-111. Abundancia de individuos y riqueza de especies registradas en tres tramos del río Cocorná en cada uno de los muestreos, en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

5.2.11.4.3.2 Biomasa

Las mayores biomasas se registraron en el periodo de lluvias y en los tramos Medio y Descarga con valores de 504,80 y 463,80 gramos, respectivamente. En el periodo de transición el tramo Descarga registro el mayor valor con 124,2 gramos, mientras que en tramo Medio 8,4 gramos, la captación no registró capturas por lo tanto la biomasa fue de cero. En el periodo de estiaje el valor de biomasa fue muy bajo presentándose por debajo de 25 gr en los tres tramos de muestreo (Figura 5-112).

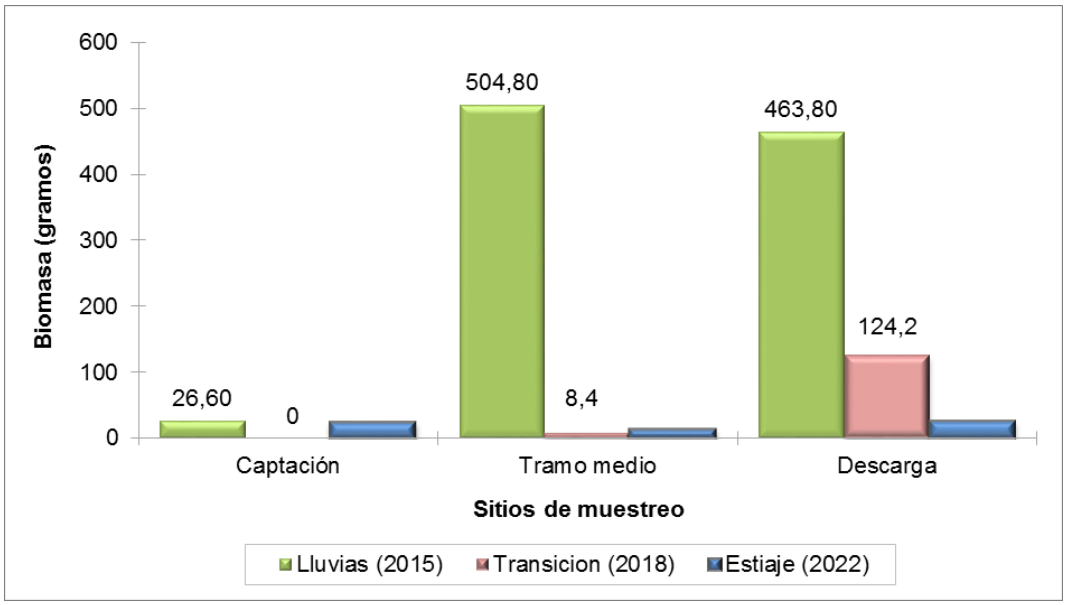


Figura 5-112. Biomasa registrada en los tres sitios muestreados del río Cocorná, durante los muestreos en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

5.2.11.4.3.3 Diversidad alfa

La diversidad no presento un patrón claro en la escala temporal, ya que los mayores valores se observaron en el tramo de la captación en el periodo de Lluvias del 2015 con un valor de 2,62 en el periodo de estiaje con un valor de 1,38 sin embargo en el periodo de transición no se logró ninguna captura en dicho sitio de muestreo. El siguiente valor más alto para este índice de diversidad se presentó el tramo de Descarga en Transición del 2018 con un valor de 1,28. En general el sitio con mayor diversidad es la captación, seguida por la Descarga, pero en términos generales con valores muy bajos ya que en algunos sitos las capturas se presentaron con pocos individuos y especies (Figura 5-113).

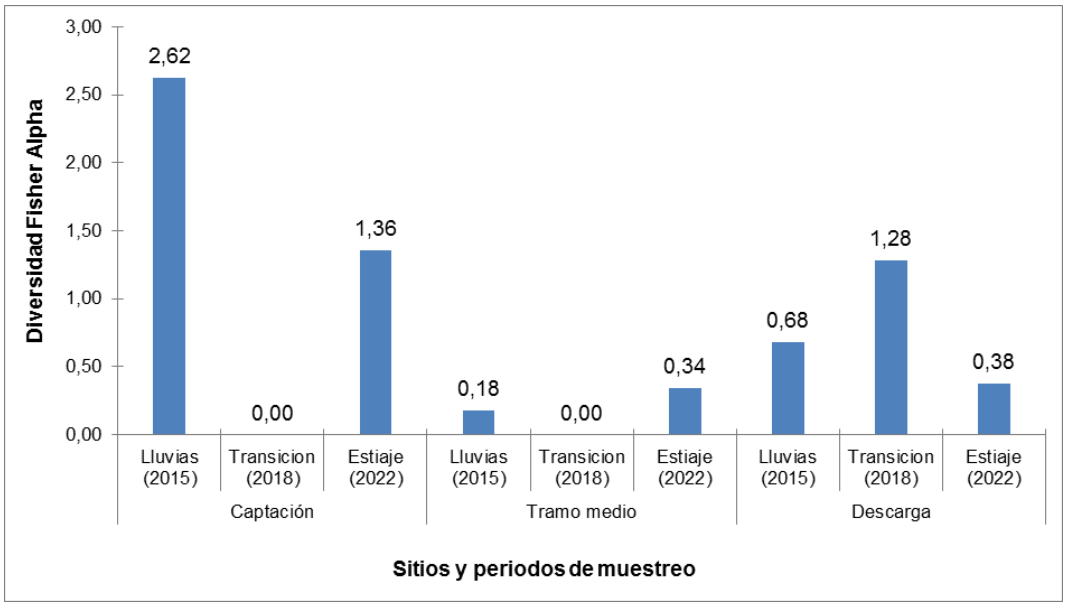


Figura 5-113. Diversidad Alpha por periodo climático en los tres sitios muestreados del río Cocorná, durante los muestreos en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

5.2.11.4.3.4 Abundancias relativas

Los mayores porcentajes de individuos se concentran en para el tramo medio y descarga en el periodo de lluvias, representando en estos dos sitios más del 76%, mientras que para el tramo Captación los mayores orcentajes estuvieron en el periodo de estiaje con un valor del 78,57% (Figura 5-114).

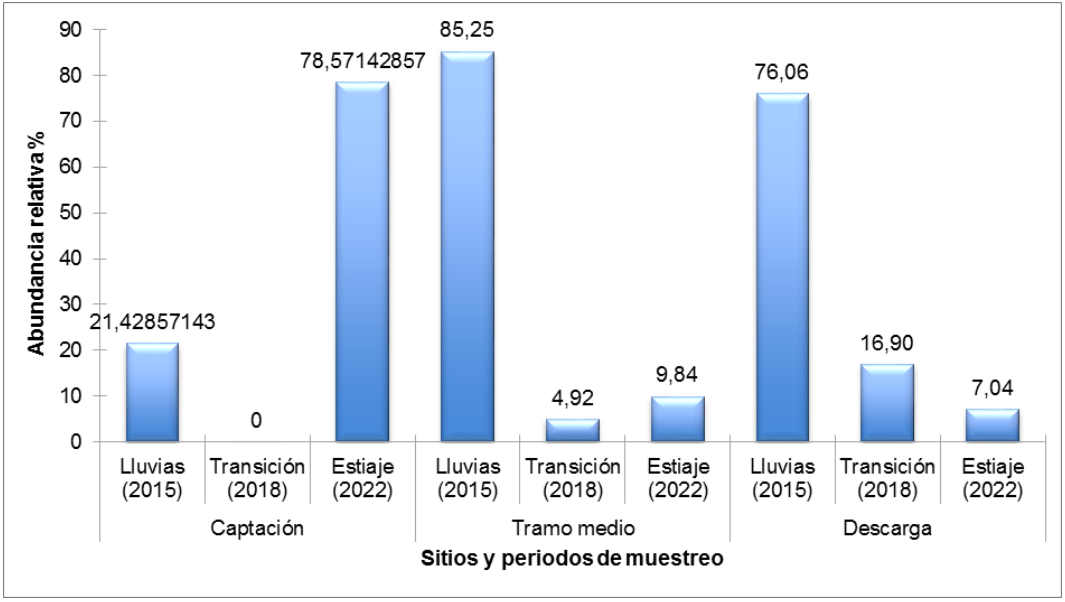


Figura 5-114. Abundancia relativa por periodo climático en los tres sitios muestreados del río Cocorná, durante los muestreos en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

En el Tramo medio y Descarga, la especie con mayor abundancia relativa fue *Hemibrycon* sp, con valores de 85,2% y 73,2% respectivamente. El sitio de captación la especie con más abundancia fue *Trichomycterus banneaui* con el 35,7% el resto de las abundancias estuvieron distribuidas entre *Trichomycterus striatus* con el 28,6%, *Trichomycterus* sp y *Astroblepus chapmani* cada una con el 14,3% y por último *Astroblepus* cf. *homodon* con el 7,1% (Figura 5-115).

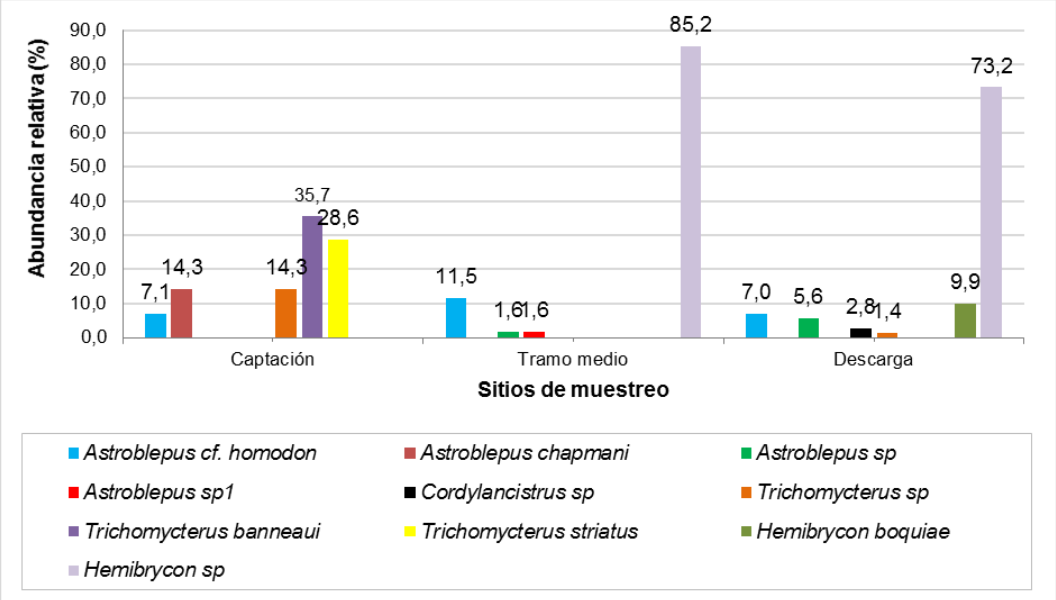


Figura 5-115. Abundancia relativa de especies en los tres sitios muestreados del río Cocorná, durante los muestreos en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

5.2.11.4.3.5 Diversidad beta

Utilizando el análisis de similitud de Bray Curtis se encontró que, para el año 2015 se encontró que hay un agrupamiento entre los tramos Medio y Descarga del 98% debido a un numero de individuos muy similar entre los tramos, mientras que entre estos dos y la Captación la similaridad solo presentó un porcentaje por debajo del 1,0%, debido a que solo se registró una especie que no se presentó en los otros tramos (Figura 5-116).

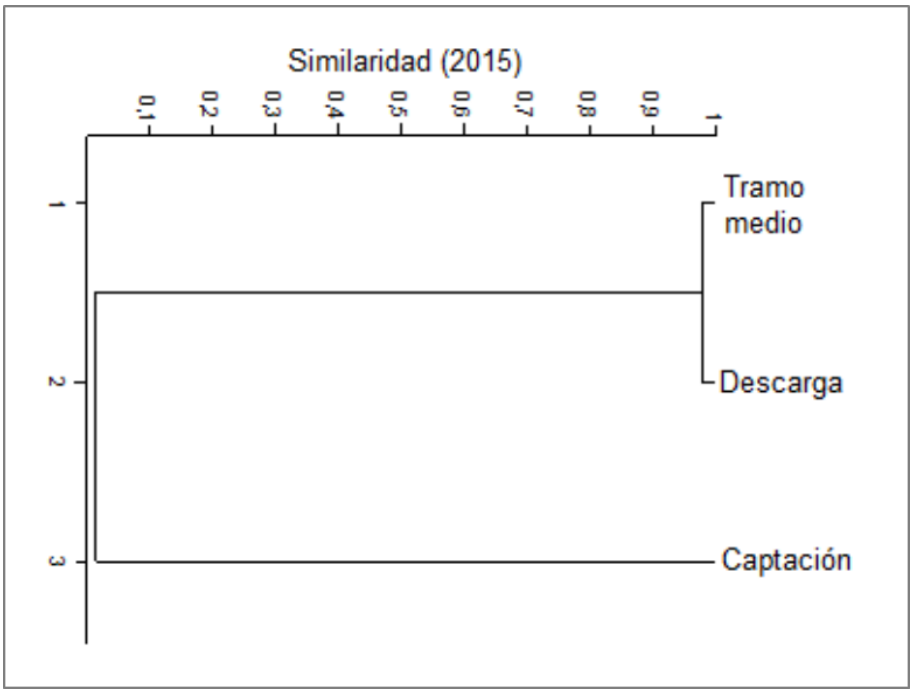


Figura 5-116. Diagrama de similitud de Bray-Curtis en los sitios de muestreo del año 2015 en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

Para el año 2018 se encontró que hay un agrupamiento entre los tramos Medio y Descarga con un porcentaje de similaridad del 12% debido a que solo compartieron una especie entre los tramos de muestreo quedando totalmente apartados del tramo captación donde no se realizó ninguna captura (Figura 5-117).

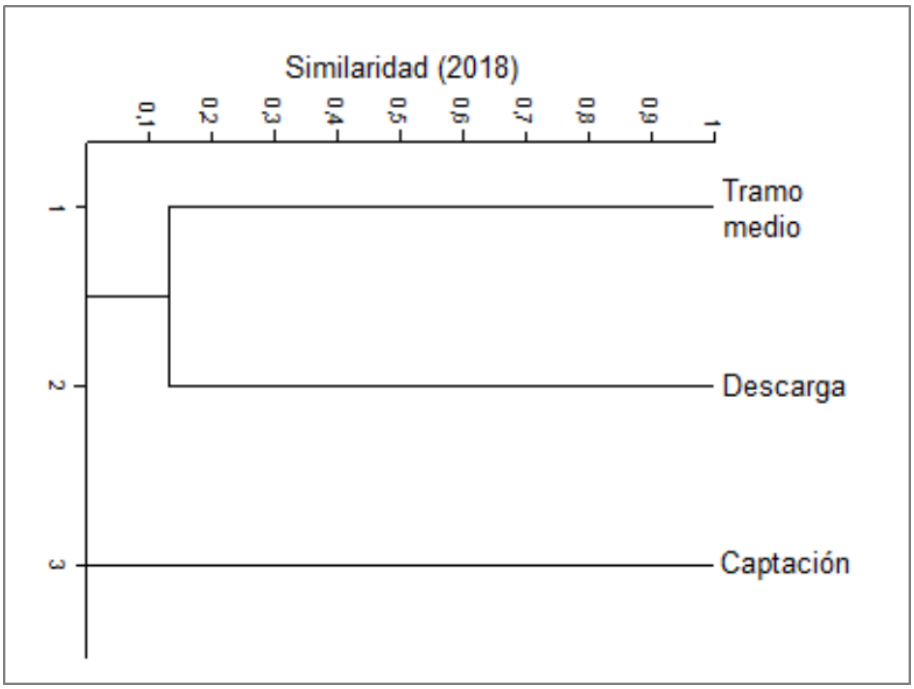


Figura 5-117. Diagrama de similitud de Bray-Curtis en los sitios de muestreo del año 2018 en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

Para el año 2022 se encontró que hay un agrupamiento entre los tramos Medio y Descarga con un porcentaje de similaridad del 91% debido a que compartieron cantiad de especies e individuos mientras que el tramo de captación quedó completamente separado debido a que no compartio ninguna especie con los dos trsmos anteriores (Figura 5-118).

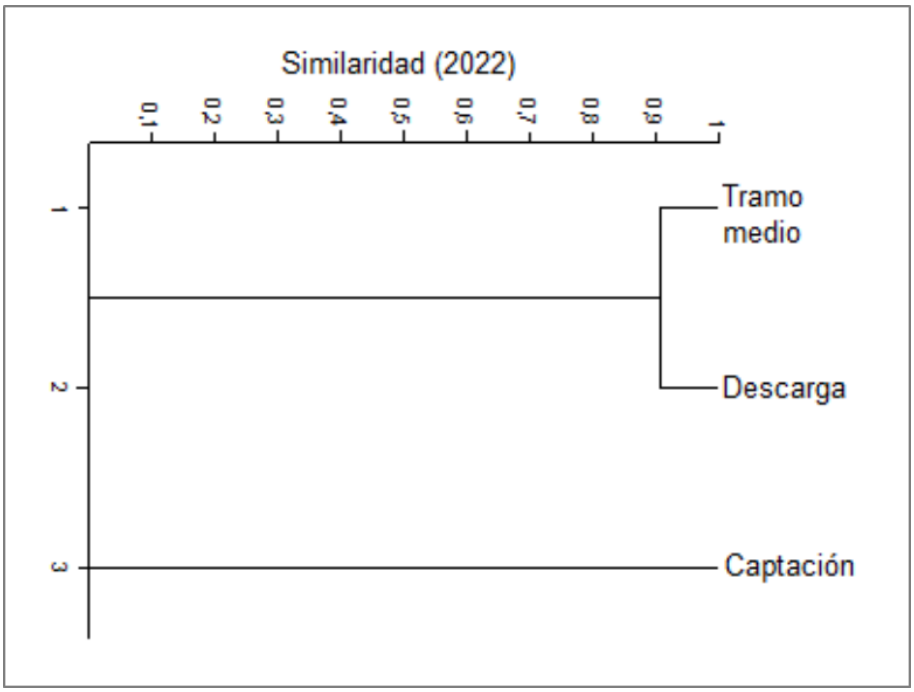


Figura 5-118. Diagrama de similitud de Bray-Curtis en los sitios de muestreo del año 2022 en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III.

5.2.11.4.4 Correlación entre parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y biológicos

En el análisis espacial dentro del río Cocorná en los tramos (Captación, Medio y Descarga), de acuerdo al Análisis de Correspondencia Canonica, se explicó el 55,68% de la variabilidad acumulada, con un auto valor en el primer eje de 0.49 y un porcentaje de correlación del 29,28% y en el segundo de 0.44 con un coeficiente de variabilidad del 26,4%.

Se observa como la mayoría de los parámetros fisicoquímicos no tienen relación directa con ninguno de los taxones, excepto por los coliformes totales y la turbiedad que se relacionaron diectamente en el muetreo del 2015 con el taxón *Hemibrycon*, la cual tuvo predominio en dicha campaña de muestreo.

Para la campaña del 2018 no se presentan capturas en el tramo captación, sin embargo, se observa que los tramos Medio y Descarga comparten la presencia del género *Astroblepus* la cual se ve influenciada débilmente por los parámetros de Conductividad, DBO, Fosfoto total y Coliformes totales.

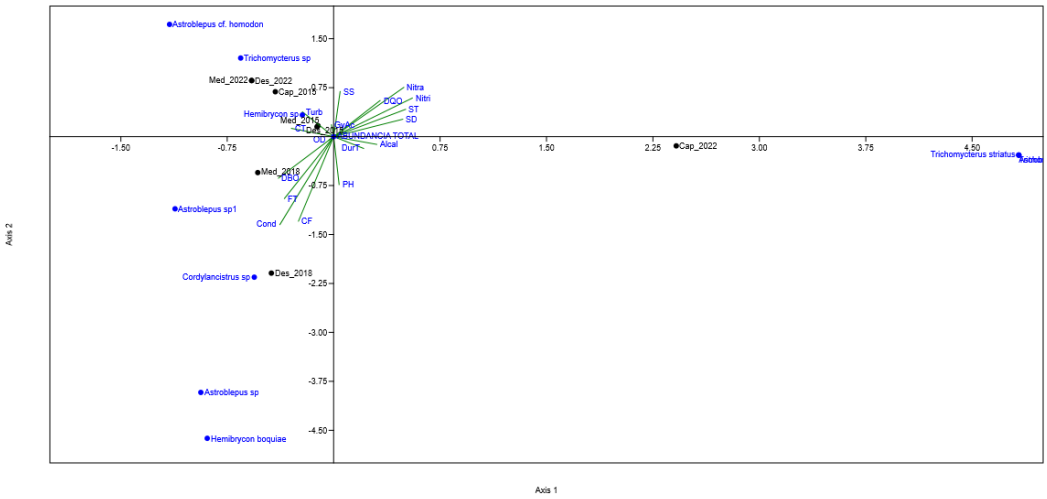


Figura 5-119. Asociación entre la estructura del ensamblaje de peces y las características ambientales en tres tramos del río Cocorná en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

5.2.11.4.4.1 Gremios tróficos

El gremio trófico con mayor biomasa es el que está compuesto por los peces omnívoros - insectívoros con 1188,8 gramos, en contraste el grupo de insectívoros representa tan solo 0,6 gramos. Las mayores biomasas estuvieron representadas por los peces que pueden consumir una amplia diversidad de recursos alimentarios. (Figura 5-120). Los gremios tróficos fueron designados de acuerdo con la información reportada en la literatura para cada especie, ya que no se hicieron análisis de laboratorio de los contenidos estomacales de los peces capturados.

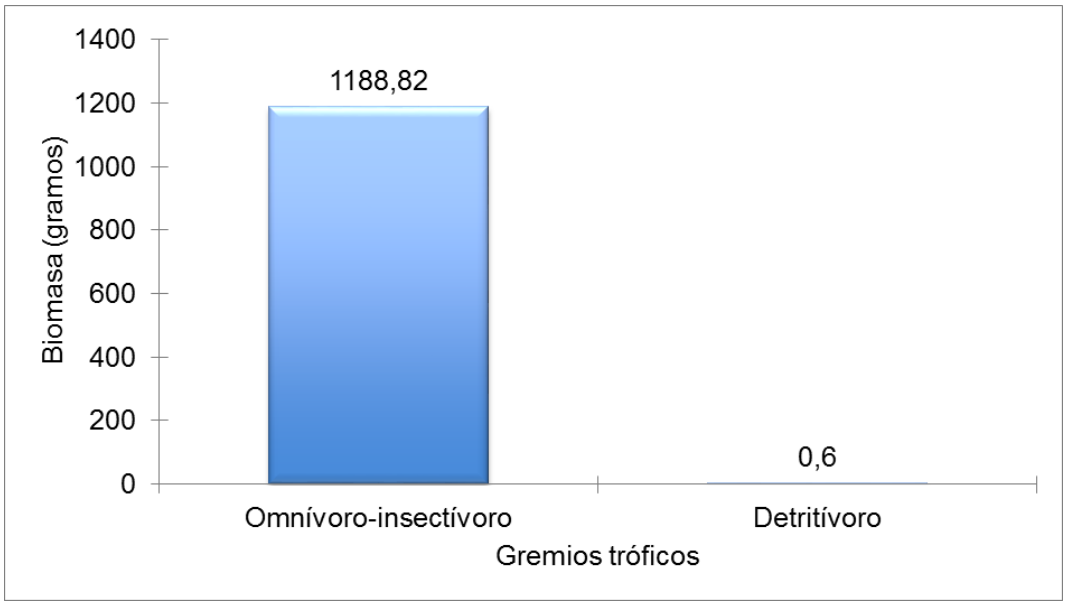


Figura 5-120. Biomasa de los gremios tróficos de los peces registrados en los tres sitios muestreados del río Cocorná, en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

5.2.11.4.4.2 Relación Talla – Peso

Los individuos capturados de *Hemibrycon* sp registraron un rango de tallas de 39-107 mm, con un promedio de 76,93 mm Longitud estándar (LE). El peso varió entre 3,4-23,2 g (promedio 9,26 g). La relación talla-peso indica un crecimiento alométrico negativo (b=2,5391), es decir que los individuos capturados de esta especie eran jóvenes, dado que estaban aumentando más en talla que en peso. El coeficiente de relación (R^2) para esta especie es mayor al 81 % lo que sugiere que los datos son apropiados para explicar la información obtenida

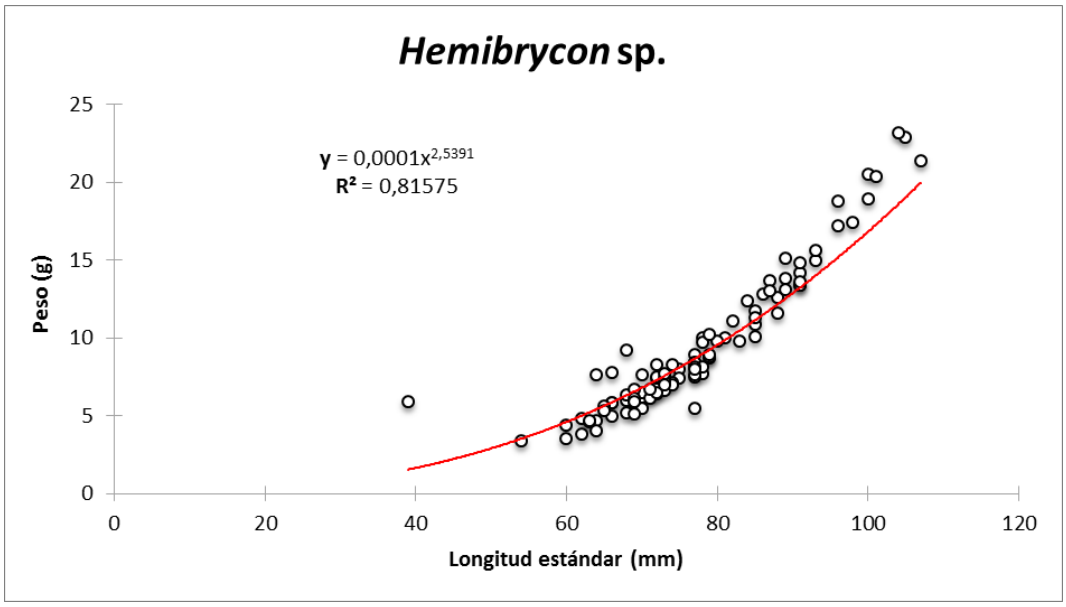


Figura 5-121. Relación longitud peso para la especie más abundante del río Cocorná, área de influencia de PCH Cocorná III.

5.2.11.4.4.3 Especies en categoría de amenaza, endemismos, migración, importancia económica.

Las especies *Hemibrycon boquiae, Astroblepus chapmani, Astroblepus* cf. *homodon*, *Trichomycterus banneaui* y *Trichomycterus striatus* según la (IUCN, 2018) tienen categoría de Preocupación Menor (LC) y son endémicas de Colombia. No se encuentran en ninguna categoría de amenaza de acuerdo a la normatividad nacional.

Los taxones identificados hasta género no aplican para evaluación de categoría de amenaza, endemismo o migración, ya que debido a las discusiones taxonómicas que aún persisten, no fue posible identificar hasta la categoría taxonómica de especie.

Los peces de la familia Astroblepidae representan un conjunto distintivo de especies que viven solo en altitudes moderadas en los ecosistemas dulceacuícolas de los Andes tropicales. Su distribución se extiende desde Panamá a Bolivia. Se conoce que las especies de este género son endémicas de los Andes, lo que conlleva a ser de gran interés en término de conservación de los sistemas acuáticos de Colombia (Anderson & Maldonado-Ocampo, 2010). Las especies de la familia Astroblepidae están actualmente clasificados en un solo género (Astroblepus) y 54 especies (Schaefer, 2003). El conocimiento de la taxonomía, diversidad y ecología de estos peces es poco, y solo se conoce una revisión monográfica desarrollada por (Regan, 1904). La mayoría de las especies se conocen sólo por sus descripciones originales.

Actualmente es difícil distinguir las especies de esta familia, porque la mayoría se definen únicamente por los contrastes de un solo carácter o por la superposición y las combinaciones de las características externas que muestran altos niveles de variación inter e intraespecífica (i.e. tamaño y forma del cuerpo, configuración de las aletas, patrones de coloración) (Rondón & Jiménez-Segura, 2013). Así mismo, los patrones observados de variación morfológica de estas especies, parecen ser el resultado de las contribuciones complejas de múltiples fuentes intrínsecas y extrínsecas, como el ambiente, el dimorfismo sexual, y la variación geográfica, lo que las hace tan importantes en términos de conservación y su conocimiento de diversificación del género en los Andes de Colombia.

Tabla 5-81. Especies con categoría de amenaza, endemismo y migración, registrada en los tres sitios muestreados del río Cocorná, en el área de influencia del proyecto PCH Cocorná III

Familia	Género	Especie	Nombre común	Categoría de Amenaza				Endemismo	Migración	Presencia		
				IUCN	MADS	CITES	Libro Rojo de Peces			CAP	MED	DES
Orden Chraciformes												
Characidae	Hemibrycon	*Hemibrycon boquiae*	sardina	LC	-	-	-	X	-	-	-	X
		Hemibrycon sp.	sardina	-	-	-	-	-	-	-	X	X
Orden Siluriformes												
Astroblepidae	Astroblepus	*Astroblepus chapmani*	capitán, guachilejo	LC	-	-	-	X	-	X	-	-
		Astroblepus cf. *homodon*	capitán, guachilejo	LC	-	-	-	X	-	X	X	X
		Astroblepus sp.	capitán, guachilejo	-	-	-	-	-	-	-	X	X
		Astroblepus sp1	capitán, guachilejo	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Loricariidae	Cordylancistrus	*Cordylancistrus* sp.	cucha	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Trichomycteridae	Trichomycterus	*Trichomycterus* sp.	briola	-	-	-	-	-	-	X	-	X
		Trichomycterus banneaui	briola	LC	-	-	-	X	-	X	-	-
		Trichomycterus striatus	briola	LC	-	-	-	X	-	X	-	-

5.2.11.4.4.4 Usos, presiones e importancia cultural de las especies

La complejidad morfológica de las especies de peces de la cuenca de los ríos Magdalena-Cauca conlleva a una gran polémica taxonómica, dado que algunas especies se definen únicamente por las características externas, y algunas de ellas pueden tener una alta plasticidad fenotípica, lo cual puede conducir a diagnósticos erróneos (Lundberg et al., 1998). Dada esta particularidad, se realizó una revisión taxonómica de las especies colectadas, y el estado actual de su nombre científico al 2019, con base en documentos especializados en taxonomía. Los resultados de esta revisión sugieren que en los sitios evaluados se capturaron ejemplares tal como *Hemibrycon* sp., *Cordylancistrus* sp y *Trichomycterus* sp.; los cuales se convierten en potenciales especies nuevas para la ciencia. A continuación, se describen las particularidades del género y su distribución en Colombia.

El género *Hemibrycon* fue definido por Eigenmann (1927) como nuevo para la familia Characidae. En la actualidad son cerca de 36 especies reportadas para el género (Eschmeyer & Fricke, 2013). De estas, 21 especies se encuentran distribuidas en los ríos de Colombia (Román-Valencia et al., 2013). El conocimiento de la taxonomía es confuso, ya que en la actualmente es difícil distinguir las especies del género, porque la mayoría se definen únicamente por los contrastes de un solo carácter o por la superposición y las combinaciones de las características externas que muestran altos niveles de variación inter e intraespecífica (p.e. tamaño y forma del cuerpo, configuración de las aletas y radios, patrones de coloración) (Román-Valencia et al., 2013). Según lo anterior el conjunto de estas características hace difícil en algunos casos dilucidar los ejemplares que se colectan, sin embargo, es muy posible que a medida que se aumenten los inventarios ictiológicos de los sistemas acuáticos de los Andes de Colombia se descubran nuevas especies de peces de este género, por las características que poseen. En el caso de los ejemplares colectados de Hemibrycon sp. en el área de influencia de PCH Cocorná se convierte en una gran posibilidad de que sea una nueva especie para Colombia y la ciencia. Se recomienda trabajar con especialistas del grupo tal como Cesar Román-Valencia de la Universidad del Quindío, Carlos García de la Universidad del Atlántico, y Donald Taphorn investigador independiente con múltiples publicaciones de descripción de nuevas especies de la familia Characidae y algunas del género de interés.

El género Cordylancistrus fue descrito por Isbrücker cerca de 1980. Desde entonces el descubrimiento y descripción de especies ha sido un poco lento. En la actualidad se conocen alrededor de 6 especies, 3 de ellas con distribución en Venezuela (*C. perijae, C. torbesensis, C. nephelion*), 1 en Ecuador (*C. platycephalus*), y las otras dos restantes en Colombia (*C. platyrhynchus, C. daguae*) (Provenzano y Milani 2006). En el caso del ejemplar colectado de *Cordylancistrus* sp en el río Cocorná se convierte en una gran posibilidad de que el ejemplar colectado sea una nueva especie para Colombia y la ciencia, dado que sus características son diferentes a las especies ya descritas al igual que su distribución. Se recomienda trabajar con especialistas del grupo tal como Javier A. Maldonado de la Pontificia Universidad Javeriana, Francisco A. Navarro de la Universidad del Tolima, Francisco Provenzano de la Universidad central de Venezuela, y Jonathan W. Armbruster de Auburn University Museum of

Natural History, investigadores quienes en estos momentos se encuentran describiendo ejemplares de este género en el país.

La familia Trichomycteridae se compone de cerca de 170 especies, distribuidas en nueve subfamilias (R. E. Reis et al., 2003). La subfamilia Trichomycterinae es la más compleja y diversa y se considera un grupo no monofilético. Está constituida por ocho géneros y cerca de 100 especies, agrupadas en su mayoría en el género *Trichomycterus* Valenciennes (1832). Sobre este género son pocas las referencias acerca de los aspectos ecológicos, en su mayoría los trabajos se han encaminado a esclarecer relaciones filogenéticas por metodologías moleculares. Para Colombia se reportan un total de 32 especies y 8 géneros, distribuidos en 4 subfamilias (Trichomycterinae, Vandellinae, Stegophilinae, Sarcoglanidinae) (de Pinna & Wosiacki, 2003).

Para el género Trichomycterus se reportan 23 especies que se distribuyen en las cuencas de los ríos Orinoco, Meta, Catatumbo, Magdalena, Cauca, Cesar, Atrato, San Juan, Dagua y Patía, así como ríos costeros de la Sierra Nevada de Santa Marta. No obstante, el estimativo real de este grupo está aún por definir. Es así como el río Magdalena-Cauca presenta la mayor diversidad, constituida principalmente por especies de Trichomycterus. y es muy posible que a medida que se aumenten los inventarios ictiológicos de los sistemas acuáticos de los Andes de Colombia se descubran nuevas especies de peces de este género, por las características que poseen. En el caso de los ejemplares colectados en los tramos del río Cocorná en el área de influencia de PCH Cocorná se convierte en una gran posibilidad de que sea una nueva especie para Colombia y la ciencia. Se recomienda trabajar con especialistas del grupo tal como Luis José García-Melo de la Universidad de Tolima (Colombia), Luz Eneida Ochoa de la Universidad de Sao Pablo (Brasil), Carlos DoNascimento de recursos Biológicos del instituto Alexander von Humboldt (IAvH)

5.2.11.4.4.5 Registro fotográfico

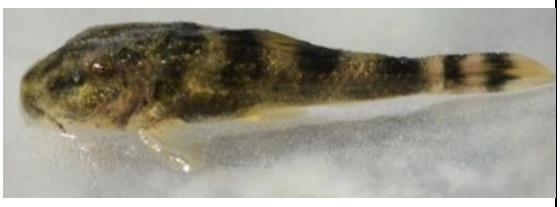
Hemibrycon boquiae (sardina)

Hemibrycon sp (sardina)

Astroblepus cf. homodon (capitán)

Astroblepus sp (capitán)

Astroblepus sp1 (Capitán)



Cordilancystrus sp (cucha)

Astroblepus sp (capitán)

5.2.11.4.4.6 Conclusiones y recomendaciones

Los géneros Hemibrycon, *Astroblepus* y *Trichomycterus* sp., están presentes como mínimo en dos de los tres segmentos fluviales analizados, esto indica que estos tramos ofertan hábitats apropiados para que los individuos de estas especies los utilicen para su alimentación, reproducción o refugio.

Los ejemplares registrados de *Cordylancistrus* sp., *Trichomycterus* sp, *Hemibrycon* sp y *Astroblepus* sp se convierten en posibles especies nuevas para la ciencia. Se recomienda realizar monitoreos en diferentes en épocas climáticas contrastantes (Lluvias, Transición Lluvias-Estiaje, Estiaje y Transición Estiaje-Lluvias) con el fin de aumentar el inventario ictiológico, conocer la dinámica poblacional y de la comunidad.

Aunque en el área de evaluación se registraron algunas especies en categoría de amenaza de Preocupación Menor (LC) según la IUCN, es importante aclarar que los taxones que están dentro de esta categoría son de amplia distribución y abundantes. Además, se debe tener en cuenta que aquellos taxones que aún no se han definido hasta el nivel de especie, no es posible clasificarlos dentro de una categoría de amenaza.

Los taxones registrados hacen parte de listado de especies reportadas para la cuenca Magdalena-Cauca, y ninguna de ellas está catalogada como migratoria, sin embargo, puede haber especies de importancia científica, ya que solo se han logrado definir hasta el nivel de género y pueden tratarse de especies nuevas para la ciencia.

5.2.11.5 Índices de integridad biótica

Se presenta a continuación los resultados de los ídices de integridad biótica, para las comunidades de peces, perifiton, Macroinvertebrados bentónicos y vegetación ribereña, de acuerdo con lo solicitado en los términos de referencia como parte de la caracterización antes del proyecto de regulación o aprovechamiento de caudales.

5.2.11.5.1 Indice de integridad biótica del perifiton ($IIB_{Perifiton}$)

En la Tabla 5-82, se observan los valores obtenidos del $IIB_{perifiton}$ calculado para los tres tramos de interés sobre el río Cocorná, con los valores promedio de las evaluaciones realizadas en los diferentes periodos de muestreo para el ensamblaje de micro-algas del perifiton.

Tabla 5-82. Valor e interpretación del Índice de Integridad Biótica para los ensamblajes de ficoperifiton ($IIB_{Perifiton}$) para el área de influencia de la PCH Coorna III.

Tramo	IIB	Interpretación	Implicaciones ecológicas
Captación	0,59	Moderada integridad del perifiton	Estado ecológico moderado para esta comunidad
Medio	0,51		
Descarga	0,59		

Los tres ramos evaluados, en cuanto a la composición del perifiton presentaron valores que indican una afectación de la comunidad moderada, con distribuciones equitaticas entre los taxones tolerantes y sensibles a los agentes ambientales, lo que se refleja en una diversidad media y una buena distribución de los organismos en los diferentes tramos de muestreo, encontradose que en cada uno de estos tramos se presenta una moderada integridad biótica para dicha comunidad.

5.2.11.6 Índice de Integridad Biótica ($IIB_{macroinvertebrados}$)

Los valores del IIB y sus respectiva interpretación e implicación ecológica para los ensambles de macro-invertebrados acuáticos se pueden ver en la Tabla 5-83. Todos los ramos de muestreo presentaron un alto índice de integridad biótica para la comunidad de macroinvertebrados gracias a la diversidad de hábitats y fuentes de alimentos que provee la cuenca desde aguas arriba del área de influencia.

Estas buenas condiciones ecológicas que refleja dicha comunidad se deben a la gran presencia de taxones propios de hábitats co buenas características ecológicas y a un gran número de individuos distribuidos en dichos taxones, lo que sumado a la baja presencia de taxones tolerantes a la contaminación hace que se eleven las

puntuaciones de las métricas que componen el índice, reflejando unas condiciones de hábitat apropiadas para el establecimiento de dicho ensamblaje.

Tabla 5-83. Valor e interpretación del Índice de Integridad Biótica para los ensamblajes de los macroinvertebrados ($IIB_{Macroinvertebrados}$) en el área de influencia de la PCH Coorna III

Tramo	Valor IIB	Interpretación	Implicaciones Ecológicas
Captación	0,78	Alta integridad biótica de los macro-invertebrados	Estado ecológico bueno o excelente para esta comunidad
Medio	0,78		
Descarga	0,75		

5.2.11.7 Índice de Integridad Biótica de Peces (IIB_{peces})

En los tres tramos analizados (Captación, Tramo Medio y Descarga), se estimaron las métricas propuestas por el índice de Integridad Biótica de Peces y el valor del IIB_{peces} obtenido muestra una moderada a baja integridad biótica de los peces, con un estado ecológico moderado o regular para esta comunidad (Ver Tabla 5-84). Los resultados enontrados son un reflejo de la baja diversidad y riqueza de especies de peces encontrada.

Tabla 5-84 Métricas del Índice de Integridad Biótica para los ensamblajes de los peces (IIB_{Peces}) para el área de influencia de la PCH Coorna III.

METRICA	AÑO 2015		AÑO 2018	
	VALOR	PUNTAJE	VALOR	PUNTAJE
Porcentaje de Individuos Nativos (IN)	0,9	0,2	53,33	0,6
Porcentaje de Especies Nativas (EN)	25,0	0,2	40,00	0,6
Porcentajes de especies amenazadas (EA)	0,0	0,2	0	0,2
Porcentaje de individuos carnívoros (IC)	0,0	0,2	0	0,2
Proporción de Individuos con Anormalidades (IA)	0,0	1	0	1
Porcentaje de Individuos Omnívoros (IO)	99,1	0,2	93,3	0,2
Porcentaje de Individuos invertívoros (II)	0,0	0,2	0	0,2
Porcentaje de individuos detritívoros (ID)	0,9	1	6,7	1
Diversidad de SHANNON - WIENER (SW)	0,2	0,2	1,26	0,2
VALOR IIB Peces	**0,38**			**0,47**

5.2.11.8 Índice de Integridad Biótica de la Vegetación riparia (IIB_{VegRip})

Los resultados de la estimación del índice de vegetación riparia en las seis parcelas establecidas se presentan a continuación:

5.2.11.8.1 Puntos de muestreo

En la Tabla 5-85 se presenta la localización de las parcelas donde se hizo el muestreo para estimar las variables páralo los cálculos del IIB de la vegetación.

Tabla 5-85. Localización de parcelas de muestreo.

Código parcela	Coordenada N	Coordenada W	Cobertura vegetal	Sitio
P1	06,04215°	75,21072°	Vegetación secundaria o en transición	Captación (Margen derecha del Río Cocorná)
P2	06,04276°	75,20921°	Pasto enmalezado	Captación (Margen izquierda del Río Cocorná)
P3	06,04226°	75,19513°	Vegetación secundaria o en transición	Puente El Manzano margen derecho
P4	06,04265°	75,19570°	Bosque Fragmentado	Puente El Manzano margen derecho
P5	06,04630°	75,17580°	Vegetación secundaria o en transición	Puente Arenales margen derecho
P6	06,04624°	75,17732°	Vegetación secundaria o en transición	Puente Arenales margen izquierdo

5.2.11.8.2 Índice de Integridad Biótica para la parcela 1

En la Tabla 5-86 se presentan los parámetros y valores asignados a la parcela 1 y a continuación el análisis e interpretación de los resultados del índice.

Tabla 5-86. Resultado del Índice de Integridad Biótica de la Vegetación Ribereña (IIB_{VegRip}) para la parcela P1-IVR.

Métrica	Valor	Puntaje
Especies riparias (EP)	2	0
Especies acuáticas (EQ)	0	0
% Especies anuales (EA)	0	1
% Especies exóticas (EE)	0	1
% Especies ruderales (ER)	18,89	0
% Especies sensitivas (ES)	50,56	1
% Especies tolerantes (ET)	2,05	1

Métrica	Valor	Puntaje
Biomasa (B)	665	0,3
IIB_{VegRip}		**0,54**
Interpretación		Moderada integridad biótica
Ponderado		**6**

El resultado del índice de integridad biótica analizado indica que la cobertura presente en la parcela 1, es decir, vegetación secundaria en transición ubicada en la margen derecha del río Cocorná, en la zona de captación, presenta una integridad biótica moderada, indicando que sus características ecológicas si bien no están deterioradas, si requieren medidas de manejo para garantizar su avance sucesional y por tanto la estabilidad de estos ecosistemas. Se evidencia la presencia de solo 2 especies riparias y ninguna exótica.

5.2.11.8.3 Índice de Integridad Biótica para la parcela 2

En la Tabla 5-87 se presentan los parámetros y valores asignados a la parcela 2 y a continuación el análisis e interpretación de los resultados del índice.

Tabla 5-87. Resultado del Índice de Integridad Biótica de la Vegetación Ribereña (IIB_{VegRip}) para la parcela P2-IVR.

Métrica	Valor	Puntaje
Especies riparias (EP)	0	0
Especies acuáticas (EQ)	0	0
% Especies anuales (EA)	0	1
% Especies exóticas (EE)	0	1
% Especies ruderales (ER)	58,94	0
% Especies sensitivas (ES)	31,89	1
% Especies tolerantes (ET)	9,17	1
Biomasa (B)	190	1
IIB_{VegRip}		**0,63**
Interpretación		Alta integridad biótica
Ponderado		**7**

Para la parcela 2, la cual fue ubicada en una zona con predominancia de pastos enmalezados a la margen izquierda del río Cocorná, también en la zona de captación,

el índice calculado reporta alta integridad biótica, lo cual indica un buen estado ecológico de la comunidad, específicamente con la presencia y alta riqueza de especies ruderales, es decir, de tamaño pequeño, pero con crecimiento rápido y alto potencial reproductivo, lo cual favorece la capacidad del ecosistema de prosperar ante las perturbaciones que ha sufrido. Sin presencia de especies riparias ni exóticas.

5.2.11.8.4 Índice de Integridad Biótica para la parcela 3

En la Tabla 5-88 se presentan los parámetros y valores asignados a la parcela 3 y a continuación el análisis e interpretación de los resultados del índice.

Tabla 5-88. Resultado del Índice de Integridad Biótica de la Vegetación Ribereña (IIB_{VegRip}) para la parcela P3-IVR.

Métrica	Valor	Puntaje
Especies riparias (EP)	1	0
Especies acuáticas (EQ)	0	0
% Especies anuales (EA)	0	1
% Especies exóticas (EE)	0	1
% Especies ruderales (ER)	0,26	1
% Especies sensitivas (ES)	92,47	1
% Especies tolerantes (ET)	5,34	1
Biomasa (B)	520	0,3
IIB_{VegRip}		**0,66**
Interpretación		Alta integridad biótica
Ponderado		**7**

Por su parte, en la zona media, específicamente, en la margen izquierda del Puente Manzano, donde se ubicó la parcela 3 sobre vegetación secundaria o en transición, se encontró que el índice de integridad biótica refleja un valor alto. Esto está relacionado principalmente por la alta presencia de especies sensitivas, las cuales tienen la capacidad de capaz de dar señales de alarma ante condiciones ambientales importantes como la calidad del agua y del suelo, por tanto, es común encontrarlas en ambientes más conservados. En esta parcela solo se encontró una especie riparia y ninguna exótica.

5.2.11.8.5 Índice de Integridad Biótica para la parcela 4

En la Tabla 5-89 se presentan los parámetros y valores asignados a la parcela 4 y a continuación el análisis e interpretación de los resultados del índice.

Tabla 5-89. Resultado del Índice de Integridad Biótica de la Vegetación Ribereña (IIB_{VegRip}) para la parcela P4-IVR.

Métrica	Valor	Puntaje
Especies riparias (EP)	0	0
Especies acuáticas (EQ)	0	0
% Especies anuales (EA)	0	1
% Especies exóticas (EE)	0	1
% Especies ruderales (ER)	76,31	0
% Especies sensitivas (ES)	15,15	0,7
% Especies tolerantes (ET)	8,55	1
Biomasa (B)	578	0,3
IIB_{VegRip}		**0,5**
Interpretación		Moderada integridad biótica
Ponderado		**5**

En la parcela 4, ubicada sobre bosque fragmentado, en la zona media del tramo del río Cocorná, particularmente al lado del puente El Manzano, se encontró una integridad biótica considerada como moderada. Esto indica que, las condiciones ecológicas no han llegado a su máxima expresión, quizás debido a que se presentan importantes alteraciones y, por tanto, se evidencia principalmente, un mayor porcentaje de especies ruderales y menor de especies sensitivas manifestando poca capacidad de adaptación a dichas transformaciones del ecosistema. Es importante decir, que no hay presencia de especies riparias ni exóticas y que las especies tolerantes al disturbio tienen una baja cobertura relativa.

5.2.11.8.6 Índice de Integridad Biótica para la parcela 5

En la Tabla 5-90 se presentan los parámetros y valores asignados a la parcela 5 y a continuación el análisis e interpretación de los resultados del índice.

Tabla 5-90. Resultado del Índice de Integridad Biótica de la Vegetación Ribereña (IIB_{VegRip}) para la parcela P5-IVR.

Métrica	Valor	Puntaje
Especies riparias (EP)	1	0
Especies acuáticas (EQ)	0	0
% Especies anuales (EA)	0	1
% Especies exóticas (EE)	0	1
% Especies ruderales (ER)	2,75	1

Métrica	Valor	Puntaje
% Especies sensitivas (ES)	84,14	1
% Especies tolerantes (ET)	9,34	1
Biomasa (B)	380	0,7
IIB_{VegRip}		**0,71**
Interpretación		Alta integridad biótica
Ponderado		**8**

En cuanto a la parcela 5, ubicada sobre vegetación secundaria o en transición, sobre la margen derecha del puente Arenales, se identificó un índice de integridad biótico alto. En esta zona, la presencia de especies sensitivas al disturbio es considerablemente mayor al resto de especies, lo cual puede indicar un buen estado ecológico de la comunidad traducido como estados sucesionales avanzados y de mayor complejidad florística. En el lugar solo se encontró una especie riparia, ninguna exótica y pocas ruderales y tolerantes.

- **Índice de Integridad Biótica para la parcela 6**

En la Tabla 5-91 se presentan los parámetros y valores asignados a la parcela 6 y a continuación el análisis e interpretación de los resultados del índice.

Tabla 5-91. Resultado del Índice de Integridad Biótica de la Vegetación Ribereña (IIB_{VegRip}) para la parcela P6-IVR.

Métrica	Valor	Puntaje
Especies riparias (EP)	1	0
Especies acuáticas (EQ)	0	0
% Especies anuales (EA)	0	1
% Especies exóticas (EE)	0	1
% Especies ruderales (ER)	0,36	1
% Especies sensitivas (ES)	86,06	1
% Especies tolerantes (ET)	13,37	1
Biomasa (B)	434	0,7
IIB_{VegRip}		**0,71**
Interpretación		Alta integridad biótica
Ponderado		**8**

Finalmente, al analizar la parcela 6, ubicada sobre la cobertura de vegetación secundaria o en transición, específicamente en la margen izquierda del Puente Arenales, se halló una alta integridad biótica, representada por la mayor presencia de especies sensitivas. Se asume que estas especies sensibles son de distribución restringida y que su cobertura se reduce en ambientes disturbados. La presencia de especies tolerantes es menor, aunque puede manifestar un proceso sucesional de especies que soportan alteraciones hacia otras que requieren ambientes más conservados. En general, se reduce la presencia de especies ruderales, se observa solo una especie riparia y ninguna exótica.

5.2.12 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

El área del proyecto Cocorná III no se encuentra ubicada en ningún ecosistema estratégico nacional ni regional, para el análisis de dicha información se revisaron las capas de las Reserva social civil, reserva ley segunda de Colombia, reservas de prioridad para la conservación a nivel nacional y departamental, Parques nacionales, áreas destinadas para iniciativas de conservación, complejo de paramos de Colombia y áreas protegidas por el SIDAP.

BIBLIOGRAFIA

Acosta-Galvis, A. . (2019). *Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en linea V.09.2019.*

Alba-Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV Simposio Del Agua En Andalucía (SIAGA) 2*, 203–213.

Albrecht, L., Meyer, J., & Kalko, E. (2007). Differential mobility in two small phyllostomid bats, Artibeus watsoni and Micronycteris microtis, in a fragmented neotropical landscape. *Acta Theriologica*, *52*, 141–149.

Alcaldia de Medellín. (2011). *Árboles nativos y ciudad, aportes a la silvicultura urbana de Medellín* (p. 206). Fondo Editorial Jardín Botánico de Medellín. https://www.academia.edu/35991009/Arboles_Nativos_y_Ciudad_medellín

Amaya-Espinel, J., & Zapata, L. (2014). *Amaya-Espinel, J. D. & L. A. Zapata (Editores). 2014. Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Insectos, murciélagos, tortugas marinas, mamíferos marinos y dulceacuícolas. Vol. 3.* Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia.

Anderson, E., & Maldonado-Ocampo, J. (2010). A Regional Perspective on the Diversity and Conservation of Tropical Andean Fishes. *Conservation Biology*, *25(1)*, 30–39.

Arango, C. (2014). *Piranga Roja (Piranga rubra)*. Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor) . Universidad ICESI. Cali. Colombia.

Arredondo, J. C. (2015). *Atractus lasallei*. The IUCN Red List of Threatened Species.

Basto-Riascos, M., López-Caro, J., & Londoño-Guarnizo, C. (2017). Espadarana prosoblepon (Boettger, 1892). *Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia. Asociación Colombiana de Herpetología*, *3*(1), 52–61.

Bernal, R., Gradstein, S. R., & Celis, M. (2020). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universida Nacional de Colombia. htpp://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co

Boddicker M, Rodríguez, J., & Amanzo, J. (2001). Assessment of the large mammals of the lower Urubamba region, Perú. In D. D. y Campbel. P. ALONSO A (Ed.), *The Biodiversity of a Peruvian Rainforest: SI/MAB Series 7.* (pp. 183–193).

Bouchard, R. W. J. (2004). *Guide to aquatic macroinvertebrate of the upper Midwest*. Water Resources Center, University of Minnesota.

Buss, D. F., & Salles, F. F. (2007). Using Baetidae species as biological indicators of environmental degration in a Brazilian River Basin. *Environmental Monitoring Assessment*, *130*, 365–372.

Carantón-Ayala, D., & Certuche-Cubillos, K. (2010). A new species of antpitta

(Grallariidae: Grallaria) from the northern sector of the western Andes of Colombia. *Ornitología Colombiana*, *9*, 56–70.

Cardona Naranjo, F., David Higuita, H., Gómez Hoyos, S., & Francisco, R. P. (2011). Flora de Embalses. Centrales Hidroeléctricas de ISAGEN en el Oriente Antioqueño San Carlos, Jaguas y Calderas. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. Universidad de Antioquia.

Chao, A., Ma, K., & Hsieh, T. C. (2016). *Original version (September 2016) User ' s Guide for iNEXT Online : Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25777.79200

CITES. (2019). *Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndices I, II y III*.

Cole, G. (1983). *Manual de Limnología*. Ed. Hemisferio Su.

Corporación Autónoma del Río Negro y Nare - CORNARE. (2017). *POMCA del Río Samaná Norte*.

Cox, E. J. (1996). *Identification of freshwater diatoms form live material*.

Cuervo, A. M., Cadena, C. D., Krabbe, N., & Renjifo, L. M. (2005). Scytalopus stilesi, A new species of Tapaculo (Rhynocryptidae) from the Cordillera Central of Colombia. *The Auk*, *122*, 445–463.

Cuervo, A., Paul, W., Salaman, G., Donegan, T., & Ochoa, J. (2001). A new species of piha (Cotingidae: Lipaugus) from the Cordillera Central of Colombia. *Ibis*, *143*, 353–368.

de Pinna, M., & Wosiacki, W. (2003). Family Trichomycteridae. In E. et al REIS (Ed.), *heck list of the freshwater fishes of South and Central America* (pp. 270 – 290).

Defler, T. (2003). *Primates de Colombia. Serie de guías tropicales de Colombia 4.* Conservación Internacional.

Díaz-Pulido, A., Aguilar-Garavito, M., Pérez-Torres, J., & Solari, S. (2015). El monitoreo de los mamíferos en los procesos de restauración ecológica. In M. Aguilar-Garavito & W. Ramírez (Eds.), *Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres* (pp. 87–107). . Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Díaz, C., & Rivera, C. (2004). Diatomeas de pequeños ríos Andinos y su utilización Como indicadoras de condiciones ambientales. *Caldasia*, *26 (2)*, 381–394.

Domínguez, E.; Fernández, H. R. (2009). *2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo.

DoNascimiento, C., Herrera-Collazos, E., Herrera-R, G., Ortega-Lara, A., Villa-Navarro, F., Usma, J., & Maldonado-Ocampo, J. (2017). Checklist of the freshwater fishes of Colombia: a Darwin Core alternative to the updating problem. *ZooKeys*, *708*, 25–138. https://doi.org/10.3897/zookeys

Duque-Dávila, D., Martínez-Ramírez, E., Botello-López, F., & Sánchez-Cordero, V. (2013). Distribution, abundance and feeding habits of the otter (Lontra longicaudis annectens, Major, 1897) on the Rio Grande, Biosphere Reserve Cuicatlán-Tehuacán Oaxaca, Mexico. *Therya*, *4*(2), 281–296.

Duque, E., & Arango, L. (2016). Alternativa de las pequeñas centrales hidroeléctricas de Antioquia en el mecanismo de desarrollo limpio. *Revista Ciencias Estratégicas*, *24 (35)*, 73–100.

Emmons, L., & Feer, F. (1999). *Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical. Una guía de campo*. Editorial F. A. N.

Eschmeyer, W. N., & Fricke, R. (2013). *Catalog of Fishes electronic version (13 Jan. 2014)*.

Estrada, A., Coates- Estrada, R., & Meritt., D. (1993). Bat species richness and abundance in tropical rain forest and in agricultural habitats at los Tuxtlas, Mexico. *Ecography*, *16*, 309–318.

Estrada, A., & Coates-Estrada, A. (2002). Bats in continuous forest , forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas , Mexico. *Biological Conservation*, *103*, 237–245.

Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P., & Arévalo, P. (2017). *Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas*.

Fernandez, F., Castro-Huertas, V., & Serna, F. (2015). *Hormigas cortadoras de hojas de Colombia : Acromyrmex & Atta (Hymenoptera : Formicidae). Fauna de Colombia, Monografía No.5* (Issue January 2015). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

Flowers, R. W., & De la Rosa, C. (2010). Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, *58 (Suppl.*, 63–93.

Franco, A., & Bravo, G. (2005). Áreas Importantes para la conservación de las aves en Colombia. In *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales, sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad; (Serie de Conservación de BirLife No. 14)* (pp. 117–281). BirdLife Internacional & Conservation Internacional.

Frost, D. R. (2020). *Amphibian Species of the World: An Online Reference. American Museum of Natural History, USA. Version 6.0.*

Galindo-González, J., Guevara, S., & Sosa, V. J. (2000). Bat- and Bird-Generated Seed Rains a t Isolated Trees i n Pastures i n a Tropical Rainforest. *Source: Conservation Biology*, *14*(6), 1693–1703.

Galindo-González, J., & Sosa, V. J. (2003). Frugivorous Bats in Isolated Trees and Riparian Vegetation Associated With Human-Made Pastures in a Fragmented Tropical Landscape. *The Southwestern Naturalist*, *48*(4), 579–589.

https://doi.org/10.1894/0038-4909(2003)048<0579:fbiita>2.0.co;2

García-García, J. L., & Santos-Moreno, A. (2014). Variación estacional en la diversidad y composición de ensambles de murciélagos filostómidos en bosques continuos y fragmentados en Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *85*(1), 228–241. https://doi.org/10.7550/rmb.36744

González, A. R., & Viña, G. (1998). *Limnología Colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis* (Ed. Fundac). BP Exploration Company. Colombia Ltd.

Guerra-Correa, E. (2019). Basiliscus galeritus. In D. Torres-Carvajal, O., Pazmiño-Otamendi, G. y Salazar-Valenzuela (Ed.), *Reptiles del Ecuador. Versión 2019.0.* Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Hernández-Córdoba, Ó. D., Agudelo-Valderrama, O. L., & Ospina-Fajardo, J. P. (2012). Variación intraespecifica en el uso de percha nocturna de Basiliscus galeritus (Sauria: Corytophanidae) en Isla Palma, Pacífico Colombiano. *Papéis Avulsos de Zoologia*, *52*(33), 401–409.

Hernandez, E., Jimenez, P., & Toro, B. (2014). Relación entre la comunidad de fitoperifiton y diferentes fuentes de contaminación en una quebrada de los Andes colombianos, relación fitoperifiton y contaminación ambiental. *Boletín Científico Centro de Museos*, *18 (1)*, 49–66.

Higuita, D., Vasco, O., Urrea, L. M., & Cardona, F. (2014). *Guía Ilustrada Flora Cañón del río Porce*.

IAvH., I. de I. de R. B. A. von H.-. (2017). *Biodiversidad colombiana: Números para tener en cuenta*.

Idárraga-Piedrahíta, Á., Ortiz, R. del C., Callejas Posada, R., & Merello, M. (2011). Flora de Antioquia. Catálogo de las plantas vasculares, vol. II. In *Universidad de Antioquia*. D'Vinni, Editorial.

Idárraga, Á., Ortiz, R. del C., Callejas, R., & Merello, M. (2011). Flora de Antioquia: catálogo de las plantas vasculares. vol. II. Listado de las plantas vasculares del departamento de Antioquia. In Universidad de Antioquia, Missouri Botanical Garden, & Oficina de planeación departamental de la gobernación de Antioquia (Eds.), *Series Biodiversidad y Recursos Naturales* (Series Bio, Vol. 2). D'Vinni, Editorial.

IDEAM. (2017). *Mapa ecosistemas continentales, costeros y marinos*.

INDERENA. (1977). *Resolución Nro. 231 de 1977 (01 febrero), por la cual se establece veda para alguns especies y productos de la flora silvestre*. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables.

IUCN. (2018). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2018-2.

IUCN. (2020a). *The IUCN Red List of threatened Species.* Version 2020-2.

IUCN. (2020b). *The IUCN red list of threatened species. Version 2020-1*. Versión 2020-1; IUCN Global Species Programme Red List Unit.

Jaramillo-Villa, U., Maldonado-Ocampo, J. A., & Escobar, F. (2010). Altitudinal variation in fish assemblage diversity in streams of the Central Andes of Colombia. *Journal of Fish Biology*, *76*, 2401–2417.

Jerez, A., & Yara-Contreras, C. (2018). Rheobates palmatus. *Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia*, *4*(1), 68–78.

Jiménez-Ortega, A., & Mantilla-Meluk, H. (2008). El papel de la tala selectiva en la conservación de bosques tropicales y al utilidad de los murciélagos como bioindicadores de disturbio. *Revista Institucional Universidad Tecnológica Del Chocó Diego Luis Córdoba*, *27*(1), 100–108.

Jiménez-Segura, L. F., & Alvarez-Bustamante, J. (2015). Variables ambientales que influyen en la distribución de peces en los Andes. In *Memorias congreso de Ictiologia. XIII CONGRESO COLOMBIANO DE ICTIOLOGÍA Y IV ENCUENTRO DE ICTIÓLOGOS SURAMERICANOS. Diálogo de saberes para el manejo y protección de la ictiofauna neotropical*.

Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y La necesidad de evaluar La calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, *8*, 151–161.

Kalko E.K.V., Friernel, D., Handley, C Jr. & Schnitzler, H. (1999). Roosting and foraging behavior of two Neotropical gleaning bats, Tonatia silvicola and Trachops cirrhosus (Phyllostomidae). *Biotropica*, *31*, 344–353.

Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1223*, 1–38. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x

Kunz, T. H., de Torrez, E. B., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1223*(1), 1–38. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x

Lara, C. E., Cuervo, A., Valderrama, S., Calderón-F, D., & Cadena, D. (2012). A new species of wren (Troglodytidae: Thryophilus) from the dry Cauca river canyon, northwestern Colombia. *The Auk*, *129*(3), 537–550.

Larivière S. (1999). Lontra longicaudis. *Mammalian Species*, *609*, 1–5.

Laverde-R., O., Múnera-R., C., & Renjifo, L. M. (2005). Preferencia de hábitat por Capito hypoleucus, ave colombiana endémica y amenazada. *Ornitología Colombiana*, 62-73.

Lázaro, J. (2010). *Árboles de las montañas de Antioquia*. CORANTIOQUIA. http://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/Lists/Administrar Contenidos/EditForm/ArbolesWeb.pdf

Llano-Mejía, J., Cortés-Gómez, Á. M., y Castro-Herrera, F. (2010). Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana*, *11*(1–2), 89–106.

Lundberg, J., Marshall, L., Guerrero, J., Horton, B., Malabarba, M., & Wesselingh, F. (1998). The stage for neotropical fish diversification: a history of tropical South American rivers. In L. Malabarba, R. Reis, R. Vari, Z. Lucena, & C. Lucena (Eds.), *Phylogeny & Classification of Neotropical Fishes*. Edipucrs.

MADS. (2017). *Lista de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana. Resolución 01912 del 15 de Septiembre 2017*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Resoluciones | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 38 (2017).

MADS, M. de A. y desarrollo sostenible. (2019). *Colombia, el segundo país más biodiverso del mundo, celebra el Día Mundial de la Biodiversidad.*

Maffei, L., & Taber, B. (2003). Área de accón, actividad y uso de hábitat del zorro patas negras, Cerdocyon thous, en un Bosque seco. *Mastozoologia Neotropical*, *10*, 154–160.

Maldonado-Ocampo, J., Ortega-Lara, A., Usma-Oviedo, J., Galvis, V., Villa-Navarro, F., Vásquez, G., Prada-Pedreros, S., & Ardila, R. (2005). *Peces de los Andes de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt».

Maldonado, J. A., Vari, R. P., & Usma, J. S. (2008). Checklist fresh water fish of Colombia. *Biota Colombiana*, *9 (2)*, 143–237.

Mancera, N., & Reyes, G. O. (2008). Comercio de fauna silvestre en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, *61*(2), 4618-4645.

Margalef, R. (1983). *Limnología*. Ediciones Omega.

Martínez, L.; Donato, J. (2003). Efectos del caudal sobre la colonización de algas en un río de alta montaña tropical (Boyacá, Colombia). *Caldasia*, *25 (2)*, 337–354.

Matthews, W. J. (1998). *Patterns in freshwater fish ecology*. Chapman and hall.

Mitchell, M., Lancia, R., & Jones, E. (1994). Use of insecticide to control destructive activity of ants during trapping of small mammals. *Journal of Mammalogy*, *77*(4), 1107–1113.

Mojica, J. I., Usma, J. S., Álvarez, R., & Lasso, C. (Eds.). (2012). *Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales.

Monge, J. (2010). Comparación de trampas de golpe de diferente tamaño en la captura de ratas Sigmodon hirsutus (Cricetidae). *Agron. Costarricense*, *34*(2), 251–258.

Montoya, Y., & Ramírez, J. J. (2007). Variación estructural de la comunidad perifítica colonizadora de sustratos artificiales en la zona de ritral del río Medellín, Colombia. *Revista de Biologia Tropical*, *55 (2)*, 585–593.

Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Páez, V. P., & Bock, B. C. (2015). *Libro rojo de reptiles de Colombia*. Universidad de Antioquia.

Morales-Jiménez, A.L., Link, A. & Stevenson, P. (2008). *Saguinus leucopus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: E.T19819A9019454.

Muscarella, R., & Fleming, T. H. (2007). The Role of Frugivorous Bats in Tropical Forest Succession. *Biol. Rev.*, *82*, 573–590. https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2007.00026.x

Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. (2016). *Fishes of the world* (5th ed. Ho). John Wiley & Sons, Inc.

Odum, E. P. (1983). *Basic Ecology*. CBS College Publishing.

Ortiz, R. del C., & Piedrahita, A. I. (2020). *Catálogo de las plantas vasculares del departamento de Antioquia*. http://www.tropicos.org/Project/Catalogo-de-Antioquia

Ospina-Sarria, J.J., Angarita-Sierra, T., y Pedroza-Banda, R. (2015). A new species of Craugastor (Anura: Craugastoridae) from the Magdalena River Valley, Colombia, with evaluation of the characters used to identify species of the Craugastor fitzingeri group. South American. *Journal of Herpetology*, *10*(3), 165–177.

Palacio, R. (2012a). *Reinita amarilla (Dendroica petechia)*. Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor). Universidad ICESI. Cali. Colombia.

Palacio, R. (2012b). *Reinita Castaña(Dendroica castanea)*. Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor). Universidad ICESI. Cali. Colombia.

Palacio, R. (2012c). *Reinita del Canadá(Wilsonia canadensis).* Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor). Universidad ICESI. Cali. Colombia.

Palacio, R. (2012d). *Reinita Trepadora(Mniotilta varia)*. Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor). Universidad ICESI. Cali. Colombia.

Palacio, R. (2012e). *Zorzal de Swainson (Catharus ustulatus)*. Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor). Universidad ICESI. Cali. Colombia.

Pardini R & Trajano E. (1999). Use of shelters by the neotropical river otter (Lontra longicaudis) in an Atlantic Forest stream, southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy*, *80*(2), 600–610.

Pérez, A. J., Hernández, C., Romero-Saltos, H., & Valencia, R. (2014). *Árboles emblemáticos de Yasuní, Ecuador. Version 2019.0*. 2018.

Peréz, R., & Condit, R. (n.d.). *Tree Atlas Panama*. Retrieved October 15, 2020, from

http://ctfs.si.edu/webatlas/maintreeatlas.php

Peterson, C. H. (1996). Response of benthic algal communities to natural physical disturbance. In J. R. Stevenson, M. Bothwell, & R. Lowe (Eds.), *Algal ecology. Freshwater benthic ecosystems*. Academic Press.

Poveda, K. (2000). *Uso de hábitat de dos grupos de Titi de pies blancos, Saguinus leucopus, en Mariquita, Colombia Caldas*. Universidad Nacional de Colombia.

Poveda, K., & Sánchez-Palomino, P. (2004). Habitat use by the White-Footed Tamarin, Saguinus Leucopus: A Comparison Between A Forest-Dwelling Group and An Urban Group in Mariquita, Colombia. *Neotrop. Primates*, *12*(1), 6–9.

Quijano-Abril, M. A. (2016). *Flora del Oriente Antioqueño: Biodiversidad, Ecología y Estrategias de Conservación.* Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente.

Ramírez-Chaves, H., Suárez-Castro, A., & González-Maya, J. F. (2016). Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. *Notas Mastozoológicas*, *3*(1), 1–20. https://doi.org/2382-3704

Ramírez-Chaves H E, Suárez Castro A F, de Mastozoología S C, Zurc D, Concha Osbahr D C, Trujillo A, Noguera Urbano E A, Pantoja Peña G E, Rodríguez Posada M E, González Maya J F, Pérez Torres J, Mantilla Meluk H, López Castañeda C, Velásquez Valencia A, Z. C. D. (2019). *Mamíferos de Colombia. Version 1.6. Sociedad Colombiana de Mastozoología*. Checklist Dataset Https://Doi.Org/10.15472/Kl1whs. https://doi.org/doi.org/10.15472/kl1whs

Ramírez, J. J. (2000). *Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios*. Editorial Universidad de Antioquia.

Ramírez, J. J., & Roldán, G. (2008). *Fundamentos de Limnología Neotropical* (2nd ed.). Universidad de Antioquia.

Regan, C. (1904). A monograph of the fishes of the family Loricariidae. *Transactions of the Zoological Society of London*, *17*, 191–350.

Reis, R. E., Kullander, S. O., & Ferraris, C. J. J. (2003). *Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Edipucrs.

Remsen, J. V., Areta, J. I., Bonaccorso, E., Claramunt, S., Jaramillo, A., Pacheco, J. F., Robbins, M. B., Stiles, F. G., Stotz, D. F., & Zimme, J. (2017). *A classification of the bird species of South America. Version [23march2020].* American Ornithological Society. /SACCBaseline.Htm.

Renjifo, L. (1999). Composition Changes in a Subandean Avifauna after Long-Term Forest Fragmentation. *Conservation Biology*, *13*(5), 1124–1139.

Renjifo, L. (2001). Effect of Natural and Anthropogenic Landscape Matrices on the Abundance of Subandean Bird Species. *Ecological Applications*, *11*(1), 14–31.

Renjifo, L. M., Gómez, M. F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, Á. M., Kattan, G.

H., Amaya-Espinel, J. D., & Jaime, B.-G. (2014). Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. In *Researchgate.Net*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.

Restall, R., Rodner, C., & Lentino, M. (2007). *Birds of Northern South America: An Identification Guide, Volume 1: Species Accounts.* Christopher Helm. Helm Identification Guides.

Rodriguez-Cardozo, N.R., Arriaga-Villegas, N.C., y Díaz-Ricaurte, J. . (2016). Diversidad de anuros en la Reserva Natural Comunitaria El Manantial, Florencia, Caquetá, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, *6*(2), 212–220.

Rojas-Murcia, L.E., Carvajal-Cogollo, J.E., y Cabrejo-Bello, J. A. (2016). Reptiles del bosque seco estacional en el Caribe Colombiano: distribución de los hábitats y del recurso alimentario. *Acta Biológica Colombiana*, *21*(2), 365–377.

Roldan, G. (2003). *Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia. Uso del Método BMWP/Col*. Universidad de Antioquia.

Román-Valencia, C., Ruiz-C, R., Taphorn, D. C., Mancera Rodriguez, N. J., & García-Alzate, C. A. (2013). Three new species of Hemibrycon (Characiformes: Characidae) from the Magdalena River Basin, Colombia. Revista de. *Reevista de Biología Tropical*, *61*, 1365–1387.

Ron, S. R., Read, M. y Pazmiño-Armijos, G. (2019). Smilisca phaeota. In D. A. Ron, S. R., Merino-Viteri, A. Ortiz (Ed.), *Anfibios del EcuadorVersion. 2019.0.* Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Roncancio N, Rojas, W & Esteves, J. (2009). Densidad poblacional y tamaño de grupo de Saguinus leucopus en parches de bosque en el departamento de Caldas, Colombia. *Neotropical Primates*, *15*(2), 63–67.

Rondón, Y., & Jiménez-Segura, L. F. (2013). Variación fenotípica en especies del género Astroblepus (Humbolt 1805) en el departa mento de Antioquia. *Memorias Simposio de Limnologia En La Universidad de Antioquia*.

Rosenberg, D. M., & Resh, V. (1993). Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. In V. Resh & H. K. Jackson (Eds.), *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates* (pp. 195–233). Chapman & Hall.

Rueda-Almonacid, J.V., Lynch, J.D., y Amézquita, A. (2004). *Libro rojo de los anfibios de Colombia - Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia.* Conservación Internacional Colombia – Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.

Ruelas E, S. E. & U. J. (2009). Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas. *Capital Natural de México*, *2*, 461–515.

Saavedra-Rodríguez, C., & Rojas-Díaz, V. (2009). Murciélagos migratorios en Colombia. In L. Naranjo & J. Amaya (Eds.), *Plan Nacional de las especies*

migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia (pp. 51–62). Ministro De ambiente, vivienda y Desarrollo territorial y WWF-Colombia.

Sánchez-Granada, D.P., Múnera-Puerta, W.A., Hinestroza-Blandón, L.M., y Montoya-Arango, S. (2016). *Tesoro Vivo - Fauna silvestre del Oriente Antioqueño.* ISAGEN – FAUNATIVA. Editorial LyS Comunicación gráfica.

Sánchez-Palomino, P., Rivas-Pavas, P., & Cadena, A. (1993). Composición, abundancia y riqueza de especies de la comunidad de murciélagos en un bosque de galería en la Serranía de la Macarena (Meta-Colombia). *Caldasia*, *17*, 301–312.

Sandoval-Gómez, V. E., Ramérez-Chaves, H. E., & Marín, D. (2012). Registros de Hormigas Y Termitas Presentes en la Dieta de Osos Hormigueros (Mammalia: Myrmecophagidae) en Tres Localidades de Colombia. *Edentata*, *13*(1), 1–9. https://doi.org/10.5537/020.013.0104

Santos LB & Reis NR. (2012). Use of shelters and marking sites by Lontra longicaudis (Olfers, 1818) in lotic and semilotic environments. *Biota Neotrop*, *12*(1), 199–205.

Schaefer, S. A. (2003). Family Astroblepidae. In R. Reis, S. Kullander, & C. J. Ferraris (Eds.), *Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America* (pp. 312–317). Edipucrs.

Sekercioglu, C. H. (2012). Bird functional diversity and ecosystem services in tropical forests, agroforests and agricultural areas. *Journal of Ornithology*, *153*(1), 153–161.

Shebitz, D. J., Agnew, L. P., Oviedo, A., & Monga, G. (2020). Introducing the Potential Medicinal and Ecological Value of a Pioneer Tree Species as a Justification to Conserve and Sustainably Manage Tropical Secondary Forests: Vismia macrophylla as a Case Study. *Journal of Ethnobiology*, *40*(1), 70–88.

Shieh, S. H., & Yang, P. S. (2000). Community structure and functional organization of aquatic insects in an agricultural mountain stream of Taiwan: 1985-1986 and 1995-1996. *Zool. Stud*, *39*, 191–202.

Sistema de monitoreo de bosques y carbono para Colombia –SMBYC & IDEAM. (2019). *Núcleos activos por deforestación 2019-III. 20 Boletín de Detección Temprana de Deforestación (AT-D) Tercer Trimestre 2019.*

Solari, S., Muñoz-saba, Y., Rodríguez-mahecha, J. V, Defler, T. R., Ramírez-chaves, H. E., & Trujillo, F. (2013). Riqueza, Endemismo Y Conservación De Los Mamíferos De Colombia. *Mastozoología Neotropical*, *20*(2), 301–365.

Soriano, P. (2000). Functional structure of bat communities in tropical rainforests and andean cloud forests. *Ecotropicos*, *13*, 1–20.

Springer, M. (2010). Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, *58 (Suppl.*, 151–198.

Stiles, F. G. y Roselli, L. (1998). Inventario de la aves de un bosque altoandino: comparación de dos métodos. *Caldasia*, *20*, 29–43.

Suárez-Castro, A. F., & Ramírez-Chaves, H. E. (2015). Los carnívoros terrestres y semiacuáticos continentales de Colombia. Guía de Campo. *Los Carnívoros Terrestres y Semiacuáticos Continentales de Colombia. Guía de Campo*, 62–65.

Suárez, A.M., y Alzate-Basto, E. (2014). *Guía ilustrada anfibios y reptiles Cañón del río Porce, Antioquia.* EPM E.S.P - Universidad de Antioquia - Herbario Universidad de Antioquia.

Terborgh, J. (1992). *Diversity and the tropical rainforest*. Scientific American Library.

Tirira, D. (2017). *Mamíferos del Ecuador: Página en Internet. Versión 4.1.* Editorial Murciélago Blanco y Fundación Mamíferos y Conservación.

Trujillo, F., & Arcila, D. (2006). Nutria neotropical Lontra longicaudis. *Rodríguez-M., JV, M. Alberico, F. Trujillo y J. Jorgenson (Eds.)*, 249.

Uetz, P., Freed, P., Hošek, J. (eds. . (2019). *The Reptile Database. .org*.

Universidad Escuale de Ingenieria de Antioquia. (2014). *Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá*. https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/

Vargas-Salinas, F., Muñoz-Avila, J.A. y Morales-Puentes, M. E. (2019). *Biología de los anfibios y reptiles en el bosque seco tropical del norte de Colombia*. Editorial UPTC.

Vásquez-Restrepo, J.D., Toro-Cardona, F.A., Alzate-Basto, E., y Rubio-Rocha, L. (2018). *Guía de las serpientes del Valle de Aburrá.* Universidad CES. Editorial CES.

Vásquez, J. D., Toro, F. A., Alzate, E., R. L. (2018). *Guía de las serpientes del Valle de Aburrá*. Editorial Universidad CES.

Vaughan, T., Ryan, J., & Czaplewski, N. (2000). *Mammalogy*. Brooks Cole.

Velasco, J. & Gutierrez, P. (2019). *Anolis anoriensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: E.T44577227A44577232.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. (2004). *Manual de Métodos para el Desarrollo De Inventarios de Biodiversidad*. Istituto de Investigación de Recursos Biólogicos Alexander von Humboldt.

Voss, R., & Emmons, L. (1996). MAMMALIAN DIVERSITY IN NEOTROPICAL LOWLAND RAINFORESTS : A PRELIMINARY ASSESSMENT. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, *230*.

Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Academic Spress.

Zapata-Escobar, C. (2014). Desmodus rotundus. In S. Sanchez-Londoño, J. D.,

Marín-C, D., Botero-Cañola, S., & Solari (Ed.), *Mamiferos del valle del Aburra*.